

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA
**FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES
Y MUSEO**

PROGRAMAS

AÑO 2013

Cátedra de DINAMICA DE NUTRIENTES EN ECOSISTEMAS ACUATICOS

Profesor DR. BONETTO CARLOS

Carlos Bonetto
Profesor titular

La Plata, 3 de diciembre 2013

El CCDE sugiere que se opulse el programa de la asignatura Dinámica de Nutrientes en Ecosistemas Acuáticos -

Stuardo, E.

Velardez, Lucía

Barbieri Octavio.

N. Greco

La Plata, 21/4/14

Comisión de Enseñanza

Visto lo sugerido por el CCDE y tomando en cuenta que esta propuesta no contempla la posibilidad de cursar esta materia por cursada regular, esta comisión aconseja que el Profesor adjunte dicha posibilidad con la presente propuesta. -

SOLANA
No Parly
scornito
Marco Giovannetti
DIAZ
DIAZ
Prunese
Mans



1-Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Ciencias Naturales y Museo

Asignatura: Dinámica de Nutrientes en Ecosistemas Acuáticos.

Régimen: cuatrimestral, 2^{do} cuatrimestre, materia regular y de promoción

Carga horaria total: 105 horas, 60 de trabajos prácticos y 45 clases teóricas

Titular o Profesor a cargo: Carlos Bonetto

Nombres de la planta docente y cargos: Hernán Mugni, ayudante de primera

Mail de contacto de la Cátedra bonetto@ilpla.edu.ar

2- Contenido global del curso y fundamentación de la asignatura en relación al diseño curricular vigente, y a su articulación tanto horizontal como vertical con otras asignaturas.

Dinámica de nutrientes es una materia optativa de grado y postgrado. La materia es cursada por alumnos que están en los últimos años de la carrera de ecología o graduados, generalmente becarios con orientación en ecología acuática, que están cursando las materias del doctorado. Más de la mitad corresponde a graduados. Se trata de un estudiantado muy motivado, participativo y entusiasta. El número de alumnos osciló entre 3 y 12 estudiantes, generalmente 5 o 6 alumnos por año. La materia cuenta con dos docentes, el profesor y un ayudante graduado. La relación docente/alumno, inusualmente elevada y la madurez del estudiantado, permite plantearse objetivos ambiciosos. Se pretende que la materia sea continuación y complementación de la materia de grado limnología, proveyendo elementos conceptuales que permitan a los alumnos su inserción profesional en el sistema científico y ampliar su formación con énfasis en el manejo de los ambientes acuáticos.

3- Objetivos generales y/o específicos que se espera alcance el alumno al finalizar la asignatura.

Se plantea como objetivos que los alumnos conozcan los contenidos de las clases teóricas y que estén familiarizados con la metodología de trabajo para identificar las consecuencias más comunes del impacto antrópico en los cuerpos de agua y las distintas alternativas de manejo. El alumno necesita demostrar ciertos conocimientos pero también ser capaz de desarrollar una metodología y un enfoque para enfrentar su próximo desempeño laboral.

4- Contenidos a desarrollar, según unidades temáticas, en clases teóricas y trabajos prácticos con su debida fundamentación.

Las primeras clases teóricas corresponden a los ciclos biogeoquímicos del nitrógeno y el fósforo, teóricas que representan una etapa introductoria, abarcando contenidos generales que en ocasiones resultan un repaso o actualización de temas que han sido tratados con diferente profundidad en otras materias, limnología, ecología general, química ambiental. En dinámica de nutrientes se desarrollan estos temas en forma muy detallada con énfasis en los procesos dominantes en los ambientes acuáticos, por ejemplo el proceso de denitrificación, de los cuales los alumnos carecen de información aun cuando hayan estudiado con anterioridad temas relacionados. Se estudian detalles

metodológicos para la determinación de la fijación biológica de nitrógeno, denitrificación y producción primaria del fitoplancton.

