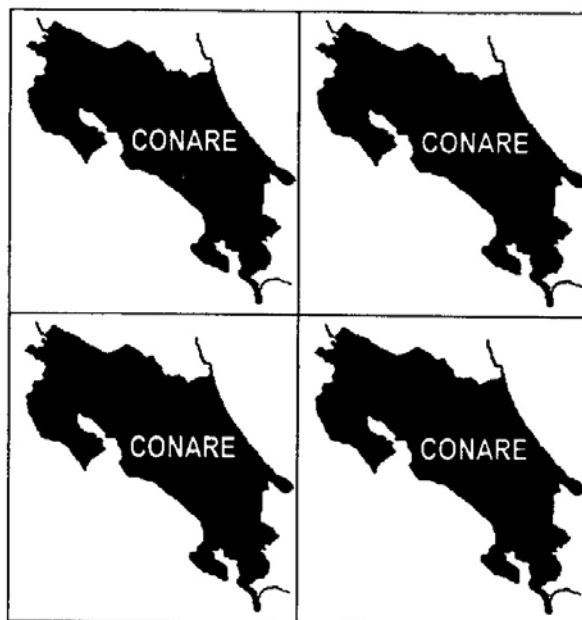


**CONSEJO NACIONAL DE RECTORES
OFICINA DE PLANIFICACION
DE LA EDUCACION SUPERIOR**



*Dictamen sobre la propuesta de creación de la
Maestría en Ecotoxicología Tropical
de la Universidad Nacional*

Consejo Nacional de Rectores. Oficina de Planificación de la Educación Superior
OPES 14/2009 Dictamen sobre la apertura de creación de la Maestría en Ecotoxicología Tropical en
la Universidad Nacional / Oficina Académica. – San José C.R : La Oficina 2009.
60 h. ; 28 cm.

1. SUSTANCIAS TOXICAS. 2. ECOTOXICOLOGÍA TROPICAL. 3. CONTAMINACION
AMBIENTAL. 4. PLAN DE ESTUDIOS. 5. PROGRAMA DE LOS CURSOS. 6. GRADO
ACADEMICO. 7. DEMANDA SOCIAL. I. Título.



Presentación

El estudio que se presenta en este documento, (OPES-14/2009) se refiere al dictamen sobre la propuesta de creación de la *Maestría en Ecotoxicología Tropical* de la Universidad Nacional.

El dictamen fue realizado por el M.Sc. Alexander Cox Alvarado, Investigador IV de la División Académica de la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES). La revisión del documento estuvo a cargo del M. Ed. Fabio Hernández Díaz, Jefe de la División citada.

El presente dictamen fue aprobado por el Consejo Nacional de Rectores en la sesión 23-2009, artículo 6, inciso e, celebrada el 11 de agosto, 2009.

José Andrés Masís Bermúdez
Director OPES

**DICTAMEN SOBRE LA PROPUESTA DE CREACIÓN DE LA
MAESTRÍA EN ECOTOXICOLOGÍA TROPICAL DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL**

Índice

	Página
1. Introducción	1
2. Demanda social	2
3. Desarrollo académico y de la investigación en el campo de la Ecotoxicología Tropical	4
4. Las características académicas del futuro posgrado	8
5. Los académicos que laborarán en el posgrado	16
6. Autorización de la unidad académica para impartir posgrados	17
7. Los recursos físicos y administrativos con que contará el posgrado para su funcionamiento	17
8. Conclusiones	18
9. Recomendaciones	18
Anexo A: Plan de estudios	19
Anexo B: Programas de los cursos	22
Anexo C: Encargados de la Cátedra de los cursos	54
Anexo D: Encargados de la Cátedra y sus grados académicos	57

1. Introducción

La solicitud para impartir la *Maestría en Ecotoxicología Tropical* en la Universidad Nacional (UNA) fue solicitada al Consejo Nacional de Rectores por el señor Rector de la UNA, Dr. Olman Segura Bonilla, en nota R-3305-2008, con el objeto de iniciar los procedimientos establecidos en el *Flujograma para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes*¹. El CONARE, en la sesión 2-2009, del 10 de febrero de 2009, acordó que la Oficina de Planificación de la Educación Superior (OPES) realizara el estudio correspondiente.

En el momento de revisar la información se detectó que los totales de créditos de la investigación de tesis y los porcentajes de énfasis no correspondían a lo establecido en la normativa vigente. La Universidad Nacional revisó la malla curricular y la información corregida fue recibida en la OPES el 22 de mayo del corriente.

La unidad académica base de la Maestría será el Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (IRET), adscrito a la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar de la Universidad Nacional. La *Maestría en Ecotoxicología Tropical* será de modalidad académica.

La Maestría se impartirá con dos énfasis, *en acuático* y *en vida silvestre*.

Cuando se proponen posgrados nuevos se utiliza lo establecido en el documento *Metodología de acreditación de programas de posgrado: Especialidad Profesional, Maestría y Doctorado*². En esta metodología se toman en cuenta siete grandes temas, que serán la base del estudio que realice la OPES para autorizar los programas de posgrado que se propongan. Estos son los siguientes:

- La demanda social para el posgrado que se propone.

- El desarrollo académico del área de estudios en que se enmarca el posgrado.
- El desarrollo de la investigación en el campo de estudios del posgrado.
- Las características académicas del futuro posgrado.
- Los académicos que laborarán en el posgrado.
- Los recursos personales, físicos y administrativos con que contará el posgrado para su funcionamiento.
- El financiamiento del posgrado.

A continuación se analizarán cada uno de estos aspectos.

2. Demanda social

Sobre la demanda social, la Universidad Nacional envió el siguiente resumen:

“A finales de los noventa y como resultado de una reforma académica, la Universidad Nacional se propuso ampliar su oferta académica abriendo nuevas propuestas de postgrado (UNA, 1998). En respuesta a este llamado en 1999 el IRET-UNA une esfuerzos con la Escuela de Ingeniería en Seguridad Laboral e Higiene Ocupacional del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ISLHA-ITCR) y juntos ofrecen un programa de Maestría en Salud Ocupacional (Mata, et al., 1998). Hoy en día gracias a la experiencia de más de 10 años en investigación y docencia en el campo de la ecotoxicología y a la colaboración que mantiene el Instituto, en este campo, con otros centros de investigación y de enseñanza universitaria del país y del mundo; el IRET-UNA propone abrir un nuevo plan de estudios de Maestría en Ecotoxicología Tropical.

Entre los problemas que amenazan la calidad de vida de los pobladores de la región centroamericana se encuentra la contaminación ambiental con residuos sólidos, materiales peligrosos y sustancias tóxicas (CCAD, 1998; PNUMA, 2003) y Costa Rica no es la excepción (Proyecto Estado de la Nación, 2004). Un ejemplo de esto lo constituye el uso de agroquímicos (CCAD, 1998; Proyecto Estado de la Nación, 2004) los cuales se usan de forma indiscriminada y sin control. Estos contaminantes y otros son en su mayoría emitidos al ambiente sin el debido tratamiento por lo que exponen a la población humana y al ambiente a riesgos innecesarios, de los cuales, en la mayoría de los casos, se desconocen sus efectos. Como consecuencia de esto ocurre en el país, cada año un gran número de accidentes. Únicamente entre 1996 y 2004 ocurrieron más de 40 accidentes que involucraron sustancias tóxicas en diferentes regiones del país (IRET-UNA, 2004 a y b).

Este tipo de accidentes provoca problemas agudos inmediatos, sin embargo, el impacto en la salud humana y el ecosistema, causado por una exposición crónica a sustancias tóxicas capaces de alterar los procesos hormonales y los mecanismos genéticos de los organismos y sus poblaciones no está documentado aún en la región.

Para asegurar el uso racional y sostenible de los recursos naturales en Costa Rica (y la región centroamericana) es necesario contar con profesionales capacitados que colaboren con la generación de información y en la toma de decisiones que protejan a la población y a los ecosistemas naturales. Únicamente a través del trabajo conjunto, abierto y de colaboración, entre los diferentes sectores, académico, productivo, gubernamental y civil; y de la formación de profesionales comprometidos con el desarrollo en armonía con la naturaleza será posible lograr una reducción en el uso y la exposición ambiental y humana a las sustancias químicas tóxicas. Es con este fin que el IRET-UNA propone este nuevo plan de estudios.

[...]

Según las necesidades de formación tanto en el sector privado como en el sector público, costarricense, se ha identificado como población meta para el Programa de Maestría en Ecotoxicología Tropical a los profesionales que se desempeñan en alguna de las siguientes funciones: evaluadores de riesgo ambiental, evaluadores de impacto ambiental, directores de laboratorios ambientales, directores, encargados o coordinadores de los programas ambientales de empresas y otros, directores de proyectos o programas de investigación, interesados en continuar estudios en un programa de doctorado de alto nivel en el tema, asesores ambientales de empresas, en manejo de emergencias relacionadas con sustancias tóxicas, en legislación y en control del uso de sustancias tóxicas. También está dirigido a profesionales responsables de programas de docencia e investigación en el ámbito universitario, pues, existe interés en introducir el tema de la ecotoxicología en otras carreras profesionales. Los profesionales recién graduados en el campo de la biología, biotecnología, química, química industrial, microbiología, ingeniería industrial, al nivel de bachillerato o licenciatura que tienen interés en proseguir su formación académica también son parte de la población meta. La maestría se enfocará principalmente al mercado costarricense pero considerando la necesidad de profesionales capacitados en esta área y la ausencia de ofertas académicas con este enfoque en la región espera en un futuro cercano proyectarse a la región centroamericana y el Caribe. En lo referente a estudiantes extranjeros los procesos de reclutamiento, selección y admisión se regirán por la normativa vigente en la UNA y en el CONARE.”³

3. Desarrollo académico y de la investigación en el campo de la Ecotoxicología Tropical

La Universidad Nacional envió el siguiente resumen sobre el desarrollo académico y de la investigación en el campo de la Ecotoxicología Tropical:

“El IRET-UNA es un centro académico de carácter público dedicado a la investigación, la docencia y la extensión. Fue creado en 1998, pero sus raíces están en un proyecto de extensión para capacitar trabajadores agrícolas en el manejo de plaguicidas, que se inició en 1982 y evolucionó, en 1986 hacia un programa multidisciplinario de investigación, extensión y docencia, el Programa de Plaguicidas: Desarrollo-Salud-Ambiente (PPUNA, 1996; UNA-SCU-417-98). Desde su origen, el Instituto se ha dedicado a conocer y mejorar la situación ambiental y la calidad de vida de los trabajadores y de la sociedad centroamericana expuesta a sustancias tóxicas, principalmente plaguicidas. Esta tarea la realizó a través de un diagnóstico permanente de importación y uso de sustancias agroquímicas, de la investigación de los niveles de exposición a éstas y otras sustancias tóxicas y de su impacto en ecosistemas terrestres, acuáticos y ambientes laborales, en la salud de los trabajadores agrícolas y de sus familias, y del análisis de las repercusiones que su uso tiene en la economía de los agricultores y del país. El IRET-UNA, también ha trabajado en la capacitación de los diferentes sectores relacionados con el tema, desarrollado programas docentes y promovido el intercambio académico con la comunidad científica de la región. Igualmente, ha buscado alternativas de producción más limpias que tengan como política la reducción o eliminación del uso de sustancias tóxicas.

El IRET-UNA ha logrado cumplir con sus objetivos a través del trabajo en diferentes niveles:

- El científico, realizando investigación en colaboración con otras instituciones académicas de la región y del mundo, con el fin de producir datos en materia de contaminación ambiental, de salud pública y ocupacional que sean de utilidad, a los sectores involucrados, a los entes reguladores y al público en general,
- El docente, capacitando a profesionales de la región y a la población en general con relación al riesgo asociado con el uso de sustancias tóxicas y sus soluciones y
- El de proyección a la comunidad y a la sociedad, para lo cual se trabaja con grupos de mujeres, agricultores, sindicatos, asociaciones comunales, organizaciones ambientalistas e instituciones gubernamentales, atendiendo a sus necesidades de información y de investigación en relación con las sustancias tóxicas, especialmente en casos de emergencia.

Una característica fundamental del IRET-UNA es su multidisciplinariedad. El equipo de trabajo está constituido por 45 profesionales; especializados en biología, ecotoxicología, ecología, medicina, agronomía, microbiología, química, epidemiología, estadística, higiene y seguridad ocupacional, salud pública, sociología, sicología, antropología y computación, que laboran en forma interdisciplinaria. El 30 % de nuestro personal cuenta con un doctorado académico y el 30 % con maestría académica.

Actualmente el IRET-UNA está organizado en cinco áreas de trabajo, a saber: Diagnóstico de importación y de uso de plaguicidas y otras sustancias tóxicas; Salud (exposición efectos y riesgos en la salud y las poblaciones humanas, trabajo y salud pública); Ambiente (exposición, efectos y riesgos en la salud de los ecosistemas); Química ambiental (destino ambiental de los contaminantes, metodología de muestreo y análisis) e investigación y apoyo en procesos de certificación e implementación de tecnologías limpias.

El IRET-UNA reúne características propias que le han permitido tener gran relevancia social a nivel nacional y regional. El área de influencia del IRET incluye todos los países centroamericanos.

Por esta razón los organismos internacionales han reconocido su trayectoria y producción en el campo científico y social. Algunos ejemplos de lo anterior son los siguientes:

- La Organización Mundial de la Salud (OMS) lo ha declarado Centro Colaborador en las áreas de epidemiología y toxicología ocupacional y ambiental.
- Por recomendación del Ministerio de Salud se le ha nominado como Centro Colaborador de la Organización Panamericana de la Salud (OPS) para la ejecución del *Programa regional de acción y demostración de alternativas sostenibles para el control de los vectores de la malaria sin uso del DDT en México y América Central*.
- El laboratorio de residuos de plaguicidas (LAREP), parte del IRET, fue escogido como uno de los laboratorios de referencia a nivel regional por la OPS, también por recomendación del Ministerio de Salud.

