

mDE

ISSN 2545-7683

FQBF

**MATERIAL
DIDÁCTICO PARA
ESTUDIANTES**

**DISEÑO
EXPERIMENTAL EN
BIOLOGÍA**

**FACULTAD DE QUÍMICA BIOQUÍMICA
Y FARMACIA**



Universidad Nacional
de San Luis

mDE
2022

SERIE DIDÁCTICA: MATERIAL DIDÁCTICO PARA ESTUDIANTES

Guía de Trabajos Prácticos

DISEÑO EXPERIMENTAL EN BIOLOGÍA

Autores

Fabrizio D. CID

Patricio N. MAGLIANO

Facultad de
Química, Bioquímica y Farmacia



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN LUIS
2022

Decana
Dra. Mercedes Edith CAMPDERRÓS

Vice Decana
Dra. Lucía Beatriz FUENTES

Secretaria académica
Dra. Estela Isabel GASULL

Comisión de la Serie Didáctica

Coordinadora
Dra. María Cristina ALMANDOZ

Integrantes

Departamento de Bioquímica y
Departamento de Biología
Dra. Susana I. SÁNCHEZ
Dra. Verónica P. FILIPPA

Departamento de Farmacia
Dr. Luis A. DEL VITTO
Dra. Alejandra O. MARÍA

Departamento de Química
Dra. Yamila A. DÁVILA
Dra. María de los Ángeles ÁLVAREZ

SUMARIO

La publicación periódica Serie Didáctica ha sido creada en el ámbito de la Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia de la Universidad Nacional de San Luis (Ordenanza N° 008/07-CD) con el fin de proporcionar material de estudio a los estudiantes de las Carreras de grado impartidas en la Facultad.

Actualmente, la SERIE DIDÁCTICA: MATERIAL DIDÁCTICO PARA ESTUDIANTES (Resolución N°269/16) ofrece guías de Trabajos Prácticos de Laboratorio y de campo, guías de resolución de problemas, material teórico, propuestas de estudio dirigidos y comprensión de textos, entre otros materiales, elaborados por el cuerpo docente de las diferentes Áreas de Integración Curricular de la Facultad. Estas producciones didácticas significan un aporte para cubrir necesidades académicas acordes al enfoque de cada asignatura o que no se encuentran habitualmente en bibliografía específica. Las mismas están disponibles en la página de la UNSL (<http://www.fgbf.unsl.edu.ar/mde.html>) lo que facilita la accesibilidad por parte de los estudiantes, docentes y comunidad educativa en general, garantizando la calidad de la visualización y la amplia difusión del material publicado en este sitio. De igual modo, la Serie Didáctica realiza una extensión invitando a docentes y alumnos de diferentes niveles educativos a participar, crear, producir y utilizar este espacio fomentando así el vínculo entre esta Institución y la comunidad.

En nuestra opinión, es de vital importancia producir y compartir el conocimiento con los estudiantes y la sociedad. De este modo, se tiende a facilitar los procesos de enseñanza y de aprendizaje y la transmisión de una idea directriz de conducta humana y científica, fortaleciendo los vínculos entre docentes-alumnos-conocimientos y sociedad.

Dado que la presente SERIE DIDÁCTICA resulta de la participación de numerosos actores, ante los posibles errores humanos y cambios en la ciencia, ni los editores ni cualquier otra persona que haya participado en la preparación del material didáctico garantizan íntegramente que la información sea precisa o completa.

PRESENTACIÓN DEL CURSO

La asignatura “Diseño Experimental en Biología” pertenece al tercer año de la carrera “Licenciatura en Ciencias Biológicas” y es dictada en el primer cuatrimestre. Los docentes a cargo son Dr. Fabricio Damián CID (responsable de la asignatura) y Dr. Patricio Nicolás MAGLIANO (responsable de la parte práctica). El propósito del diseño experimental es planificar los experimentos para asegurarse que los mismos pueden responder a los interrogantes biológicos planteados. Es una técnica estadística que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental.

Los docentes intentan promover tanto el pensamiento crítico de los estudiantes como su capacidad de aplicación en el mundo real. En línea con esto, los principales objetivos que persigue esta asignatura son:

- Estimular la comprensión de los aspectos teóricos y prácticos de la estadística inferencial y el diseño experimental aplicados a las ciencias biológicas.
- Fomentar el estudio analítico y riguroso de los problemas biológicos por medio de la estadística.
- Contribuir al desarrollo de una actitud crítica, reflexiva y responsable en la aplicación del diseño experimental y la estadística.
- Favorecer al análisis de datos, la discusión y aplicación de los resultados.
- Estimular en los estudiantes la curiosidad y el pensamiento crítico, para que continúen de manera autónoma y responsable sus procesos de aprendizaje.