Con posterioridad se dicta un grupo de teóricas que informan sobre el proceso de eutrofización, las causas, los enfoques para su estudio y las alternativas de manejo de los cuerpos de agua. El tema se presenta siguiendo el desarrollo histórico de la disciplina, comenzando con un estudio de caso: el del lago Washington (USA), cuya evolución trófica fue bien documentada por Edmondson & Lehman (1981). Seguidamente se presenta el modelo de Vollenweider, mostrando en transparencias los gráficos originales del trabajo del autor (Vollenweider, 1976). Se discuten trabajos donde se determinó el balance de N y P en lagos. Se enseñan los procedimientos para determinar las cargas de N y P en distintos cuerpos de agua y se discute la importancia relativa de distintas fuentes, las fuentes puntuales y difusas, el aporte urbano y rural, y las distintas alternativas para su evaluación, con especial énfasis en el aporte cloacal. Se desarrolla un ejemplo detallado, donde se evalúan y comparan las cargas de nutrientes en un ambiente hipotético. Se comentan varios trabajos posteriores donde distintos autores evalúan la evolución trófica de cuerpos de agua donde se han aplicado medidas para reducir la carga externa de P. Se comenta la recopilación de Sas (1998) quien resume información de 18 ambientes donde se conoce con detalle la situación previa y posterior a programas de reducción de carga de nutrientes. Se discute si el Modelo de Vollenweider predice los cambios ocurridos en los ambientes estudiados cuando se modificó la carga de nutrientes.

Se discute con detalle la concentración de N y P en el agua de lluvia, su variabilidad espacial y temporal, el efecto de la contaminación ambiental, el fenómeno conocido como lluvia ácida, el aporte de nutrientes del agua de lluvia, su importancia relativa con respecto a otras fuentes y su efecto diferencial en distintos tipos de ambientes

Con posterioridad se discuten trabajos sobre la concentración de nutrientes en grandes ríos de nuestro medio, se compara la concentración en los ríos Alto Paraná, Paraguay y Bermejo. Se interpretan las diferencias en función de las características de cada cuenca. La del Paraná representa la de mayor actividad antrópica: deforestación seguida de agricultura intensiva y presencia de grandes centros urbanos. No obstante, presenta la menor concentración de fósforo y sólidos suspendidos. Se discute la influencia de los principales determinantes ambientales, las características geológicas, edáficas y climáticas de la cuenca. Se estudia el impacto de las represas. El alto Paraná y sus principales afluentes cuentan con 18 grandes represamientos y una multitud de pequeños, siendo las dos últimas, Itaipú y Yacireta, las más grandes. Solo en el estado de Sao Paulo 15.000 km² de ambientes terrestres fueron inundados por represas. Se comparan las concentraciones de nutrientes en el Alto Paraná con anterioridad (Maglianesi 1973) y posterioridad (Pedrozo y Bonetto, 1989) a la construcción de la represa de Itaipú. La concentración de nitrógeno inorgánico es menor en el río Paraguay, que drena el enorme sistema del Pantanal, se discute el efecto de los humedales sobre la concentración de nutrientes. La concentración de nutrientes es menor en el Bajo Paraná que en el Alto Paraná, en la confluencia con el Paraguay, a pesar de la agricultura intensiva que se desarrolla en la baja cuenca y de la presencia de grandes ciudades (Rosario, Paraná, Santa Fe, San Nicolas, Villa constitución, Zarate Campana) que vierten los desechos cloacales sin tratamiento alguno. Se discute el efecto del valle aluvial. Se discuten las



variaciones a lo largo del río en condiciones de estiaje y creciente, recopilando y resumiendo la información editada sobre el tema (Mugni et al. 2005).

Se estudia el ciclo del nitrógeno en el cultivo de arroz. El cultivo de arroz permanece anegado durante gran parte del ciclo de crecimiento. Se trata de un ambiente somero, con permanencia de agua durante gran parte del año y una enorme producción primaria: un típico humedal. Se comparan los principales procesos en dos estrategias de producción muy distintas, en Europa con aplicación intensa de fertilizantes y elevadas concentraciones de nutrientes en el agua de riego y en nuestro medio, con aplicación de fertilizantes muy inferiores y menores concentraciones en el agua de riego. Se discuten balances de nutrientes y estudios llevados a cabo con N^{15} y se observa que la práctica común de fertilizar simultáneamente con la siembra tiene una eficiencia muy baja, involucra daño ambiental y produce pérdidas enormes por desnitrificación (Golterman et al. 1988, Minzoni et al. 1988). Se estudia un balance de nitrógeno en parcelas experimentales incluyendo el aporte de nitrógeno producido por el desarrollo simultáneo de la fijadora simbiótica *Azolla spp.* Se discute el impacto ambiental de los fertilizantes.