El impacto regional del Instituto se pone de manifiesto también en la ejecución del Programa Salud y Trabajo (SALTRA) en América Central que efectivamente lleva a cabo labores de investigación y extensión orientadas hacia la acción y el desarrollo sostenible en todos los países del área centroamericana.

Por su trayectoria, el IRET participa y representa a la UNA en comisiones internacionales del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, como lo son el Comité de Opciones Técnicas al Bromuro de Metilo y el Programa para la Eliminación de Contaminantes Orgánicos Persistentes.

El IRET participa en actividades docentes, de investigación, de extensión e integradas de mucho impacto a nivel nacional e internacional en lo que respecta a ambiente y salud. Ambas áreas temáticas son reconocidas como prioritarias en el Plan Global Institucional de la Universidad Nacional. A continuación se enumeran algunas de nuestras actividades que permitirán comprender mejor este aspecto.

Docencia: Todos los académicos del IRET, nombrados con presupuesto ordinario, imparten cursos a nivel de grado y/o postgrado y contribuyen en la formación de los cuadros profesionales del futuro. La docencia a nivel de grado y postgrado aporta al desarrollo de otras unidades académicas, específicamente las Escuelas de Química, Biología, Ciencias Ambientales, Ciencias Agrarias y Ciencias Veterinarias, facultades (la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, la Facultad de Filosofía y Letras y la Facultad de Ciencias de la Salud) y universidades (Instituto Tecnológico de Costa Rica, Universidad de Costa Rica y la Universidad Estatal a Distancia).

El IRET recibe estudiantes, nacionales e internacionales, que conducen investigación. Gran parte de esta son trabajos finales de graduación de estudiantes de nuestra institución, así como de estudiantes de maestría y doctorado de otras instituciones nacionales y extranjeras de educación superior. El IRET organiza cursos cortos, acepta estudiantes pasantes, y tiene un programa de educación continua en las áreas de salud y ambiente. El Programa SALTRA promueve cursos en temas de salud ocupacional y ambiental en todos los países de Centroamérica. Además, los académicos del IRET participan en cursos y reuniones científicas nacionales e internacionales.

El Instituto desarrolla, conjuntamente con otras instituciones de educación superior en Costa Rica, dos programas interuniversitarios de Maestría, uno en Salud Ocupacional y otro en Bioética y participa en el Programa de Doctorado Virtual en Ciencias Naturales y Desarrollo (DOCINADE) que ejecutan tres de las universidades públicas que son miembros de CONARE. Como parte de nuestra anuencia a llevar a cabo trabajo interunidades, el programa de Bioética se ejecuta conjuntamente por tres unidades de distintas facultades y en el DOCINADE participan dos facultades y varias unidades académicas de la UNA. Otra muestra de nuestra disposición para la colaboración interunidades es el proyecto *Alternativas al uso de agroquímicos en Centro América* que lo llevan a cabo el IRET, la EDECA y la ECA en la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar.

El Instituto desarrolla docencia a través de los cursos del programa regular de la Maestría en Salud Ocupacional e Higiene Ambiental con que cuenta; de la participación en cursos de servicio para otras carreras de la Universidad Nacional y de la Universidad de Costa Rica; de la tutoría de trabajos de graduación (desde nivel de diplomado hasta nivel de doctorado académico) y del programa de educación continua. A través de este último se organizan cursos regionales en temas de importancia regional, tales como: epidemiología ambiental, higiene ocupacional, eco-

toxicología, química ambiental, pruebas neuro-conductuales y se forman (a través de pasantías) jóvenes nacionales y extranjeros en investigación.

Desde su creación en 1998 el Instituto ha atendido una población estudiantil de más de mil setecientos estudiantes, entre los que se encuentran estudiantes de grado y posgrado nacionales y extranjeros. Cada año se reciben entre cinco y diez estudiantes (nacionales o extranjeros) los cuales vienen a realizar pasantías de investigación o trabajos finales para sus programas de estudios. Entre 1994 y 2006 el Instituto ha capacitado en investigación a más de 120 estudiantes y en cursos de capacitación alrededor de 300 profesionales de la región.

Investigación: La generación de nuevos conocimientos a través de un proceso científico rigurosamente planificado ha sido una característica del IRET desde su fundación. El IRET es altamente multidisciplinario lo cual se refleja en el enfoque integrado de sus investigaciones. Participa en investigaciones multinacionales o multicéntricas en temas ambientales, de salud ocupacional y ambiental, y en alternativas al uso de plaguicidas. El Instituto realiza investigaciones con grupos en los Estados Unidos, Canadá, México, Centro y Suramérica, Europa y África. Los temas que abarca el Instituto son de gran actualidad e incluyen: el destino ambiental de agentes tóxicos, efectos ecotoxicológicos, metodologías de evaluación de exposición, seguridad e higiene, monitoreo y vigilancia, enfoque ecosistémico a la salud humana, leucemia infantil y otros cánceres, enfermedad renal crónica, disrupción endocrina, efectos neuroconductuales y neuropsiquiátricos, malaria, promoción de la salud en el trabajo y en comunidades, trabajadores migrantes y sector informal.

Los académicos del IRET tienen numerosas publicaciones en revistas académicas altamente especializadas, han asistido a congresos internacionales para defender públicamente sus hallazgos, forman parte de comités científicos internacionales, y han sido reconocidos internacionalmente como autoridades en su campo. Como un resultado de este reconocimiento, el IRET, depende hoy en día en gran parte de la capacidad de sus investigadores para generar propuestas de investigación y competir exitosamente en el proceso internacional de captación de recursos. Cada año al Instituto lo visitan alrededor de 10 científicos de otras universidades y centros de investigación que realizan actividades académicas (investigación, extensión y docencia) en conjunto con nuestros académicos.

Extensión: A nivel nacional, la labor realizada por el IRET ha sido reconocida tanto por organismos gubernamentales como por no gubernamentales. Algunas de nuestras actividades en esta área son las siguientes: los académicos del IRET participan en Comisiones Nacionales en el área de ecotoxicología, prevención de cáncer, plaguicidas y salud ocupacional; nuestros académicos son consultados por organismos gubernamentales que requieren información específica en áreas afines a nuestro quehacer, tanto en ambiente como en salud. Por ejemplo, hemos recibido consultas específicas del sector judicial sobre agentes tóxicos para la re-

solución de casos; entre ellos la Contraloría General de la República, la Fiscalía Agraria Ambiental, el MINAE, la Defensoría de los Habitantes y la Asamblea Legislativa. El laboratorio de Estudios Eco toxicológicos /ECOTOX), único en la región y el de Análisis de Residuos de Plaguicidas /LAREP), proveen servicios de análisis laboratorial al sector privado y público y brindan apoyo a las comunidades. El IRET, a través de SALTRA, promueve la implementación de soluciones mediante metodologías participativas y empoderamiento de trabajadores y poblaciones vulnerables. El IRET coordina dos redes internacionales, la primera es la Comunidad de Práctica en el Enfoque Ecosistémico a la Salud Humana relacionado con Sustancias Tóxicas en América Latina y el Caribe (proyecto CoPEH-TLAC) y la segunda es la Red Regional Interdisciplinaria de Profesionales en Salud Ocupacional.

Divulgación: Las actividades de divulgación del IRET incluyen la publicación de informes técnicos, materiales educativos, artículos en revistas científicas, presentaciones en congresos y talleres, así como *brochures* y videos de algunos proyectos. El IRET publica la *Serie Informes Técnicos del IRET* y las *Noticias Centroamericanas en Salud y Trabajo*. El Instituto ha sido el organizador principal de varios congresos internacionales entre 1998 y 2005, y está organizando dos congresos internacionales en salud para el 2008.

Los conocimientos y datos generados por el Instituto son utilizados por entidades gubernamentales y no gubernamentales como fuente primaria de información en temas de exposición y efectos de las sustancias tóxicas; tanto respecto al ambiente como a la salud humana. Con el transcurso del tiempo, el IRET-UNA ha creado excelentes nexos de cooperación y colaboración con instituciones nacionales e internacionales.”⁴

4. Las características académicas del futuro posgrado

4.1 Objetivos de la Maestría

- Formar profesionales en ecotoxicología tropical acuática y en ecotoxicología tropical de vida silvestre introduciendo características propias de la región, para que con el conocimiento adquirido provoquen cambios que ayuden a proteger el ambiente y las personas de la exposición a sustancias tóxicas y reducir sus efectos.
- Promover un espacio de formación y discusión en la región en el tema de la ecotoxicología tropical y su relación con los problemas del área para hacer este conocimiento accesible a todos los habitantes del área.

- Formar profesionales con valores morales y ambientales, responsables y comprometidos con la calidad ambiental de la región.
- Impulsar la investigación, generación y aplicación de nuevos conocimientos ecotoxicológicos en el área con el fin de conocer la situación real de las poblaciones y el ambiente.

Énfasis en acuático

- Formar investigadores/académicos en el campo de la ecotoxicología acuática tropical.
- Formar especialistas capaces de hacer un análisis crítico de la exposición, los efectos y el riesgo que representa para los ecosistemas acuáticos de la región el uso y la presencia de contaminantes y tomar decisiones al respecto.

Énfasis vida silvestre

- Formar investigadores/académicos en el campo de la ecotoxicología en la vida silvestre.
- Formar especialistas capaces de hacer un análisis crítico de la exposición, los efectos y el riesgo que representa para las poblaciones de fauna silvestre residentes y migratorias de la región el uso y la presencia de contaminantes en el ambiente y tomar decisiones al respecto.

4.2 Perfil profesional

Según la Universidad Nacional el graduado de la Maestría tendrá los siguientes saberes conceptual, procedimental y actitudinal:

Conocimientos:

- Toxicología ambiental
- Química ambiental
- Ecología y dinámica de poblaciones
- Indicadores biológicos

- Evaluación de exposición y efecto
- Evaluación ambiental del riesgo
- Legislación ambiental
- Utilización de modelos matemáticos en cinética y ecotoxicológicos
- Impacto ambiental de los contaminantes
- Situación ambiental nacional regional y mundial
- Diseño y evaluación de proyectos y programas de investigación
- Técnicas en la búsqueda de información actualizada
- Trimestres de vida de los organismos de laboratorio y técnicas de cultivo
- Buenas prácticas de laboratorio
- Utilizar el método científico en el desarrollo de investigaciones ecotoxicológicas
- Distribución y destino de contaminantes en el ambiente.

Conocimientos específicos del énfasis en acuático:

- Toxicología ambiental, acuática y de sedimentos
- Química ambiental, acuática y de sedimentos
- Ecología acuática y dinámica de poblaciones de organismos acuáticos
- Indicadores biológicos
- Evaluación de exposición y efecto en ecosistemas acuáticos
- Evaluación ambiental del riesgo
- Legislación ambiental
- Utilización de modelos matemáticos en cinética y efectos ambiental de los contaminantes principalmente en los ecosistemas acuáticos

Conocimientos específicos del énfasis en vida silvestre:

- Toxicología ambiental, terrestre y de vertebrados
- Ecología y dinámica de poblaciones de fauna silvestre
- Indicadores biológicos
- Evaluación de exposición y evaluación de efectos en vertebrados

- Evaluación ambiental del riesgo
- Legislación ambiental
- Desarrollo y utilización de modelos matemáticos en cinética y efectos ambiental de los contaminantes.

Habilidades:

- Saber comunicarse en forma oral y escrita
- Poder de convencimiento
- Habilidad para desarrollar proyectos
- Capacidad para coordinar y trabajar en grupos
- Habilidad para hacer recomendaciones acordes a las posibilidades
- Habilidad para manejar grupos de trabajo y de estudiantes
- Habilidad para elaborar y dirigir proyectos de investigación
- Habilidad para innovar y desarrollar conocimiento en su área de estudio
- Habilidad para negociar planteamientos e ideas
- Habilidad para el manejo de conflictos
- Habilidad para el trabajo de laboratorio y de campo
- Habilidad para el desarrollo de metodologías nuevas
- Capacidad de análisis y síntesis
- Habilidad para definir las variables de estudio
- Capacidad para administrar

Habilidades específicas del énfasis en acuático:

- Hacer evaluaciones de exposición, efectos y riesgo ambiental de sustancias tóxicas principalmente en ecosistemas acuáticos y sedimentos.
- Servir de consultor en importación, registro, evaluación de impacto, análisis de riesgo y en situaciones de emergencia que involucren sustancias químicas.
- Manejar programas ambientales en industrias, agroindustrias, zonas urbanas y rurales, que tengan que ver con manejo de sustancias tóxicas.

- Manejar programas de investigación en exposición, efectos y riesgos ambientales causados por las sustancias tóxicas principalmente en ecosistemas acuáticos y sedimentos.
- Hacerse cargo de la evaluación toxicológica y ecotoxicología de sustancias que se utilizan y se introducen al país o a la región.
- Formar parte de programas de estudio relacionados con la ecotoxicología (general y acuática) la evaluación de riesgo, la gestión ambiental y la protección de los ecosistemas.