A continuación presentamos una guía con 8 trabajos prácticos orientados a (i) aprender a plantear diseños experimentales y resolverlos con herramientas estadísticas desde el aula (TP 1 a 6), (ii) desarrollar y ejecutar diseños experimentales bajo circunstancias de laboratorio (TP 7), y (iii) integrar todos los conocimientos adquiridos a lo largo de la asignatura para realizar un trabajo de investigación que requiere de viajes de campo y del análisis de información satelital para su resolución (TP 8).

Consideramos que la presente guía será de gran utilidad para fomentar el desarrollo del pensamiento crítico en la formación de futuros Licenciados/as en Biología, en Biotecnología y en Biología Molecular de la Universidad Nacional de San Luis.

Atentamente,

Dr. Fabricio D. CID (Profesor Responsable)

Dr. Patricio N. MAGLIANO (Auxiliar de primera)

PROGRAMA DE LA ASIGNATURA

Asignatura: DISEÑO EXPERIMENTAL EN BIOLOGÍA

Carrera: Licenciatura en Ciencias Ambientales (8/13 – CD)

Área: Biología

Departamento: Biología

Facultad: Química, Bioquímica y Farmacia

Equipo Docente

Responsable de la teoría: Profesor Asociado FABRICIO DAMIÁN CID

Responsable de la práctica: Auxiliar de primera PATRICIO NICOLÁS MAGLIANO

Características del Curso

Crédito horario semanal: 4 hs (2 teóricas y 2 prácticas)

Crédito horario total: 60 hs dictadas en el primer cuatrimestre

Fundamentación

El propósito del diseño experimental es planificar los experimentos para asegurarse que los mismos pueden responder a los interrogantes biológicos planteados. Es una técnica estadística que permite identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. Esta disciplina se encuentra firmemente ligada a las ciencias naturales. La estadística y el diseño experimental son complementarios de la biología en tanto que facilitan la presentación y la obtención de los datos y permite, bajo premisas adecuadas, hacer inferencias acerca de las variables analizadas. En este curso se propone examinar los conceptos teóricos aplicados a las ciencias biológicas desde una perspectiva amplia, que involucre comprender el diseño experimental y la estadística inferencial en relación a la complejidad de los sistemas biológicos. Se realizará especial hincapié en la utilización de la estadística siempre considerando el problema biológico de estudio. Asimismo se brindará un enfoque sobre la utilidad de la estadística como herramientas para dar respuesta a las hipótesis y organizar los programas de investigación, desde el diseño general, el muestreo, el control de la calidad de información y la presentación de los resultados. Este curso integra y revisita con una óptica teórica y también práctica de aplicación, los elementos de análisis estadístico más comúnmente usados en análisis de datos en biología. Se abordan durante el curso, para su tratamiento y discusión, las prácticas deseables y también las no deseables

más comunes en estadística. El proceso de enseñanza-aprendizaje se centra en promover el pensamiento crítico e independiente con una activa interacción entre docentes-estudiantes y estudiantes-estudiantes. La idea principal es generar un ambiente colaborativo, para que los estudiantes tengan un papel activo y autónomo en la resolución de problemas biológicos, promoviendo las habilidades de análisis, asociación, discusión y generación de ideas conceptuales y prácticas sobre el diseño experimental.

Objetivos

- Estimular la comprensión de los aspectos teóricos y prácticos de la estadística inferencial y el diseño experimental aplicados a las ciencias biológicas.
- Fomentar el estudio analítico y riguroso de los problemas biológicos por medio de la estadística.
- Contribuir al desarrollo de una actitud crítica, reflexiva y responsable en la aplicación del diseño experimental y la estadística.
- Favorecer el análisis y la interpretación de datos.
- Estimular en los estudiantes la curiosidad y el pensamiento crítico, para que continúen de manera autónoma y responsable sus procesos de aprendizaje.

Contenidos teóricos

TEMA 1: Estadística en Biología. La complejidad de los sistemas biológico asociada a la variabilidad experimental. Análisis estadísticos. Análisis exploratorio de datos. Manejo de datos: organización, almacenamiento y tratamiento, la importancia de los datos marginales, el error, datos perdidos, transformación de datos.