Se estudian los cambios producidos en el régimen trófico del embalse del Río Tercero con posterioridad al funcionamiento de la central nuclear Embalse, que utiliza un importante caudal de agua, tomada del hipolimnion para refrigerar la central y la devuelve con una temperatura de 10-12 grados mayor, a través de un canal superficial, (Mariuzzi et al. 1992).

Finalmente se discute el efecto del uso del suelo en cuencas rurales sobre la concentración de nutrientes en arroyos de la región Pampeana. Se informa la concentración de nutrientes en distintas regiones del país y se interpretan las diferencias regionales en función de las grandes unidades ambientales siguiendo el trabajo de Quiros & Drago (1999). Se compara la concentración de nutrientes en arroyos Pampasicos en los cuales se determinó el uso del suelo en la cuenca con imágenes satelitales y se discute la concentración de nutrientes en pequeños arroyos de primer orden adyacentes a los principales cultivos de nuestro medio: trigo, maíz y soja (Mugni 2008, Quiros et al 2006).

Se estudia la utilización de humedales para el tratamiento de aguas residuales. Se resumen los fundamentos y el creciente interés del tema y los estudios de caso con énfasis en los trabajos llevados a cabo en nuestro medio (Di Luca et al 2011).

Los trabajos prácticos se inician con la organización de una serie de tratamientos que se mantendrán por buena parte del curso: se toman muestras de agua y sedimentos de ambientes regionales cercanos, generalmente arroyos, y se llenan varias peceras de distinta forma: en los últimos años se hicieron 4 tratamientos: una pecera solo con agua, y las otras tres con agua y sedimentos. De ellas, a una se le instala un aireador y en otra se eleva la temperatura con un calentador de uso común en los acuarios comerciales, en el cuarto tratamiento se incorporan macrofitas acuáticas, generalmente *Lemna sp.* Durante los primeros prácticos, mientras se estabilizan los acuarios, los alumnos se familiarizan con los métodos analíticos para la determinación de nutrientes: nitrato, nitrito, amonio y fósforo reactivo soluble. También determinan oxígeno disuelto, pH, conductividad y



temperatura en los acuarios, a distintas profundidades. Con posterioridad se agregan cantidades conocidas, elevadas, de nitrato y fosfato a las peceras y se determina su concentración a lo largo del tiempo por períodos prolongados, de varias semanas hasta que se hace evidente una tendencia definida, cuando el sistema parece estabilizarse se agregan nuevamente nutrientes y se repite el proceso de medición durante un período considerable, de forma tal que el trabajo práctico se prolonga por meses donde se hacen evidente los cambios operados en los tratamientos por la aplicación reiterada de nutrientes y la evolución posterior de los mismos.

La pecera que contiene solo agua representa un lago profundo donde predominan los procesos en la columna de agua, las peceras con agua y sedimento representan ambientes someros donde predominan los procesos en la interfase agua-sedimento y la pecera con vegetación representa un humedal. De los dos tratamientos con agua y sedimento, la pecera que contiene el aireador produce turbulencia y convección y el agua permanece saturada de oxígeno, representa una laguna somera disturbada por el viento y la pecera con calefactor produce estratificación térmica con estabilidad en la columna de agua y disminución de oxígeno en el hypolimnion.

5- Actividades desarrolladas por la cátedra: seminarios, salidas de campo, viajes de campaña.