Habilidades específicas del énfasis en vida silvestre:

- Hacer evaluaciones de exposición, efectos y riesgo ambiental de sustancias tóxicas principalmente en ecosistemas terrestres y en poblaciones de fauna silvestres.
- Servir de consultor en importación, registro, evaluación de impacto, análisis de riesgo, y en situaciones de emergencia que involucren sustancias químicas.
- Manejar programas ambientales en industrias, agroindustrias, zonas urbanas y rurales, que tengan que ver con manejo de sustancias tóxicas.
- Manejar programas de investigación en exposición, efectos y riesgos ambientales causados por las sustancias tóxicas principalmente en ecosistemas terrestres.
- Hacerse cargo de la evaluación toxicológica y ecotoxicología de sustancias que se utilizan y se introducen al país o a la región.
- Formar parte de programas de investigación y docentes relacionados con la ecotoxicología (general, terrestre y de vida silvestre), la evaluación de riesgo y la protección de los ecosistemas.

Actitudes y valores:

- Crítica para distinguir los pro y contra de cada situación y la mejor forma de actuar

- Ética ambiental
- Liderazgo para impulsar programas y proyectos
- Creatividad
- Actitud franca y abierta al cambio
- Solidaria y de colaboración con los diferentes sectores sociales
- Respetuosa de la calidad y el equilibrio ambiental
- Objetiva en el análisis de la información y de los datos
- Actitud conciliadora ante los conflictos
- Constancia y paciencia
- Buenas relaciones humanas

4.3 Requisitos de ingreso y de permanencia

Según la Universidad Nacional, los requisitos de ingreso son los siguientes:

- Poseer un Bachillerato Universitario en Ingeniería Ambiental, Gestión Ambiental, Química, Ingeniería Química, Ingeniería Industrial, Ciencias Biológicas o afines.
- Tener una comprensión del idioma inglés escrito (leer) y oral (escuchar y entender).

La permanencia en la Maestría está determinada por lo que establece al respecto el Reglamento del Sistema de Estudios de Posgrado de la Universidad Nacional.

4.4 Plan de estudios, programas, duración, requisitos de graduación y diploma a otorgar

El plan de estudios de la maestría, presentado en el Anexo A, consta de 68 créditos y tiene una duración de seis trimestres. Las actividades del plan de estudios son las siguientes:

- Cursos obligatorios: uno de nueve créditos, uno de cinco créditos y uno de cuatro créditos.

- Cursos optativos generales: uno de tres créditos.
- Cursos obligatorios del énfasis: uno de ocho créditos y uno de seis créditos.
- Cursos optativos según énfasis: uno de tres créditos.
- La investigación de tesis, con un total de treinta créditos, dividida en dos seminarios de tesis de seis créditos cada uno, un curso de análisis de datos con cuatro créditos y la elaboración y presentación de la tesis con catorce créditos.

El porcentaje de cursos del énfasis es de 25% del total. Las normativas vigentes sobre los porcentajes de créditos para los énfasis y del total de créditos en la investigación para maestrías académicas se cumplen.

Los programas de los cursos se muestran en el Anexo B.

Se establece como requisito de graduación la aprobación de todas las actividades del plan de estudios.

Se otorgará los diplomas de *Maestría en Ecotoxicología Tropical* con énfasis en *Acuático* y en *Vida Silvestre*.

4.5 Vinculación de las actividades de docencia, investigación y extensión o acción social

Sobre la vinculación de la Maestría con las actividades de investigación y extensión, la UNA envió la siguiente información:

“En el IRET se han desarrollado más de 100 proyectos de investigación, extensión o docencia. Estos se han logrado gracias a la cooperación y el trabajo conjunto con instituciones de educación superior, centros de investigaciones nacionales e internacionales, agencias de cooperaciones internacionales y estatales. Actualmente en el Instituto se desarrollan los siguientes proyectos de investigación y extensión:

- Vigilancia del uso de plaguicidas en actividades agropecuarias, con énfasis en el herbicida 2,4-D, por peligro de contaminación de aguas subterráneas y superficiales en la Península de Nicoya, Guanacaste. Responsable Lic. Viria Bravo. Financiado por la UNA

- Vigilancia de uso de plaguicidas como indicador de riesgos para la salud. Responsable Lic. Viria Bravo. Proyecto piloto Costa Rica. Financiado por la UNA
- Red de investigación en salud ecosistémica para reducir la exposición a tóxicos en América Latina y el Caribe (CoPEH-TLAC). Responsable Dra. Berna van Wendell de Hoode. Financiado por IDRC, Canadá.
- Caracterización hidrogeológica y evaluación del riesgo a la contaminación del agua subterránea por plaguicidas de uso en piña. Zona Atlántica. Responsable Lic. Viria Bravo. Financiado por los fondos FEES.
- Programa salud y trabajo en América Central: FASE II. Responsable Dra. Catharina Wesseling. Financiado por la SIDA, Suecia.
- Programa de control biológico y manejo ecológico de suelos. Responsable Dr. Victor Cartin. Financiado por la CONARE.
- Programa de actividades permanentes de apoyo a la investigación, extensión y docencia del Instituto Regional de Estudios en Sustancias Tóxicas (PAP-II-2007). Responsable Dra. Elba de la Cruz. Financiado por la UNA.
- Impacto de los plaguicidas sobre el fitoplancton y la degradación de materia orgánica en quebradas con influencia agrícola en la vertiente Caribe. Responsable MSc. Rocío Ugalde. Financiado por la UNA.
- Impacto de los plaguicidas en el recurso hídrico de la zona baja de la cuenca del Río Tempisque (Palo Verde) Costa Rica. Bases científicas para la gestión ambiental sostenible. Responsable Dra. Elba de la Cruz. Financiado por la Fundación CRUSA.
- Exposición ocupacional de padres y madres a plaguicidas y cáncer en los hijos: cáncer cerebral y leucemias en niños. II Etapa. Responsable Dra. Patricia Monge. Financiado por la UNA.
- Exposición a plaguicidas y salud de niños en comunidades cercanas a plantaciones bananeras: un enfoque ecosistémico. Responsable Dra. Berna van Wendell de Hoode. Financiado por la IDRC, Canadá.
- Evaluación de la respuesta a nivel de biomarcadores en dos especies de peces dulceacuícolas nativos de Costa Rica ante la exposición a contaminación con plaguicidas. Responsables MSc. Freylan Mena y Dra. Elba de la Cruz Financiado por la UNA.
- Empoderamiento del sector informal rural: Salud de migrantes laborales temporales, nicaragüenses y ngäbe panameños, recolectores de café en los Santos, Costa Rica. Responsable MSc. Rocío Loria. Financiado por la UNA.
- Diagnóstico sobre contaminación de aguas, suelos y productos hortícolas por el uso de agroquímicos en la microcuenca de las quebradas Plantón y Pacayas en Cartago, C.R. MSc. María Luisa Fournier Leiva. Financiado por el IMTA, Ministerio de la Producción.
- Detección de antibióticos y resistencia antimicrobiana en la agricultura, acuicultura y nutrición animal desarrollada en el distrito de riego Arenal-Tempisque y parte interna del Golfo de Nicoya. Responsable MSc. María Luisa Fournier Leiva. Financiado por los fondos FEES.

- Colaboración para el desarrollo de la epidemiología molecular: exposición ocupacional y ambiental de padres y madres a contaminantes químicos y leucemias en niños. Responsable Dra. Patricia Monge. Financiado por los fondos FEES.
- Alternativas al uso de plaguicidas para el diseño de sistemas agropecuarios sostenibles. Responsable MSc Fabio Chaverri. Financiado por los fondos FEES.
- Actualización sitio web: Plaguicidas en América Central. Responsable Dra. Elba de la Cruz. Financiado por la UNA.

La experiencia adquirida por el IRET, a nivel nacional e internacional, a lo largo de dos décadas de dedicación a la investigación, la docencia y la extensión se pondrá al servicio de los estudiantes en el programa de maestría aquí propuesto. Esto ayudará a sensibilizarlos en relación con los problemas ambientales y sociales derivados del uso de las sustancias tóxicas; así como en la necesidad de buscarles solución a estos problemas a través de la investigación y de la promoción de cambios en las políticas de uso. Se capacitará a los estudiantes en las metodologías y técnicas de investigación con que en el campo de la ecotoxicología cuenta y ha desarrollado el IRET. Lo anterior se llevará a la práctica a través de la inclusión de experiencias y resultados de investigación y de extensión en los diferentes cursos del programa y de la participación de los estudiantes en los proyectos y programas de investigación que el Instituto desarrolla en diferentes regiones y comunidades del país.”⁵

5. Los académicos que laborarán en el posgrado

Los requerimientos mínimos para el personal docente que participa en una maestría son los siguientes:

- El personal académico debe poseer al menos el nivel académico de Maestría debidamente reconocido y equiparado, si fuese del caso.
- Los profesores del posgrado deben tener una dedicación mínima de un cuarto de tiempo.

Los profesores de los cursos de la *Maestría en Ecotoxicología Tropical* son los que se indican en el Anexo C. En el Anexo D se indica el título y grado del diploma respectivo de posgrado de cada uno de los profesores. Todas las normativas vigentes se cumplen.

6. Autorización de la unidad académica para impartir posgrados

El IRET fue autorizado a impartir posgrados cuando se abrió la Maestría en Salud Ocupacional con mención en Higiene Ambiental, la cual se imparte de forma conjunta entre el Instituto Tecnológico de Costa Rica y en la Universidad Nacional.

7. Los recursos físicos y administrativos con que contará el posgrado para su funcionamiento.

Los recursos administrativos y secretariales serán provistos por el IRET. La Universidad aportará su infraestructura de aulas y laboratorios de cómputo. El IRET pondrá a disposición de los estudiantes sus tres laboratorios de investigación; uno de Análisis de Residuos de Plaguicidas (LAREP), otro de Estudios Ecotoxicológicos (ECOTOX) y el Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica. Algunas de las clases prácticas y de campo se llevarían a cabo en las sedes y centros que la UNA tiene en diferentes partes del país (Puntarenas, Nicoya, Liberia, Golfito, Talamanca, Punta Morales, etc), para lo cual, se harán las gestiones necesarias con los responsables de cada centro, cada vez que el desarrollo del programa así lo requiera.

Según la Universidad Nacional, el IRET cuenta con adecuados equipos de cómputo, varios paquetes estadísticos, de sistemas de información geográfica, de modelos de distribución espacial de contaminantes, literatura especializada, académicos preparados en las diferentes áreas de la ecotoxicología, gran cantidad de publicaciones y contactos en el campo.

El IRET aportará los tiempos docentes necesarios para desarrollar la Maestría.

8. Conclusiones

- La propuesta cumple con la normativa aprobada por el CONARE en el *Convenio para crear una nomenclatura de grados y títulos de la Educación Superior Estatal*, en el *Convenio para unificar la definición de crédito en la Educación Superior* y con los procedimientos establecidos por el *Fluxograma para la creación de nuevas carreras o la modificación de carreras ya existentes* ¹ y en la *Metodología de acreditación de programas de posgrado: Especialidad Profesional, Maestría y Doctorado* ².

9. Recomendaciones

Con base en las conclusiones del presente estudio, se recomienda lo siguiente:

- Que se autorice a la Universidad Nacional para que imparta la *Maestría en Ecotoxicología Tropical* con énfasis en:
 - *Acuático*
 - *Vida Silvestre*.
- Que la Universidad Nacional realice evaluaciones internas durante el desarrollo de la maestría.
- Que la OPES considere la evaluación de la maestría propuesta después de cinco años de iniciada.

1) Aprobado por CONARE en la sesión N°02-04 del 27 de enero de 2004 y sustituye de esta manera al Fluxograma anterior, aprobado por el CONARE en 1976 y modificado en 1977.

2) Aprobada por el CONARE en la sesión 19-03, artículo 2, inciso c), del 17 de junio de 2003.

3, 4 y 5) Maestría en Ecotoxicología Tropical, Universidad Nacional, Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar, 2008.

ANEXO A

**PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN ECOTOXICOLOGÍA
TROPICAL DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL**

ANEXO A

PLAN DE ESTUDIOS DE LA MAESTRÍA EN ECOTOXICOLOGÍA TROPICAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL

<u>CURSO Y CICLO</u>	<u>CRÉDITOS</u>
<u>Primer ciclo</u>	<u>9</u>
Ecotoxicología, ecología y su forma de estudio	9
<u>Segundo ciclo</u>	<u>8</u>
Evaluación de exposición ambiental a los contaminantes	5
Optativo general	3
<u>Tercer ciclo</u>	<u>10</u>
Evaluación de efectos de los contaminantes en ecosistemas, poblaciones e individuos	4
Seminario de tesis I	6
<i>Énfasis en acuático</i>	
<u>Cuarto ciclo</u>	<u>14</u>
Seminario de tesis II	6
<i>Evaluación de riesgo en ecosistemas acuáticos</i>	8
<u>Quinto ciclo</u>	<u>13</u>
<i>Descripción y ecología de macroinvertebrados acuáticos</i>	6
<i>Optativo del énfasis</i>	3
Análisis de datos	4
<i>Énfasis en vida silvestre</i>	
<u>Cuarto ciclo</u>	<u>14</u>
Seminario de tesis II	6
<i>Evaluación de riesgo en fauna silvestre</i>	8

CURSO Y CICLO	CRÉDITOS
<u>Quinto ciclo</u>	<u>13</u>
<i>Descripción y ecología de los vertebrados</i>	6
<i>Optativo del énfasis</i>	3
Análisis de datos	4
<i>Ambos énfasis</i>	
<u>Sexto ciclo</u>	<u>14</u>
Tesis	14
<i>Total de créditos de la Maestría</i>	68

En *itálica* se muestran los cursos del énfasis.