TEMA 2. Diseño experimental en biología y ecología. Experimentos de manipulación y experimentos naturales. Experimentos a escalas espaciales y temporales. Tratamientos y unidades experimentales. Independencia entre unidades experimentales. Replicación, error experimental y aleatorización. Réplicas y pseudoréplicas. Diseños completamente aleatorizado, diseño en bloques aleatorizado, y cuadrados latinos.

TEMA 3: Hipótesis. Prueba de hipótesis, hipótesis estadísticas e hipótesis científicas. Error tipo I y error tipo II. Valor "p". Significancia estadística y práctica. Cálculo de poder, tamaño de la muestra, tamaño de efecto.

TEMA 4. Estadística paramétrica. Comparaciones de dos o más parámetros de tendencia central. Prueba de hipótesis, T de Student, comparación de dos muestras independientes, comparación de dos muestras pareadas. Análisis de la Varianza y modelo. Supuestos de los modelos paramétricos. Pruebas de comparaciones múltiples post hoc.

TEMA 5. Análisis de la covarianza. Correlación lineal. Análisis de regresión lineal: modelo, método de mínimos cuadrados, coeficiente de regresión, contraste de regresión, inferencias acerca de los parámetros, inferencias acerca de la predicción, supuestos del modelo de regresión lineal. Regresiones no lineales.

TEMA 6. Estadística no paramétrica. Test de Kruskal-Wallis, Wilcoxon, U de Mann-Whitney, Kolmogorov-Smirnov. Correlación de Spearman.

TEMA 7: Análisis Multivariado. Descripción general.

Plan de trabajos prácticos

Tal como lo establece el Art. 36 de la Ord. C.S. 13, los trabajos prácticos son los ejercicios, problemas, experimentos de laboratorios, exposiciones, actuaciones, búsquedas bibliográficas y actividades especiales realizadas en cantidad, calidad y forma que más convenga a la enseñanza y el aprendizaje, de manera que relacionados con los contenidos teóricos contribuyan a la mejor formación del estudiante. En el desarrollo de este curso, durante las actividades prácticas los/as estudiantes serán divididos en comisiones las cuales estarán a cargo de un responsable de Trabajos Prácticos. Los estudiantes dispondrán de una guía donde se explica en forma detallada las actividades prácticas a desarrollar, cuyos conocimientos básicos previamente han sido impartidos en las clases teóricas, teniendo la obligación el estudiante de conocerlos para llevar a cabo la actividad, logrando de este modo una secuencia de integración de la teoría y la práctica. Las actividades prácticas serán realizadas utilizando softwares estadísticos e ilustradas con diversos medios audiovisuales para su aprovechamiento óptimo. Los paquetes estadísticos tendrán como soporte el teléfono celular (aplicaciones estadísticas), en lugar de la computadora, de modo tal de que todos los estudiantes estén en igualdad de condiciones para realizar los prácticos. Los trabajos prácticos permitirán complementar los conocimientos abordados en la teoría. La resolución de problemas se realizará utilizando software estadísticos especializados, focalizándose en el planteo de las hipótesis biológicas, análisis de resultados, interpretación y realización

de conclusiones siempre desde el punto de vista del problema biológico analizado. Se preveen 5 trabajos prácticos obligatorios:

- TP 1.- Diseño experimental
- TP 2.- Prueba de hipótesis
- TP 3.- Análisis de la varianza
- TP 4.- Correlación
- TP 5.- Regresión
- TP 6.- Estadística no paramétrica

Además de los trabajos prácticos, se realizarán (i) “seminarios de integración” de discusión de trabajos científicos de manera de familiarizar al estudiante con la lectura crítica sobre, estadística, el diseño experimental y la cultura asociada a la redacción de trabajos científicos, análisis y presentación de resultados, (ii) trabajos prácticos con resolución basados en el uso de sensores remotos, y (iii) un viaje de integración de conceptos en el campo.

Régimen de Aprobación

-Para cursar debe tener INGLES y BIOESTADÍSTICA en condición “Regular”, y EPISTEMOLOGÍA Y METODOLOGÍA DE LA BIOLOGÍA “Aprobadas”.

-Para rendir debe tener BIOESTADÍSTICA y EPISTEMOLOGÍA Y METODOLOGÍA DE LA BIOLOGÍA “Aprobadas” e INGLES en condición “Regular”.

Existen tres alternativas para cursar y aprobar la asignatura:

- A. Régimen de regularidad.
- B. Régimen de promoción sin examen final.
- C. Estudiantes LIBRES

Estas alternativas se rigen según el régimen académico de la UNSL Ord. 13/03.