En el curso de la materia los alumnos tienen que leer y exponer un trabajo relacionado con los temas que se dictan. A los alumnos de grado se les provee los trabajos a exponer. Los becarios proponen publicaciones relacionadas con el desarrollo de sus becas y se eligen de entre las propuestas aquellas que parezcan de interés para la materia. Los alumnos exponen el trabajo y comentan también el desarrollo de sus planes de beca y tesis. En ocasiones surgen de la discusión ideas, comentarios o sugerencias de utilidad. Hacia el final del curso los alumnos presentan un informe que tiene las mismas características de un trabajo para publicar, informan los métodos empleados, exponen los resultados obtenidos y en la discusión interpretan los cambios observados en los distintos ambientes (peceras) sometidos a un incremento en los aportes de nutrientes. Tienen que interpretar la evolución en el tiempo y las diferencias entre los distintos tratamientos. Los alumnos corrigen innumerables veces los informes hasta que resultan aceptables y rinden el examen final.

6. Metodología de enseñanza/aprendizaje a utilizar en las diferentes actividades de la asignatura y su fundamentación.

Los alumnos efectúan todas las etapas que corresponden al desarrollo de un trabajo científico. Se plantea un objetivo: estudiar las variaciones en las concentraciones de nutrientes en varios ambientes: mesocosmos de laboratorio, durante el transcurso de la materia. Se resuelve el problema metodológico enseñando los métodos para las determinaciones analíticas. Los alumnos desarrollan el trabajo efectuando reiteradas determinaciones e intervenciones en los mesocosmos, construyen una base de datos y elaboran un informe que tiene todas las características de un manuscrito tal como se prepara para enviar a publicar, incluyendo las secciones de métodos, resultados,

discusión y las referencias bibliografías citadas en el texto. Tienen que interpretar los cambios observados en el tiempo y las diferencias entre los distintos ambientes utilizando los elementos que se brindaron en las clases teóricas y en los trabajos que se entregaron para exponer durante el curso. El informe se corrige tantas veces como sea necesario hasta que alcanza un grado de elaboración aceptable y es requisito excluyente para rendir el examen final. Subyace en este enfoque una concepción pedagógica constructivista. Se asume que los alumnos tienen que aprender sobre la base de desarrollar un trabajo propio en un proceso análogo al desarrollo de una beca o tesis. Son asistidos por los docentes pero son ellos los que tienen que medir, presentar la información lograda e interpretar los resultados obtenidos

7. Recursos materiales necesarios para el dictado de la materia.

Se requiere disponer de un espacio que va a ser ocupado con peceras durante todo el cuatrimestre. Debe contar con luz solar directa durante parte del día, electricidad, agua, mesadas, piletas y un equipamiento de infraestructura básico para la determinación de nutrientes (nitratos, amonio, fósforo reactivo soluble) en agua, esencialmente un espectrofotómetro y el material de vidrio y los reactivos necesarios para las determinaciones. Es también necesario contar con pHmetro, oxímetro y conductímetro.

8. Formas y tipo de evaluación: cantidad de parciales, otros.

Se toman dos parciales. Aproximadamente en la mitad del curso se toma el primer parcial, a libro abierto. El parcial incluye un ejercicio donde tienen que predecir el régimen trófico de un ambiente hipotético que se describe en el texto, similar al ejemplo dado en clase, pero con algunas modificaciones, se incluye algún caso no explicitado en clase, por ejemplo el caso de una piscicultura en jaula, cuya producción animal se informa, como así también el consumo de comida para peces con su contenido de N y P. Se les pide a los alumnos que estimen el régimen trófico del cuerpo de agua, que propongan medidas factibles para mejorar su condición y que estimen si con la aplicación de las medidas propuestas el lago se puede tornar oligotrófico. La experiencia muestra que por lo general suelen cometer errores numéricos en el cálculo de la carga o del régimen trófico, pero que conceptualmente identifican claramente el problema y proponen medidas esencialmente correctas para su mejora y control. El resultado del parcial se discute en clase y se consensua con los alumnos que el parcial se tome como un ejercicio de familiarización con la disciplina y que la nota de la materia sea la que surja de un segundo parcial. El ejercicio esta adaptado de un estudio de caso llevado a cabo como parte de la tesis doctoral de Pedro Temporetti (1999), sobre el impacto de la piscicultura en jaulas en la represa de Alicura, sobre el río Limay (Neuquén). El ejercicio es importante porque los enfrenta a una situación parecida a la que se presenta muchas veces en el ejercicio de la profesión: un ambiente deteriorado y la necesidad de proponer alternativas de manejo. En ningún caso se reprueba alumnos por errores cometidos en ejercicios numéricos.