Lista de optativas

Optativas generales

Evaluación de impacto ambiental
 Legislación y política ambiental
 Sistemas de información geográfica
 Problemas ambientales en Centroamérica

Optativas del énfasis acuático

Seminario avanzado de ecotoxicología acuática
 Biomarcadores de efecto de exposición a sustancias tóxicas

Optativas del énfasis en vida silvestre

Seminario avanzado de ecotoxicología en vida silvestre
 Evaluación y valoración de la fauna silvestre y sus recursos naturales asociados

ANEXO B

**PROGRAMAS DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN
ECOTOXICOLOGÍA TROPICAL**

ANEXO B

PROGRAMAS DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN ECOTOXICOLOGÍA TROPICAL

Nombre del curso: Ecotoxicología, ecología y su forma de estudio

Créditos: 9

DESCRIPCIÓN:

En el curso se estudiará el campo de acción de la ecotoxicología, su desarrollo, sus conceptos y su relación con otras ciencias. También se proporcionará al estudiante conocimientos de ecología tales como el concepto de dinámica de poblaciones, su importancia y los factores que influyen (cambio de uso de la tierra y contaminación) en el mantenimiento de equilibrio ambiental planetario. Además, se revisará la metodología de investigación en el campo de la ecotoxicología y el análisis de datos con técnicas estadísticas modernas. El curso consistirá de clases teóricas magistrales y de discusión en las cuales se introducirán y se profundizará en cada uno de los temas del programa. También habrá seminarios y prácticas interactivas de casos específicos, además de proyección de documentales y películas relacionadas con el tema del curso.

Durante el trabajo práctico, los estudiantes revisarán y analizarán de forma práctica (por medio de experimentos de campo y trabajos de investigación) los conceptos vistos y discutidos en clase. Cada estudiante trabajará en un tema específico de su interés y presentará un informe al final del curso que será sometido a consideración y discusión al resto del grupo durante el trimestre. Se fomentará las discusiones y talleres en grupo así como las discusiones plenarias. Los profesores responsables del curso ofrecerán el apoyo técnico a los participantes para el desarrollo de la investigación en lo referente a métodos y técnicas de investigación, estadística, uso de la biblioteca, y otras fuentes de información y motivará la discusión de grupo.

OBJETIVOS GENERALES:

1. Ofrecer al estudiante los conocimientos fundamentales para que desarrolle habilidades y estrategias en la evaluación, prevención y reducción del riesgo ambiental asociado con el uso de las sustancias tóxicas en la región a través de la incorporación del estudio y el análisis ecotoxicológico.
2. Aprender, manejar y aplicar los conceptos relacionados con la investigación ecotoxicológica en el mundo y en la región y las fuentes de información relacionadas con el tema: institutos de investigación, redes informáticas, libros, revistas, bases de datos, etc.

CONTENIDO:

1. Qué es ecotoxicología
2. Evaluación de exposición
3. Evaluación de efectos
4. Principios de ecotoxicología acuática
5. Principios de ecotoxicología en vida silvestre.
6. Evaluación de riesgo

7. La ecología y su relación con la ecotoxicología
8. Poblaciones y comunidad ecológica
9. Impacto ecológico del cambio de uso de la tierra
10. Ecología y sociedad
11. Investigación en Ecotoxicología
12. Etapas necesarias para llevar a cabo una investigación
13. Análisis estadístico de datos e inferencia
14. Presentación de los resultados

BIBLIOGRAFÍA:

- Baird DJ, L Maltby, PW Greig-Smith and PET Douben. 1996. Ecotoxicology: Ecological Dimensions. Chapman and Hall, Cambridge, 89 pp.
- Brown LE 1997. The agricultural link: How environmental deterioration could disrupt economic progress. Worldwatch Paper 136. Washington, DC: Worldwatch Institute.
- Bush M. 2000. Ecology of a Changing Planet. 2ª Edition, Prentice Hall inc. New Jersey, USA, pp 434. 5
- Hernández R. 1991. Métodos de investigación. Editorial Mc Graw Hill.
- Hoffman DJ, BA Rattner, GA Burton, J Cairns. 2003. Handbook of Ecotoxicology. Second Edition. Lewis Publisher.
- Journal of Environmental Toxicology and Chemistry.
- Krebs CJ. 1998. Ecology: The Experimental Analysis of Distribution and Abundance. Fourth ed. Harper Collins College Publishers, New York, USA, pp 801.
- Landis WG and Yu Ming-Ho. 1995. Introduction to Environmental Toxicology: Impacts of chemicals upon ecological systems. Editorial Lewis Publishers, CRC-Press, Inc.
- Rand GM. 1995. Fundamentals of Aquatic Toxicology: Effects, Environmental Fate and Risk Assessment. Second Edition, Taylor and Francis Publisher. USA. 1125pp.
- Smith RL y TM Smith. 2001. Ecología. 4ª edición, PEARSON EDUCACIÓN, S.A., Madrid, España.
- Sokal R and FJ Rohlf. 1994. Biometry: The principles and Practice of Statistics in Biological Research. W. H. Freeman and Company.
- Walker CE, SP Hopkin, RM Sibly and DB Peakall. 2001. Principles of Ecotoxicology. Second Edition Taylor and Francis.
- Zar, JH. 2000. Biostatistical Analysis. Prentice-Hall.

Nombre del Curso: Evaluación de exposición ambiental a los contaminantes

Créditos: 5

DESCRIPCIÓN:

Durante el curso los estudiantes se familiarizarán con conceptos fundamentales de la química ambiental y su aplicación en la comprensión y conservación de la atmósfera, los sistemas de agua dulce, los océanos, las aguas costeras y los ecosistemas terrestres. Profundizarán en los conceptos y procesos que interviene en la exposición a sustancias químicas de diferentes ambientes (agua, aire, suelo, biota), su distribución, transformación, degradación y transporte entre los diferentes compartimientos ambientales, indicadores de exposición, bioacumulación, biomagnificación, toma y eliminación de sustancias químicas en diferentes grupos de organismos y ambientes, su estudio e interpretación de los resultados.

En el trabajo práctico se estudiará las formas de monitoreo y muestreo según el tipo de contaminante y el substrato analizar (agua, aire, suelo) y su aplicación en los estudios de distribución, exposición ambiental y de evaluación de efectos. Se dará énfasis al estudio de los contaminantes más peligrosos utilizados en la región, así como a la importancia de las diferencias climáticas y edáficas en su distribución. La teoría y la práctica se combinan a lo largo del curso.

En la parte teórica, se combinan charlas magistrales, seminarios, presentación de videos y lecturas, con discusiones y trabajos de grupo. La práctica consiste en hacer trabajos de campo con el fin de evaluar la exposición de las poblaciones de organismos (terrestres y acuáticos) a contaminantes producidos por las actividades humanas en regiones del país con condiciones climáticas diferentes. Las prácticas de laboratorio están dirigidas para que los estudiantes aprendan a utilizar y aplicar diferentes técnicas de evaluación y análisis.

OBJETIVO GENERAL:

1. Ofrecer al estudiante los conocimientos básicos de química ambiental para el desarrollo de habilidades en su uso y aplicación en los diferentes campos de las ciencias ambientales.
2. Brindar al estudiante los conocimientos fundamentales para que desarrollen capacidades y habilidades que le permitan realizar e interpretar adecuadamente una evaluación de exposición a una sustancia química en una población, un ecosistema o una comunidad biótica.

CONTENIDOS:

1. Qué es química ambiental y cuál es su campo de acción
2. La atmósfera
3. Sistemas de agua dulce
4. Los océanos y las zonas costeras
5. Sistemas terrestres y reclamación de tierras
6. Ciclos de elementos y contaminación
7. Estrategias de monitoreo y estudio
8. Introducción al estudio de evaluación exposición
9. Destino ambiental
10. Modelos de destino, transporte y dosis respuesta a nivel de ecosistema.
11. Bioacumulación, bioconcentración y biomagnificación
12. Metabolitos como indicadores de exposición: Análisis químico e interpretación de resultados.

13. Estudios de laboratorio y de campo y sus limitaciones

BIBLIOGRAFÍA:

- Harrison RM. 1999. Understanding Our Environment: An Introduction to Environmental Chemistry and Pollution. Second Edition, The Royal Society of Chemistry. 326pp.
- Hoffman DJ, BA Rattner, GA Burton, J Cairns. 2003. Handbook of Ecotoxicology. Second Edition. Lewis Publisher.
- Journal of Environmental Toxicology and Chemistry.
- Manahan SE. 2000. Environmental Chemistry. Seventh Edition. CRC Press.
- Neilson AH. 2000. Organic Chemicals: An Environmental Perspective. CRC. Press.
- Journal of Environmental Toxicology and Chemistry.
- Van Leeuwen CJ and Hemens JLM. (Eds). 1995. Risk Assessment of Chemicals: An Introduction. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 347 pp.
- Walker CE, SP Hopkin, RM Sibly and D.B. Peakall. 2001. Principles of Ecotoxicology . 2nd ed. Edition Taylor and Francis.

Nombre del Curso: Evaluación de los efectos de los contaminantes sobre los ecosistemas, poblaciones e individuos

Créditos: 4

DESCRIPCIÓN:

En el curso se estudiarán diferentes metodologías para evaluar la toxicidad de un contaminante; sus efectos bioquímicos, fisiológicos, e interactivos en los organismos y la forma de monitorearlos. También se profundizará en la evaluación de los efectos (tipos de toxicidad, cambios en el comportamiento alimenticio, de escape a predadores y en el sistema endocrino, etc.) obtenidos como respuesta a una exposición; de una población, un ecosistema o una comunidad biótica; a una sustancia tóxica o mezcla de ellas, sus relaciones ecológicas (influencia en las transferencias energéticas de los componentes de un ecosistema) y las limitaciones del trabajo con niveles de organización superiores (ecosistemas comunidades).

El curso tiene un carácter teórico – práctico. En la parte teórica, se combinan charlas magistrales, seminarios, presentación de videos, documentales y lecturas, con discusiones y trabajos de grupo. La práctica consiste en hacer trabajos de campo y laboratorio tipo A que ayuden al estudiante a comprender y a caracterizar los efectos que los diferentes grupos de sustancias químicas puedan producir en los diversos componentes del ecosistema. Esto le ayudará a escoger los “puntos finales” o marcadores adecuados. En el trabajo de campo los estudiantes también practicarán lo visto durante las clases teóricas a través del estudio, análisis y resolución de casos reales y se utilizará como herramientas de campo, sistemas de posicionamiento global en el manejo y estudio de la cuenca hidrográfica. Las prácticas de laboratorio están dirigidas para que los estudiantes aprendan a utilizar y aplicar diferentes técnicas y formas de estudio de los tipos de efectos que pueden estar asociados con la exposición a un contaminante.

OBJETIVO GENERAL:

1. Desarrollar en los estudiantes capacidades y habilidades que les permitan evaluar, interpretar y predecir adecuadamente los efectos de una determinada exposición a un contaminante en un organismo, una población, un ecosistema o una comunidad.
2. Estudiar los ecosistemas tropicales y su vulnerabilidad ante los cambios globales, regionales y locales inducidos por la actividad humana (agrícolas, industriales y urbanas) y naturales (volcánica, tectónica, climáticos, etc.) e identificar (desde un punto de vista hidrológico y de manejo de cuencas) cómo estas ponen en riesgo los ecosistemas (especialmente a los de uso intensivo y frágiles) y a las poblaciones humanas, especialmente a las socialmente más frágiles.

CONTENIDOS:

1. Pruebas de toxicidad
2. Efectos bioquímicos de los contaminantes
3. Efectos fisiológicos de los contaminantes
4. Efectos interactivos de los contaminantes
5. Biomarcadores de efecto
6. Extrapolación del laboratorio al ambiente natural
7. Efectos en poblaciones
8. Efectos en las poblaciones de diferentes tipos de organismos
9. Cambios en los ecosistemas y en las comunidades como respuesta a la contaminación:

10. Estudios relacionados con la contaminación y su relación con la estructura y función del ecosistema.
11. Conceptos de hidrología, cuencas, clima y su relación con la exposición a los contaminantes y sus efectos en las poblaciones, ecosistemas y comunidades naturales en las diferentes regiones del país.

BIBLIOGRAFÍA:

- Brooks K. 1991. Hydrology and the Management of Watersheds. Iowa, State University Press/AMES.
- Cockerham LG and B Shane. 1994. Basic Environmental Toxicology. CRC Press.
- Duffus J. 1998. Environmental Toxicology. Craig Desk Publication services.
- Ezcurra E, A Valiente-Banuet, O Flores-Villela y E Vásquez. 2001. "Vulnerability to global environmental change in natural systems and rural areas: a question of latitude? " En: JX Kasperson y RE Kasperson (eds) Global environmental risk. United Nations Environmental Press, Tokyo Pp 217-246.
- Grothe D, K Dickson and DK Reed-Judkins. 1996. Whole Effluent Toxicity Testing : An Evaluation of Methods and Prediction of Receiving System Impacts. Second Edition, SETAC Press.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático 1997. Watson R, M C Zinyowera, E Moss, D J Dokke. Informe Especial del IPCC. Impacto regional del cambio climático: Evaluación de la vulnerabilidad. OMM/PMUNA.
- Hoffman DJ, BA Rattner, GA Burton, J Cairns. 2003. Handbook of Ecotoxicology. Second Edition. Lewis Publisher.
- Jiménez F. 2001. Conceptos, enfoques y estrategias para el manejo de una cuenca hidrográfica. Unidad de Manejo de Cuencas Hidrográficas, Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza (CATIE). Journal of Environmental Toxicology and Chemistry
- Rand GM. 1995. Fundamentals of Aquatic Toxicology: Effects, Environmental Fate and Risk Assessment. Second Edition, Taylor and Francis Publisher. USA. 1125pp.
- Reynolds J. 1996. Utilización y Manejo Sostenible de los Recursos Hídricos. EUNA, Heredia.
- STADTMULLER T. (1994) Impacto Hidrológico del Manejo Forestal de Bosques Naturales Tropicales: Medidas para Mitigarlo, una revisión bibliográfica, CATIE-COSUDE, Colección Silvicultura y Manejo de Bosques Naturales N° 10, Turrialba, 62pp.
- Stine K, and T Brown. 1996. Principles of Toxicology. Lewis Publisher CRC Press.
- Timbrell JA. (1991). Principles of Biochemical Toxicology. Taylor and Francis, London, UK 415.
- Van Leeuwen CJ, and JLM Hemens (Eds). 1995. Risk Assessment of Chemicals: An Introduction. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. 347 pp.
- Walker CE, SP Hopkin, RM Sibly and DB Peakall. 2001. Principles of Ecotoxicology . 2nd ed. Edition Taylor and Francis.
- Watson R. Cambio Climático 2001: Informe de síntesis IPCC, tercer informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de expertos sobre cambio climático.