A. REGULARIZACION de la asignatura:

- a. Evaluación positiva del 100% de los trabajos prácticos.
- b. Evaluación positiva de las Instancias de Integración

A.1 APROBACIÓN de la asignatura para estudiantes regulares

El examen final consiste en la elaboración y defensa oral de una propuesta de análisis estadístico complementario o alternativo a uno publicado en la literatura.

B. PROMOCIÓN de la asignatura

- a. Evaluación positiva del 100% de los trabajos prácticos.
- b. Evaluación positiva de las instancias de integración
- c. Evaluación positiva del trabajo final de integración (nota: igual o mayor de 7)

B.1 APROBACIÓN de la asignatura para estudiantes PROMOCIONALES

El examen integral consiste en la defensa de una propuesta de análisis estadístico complementario o alternativo a uno publicado en la literatura. La defensa es oral, y se realizará en forma presencial o virtual.

La evaluación positiva para las/os estudiantes involucra:

- a. Participar activamente en cada actividad
- b. Demostrar capacidad para el trabajo independiente
- c. Demostrar capacidad para la integración de contenidos de este curso y otros cursos relacionados
- d. Demostrar aptitudes y actitudes positivas frente a la búsqueda, adquisición, interpretación de información
- e. Cumplir con los plazos de entrega propuestos

C. Estudiantes LIBRES

Los/as estudiantes que rindan en calidad de estudiantes libres deberán respetar el sistema de correlatividades que establece el plan de estudios de la carrera.

El/la estudiante deberá rendir:

- a) Una evaluación escrita sobre temas teóricos y prácticos (aprobación 60%).
- b) Defensa de una propuesta de análisis estadístico complementario o alternativo a uno publicado en la literatura. De pasar esta instancia el/la estudiante pasa al examen oral.
- c) Un examen oral sobre los contenidos del curso, de tipo abierto.

Bibliografía utilizada

- [1] Perelman, S. B., Garibaldi, L. A., & Tognetti, P. M. 2019. Experimentación y modelos estadísticos. Editorial de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Buenos Aires.
- [2] Cerón-Muñoz MF, Galeano Vasco LF, RestrepoBetancur LF. Modelación Aplicada a las Ciencias Animales: Diseño experimental, con implementación del programa R-project. 2013. Fondo Editorial Biogénesis, Colombia.
- [3] Gotelli , N y A.M. Ellison. 2004. A Primer of Ecological Statistics. SinauerAssoc. USA.

- [4] Kuehl, Robert O. 2002. Diseño de experimentos: principios estadísticos para el diseño y análisis de investigaciones. Thomson Learning. México, D.F.
- [5] McDonald, J.H. 2009. Handbook of Biological Statistics (2nd ed.). Sparky House Publishing, Baltimore, Maryland.
- [6] Quinn G., Keough M. 2002. Experimental Design and Data Analysis for Biologists. Cambridge University Press.
- [7] Ruxton G.D. and Colegrave N. 2011. Experimental Design for the Life Sciences. Third edition. Oxford and New York: Oxford University Press. pp 114. ISBN: 978-0-19-956912-0.

ÍNDICE

SUMARIO	I
PRESENTACIÓN DEL CURSO	II
PROGRAMA DE LA ASIGNATURA	III
ÍNDICE	IX
MEDIDAS DE BIOSEGURIDAD E HIGIENE EN EL AULA Y LABORATORIO	X
TP N° 1 EJERCICIO DE INTEGRACIÓN	1
TP N° 2 DISEÑO EXPERIMENTAL	3
TP N° 3 COMPARACIÓN DE DOS MEDIAS	9
TP N° 4 ANOVA DE UNA VÍA	11
TP N° 5 CORRELACIÓN Y REGRESIÓN	14
TP N° 6 PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS	18
TP N° 7 GERMINACIÓN DE SEMILLAS	20
TP N° 8 EFECTO DEL FUEGO EN LA FLORIDA	22