Todos los años se produce cierta deserción inicial, en las primeras clases, de alumnos que piensan que la materia "es muy química" o tal vez que los docentes somos muy exigentes. Alguno abandona después del primer parcial. Por lo general, todos los alumnos



que aprueban el primer parcial terminan la materia y aprueban el segundo parcial sin dificultad. No recuerdo haber reprobado alumno alguno en el segundo parcial. Siendo pocos alumnos, el examen es escrito, en mi opinión es la mejor forma que el grado de dificultad sea idéntica para todos.

9- Bibliografía a utilizar (básica y complementaria, por unidad temática).

- Bonetto, C. 1995. Los sedimentos en el ciclo biogeoquímico de los nutrientes. pp: 57-65. En: Tell & Lopreto (Eds): Ecosistemas de aguas continentales, metodologías para su estudio. Ediciones Sur. La Plata. (Descripción y ejemplo del trabajo práctico)
- Di Luca, G., M. A. Maine, M. Mufarrege, H. Hadad, G. Sánchez, & C. Bonetto. 2011. Metal retention and distribution in the sediment of a constructed wetland for industrial wastewater treatment. *Ecological Engineering*. 37: 1267– 1275. (Utilización de humedales para el tratamiento de aguas residuales).
- Edmondson, W. & J. Lehman. 1981. The effect of changes in the nutrient income on the condition of Lake Washington. *Limnol. Oceanogr.* 26: 1-29. (Eutrofización, ejemplo de estudio de caso)
- Hadad, H., A. Maine & C. Bonetto. 2006. Macrophyte growth in a pilot-scale constructed wetland for industrial wastewater treatment. *Chemosphere*, 63: 1744-1753. (Utilización de humedales para el tratamiento de aguas residuales)
- Hadad, R.; A. Maine; G. Natale & C. Bonetto. 2007 The effect of nutrient addition on metal tolerance in *Salvinia herzogii*. *Ecological Engineering*. 31: 122-131 (Efecto del enriquecimiento con nutrientes en la tolerancia de la vegetación a los metales)
- Golterman, H.; C. Bonetto & F. Minzoni. 1988. The nitrogen cycle in shallow water sediment systems of rice fields. Part III: The influence of N-application on the yield of rice. *Hydrobiologia* 159: 211-217. (Denitrificación).
- Maine, A.; N. Suñe; H. Hadad, G. Sánchez, & C. Bonetto. 2006. Nutrient and metal removal in a constructed wetland for waste-water treatment from a metallurgic industry. *Ecological Engineering*. 26: 341-347. (Utilización de humedales para el tratamiento de aguas residuales).
- Maine, A., N. Suñe, H. Hadad, G. Sánchez, & C. Bonetto. 2007. Removal efficiency of a constructed wetland for wastewater treatment according to vegetation dominance. *Chemosphere*, 68: 1105–1113. Utilización de humedales para el tratamiento de aguas residuales
- Maglianesi, R., 1973. Main chemical and physical features of the Upper Paraná and Lower Paraguay Rivers. *Physis* 32: 185-197. (Efecto de las represas en la concentración de nutrientes en grandes ríos).
- Mariuzzi, A.; J. Donadelli, P. Arenas, Di Siervi & C. Bonetto. 1992. Impact of a Nuclear Power Plant on water quality of Embalse del Río Tercero Reservoir (Córdoba, Argentina). *Hydrobiologia* 246: 129-140. (Efecto de la central nuclear en Embalse del Río tercero, (Córdoba Argentina)