Nombre del Curso: Seminario de tesis I

Créditos: 6

DESCRIPCIÓN:

Durante el desarrollo de este curso, el estudiante preparará bajo supervisión, un marco conceptual de la investigación y elaborará una propuesta de investigación relacionada con el tema de tesis escogido, dentro del campo de la ecotoxicología acuática o de la ecotoxicología en vida silvestre, que se convertirá en su trabajo de graduación.

Al final del curso la propuesta realizada deberá contar con los siguientes contenidos: título, introducción, justificación, objetivos, propuesta metodológica con su respectivo diseño; tipo y número de muestras y muestreos, análisis de muestras, análisis de datos que se utilizará; un cronograma de trabajo así como la bibliografía consultada. Se incluirá una valoración del costo total de estudio y de cómo va a ser financiado.

El tutor que ejercerá la supervisión será propuesto por el estudiante y nombrado por el Comité de Gestión Académica (CGA) de acuerdo al tema de estudio escogido por el estudiante. La propuesta será presentada en un seminario ante el resto de los estudiantes y otras personas interesadas.

OBJETIVO GENERAL:

Elaborar y defender la propuesta de anteproyecto de tesis en un tema relacionado con la ecotoxicología.

CONTENIDOS:

1. Elementos necesarios para elaborar una investigación, en este caso el anteproyecto de tesis.
2. Defensa del proyecto de tesis. Presentación oral y escrita del anteproyecto.

BIBLIOGRAFÍA:

Barrantes R. 2000. Investigación. Un camino al conocimiento. Un enfoque cuantitativo y cualitativo. EUNED. Costa Rica..

De Irala J y M Martínez. 2004. Epidemiología Aplicada. Ariel Ciencias Médicas. España.

Gallardo, H. Elementos de Investigación Académica. EUNED. Costa Rica.2002.

Hernández R. 1991. Métodos de investigación. Editorial Mc Graw Hill.

Publicación periódica: Archives of Environmental Contamination and Toxicology.

Publicación periódica: Research.

Publicación periódica: Environmental Toxicology and Chemistry.

Sádala J. 2004. Ética contada con sencillez. MAEVA. España.

Ortiz-Uribe FG, M del P García. 2003. *Metodología de la investigación: el proceso y sus técnicas*. México: Limusa, 2003. 77.

Durante el trimestre el estudiante realizará búsquedas bibliográficas del tema que desarrollará. También el profesor tutor le proporcionará literatura actualizada con relación al tema de trabajo.

Nombre del Curso: **Seminario de tesis II**

Créditos: 6

DESCRIPCIÓN:

Durante el desarrollo de este curso, el estudiante iniciará la ejecución del trabajo propuesto durante el Seminario de Tesis I bajo supervisión del tutor de tesis, con quien ha venido trabajando desde el curso de Seminario de Tesis I. Al finalizar el curso el estudiante presentará un avance de la investigación ante el resto de los estudiantes y otras personas invitadas; hará una evaluación del nivel de avance de la ejecución de acuerdo con el cronograma de trabajo propuesto y si hay diferencias propondrá una forma para readecuarlo. El estudiante también deberá haber completado la redacción de la introducción, justificación, de la tesis y haber iniciado la etapa de materiales y métodos.

OBJETIVO GENERAL:

Dar inicio a la investigación de la tesis que fue escrita y aprobada durante el Seminario de Tesis I.

CONTENIDOS:

1. Inicio del trabajo de tesis de acuerdo con el cronograma propuesto:
 - Búsqueda y recopilación de información bibliográfica y de cualquier otro tipo que la investigación requiera.
 - Establecimiento de contactos, permisos y colaboraciones. Consecución de materiales y equipos.
 - Inicio de muestreos, trabajo de laboratorio y recolección de datos.
2. Presentación del avance del proyecto de tesis:
 - Estado de avance del estudio.
 - Presentación oral.
 - Discusión preliminar.
 - Limitaciones, atrasos y propuesta de solución.
- 3 Preparación de la introducción, justificación y materiales y métodos para la tesis.
4. Informe de avance de tesis:
 - Presentación escrita del estado de avance de la investigación que incluya una discusión preliminar de hallazgos y de las limitaciones.
 - Presentación escrita de la introducción, justificación y los materiales y métodos de la tesis.

BIBLIOGRAFÍA:

- Barrantes R. 2000. Investigación. Un camino al conocimiento. Un enfoque cuantitativo y cualitativo. EUNED. Costa Rica.
- Day RA y Gastel B. 2008. Como escribir y publicar trabajos científicos. 4ta Edición. Organización Panamericana de la Salud. 335 p.
- De Irala J y M Martínez. 2004. Epidemiología Aplicada. Ariel Ciencias Médicas. España.
- Gallardo, H. Elementos de Investigación Académica. EUNED. Costa Rica.2002.
- Hernández R. 1991. Métodos de investigación. Editorial Mc Graw Hill.
- Publicación periódica: Archives of Environmental Contamination and Toxicology.

Publicación periódica: Environmental Toxicology and Chemistry

Sádala J. 2004. Ética contada con sencillez. MAEVA. España.

Ortiz-Uribe FG, M del P García. 2003. *Metodología de la investigación: el proceso y sus técnicas*. México: Limusa, 2003. 77.

Durante el trimestre el estudiante realizará búsquedas bibliográficas del tema que desarrollará. También el profesor tutor le proporcionará literatura actualizada con relación al tema de trabajo.

Nombre del Curso: Evaluación de riesgo en ecosistemas acuáticos

Créditos: 8

DESCRIPCIÓN:

Durante el curso se definirá el campo de acción de la evaluación de riesgo ambiental; se estudiará los conceptos y etapas que la conforman (caracterización de la exposición, del efecto y del riesgo, gestión y manejo) y se examinará los principios y métodos para su aplicación en los sistemas acuáticos. El curso pondrá especial atención en lo que se quiere proteger (el agua, especies, ecosistemas) y a qué nivel se desea hacerlo; especialmente en sistemas acuáticos superficiales y subterráneos.

El curso tiene un carácter teórico – práctico. En la parte teórica, se combinan charlas magistrales, seminarios, presentación de videos, documentales y lecturas, con discusiones y trabajos de grupo. La práctica consiste en hacer trabajos de campo y laboratorio que ayuden al estudiante a comprender y a caracterizar el riesgo que para los sistemas acuáticos significa el uso de las sustancias tóxicas, incluyendo la caracterización estadística de los datos observados o encontrados. Y desarrollar una idea de las limitaciones e incertidumbres relacionadas con el mismo. En el laboratorio se harán evaluaciones de riesgo tomado en cuenta entre otros, la estereoquímica del contaminante, sus características físicas y químicas, sus patrones de uso, su toxicidad y las características geográficas y ambientales de la región.

Cada estudiante trabajará en un tema específico de su interés y presentará un informe que será sometido a consideración y discusión al resto del grupo durante el trimestre. Se fomentará las discusiones de los artículos científicos seleccionados. El profesor responsable del curso ofrecerá el apoyo técnico para el desarrollo del trabajo de investigación individual.

OBJETIVO GENERAL:

1. Ofrecer al estudiante los fundamentos para el desarrollo de habilidades y destrezas en la aplicación de una evaluación de riesgo de sustancias tóxicas en ecosistemas acuáticos, con énfasis en el manejo del mismo.

CONTENIDOS:

- Distribución ambiental de contaminantes
- Introducción a la evaluación ambiental del riesgo
- Predicción de los efectos ecológicos de las sustancias químicas
- Etapas del proceso de evaluación de riesgo ambiental
- Planes de gestión y vigilancia ambiental
- Evaluación de riesgo en ecosistemas acuáticos. Estudio de casos y práctica

BIBLIOGRAFÍA:

Callow P. 2001. Handbook of Environmental Risk Assessment and Management. University of Sheffield. Blackwell Science.
EPA 1998. Guidelines of Ecological Risk Assessment. Risk Assessment Forum U.S.A. Environmental Protection Agency. Washington, DC.

Fossi MC y C Leonzio. 1993. Nondestructive biomarkers in vertebrates. Lewis Publishers. US.

Hoffman DJ, BA Rattner, GA Burton, J Cairns. 2003. Handbook of Ecotoxicology. Second edition. Lewis Publisher.

Kendall R, R Dickerson, J Giesy, W Suk. 1998. Principles and processes for evaluating endocrine disruption in wildlife. SETAC Press.

Ldish H, A Berk, SL Zipursky, P Matsudaira, D Baltimore, JE Darnell. 1999. Molecular Cell Biology. 4th ed New York: W. H. Freeman & Co.

Mackay D and. RS Boethling. 2000. Handbook of Property Estimation Methods for Chemicals: Environmental Health Sciences. Lewis Publisher, CRC Press.

Pastoro RA, SM Bartel, S Fresón and L. Ginzburg. 2002. Ecological Modeling in Risk Assessment: Chemicals Effects on populations, Ecosystems and Landscape. Lweis Publisher, CRC Press.

Rand GM. 1995. Fundamentals of Aquatic Toxicology: Effects, Environmental Fate and Risk Assessment. Second edition, Taylor and Francis Publisher. USA. 1125pp.

Van Leeuwen CJ, JLM Hermes. 1999. Risk Assessment of Chemicals: An Introduction. Kluwer, Dordrecht.

Burgman M. 2005. Risks and Decisions for Conservation and Environmental Management. Cambridge University Press.

Caughley G. and ARE Sinclair. Wildlife Ecology and Management, Blackwell Science, Cambridge, Massachusetts, USA.

DEFRA UK. 2000. Department for environment, food and rural affairs. Guidelines for Environmental Risk Assessment and Management.
<http://www.defra.gov.uk/environment/risk/eramguide/>, page published 2 August 2000; last modified 19 September, 2002.

Hoffman DJ, BA Rattner, GA Burton, J Cairns. 2003. Handbook of Ecotoxicology. Second edition. Lewis Publisher.

Maltby L, TJ Kedwards, VE Forbes, K Grasman, JE Kammenga, WR Munns, AH Ringwood, JS Weis and SN Wood. 2001. Linking individual-level responses and population-level consequences. Pages 27-82 in D. J. Baird and G. A. Burton, editors. Ecological variability: separating natural from anthropogenic causes of ecosystem impairment. SETAC, Pensacola, Florida, USA

Revistas periódicas: Environmental Health Perspectives.

Revistas periódicas: Environmental Science and Technology.

Revistas periódicas Conservation Biology.

Revistas periódicas Human and Ecological Risk Assessment.

Revistas periódicas Environmental Toxicology and Chemistry.

Suter GW, RA Efrogmson, BE Sample and DS Jones (eds). 2000. Ecological risk assessment for contaminated sites. Lewis, Boca Raton, Florida, USA.

U.S. EPA. Framework for Ecological Risk Assessment. U.S. Environmental Protection Agency, Risk Assessment Forum, Washington, DC, EPA/630/R-92/001, 1992.

Nombre del Curso: Descripción y ecología de macro-invertebrados acuáticos

Créditos: 6

DESCRIPCIÓN:

El curso pretende dar una visión general sobre los aspectos más importantes y relevantes de los invertebrados acuáticos como patrones evolutivos, diversidad de grupos, ecología de los invertebrados de zonas costeras y de aguas continentales, el uso de los invertebrados acuáticos en estudios de contaminación e impacto ambiental.

El curso tiene carácter teórico-práctico. La teoría consiste en charlas magistrales, presentaciones audio-visuales y trabajo en grupo con discusiones. En la parte práctica, se incluyen trabajos de laboratorio, giras y visitas a instituciones relacionadas con el tema del curso. En la esta parte los estudiantes tendrán la oportunidad de aplicar y profundizar sus conocimientos acerca de dichos organismos y practicar su identificación mediante el uso de claves dicotómicas.

OBJETIVO GENERAL:

Profundizar el conocimiento sobre los invertebrados de aguas continentales y de zonas costeras acerca de su morfología, taxonomía, historia natural y su rol dentro de sus respectivos ecosistemas.