Medidas de bioseguridad e higiene en el aula y laboratorio

Objetivos

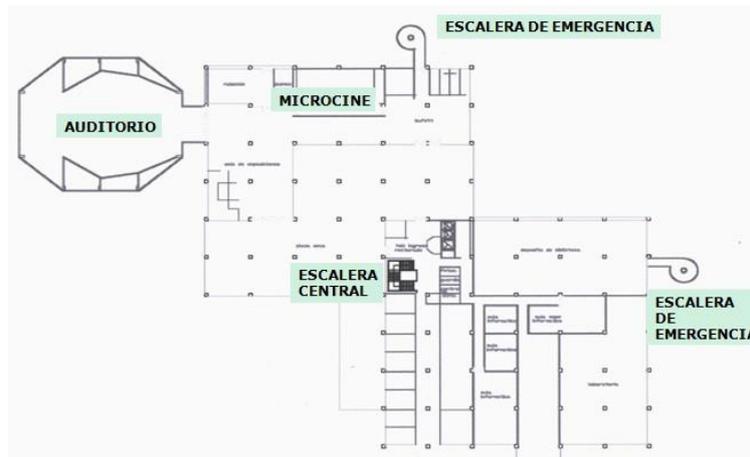
- Introducir al estudiante en el conocimiento de las normas de seguridad integral en el aula y en el laboratorio.
- Contribuir a la instrumentación de medidas de seguridad básicas que prevengan, protejan y/o eliminen los riesgos físicos, químicos y biológicos en los Laboratorios de Trabajos Prácticos.

Introducción teórica

En la Universidad, como en otros ámbitos externos, existen peligros potenciales de sufrir accidentes durante las actividades realizadas en el aula o en el laboratorio. Por tal motivo la seguridad y la protección de la salud son indispensables para un ambiente de estudio y trabajo seguro, tanto en el aula como en el laboratorio. Todo estudiante, instructor o empleado deben cumplir las reglas de seguridad e higiene en el laboratorio.

Evacuación – Normas Generales

- ✓ Conozca los medios de salida, escaleras y rutas de escape que conduzcan al exterior del edificio.
- ✓ Interiorícese de la ubicación y manejo de los elementos e instalaciones de protección contra incendios.
- ✓ Mantenga la calma ante una situación de riesgo, no adopte actitudes que puedan generar pánico.
- ✓ NO CORRA, camine rápido y en fila de a uno, cerrando a su paso la mayor cantidad de puertas y ventanas.
- ✓ Descienda siempre, evite el recorrido ascendente salvo en sótanos y subsuelos.
- ✓ No transponga ventanas, ese hecho le ha costado la vida a muchas personas. Espere en lo posible para ser rescatado.
- ✓ El fuego se propaga rápidamente. No regrese al edificio una vez que lo ha abandonado. Quizás no exista una segunda oportunidad.
- ✓ Una vez que haya alcanzado la calle reúna con sus compañeros de trabajo para asegurarse que todos están a salvo.



Medios de Escape Rectorado – Planta
Baja (figura extraída de
<http://www.ugr.unsl.edu.ar>)

¿Qué hacer en caso de Incendio?

- ✓ Actúe con tranquilidad. Trate que lo mismo ocurra con las personas que se encuentren a su alrededor.
- ✓ Llame a los Bomberos de inmediato y avise a sus compañeros y al personal de seguridad.
- ✓ Si no puede controlar el incendio usando extintores, cierre puertas y ventanas, retírese del lugar.
- ✓ Si le resulta posible trate de cortar la corriente eléctrica y el paso de GAS.
- ✓ Durante el tránsito de evacuación cierre a su paso puertas y ventanas, para evitar corrientes de aire que favorecerían la combustión.
- ✓ Antes de abrir alguna puerta coloque la palma de la mano, si estuviese caliente, NO la abra.
- ✓ En caso de haber mucho humo cúbrase la boca y la nariz con un pañuelo mojado.
- ✓ Desplácese gateando, ya que el aire respirable siempre se encuentra en los niveles más bajos.
- ✓ Si el fuego prendió sus ropas, no corra, arrójese al suelo y gire sobre sí mismo.
- ✓ Intente llegar a la calle. No use el ascensor ni montacargas, ya que el humo ascenderá por el pozo del ascensor. Además puede quedar atrapado.
- ✓ Si no puede abandonar el lugar acérquese a una ventana abierta y haga señales agitando un pañuelo o un trozo de tela.
- ✓ Cuando evacue su hogar o su lugar de trabajo, lleve sólo lo que tenga puesto y NADA MÁS.

Uso de extintores

Para el uso correcto de los extintores se debe tener en cuenta que, el fuego es una reacción química, una oxidación. Para que se produzca, resulta necesario el íntimo contacto entre los siguientes componentes: **Combustible - Calor – Comburente (Oxígeno)**. Si se eliminan cualquiera de estos componentes, será suficiente, para que el fuego no se inicie.