- Minzoni, F.; C. Bonetto & H. L. Golterman. 1988. The nitrogen cycle in shallow water sediment systems of rice fields. Part I: The denitrification process. *Hydrobiologia* 159: 189-202. Denitrificación. (Ciclo del N en el cultivo de arroz, efectos de la fertilización nitrogenada).
- Mugni, H., S. Jergentz, R. Schulz, A. Maine & C. Bonetto. 2005. Phosphate and nitrogen compounds in streams of Pampean Plain areas under intensive cultivation (Buenos Aires, Argentine). En: Serrano, L. & H. Golterman, Editores. Phosphate in Sediments. Backhuys, Holanda, pp: 163-170. (Efecto del uso del suelo en la cuenca en la concentración de nutrientes en arroyos Pampeanos).
- Mugni, H., A. Maine & C. Bonetto. 2005. Phosphate and nitrogen transformations in a large floodplain river. En: Serrano, L., & H. Golterman, editores. Phosphates in Sediments. Backhuys Publishers, pp: 139-149. (Efecto del valle aluvial en la concentración de nutrientes de grandes ríos).
- Mugni, H. 2008. Concentración de nutrientes y toxicidad de pesticidas en aguas superficiales de cuencas rurales. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias Naturales y Museo. Universidad Nacional de la Plata. (Efecto del uso del suelo en la cuenca en la concentración de nutrientes en arroyos Pampeanos).
- Pedrozo, F. & C. Bonetto. 1989. Influence of river regulation on nitrogen and phosphorus mass transport in a Large South American River. *Regulated Rivers, Research and Management* 4: 59-70. (Impacto antropico en la cuenca, represamientos, uso del suelo y su influencia en la calidad del agua en grandes ríos)
- Pérez, G., A. Torremorell, H. Mugni, P. Rodríguez, M. S. Vera, M. do Nascimento, L. Allende, J. Bustingorry, R. Escaray, M. Ferraro, I. Izaguirre, H. Pizarro, C. Bonetto, D. Morris & H. Zagarese. 2007. Effects of the herbicide Roundup® on freshwater microbial communities: a mesocosm study. *Ecological Applications*, 17(8): 2310-2322. (Efecto del glifosato en mesocosmos).
- Quirós, R., Boveri, B., Petracchi, A., Rennella, A. Rosso, J. Sosnovsky, A. & Von Bernard, H. 2006. Los efectos de la agriculturización del humedal pampeano sobre la eutrofización de sus lagunas. Pp: 1-16. En: J. Tundisi, T. Matsumara-Tundisi & C. Galli. (editores): Eutrofización na América do Sul; causas, consecuencias e tecnologías de gerenciamento e controle. *Academia Brasileira de Ciências*, 531p. (Impacto de la fertilización agrícola en lagunas Pampeanas).
- Quirós R. & Drago E. 1999. The environmental state of Argentinean lakes: an overview. *Lakes and Reservoirs: Research and Management* 4, 55-64. (Regionalización de la concentración de nutrientes en las grandes unidades ambientales Argentinas).
- Sas, H. 1989. Lake restoration by reduction of nutrient loading. *Academia Verlag*. 497p. (Eutrofización. Estudio de 15 ambientes donde se desarrollaron estrategias para mejorar la calidad del agua disminuyendo la carga de nutrientes y se verificaron los resultados finales).
- Temporetti, P. 1999. Dinámica del fósforo en cuerpos de agua con cría intensiva de salmónidos. Tesis doctoral. Centro Regional Universitario Bariloche, Universidad



Nacional del Comahue. (Impacto de la piscicultura en jaula en un ambiente oligotrófico característico de la Patagonia andina).

Vollendweider R. 1976. Advances in defining critical loading levels for phosphorus in lake Eutrophication. Mem. Ist. Ital. Idrobiol., 33: 53-83. (Eutrofización, manejo de lagos y embalses).

Dinámica de Nutrientes en Ecosistemas Acuáticos.


Programa.