CONTENIDOS:

- Patrones evolutivos de los invertebrados
- Diversidad y ecología
- Invertebrados de aguas continentales
- Invertebrados marinos
- Estudios de contaminación con invertebrados acuáticos:

BIBLIOGRAFÍA:

- Arocena R. 1996. La comunidad bentónica como indicadora de zonas arroceras de degradación y recuperación en el arroyo Toledo (Uruguay). *Rev. Biol. Trop.* 44 (2).
- Barnes R, Barnes D. 1990. *Zoología de los invetebrados*. Quinta edición. McGraw Hill, New York .
- Castillo Martínez LE, Gilek M, Pinnock M, Ruepert C, Savage C. 2000^a. Water quality and macroinvertebrate community response following pesticide applications in banana plantation, Limón, Costa Rica.
- Sovan L, Scardi S, Verdonschat PFM, Descy J-O, Parck Y-S (eds). 2005. *Modeling Community Structure in Freshwater Ecosystems*. Springer, 518p
- LiessM., von der Ohe PC. 2005. Analyzing effects of pesticides on invertebrates communities in streams. *Environ Toxicol Chem* 24,954-965.
- Mandaville S. 1999. Biassessment of freshwater using benthic macroinvertebrates-A Primer Post Grad Dip., professional Lake Management. Soil and Water conservation Society of Metro Halifax. <http://www.chebucto.ns.ca/Science/SWCS/SWCS.html>,
- Mamdwill S. 2001. Freshwater benthic ecology and aquatic entomology home page. <http://www.chebucto.ns.ca/Sceince/SWCS/ZOOBENT/BENTHOS.html>
- Rosember DM, Resh VH. 1993. *Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates*. Chapman & Hall, Inc., New York, USA 488p.
- Springer M. 1996. *Freshwater aquatic organisms notebook course*. University of Costa Rica. San José.

Nombre del Curso: Análisis de datos

Créditos: 4

DESCRIPCIÓN:

En este curso el estudiante concluirá el trabajo de campo o laboratorio; realizará, bajo la guía del profesor del curso, el análisis estadístico correspondiente de datos de su tesis y redactará el capítulo de resultados e iniciará el de la discusión de la tesis. Al finalizar el curso el estudiante presentará un avance de la investigación ante el resto de los estudiantes y otras personas interesadas, hará una evaluación del nivel de avance de acuerdo con el cronograma de trabajo propuesto y si hay diferencias propondrá una forma para solucionarlo.

OBJETIVO GENERAL:

Hacer el análisis estadístico de los datos recolectados (campo o laboratorio) durante la investigación propuesta y avanzar en la redacción de resultados y discusión de su tesis.

CONTENIDOS:

- Revisión y preparación de la base de datos, estadística descriptiva
- Estadística no perimétrica y para métrica de dos o más variables.
- Exploración e inferencias.
- Presentación de los resultados.
- Preparación del capítulo de resultados y discusión para la tesis.
- Informe de avance de tesis:
- Documento escrito del estado de avance de la investigación que incluya hallazgos y limitaciones.
- Presentación escrita del capítulo de materiales y métodos de la tesis concluida y la primera versión del capítulo de resultados y discusión.

BIBLIOGRAFÍA:

Calow P (ed). 1998. Handbook of Environmental Risk Assessment and Management. Wiley-Blackwell publ. 600p.

Glantz SA. 2006. Biostatistics. Mc Graw-Hill.

Newman MC. 1995. Quantitative Methods in Aquatic Ecotoxicology. Lewis Publisher, Boca Ratón, Fl.

Seeber GAF and CJWild. 1989. Nonlinear Regression. Wiley, New York.

Siegel S and NJ Castellan. 1988. Nonparametric Statistics for the behavioural Sciences. McGraw-Hill, New York.

Sokal RR and FJ Rohlf. 1995. Biometry. Freeman New York.

Paquetes estadísticos de: SPSS, Statistics, y STATA

Sparks T. 2000. Statistics in Ecotoxicology. Ecological & Toxicological Series. John Wiley & Sons Ltd. England.

Durante el tiempo que tarde la ejecución, análisis y redacción de la tesis el estudiante continuará con la búsqueda por Internet y bibliográfica del tema que desarrolla. También el profesor tutor le proporcionará literatura actualizada con relación al tema de trabajo.

Nombre del curso: Evaluación de riesgo en fauna silvestre

Créditos: 8

DESCRIPCIÓN:

Durante el curso se definirá el campo de acción de la evaluación de riesgo ambiental; se estudiarán los conceptos y etapas que la conforman (caracterización de la exposición, del efecto y del riesgo, gestión y manejo) y se examinarán los principios y métodos para su aplicación en los ecosistemas terrestres, en la vida silvestre y su utilidad en los programas de manejo. Se pondrá énfasis en contestar las preguntas, ¿qué proteger? (especies raras, endémicas y vulnerables y comunidades de vida silvestres diversas y vulnerables) y ¿a qué nivel protegerlo?. También se tomará en cuenta las necesidades prácticas requeridas por los estudiantes de ecotoxicología para medir el efecto de la contaminación (exposición) en la vida silvestre. El primer paso consiste en un repaso de los grupos que constituyen la fauna silvestre, las características de sus poblaciones y su importancia. Luego se estudian las sustancias tóxicas de mayor interés y sus efectos en cada uno de estos grupos, dando especial énfasis a los efectos directos: fisiológicos, reproductores (endocrinos), que afectan el tamaño de las poblaciones (mortalidades y nacimientos), de comportamiento y a los efectos indirectos, tales como reducción de la disponibilidad de alimento y la reducción de la protección del ambiente.

El curso será teórico práctico y el estudiante deberá poner en práctica los conocimientos adquiridos y discutidos en clase. Habrá clases teóricas y de discusión de artículos científicos relevantes a los temas del curso. Cada estudiante trabajará en un tema específico de su interés y presentará un informe que será sometido a consideración y discusión al resto del grupo durante el trimestre. Se fomentará las discusiones de los artículos científicos seleccionados. El profesor responsable del curso ofrecerá el apoyo técnico para el desarrollo del trabajo de investigación individual.

OBJETIVO GENERAL:

Desarrollar en el estudiante habilidades y destrezas que lo hagan capaz de llevar a cabo una evaluación de riesgo de sustancias tóxicas en ecosistemas terrestres, poblaciones y comunidades de vida silvestre.

CONTENIDOS:

- Distribución ambiental de contaminantes
- Introducción a la evaluación ambiental del riesgo
- Predicción de los efectos ecológicos de las sustancias químicas
- Fauna silvestre, importancia, distribución, dinámica de poblaciones y formas de estudio.
- Sustancias tóxicas y vida silvestre
- Etapas del proceso de evaluación de riesgo ambiental aplicado especialmente al ambiente terrestre y a la fauna silvestre
- Evaluación de riesgo a la exposición química de las poblaciones de fauna silvestre. Estudio de casos y práctica.

BIBLIOGRAFÍA:

- Caughley G. and ARE Sinclair. Wildlife Ecology and Management, Blackwell Science, Cambridge, Massachusetts, USA.
- DEFRA UK. 2000. Department for environment, food and rural affairs. Guidelines for Environmental Risk Assessment and Management. <http://www.defra.gov.uk/environment/risk/eramguide/>, page published 2 August 2000; last modified 19 September, 2002.
- European Commission, 2002. Guidance document on risk assessment for birds and mammals Under council directive 91/414/EEC. SANCO4145/2000+final.
- Hoffman, DJ, BA Rattner, GA Burton, J Cairns. 2003. Handbook of Ecotoxicology. Second edition. Lewis Publisher.
- Linder G, SK Krest, DW Sparling. 2003. Amphibian Decline: An Integrated Analyses of Multiple Stressor Effects. SETAC.
- Sparling DW, G Linder, CA Bishop. 2000. Ecotoxicology of Amphibians and Reptiles. SETAC Press.
- Maltby L, TJ Kedwards, VE Forbes, K Grasman, JE Kammenga, WR Munns, AH Ringwood, JS Weis and SN Wood. 2001. Linking individual-level responses and population-level consequences. Pages 27-82 in D. J. Baird and G. A. Burton, editors. *Ecological variability: separating natural from anthropogenic causes of ecosystem impairment*. SETAC, Pensacola, Florida, USA.
- Munns Jr, WR. 2006. Assessing risks to wildlife populations from multiple stressors: overview of the problem and research needs. *Ecology and Society* 11(1): 23. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art23/>
- Zaccagnini ME. 1999. Manual de Procedimientos Operativos Estandarizados de Campo para Documentar Incidentes de Mortandad de Fauna Silvestre en Agroecosistemas. Comisión Interinstitucional para la Conservación de la Vida Silvestre en Agro Ecosistemas. República de Argentina.
- U.S. EPA. Guidelines for Ecological Risk Assessment. U.S. Environmental Protection Agency, Risk Assessment Forum, Washington, DC, EPA/630/R095/002F, 1998.
- Kendall R, R Dickerson, J Giesy, W Suk. 1998. Principles and processes for evaluating endocrine disruption in wildlife. SETAC Press.
- Kendall RJ, And TE Lacher (eds). 1993. Wildlife Toxicology and Population Modeling: Integrated Studies of Agroecosystems. *SETAC Special Publication series*. Lewis Pub, Boca Raton. 576pp.
- Revistas periódicas: Environmental Health Perspectives*
- Revistas periódicas: Environmental Science and Technology*
- Revistas periódicas Conservation Biology*
- Revistas periódicas Human and Ecological Risk Assessment*
- Revistas periódicas Environmental Toxicology and Chemistry.*
- Suter GW, RA Efrogmson, BE Sample and DS Jones (eds). 2000. *Ecological risk assessment for contaminated sites*. Lewis, Boca Raton, Florida, USA.

Nombre del curso: Descripción y ecología de los vertebrados

Créditos: 6

DESCRIPCIÓN:

El curso proporcionará al estudiante los conocimientos necesarios para conocer los diferentes grupos de fauna silvestre que existen en los trópicos especialmente de la región centroamericana, su evolución, su comportamiento, su dispersión, distribución y ecología. Incluirá además, sus hábitos de vida, tipo de alimentación, reproducción, fisiología, estrategias de sobrevivencia, y como estudiarlos.

El curso tiene carácter teórico-práctico. Las clases teóricas magistrales se intercalaran con seminarios, grupos de trabajo, grupos de discusión, debates y discusión de artículos científicos relevantes. En el trabajo práctico del laboratorio y del campo se pondrá en práctica los conocimientos adquiridos en clase; e incluirá la identificación de especies y grupos de vertebrados, la ejecución de modelos demográficos y estimaciones de densidad, mortalidad y sobrevivencia. Cada estudiante trabajará en un tema de su interés y presentará un informe en formato de artículo científico al final del curso que será sometido a consideración y discusión al resto del grupo durante el trimestre.

OBJETIVO GENERAL:

Proporcionar al estudiante conocimientos de la ecología y diversidad de los vertebrados, especialmente de aquellos representados en el trópico americano y de cómo estudiarlos.

CONTENIDOS:

- Peces
- Anfibios y reptiles
- Aves
- Mamíferos
- Introducción a los modelos poblacionales
- Supervivencia y mortalidad
- Reproducción y fertilidad
- Selección de hábitat. Dispersión y migración. Ecología trófica.
- Manejo y conservación del hábitat/ vertebrados como alga/Análisis y conservación de comunidades/impactos sobre los vertebrados (agricultura, plaguicidas, carreteras, urbanizaciones, actividades productivas).

BIBLIOGRAFÍA:

- Barreda M. 1978. Ictiología General. U.N.F.V. Perú. 481p.
- Bussing W. 1999. Los Peces de las aguas continentales de Costa Rica. Editorial Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 468p.
- Kardong KV. 1999. Vertebrados: Anatomía comparada, función, evolución. Segunda edición. McGraw-Hill Interamericana. Madrid. 732p.
- Lagler KF, JE Bardach, RR Miller y DR May. 1977. Ictiología. Trad. M. A. Armata. A.G. T. Editor, S.A. México. 489p.

- Mora J.M. 2000. Los Mamíferos Silvestres de Costa Rica. EUNED. San José, Costa Rica. 240p.
- Savage JM. 2002. The amphibians and reptiles of Costa Rica. The University of Chicago Press. Chicago. EUA. 934p.
- Stiles G. & A.F. Skutch. 1989. A guide to the Birds of Costa Rica. Cornell University Press. Ithaca, Nueva York, E.U.A. 511p.
- Walker WF Jr. 1987. Functional anatomy of the Vertebrates: An evolutionary Perspective. Saunders College Publishing. Nueva york, EUA. 781 p.

Nombre del curso: Tesis

Créditos: 14

DESCRIPCIÓN:

Durante este curso, el estudiante concluirá el trabajo de tesis. Para esto preparará y concluirá los capítulos de resultados, discusión, conclusiones, recomendaciones y bibliografía y preparará su informe final de tesis. El estudio realizado deberá presentarse en forma escrita y oral ante el Tribunal de Tesis antes de finalizar el trimestre. De ser necesario y únicamente en casos muy especiales el estudiante podrá ampliar el tiempo de ejecución de esta fase de la tesis hasta dos trimestres más, sin asignación de créditos.

OBJETIVO GENERAL:

Concluir el trabajo de investigación de tesis, requisito de graduación de la Maestría.

CONTENIDOS:

- Conclusión de la redacción y la escritura de los resultados, la discusión, las conclusiones, las recomendaciones y la bibliografía del documento de la tesis.
- Presentación del documento de tesis completo y acorde con las especificaciones del SEPUNA.
- Realización de la defensa pública de la tesis.

BIBLIOGRAFÍA:

Barrantes R. 2000. Investigación. Un camino al conocimiento. Un enfoque cuantitativo y cualitativo. EUNED. Costa Rica.

Day RA y Gastel B. 2008. Como escribir y publicar trabajos científicos. 4ta Edición.

Organización Panamericana de la Salud. 335 p.

Gallardo H. Elementos de Investigación Académica. EUNED. Costa Rica.2002.

Hernández R. 1991. Métodos de investigación. Editorial Mc Graw Hill.

Ortiz-Uribe FG, M del P García. 2003. *Metodología de la investigación: el proceso y sus técnicas*. México: Limusa, 2003. 77.

Durante el tiempo que tarde la ejecución, análisis y redacción de la tesis el estudiante continuará con la búsqueda por Internet y bibliográfica del tema que desarrolla. También el profesor tutor le proporcionará literatura actualizada con relación al tema de trabajo.