1. Ciclo del N. Asimilación. Fijación. Mineralización. Amonificación. Nitrificación, Denitrificación. Acumulación de materia orgánica. Principales transformaciones en cuerpos de agua. Características distintivas de los ambientes regionales. Ambientes someros. Humedales.
2. Ciclo del P. Asimilación. Precipitación. Sedimentación. Mineralización. Importancia de los sedimentos. Adsorción y liberación. Biodisponibilidad. Fraccionamiento del P en sedimentos. Fundamentos y estudio comparativo de los distintos métodos. Carga interna. Principales transformaciones en cuerpos de agua. Características distintivas de los ambientes regionales. Ambientes someros. Humedales.
3. Producción primaria. Producción primaria del fitoplancton y de macrófitas. Factores que la condicionan y determinan. Luz. Concentración de nutrientes. Temperatura. El medio físico. Determinación del factor limitante. Bioensayos. Estudio comparativo de diferentes métodos. Características distintivas de los ambientes regionales.
4. Eutrofización. Descripción cualitativa. Grado de trofismo de un cuerpo de agua. Eutrofización natural y antrópica. Principales factores que la determinan: tiempo de residencia del agua, profundidad media y carga de N y P. Modelo de Vollenweider. Utilización en la predicción de cambios en el grado de trofismo en función de cambios en las cargas. Estudio de caso: el lago Washington (USA), Historia de su eutrofización y posterior recuperación.
5. Aporte de la lluvia. Concentración de N y P en el agua de lluvia. Factores que la condicionan. Variabilidad geográfica. Efecto de la contaminación ambiental. Fuentes de contaminación. La lluvia ácida. pH, conductividad y aporte de N y P en el agua de lluvia. Su importancia en el régimen trófico de ambientes someros.
6. Aporte de la cuenca. Factores que regulan la exportación de P y N de los ecosistemas terrestres. Geología. Clima. Vegetación. Influencia antrópica. Métodos de evaluación. Fuentes puntuales y difusas. Impacto de la agricultura intensiva. Concentración de nutrientes en arroyos que drenan cuencas con distinto uso del suelo. Impacto del cultivo de soja. Estudios de caso en ambientes regionales.
7. Transporte en los ríos. Concentración de N y P en grandes ríos. Revisión bibliográfica. Transporte. Relación con el transporte de sedimentos. Tasas de exportación. Variabilidad geográfica. Efecto de la actividad humana. Aporte cultural. Impacto de las represas. Importancia y efecto del valle aluvial. Estudio comparativo del transporte de N y P en los ríos Paraná, Paraguay y Bermejo en función de las características de sus cuencas.
8. Impacto ambiental. Variaciones históricas en las concentraciones de CO₂ y óxidos de N en la atmósfera. Consumo de combustibles fósiles. Consumo de fertilizantes. Aerosoles. Deterioro de la capa de ozono. Cambio climático. Elevación del nivel del mar. Efecto sobre los ambientes costeros. Resiliencia de los humedales. Estudios de caso: acreción y progradación en humedales del delta del Paraná y Bahía de Samborombom.
9. Impacto ambiental. Efectos del consumo de fertilizantes y de las estrategias de producción. Estudio comparativo del balance de N en arrozales en la Unión Europea y en nuestro medio. Importancia relativa de cada aporte: agua de riego, lluvia, fertilización.



Denitrificación. Sustentabilidad. Utilización de humedales para el tratamiento de aguas residuales. Estudio de caso.

10. Impacto ambiental. Regionalización de la concentración de nutrientes en aguas superficiales del territorio Argentino. Diferencias geográficas. Impacto del uso del suelo en la cuenca sobre la concentración de nutrientes en arroyos de la región Pampeana. Comparación con arroyos de países de agricultura intensiva.



Carlos Bonetto

9 de junio, 2014


Comisión de Enseñanza.

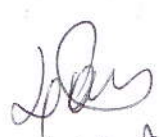
Visto la modificación adjuntada, y que se adapta a la reglamentación vigente, esta comisión sugiere su aprobación.


 
Delfino Aguiar Juárez


Ledema & Aleguacha

Aguiar Juárez, Delfino.

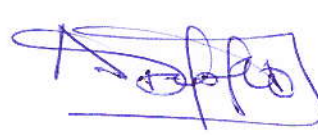

Ana S. Valero


S. G. LAMAS


N. T. Scaramuzza

La Plata 9 de junio de 2014
di. A. E.

Visto lo actuado por la Comisión de Enseñanza p.d.e. a consideración del Consejo Directivo. -



DR. ANDREA DIPOLITO
Escuela de Artes Escénicas
Facultad de Cs. Naturales y Museo