CURSOS OPTATIVOS

Nombre del curso: Evaluación de impacto ambiental

Créditos: 3

DESCRIPCIÓN:

El curso desarrollará en los estudiantes capacidades para diseñar una evaluación de impacto ambiental, les formará criterio en la definición de límites biofísicos y sociales de la influencia de los proyectos sobre el medio ambiente, así como de las características ambientales a estudiarse. También aprenderán metodologías para analizar los impactos potenciales de los proyectos sobre el ambiente, los tipos de medidas utilizadas para atenuar o potencializar los efectos y la preparación de los planes de acción y control de las medidas correctoras de impactos.

El curso tiene un carácter teórico - práctico. En la parte teórica se combinan charlas magistrales, lecturas, discusiones y trabajos de grupo sobre estudios de casos. La parte práctica incluye giras de campo a sitios estudiados de proyectos y el diseño y desarrollo parcial de un estudio de impacto.

OBJETIVO GENERAL:

Enseñar a los estudiantes los procedimientos básicos de una evaluación de impacto ambiental de proyectos de desarrollo, que les permita participar como consultores o asesores en estudios de impacto de actividades relacionadas con el manejo de sustancias tóxicas y sus efectos sobre los ecosistemas.

CONTENIDOS:

- Planificación de los estudios de impacto ambiental
- Diagnóstico ambiental
- Análisis de impactos
- Identificación de medidas correctoras

BIBLIOGRAFÍA:

- Carter LW. 1999. Manual de evaluación de impacto ambiental: técnicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental. McGraw-Hill, Madrid. 841 p.
- Conesa Fernández- Vitora V. 2000. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. 3ª ed. Mundi-Prensa, Madrid. 412 p.
- Figuroa A, R Contreras y J Sánchez. 1998. Evaluación de Impacto Ambiental: Un Instrumento para el Desarrollo. Centro de estudios Ambientales para el Desarrollo Regional (CEADES), Corporación Universitaria Autónoma de Occidente, Colombia.
- Mata A. 2002. Evaluación de Impacto Ambiental. Guía de Preparación. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical.
- Sagot-Rodríguez A. 2000. Manual de legislación ambiental: Ley Orgánica del Ambiente, concordada, con jurisprudencia Constitucional y legislación relacionada en anexos. Investigaciones Jurídicas, San José. 363 p.
- UNEP. 1988. Environmental Impact Assessment: Basic Procedures for Developing Countries. United Nations Environmental Program, Nairobi, Kenya.

Nombre del curso: Legislación y política ambiental

Créditos: 3

DESCRIPCIÓN:

En la Maestría de Ecotoxicología el análisis de los principales tópicos relacionados con el nacimiento, evolución y perspectivas del derecho ambiental en Costa Rica deviene imprescindible. Por este motivo el curso pretende brindar conocimientos generales sobre la temática de la legislación y las políticas públicas relacionadas con el desarrollo sostenible. Para tales efectos se procederá a una descripción general del derecho y las políticas públicas, su definición y papel en el contexto nacional. Posteriormente, se analizarán manifestaciones específicas de esta temática como las limitaciones a la propiedad y al ambiente, la evolución constitucional de la protección del medio, la tutela internacional de éste, los mecanismos de protección ambiental, la participación de la sociedad civil, etc. Por último, se hará referencia al derecho y las políticas ambientales en los sectores más importantes, especialmente el control de la contaminación y manejo de productos peligrosos y tóxicos.

El curso es teórico - práctico. Las clases magistrales, lecturas y presentación de casos relevantes, se intercalarán con el estudio, análisis y discusión de casos relevantes de contaminación ambiental ocurridos en el ámbito nacional e internacional y sus resoluciones.

OBJETIVO GENERAL:

Brindar a los estudiantes una descripción, análisis y crítica sobre la estructura, funcionamiento y fines del sistema legal y administrativo para el desarrollo sostenible; de los principales obstáculos para la eficaz y efectiva implementación de las leyes y políticas ambientales, identificando los mecanismos de solución más adecuados para lograr que el componente legal e institucional del desarrollo sostenible funcione correctamente.

CONTENIDOS:

- Nociones generales del derecho y las políticas ambientales.
- Las políticas de desarrollo y su contenido ambiental: análisis de las últimas Declaraciones Regionales e Internacionales, en especial en el campo del derecho ambiental.
- Marco Constitucional del Derecho y las Políticas ambientales: su evolución a través de la interpretación de las autoridades administrativas y judiciales.
- Mecanismos de protección ambiental: su funcionamiento práctico.
- Los límites a la propiedad y la libertad de comercio por motivo de interés ambiental: conflicto o armonía en el nuevo orden económico.
- Mecanismos de participación de la sociedad civil en la formulación y gestión de políticas ambientales.
- Análisis sectorial de las principales manifestaciones de derecho y políticas ambientales en el tema de control de la contaminación y manejo de productos tóxicos y peligrosos.

BIBLIOGRAFÍA:

Se utilizarán libros de corte general como los siguientes:

Fundación AMBIO. Biodiversidad: Políticas y Legislación a la luz del Desarrollo Sostenible.

Salazar R, R Saborío y J Cabrera. Manual de Derechos Humanos y Ambiente.

Cabrera J, O Rodríguez y E Ulate. Derecho Agrario y Desarrollo Sostenible.

Martín-Mateo R. Tratado de Derecho Ambiental Tomos I al III.

Martín-Mateo R. Nuevos Instrumentos de Gestión Ambiental.

Brañes R. Manual de derecho ambiental mexicano.

Nombre del Curso: Sistemas de información geográfica

Créditos: 3

DESCRIPCIÓN:

El curso proporcionará al estudiante un marco teórico sobre la historia y evolución de los sistemas de información geográfica, así como de sus aplicaciones especialmente en investigación de contaminación, uso de la tierra, epidemiología, uso de sustancias tóxicas, manejo de recursos naturales y otros. En el se analizarán los elementos que intervienen en el desarrollo de un SIG y se irán alternando sesiones prácticas (ArcView) que permitan conocer las técnicas de adquisición de datos y su incorporación al SIG, así como el manejo de la información en función de las capacidades del *software*. Se presentarán las técnicas básicas para la realización de un sistema de información geográfica y se promoverá el diseño y desarrollo individual de un SIG, enfocado a aspectos ecológicos como fase final del curso.

OBJETIVO GENERAL:

Introducir al alumno en las técnicas básicas de diseño y desarrollo de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y su aplicación en estudios ambientales.

CONTENIDOS:

- Introducción a los Sistemas de Información Geográfica. Origen e historia. Conceptos básicos
- Análisis de casos de estudio, sobre manejo de recursos naturales y modelos en ecotoxicología. Procesos espaciales en ecología.
- Revisión del tipo de información requerida y programas y equipo utilizado.
- Se iniciarán las sesiones prácticas con introducción a ArcView (raster)
- Elementos de un SIG (software y hardware). Atributos de la información (bases de datos) Cartografía básica, proyecciones de mapas, geo-referenciación. Tipos de datos y fuentes para SIG
- Continúan sesiones prácticas (digitalización de vectores). Manejo de datos tabulares. Uso de GPS.
- Diseño de mapas. Funciones de un SIG (estimación de áreas, distancias, clasificación, creación de corredores y zonas de amortiguamiento). Modelado en SIG
- Elaboración de propuestas temáticas para desarrollo de SIG individuales, incorporando información ecológica, espacialmente referenciada. Elaboración de modelos teóricos y preparación de datos para la elaboración del SIG. Desarrollo de la propuesta.

BIBLIOGRAFÍA:

Krishnan P. 1995. Research report - a geographical information system for oil spills sensitivity mapping in the Shetland Islands (United Kingdom). *Ocean, Coast. Manag.* 26:247-255

Poiani KA and BL Bedford. 1995. GIS-based non point source pollution modelling: Considerations for wetlands. *J.-Soil Water Conserv.* 50: 613-619

Ringrose S, C Vanderpost and W Matheson. 1997. Use of image processing and GIS techniques to determine the extent and possible causes of land management/fenceline induced degradation problems in the Okavango area, northern Botswana. *Intern. J. Rem. Sens.* 18:2337-236

Wadsworth R and J Treweek. 1999. *Geographical Information Systems for ecology. An Introduction.* Addison Wesley Longman Ltd. Edinburgh. 184 p.

Nombre del Curso: Problemas ambientales en Centroamérica

Créditos: 3

DESCRIPCIÓN:

El curso proporcionará al estudiante un marco teórico sobre la historia y evolución ambiental de la región. En el curso se analizarán problemas específicos de contaminación de cada país centroamericano y se escogerán dos casos correspondientes a dos países, a los cuales se dará un seguimiento especial, con el fin de hacer un aporte en conjunto tendiente a buscar la solución del problema estudiado.

La parte práctica consistirá en visitar en al menos uno de los países un sitio problema seleccionado y hacer una inspección in-situ con el grupo. Se procederá a hacer un análisis del problema (historia, antecedentes, circunstancias,...), se propondrá una forma de estudio, se colectarán datos, se analizarán los resultados a través de discusiones de grupo. También se propondrán posibles soluciones y se redactará un informe final del caso.

OBJETIVOS GENERALES:

Sensibilizar y brindar conocimientos a los estudiantes acerca de los problemas ambientales de contaminación de la región centroamericana, su origen sus derivaciones ecológicas, sociales y de salud.

Fomentar a través del estudio de casos in-situ el intercambio con grupos investigadores.

CONTENIDOS:

- Sistemas naturales de Centroamérica
- Historia ambiental de la región; causas y efectos de los problemas ambientales actuales.
- Políticas ambientales en Centroamérica
- Estudio y análisis de dos casos de un problema ambiental en un país centroamericano.

BIBLIOGRAFÍA:

CCAD. Centro América en la Cumbre Mundial de Desarrollo Sostenible. Nuestro compromiso ambiental. Johannesburgo 2002.

CCAD. 2003. Estado del Sistema Centroamericano de Aéreas Protegidas. Informe de Síntesis Regional. CCAD, San Salvador.

CEPAL-PNUMA. 2001b. La sostenibilidad del Desarrollo en América Latina y el Caribe: Desafíos y oportunidades. Río de Janeiro, Brasil.

Duran LR. 2001. El cinturón de fuego Centroamericano. Masica: Revista Programa Medioambiente y Salud en el Istmo centroamericano. OPS/OMS, N° 5. Junio.

Dirzo R. 2001. Ecosystems of Central America. In: Encyclopedia of Biodiversity. Academic Press. Pp 665-670.

PNUMA, 2003. GEO América Latina y el Caribe. Perspectivas del medio ambiente 2003. Oficina Regional América Latina y Caribe, México, DF, México.

Proyecto Estado de la Región. Primer informe del Estado de la Región en Desarrollo Humano sostenibles. 1998.

Proyecto Estado de la Región. Segundo informe del Estado de la Región en Desarrollo Humano en Centro América y Panamá. 2003.

UICN. 1999. Humedales de Mesoamérica. Sitios Ramsar de Centroamérica y México. Unión Internacional Para la Conservación de la Naturaleza. San José.

PNUMA/CCAD. 2005. GEO-Centroamérica. Perspectivas del medio ambiente 2004. PNUMA, SICA, CCAD, Corredor Biológico Centroamericano, PNUD, GEF, Observatorio del Desarrollo, UCR. 194 pp.

Nombre del Curso: Seminario avanzado en ecotoxicología acuática

Créditos: 3

DESCRIPCIÓN:

Durante el curso el profesor presentará temas de actualidad en el campo de la ecotoxicología acuática y los estudiará y discutirá junto con los estudiantes y profundizará en aspectos específicos de la ecotoxicología acuática.

Cada estudiante trabajará un tema específico de su interés y presentará un informe en formato de artículo científico durante el curso en el cual incluirá un análisis crítico del tema y una interpretación personal de cómo aplicar dicha investigación en condiciones como las nuestras.

OBJETIVO GENERAL:

Conocer, estudiar y analizar temas de punta en el campo de la ecotoxicología acuática.

CONTENIDOS:

- Temas de punta en ecotoxicología acuática.
- Investigaciones en avances metodológicos y técnicos.
- Metodologías de estudio y de análisis de datos ecotoxicológicos.
- Nuevos descubrimientos relacionados con la exposición, efectos y riesgos de las sustancias tóxicas y la evaluación ambiental.
- Modelos de distribución ambiental de contaminantes, toxicología de sedimentos, biomarcadores, nuevas aplicaciones, disrupción endocrina en invertebrados, relación entre la actividad estructural de las sustancias químicas y la predicción de efectos ecológicos, biorremediación de humedales, impacto de las sustancias tóxicas sobre la composición de especies en ecosistemas acuáticos, cambios de comportamiento de los organismos acuáticos, cambios morfológicos, mezclas químicas complejas, emisión, biodisponibilidad, mutagenicidad y efectos en el desarrollo causados por plaguicidas, otras sustancias y sus productos de degradación en ecosistemas acuáticos, efectos de los contaminantes en los procesos químicos físicos y biológicos de la interfase agua-sedimento etc).

BIBLIOGRAFÍA:

DeFur PL, M Cranes, C Ingersoll L Tattersfield. 1999. Endocrine Disruption in Invertebrates: Endocrinology, Testing and Assessment. SETAC PRESS. USA.
Karlosn, M . 2000. Molecular descriptos in QSAR/QSPR. Weley-VCH
Revista periódica: Annual review of pharmacology and toxicology.
Revista periódica: Aquatic toxicology (Amsterdam, Netherlands)
Revista periódica: Archives of environmental contamination and toxicology.
Revista periódica: Bulletin of environmental contamination and toxicology.
Revista periódica: Cell biology and toxicology.
Revista periódica: Conservation Biology.
Revista periódica: Ecotoxicology.
Revista periódica Ecotoxicology and environmental safety.
Revista periódica: Environmental Health Perspectives.
Revista periódica: Environmental Science and Technology.

Revista periódica: Environmental Toxicology and Chemistry.
Revista periódica: Human and Ecological Risk Assessment.
Revista periódica: International Journal of Environmental Toxicology and Chemistry.
SETAC PRESS
Revista periódica: Journal of QSAR and Combinatorial Sciences. Wiley-VCH press
Revista periódica: Marine environmental research
Richton AB, SS Young. 1997. An Introduction to QSAR Methodology. Network
Science. www.netsci.org/Science/Compchem/feature19.html

Nombre del curso: Biomarcadores de efecto de exposición a sustancias tóxicas

Créditos: 3

DESCRIPCIÓN:

El curso le proporcionará al estudiante los conocimientos necesarios para comprender la utilidad e importancia de los biomarcadores de exposición y efecto en la ecotoxicología (diversidad, conceptos de variación morfológica y desarrollo, biología molecular y celular, regulación del sistema endocrino), y le proveerá un enfoque crítico en el empleo de las diferentes metodológicas de análisis. El curso tiene carácter teórico-práctico.

La teoría y la práctica se combinan a lo largo del curso. En la teoría, las clases teóricas magistrales se intercalaran con seminarios, grupos de trabajo, grupos de discusión, debates y discusión de artículos científicos relevantes. En el trabajo práctico de laboratorio y de campo se pondrá en práctica los conocimientos adquiridos en clase.

Cada estudiante trabajará en un tema específico de su interés y presentará un informe en formato de artículo científico al final del curso que será sometido a consideración y discusión al resto del grupo durante el trimestre. El profesor responsable del curso ofrecerá el apoyo técnico a los participantes para el desarrollo del trabajo de investigación individual.

OBJETIVO GENERAL:

Suministrar al estudiante conocimientos relacionados con los marcadores biológicos, su posible aplicación, sus ventajas y limitaciones como herramientas de evaluación de exposición y de efectos de los contaminantes en los organismos, poblaciones, ecosistemas y comunidades terrestres y acuáticas.

CONTENIDOS:

- Marcadores biológicos de la contaminación
- Biomarcadores morfológicos.
- Biomarcadores moleculares.
- Sistema Endocrino
- Otros biomarcadores de contaminación ambiental.
- Aplicaciones de los biomarcadores
- Aplicación de biomarcadores en estudios de campo
- Uso de organismos centinela.

BIBLIOGRAFÍA:

Kendall R, R Dickerson, J Giesy and W Suk,. 1998. Principles and processes for evaluating endocrine disruption in wildlife. SETAC Press.
Fossi MC and C Leonzio,. 1993. Nondestructive biomarkers in vertebrates. Lewis Publishers. US.
Lodish, H A Berk, SL Zipursky, P Matsudaira, D Baltimore and JE Darnell. 1999. Molecular Cell Biology. 4th ed New York: W. H. Freeman & Co

Nombre del Curso: Seminario avanzado en ecotoxicología de vida silvestre

Créditos: 3

DESCRIPCIÓN:

Durante el curso el profesor presentará temas de actualidad en el campo de la ecotoxicología y toxicología de vidas silvestre y los estudiará y discutirá junto con los estudiantes y profundizará en aspectos específicos de la misma.

Novedades en el análisis estadístico de los datos. Cada estudiante trabajará un tema específico de su interés y presentará un informe en formato de artículo científico durante el curso en el cual incluirá un análisis crítico del tema y una interpretación personal de cómo aplicar dicha investigación en condiciones como las nuestras.

OBJETIVO GENERAL:

Analizar temas de punta en el campo de la ecotoxicología de vida silvestre

CONTENIDOS:

- Temas de punta en ecotoxicología de vidas silvestre.
- Investigaciones en avances metodológicos y técnicos de estudio de poblaciones en campo.
- Metodologías de estudio y de análisis de datos en relación con exposición y efectos en fauna silvestre.
- Descubrimientos relacionados con la exposición de los grupos de vertebrados en ambientes naturales a sustancias tóxicas, con los efectos y los riesgos en la fauna silvestre asociados con exposición a sustancias tóxicas. Rutas y vías de exposición de la fauna silvestre a contaminantes. Modelos de distribución ambiental de contaminantes, biomarcadores, disrupción endocrina en los vertebrados, relación entre la actividad estructural de las sustancias químicas y la predicción de efectos en organismos, cambios de comportamiento, efectos indirectos, impacto de las sustancias tóxicas sobre mezclas químicas complejas, biodisponibilidad, biomagnificación, mutageneicidad y efectos en el desarrollo causados por plaguicidas y sus productos de degradación, otros contaminantes.

BIBLIOGRAFÍA:

- Aebischer NJ, AD Evans, PV Grice, JA Vickery. 1999. Ecology and Conservation of Lowland Birds. British ornitologist Union, BOU publications.
- Caughley G and Sinclair ARE. Wildlife Ecology and Management, Blackwell Science, Cambridge, Massachusetts, USA.
- Hoffman DJ, BA Rattner, GA Burton J Cairns. 2003. Handobook of Ecotoxicology, Lewis Publishers.
- Kendall R, R Dickerson, J Giesey, W Suk. 1999. Principles and Processes for evaluating endocrine disruption in wild life. SETAC PRESS.
- Kiesecker, JM, AR Blaustein, LK Belden. 2001. Complex causes of amphibian population declines, Nature: 410: 681.
- Sparling DW, G Linder CA Bishop. 2000. Ecotoxicology of Amphibians and Reptiles. SETAC PRESS
- Karlosn M . 2000. Molecular descriptos in QSAR/QSPR. Weley-VCH
- Revista periódica: Annual review of pharmacology and toxicology.

Revista periódica: Aquatic toxicology (Amsterdam, Netherlands)
Revista periódica: Archives of environmental contamination and toxicology.
Revista periódica: Bulletin of environmental contamination and toxicology.
Revista periódica: Cell biology and toxicology.
Revista periódica: Conservation Biology.
Revista periódica: Ecotoxicology
Revista periódica: Ecotoxicology and environmental safety.
Revista periódica: Environmental Toxicology and Chemistry.
Revista periódica: Environmental Health Perspectives.
Revista periódica: Environmental Science and Technology.
Revista periódica: Journal of QSAR and Combinatorial Sciences. Wiley-VCH press
Revista periódica: Journal of Wildlife Diseases
Revista periódica: Journal of Wildlife Management
Revista periódica: Human and Ecological Risk Assessment.
Revista periódica: International Journal of Environmental Toxicology and Chemistry.
SETAC PRESS
Revista periódica: Marine environmental research
Revista periódica: Journal of Raptor Research
Richton AB, SS Young. 1997. An Introduction to QSAR Methodology. Network Science.
www.netsci.org/Science/Compchem/feature19.html

Nombre del Curso: Evaluación y valoración de la fauna silvestre y sus recursos naturales asociados

Créditos: 3

DESCRIPCIÓN:

Durante el presente curso se realizará una revisión sobre los conceptos importantes de integrar en economía y en conservación, proveerá parte de la información necesaria para guiar en el entendimiento de cómo estas dos disciplinas pueden interrelacionarse, y qué instrumentos de la economía pueden aportar para la conservación de la vida silvestre y los recursos naturales asociados. Se estudiarán diferentes metodologías de evaluación y valoración económica de la vida silvestre y los recursos naturales asociados, en una perspectiva adaptada para estudiantes que no son economistas. En su quehacer profesional, el manejo de instrumentos económicos es fundamental para el profesional en ecotoxicología, dado que frecuentemente se encuentra con casos en que es importante poder comunicarse en términos económicos ya sea para asuntos legales, administrativos o técnicos. Asimismo, para el desarrollo de proyectos o la valoración de daños, riesgos o avances, los instrumentos económicos son fundamentales.

OBJETIVO GENERAL:

Al finalizar el curso el estudiante deberá haber adquirido los conocimientos y el lenguaje para poder aplicar y comprender las metodologías de evaluación y valoración económica de la vida silvestre y los recursos asociados.

CONTENIDOS:

- Relación entre los ecosistemas y la economía
- Valoración económica de la vida silvestre y los recursos naturales
- Servicios Ambientales
- Ambiente y Daño Ambiental

BIBLIOGRAFÍA:

- Barrantes G. 2002. Servicios ambientales: aspectos metodológicos y experiencias prácticas de aplicación. Fundación Instituto de Políticas para la Sostenibilidad. Heredia, Costa Rica.
- Barrantes G y MI Di Mare. 2001. Metodología para la Evaluación Económica de Daños Ambientales en Costa Rica. Desarrollado para el Sistema Nacional de Áreas de Conservación (SINAC) del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE) del Gobierno de Costa Rica por la Fundación Instituto de Políticas para la Sostenibilidad. Heredia, Costa Rica..
- Corona-Rentería A. 2000. Economía ecológica: una metodología para la sustentabilidad. Universidad Autónoma de México. 1ª edición. México.
- Ojasti J, F Dallmeier (editor). 2000. Manejo de fauna silvestre neotropical. SI/MAB. Serie N° 5. Smithsonian Institution/MAB Biodiversity Program, Washington DC. 304p.

ANEXO C

**PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN
ECOTOXICOLOGÍA TROPICAL DE LA
UNIVERSIDAD NACIONAL**

ANEXO C

PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN ECOTOXICOLOGÍA TROPICAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL

CURSO

PROFESOR

Ecotoxicología, ecología y su forma de estudio

Elba de la Cruz Malavassi
Jorge Camacho Sandoval
Johnny Villarreal Orias
Silvia Argüello Vargas

Evaluación de exposición ambiental a los contaminantes

Clemens Ruepert

Evaluación de efectos de los contaminantes en ecosistemas,
poblaciones e individuos

Luisa Castillo Martínez
Rocío Ugalde Salazar

Seminario de tesis I y II

Según tema

Análisis de datos

Marco Vinicio Herrero Acosta
Jorge Camacho Sandoval

Evaluación de riesgo en ecosistemas acuáticos

Clemens Ruepert
Luisa Castillo Martínez
Elba de la Cruz Malavassi

Descripción y ecología de macroinvertebrados acuáticos

Ingo Werthmann
Carlos Esquivel Herrera

Evaluación de riesgo en fauna silvestre

Rocío Ugalde Salazar
Clemens Ruepert

Descripción y ecología de los vertebrados

Mario Baldí Salas
Iván Sandoval Hernández

Evaluación de impacto ambiental

María Luisa Fournier Leiva

Legislación y política ambiental

Adolfo Johanning Pérez

Sistemas de información geográfica

Marco Vinicio Herrero Acosta
Silvia Argüello Vargas

Problemas ambientales en Centroamérica

Luisa Castillo Martínez

Seminario avanzado de ecotoxicología acuática

Clemens Ruepert
Luisa Castillo Martínez

CURSO

Biomarcadores de efecto de exposición a sustancias tóxicas

Seminario avanzado de ecotoxicología en vida silvestre

Evaluación y valoración de la fauna silvestre y sus recursos naturales asociados

PROFESOR

Froylán Mena Torres
Rocío Ugalde Salazar

Mario Baldi Salas

María Isabel Di Mare Hering

ANEXO D

**PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN ECOTOXICOLOGÍA
TROPICAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL Y SUS
GRADOS ACADÉMICOS**

ANEXO D

PROFESORES DE LOS CURSOS DE LA MAESTRÍA EN ECOTOXICOLOGÍA TROPICAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL Y SUS GRADOS ACADÉMICOS

SILVIA ARGÜELLO VARGAS

Maestría en Enfermedades Tropicales, Universidad Nacional.

MARIO BALDÍ SALAS

Maestría en Salud de los Animales Silvestres, Universidad de Londres, Inglaterra.

JORGE CAMACHO SANDOVAL

Maestría en Ciencias Agrícolas, Universidad de Costa Rica.

LUISA CASTILLO MARTÍNEZ

Doctorado en Ecotoxicología Marina, Universidad de Estocolmo, Suecia.

ELBA DE LA CRUZ MALAVASSI

Doctorado en Ecotoxicología, Universidad Libre de Bruselas, Bélgica.

MARÍA ISABEL DI MARE HERING

Doctorado en Biología, Universidad de Texas A&M.

CARLOS ESQUIVEL HERRERA

Maestría en Entomología, Universidad de Kansas, Estados Unidos de América.

MARÍA LUISA FOURNIER LEIVA

Maestría en Oceanografía Biológica, Universidad de Bretaña, Francia.

MARCO VINICIO HERRERO ACOSTA

Doctorado en Entomología, Universidad Estatal de Oklahoma, Estados Unidos de América.

ADOLFO JOHANNING PÉREZ

Licenciatura en Derecho, Universidad de Costa Rica. Maestría en Administración de Negocios, Universidad de Costa Rica.

FROYLÁN MENA TORRES

Maestría en Microbiología, Universidad de Costa Rica.

CLEMENS RUEPERT

Maestría en Química, Universidad de Utrecht, Países Bajos.

IVÁN SANDOVAL HERNÁNDEZ

Maestría en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Universidad Nacional.

ROCÍO UGALDE SALAZAR

Maestría en Ecología Acuática Tropical, Universidad de Bremen, Alemania.

JOHNNY VILLARREAL ORIAS

Maestría en Conservación y Manejo de Vida Silvestre, Universidad Nacional.

INGO WERTHMANN

Doctorado en Ciencias Naturales, Universidad de Hamburgo, Alemania.