Tipos de Fuego

- ✓ **Clase A** – Sólidos de naturaleza orgánica, ej: papel, madera, cartón.
- ✓ **Clase B** – Combustibles líquidos, ej: líquidos inflamables, pinturas, grasas.
- ✓ **Clase C** – Las dos clases anteriores donde interviene la electricidad, ej: motores, transformadores, tableros, interruptores.
- ✓ **Clase D** – Metales especiales, ej: magnesio, titanio, potasio, uranio, circonio.

Tipo de Extintores

- ✓ **Tipo A** – Matafuegos de agua
- ✓ **Tipo B** – Matafuegos de polvo químico seco/de espuma
- ✓ **Tipo C** – Matafuegos de dióxido de carbono
- ✓ **Tipo D** – Matafuegos polvo químico seco presurizado



Elementos de seguridad en el laboratorio

- ✓ Antes de empezar el trabajo en el laboratorio familiarizarse con los elementos de seguridad disponibles.
- ✓ Localizar salidas principales y de emergencia, extintores, mantas antifuego, duchas de seguridad y lavaojos.
- ✓ Evitar el trabajo en el laboratorio de una persona sola.

Equipos de protección personal

- ✓ Utilizar antiparras de seguridad para evitar salpicaduras.

- ✓ No utilizar lentes de contacto, ya que en caso de accidente las salpicaduras de productos químicos o sus vapores pueden pasar detrás de las lentes y provocar lesiones en los ojos antes de poder retirarlas.
- ✓ Se debe usar guardapolvo en el laboratorio.
- ✓ No llevar ropa corta. El pelo largo supone un riesgo que puede evitarse fácilmente recogéndolo en una cola.
- ✓ Es recomendable utilizar guantes.
- ✓ Evitar que las mangas, puños o pulseras estén cerca de las llamas o de la máquina eléctrica en funcionamiento.

Normas higiénicas- condiciones generales de trabajo

- ✓ No comer ni beber en el laboratorio, ya que existe la posibilidad de que los alimentos o bebidas hayan contaminado con productos químicos.
- ✓ Los recipientes de laboratorio nunca deben utilizarse para el consumo y conservación de alimentos y bebidas, tampoco las heladeras u otras instalaciones destinadas al empleo del laboratorio.
- ✓ Lavarse las manos después de cada experimento y antes de salir del laboratorio.
- ✓ No inhalar, probar u oler productos químicos si no están debidamente informados.
- ✓ Cerrar herméticamente los frascos de productos químicos después de utilizarlos.
- ✓ El área de trabajo tiene que mantenerse siempre limpia y ordenada, sin libros, abrigo, bolsas, productos químicos vertidos, exceso de frascos de productos químicos, equipos innecesarios y cosas inútiles.
- ✓ Todos los productos químicos derramados tienen que ser limpiados inmediatamente.

Manipulación de material de vidrio

- ✓ Nunca calentar productos inflamables con un mechero. Cerrar la llave del mechero y la de paso de gas cuando no lo use.
- ✓ Nunca forzar un tubo de vidrio, ya que, en caso de ruptura, los cortes pueden ser graves.
- ✓ Para insertar tapones en tubos de vidrio primero humedecer la boca del tubo y el tapón con agua o silicona y protegerse las manos con trapos.
- ✓ El vidrio caliente debe dejarse apartado encima de una plancha o similar hasta que se enfríe. Como no se puede distinguir el vidrio caliente del frío, ante la duda utilizar pinzas o tenazas para agarrarlo.
- ✓ No usar nunca equipo de vidrio que esté agrietado o roto.
- ✓ Depositar el material de vidrio roto en un contenedor para vidrio, no en una

papelera.

- ✓ Al calentar tubos de ensayo sujételo por la parte superior y con suave agitación. Hacerlo en forma inclinada y no apuntar hacia ninguna persona.

Manipulación de productos químicos

Los productos químicos pueden ser peligrosos por sus propiedades tóxicas, corrosivas, inflamables o explosivas. Muchos reactivos, particularmente los disolventes orgánicos, arden en presencia de fuego. Otros se descomponen explosivamente con el calor. Si se utiliza mechero Bunsen, u otra fuente intensa de calor, alejar del mechero los frascos con reactivos.

- ✓ Nunca calentar productos inflamables con un mechero. Cerrar la llave del mechero y la de pasode gas cuando no lo use.
- ✓ No inhalar los vapores de productos químicos. Trabajar en una campana extractora siempre que se usen sustancias volátiles.
- ✓ Si igualmente se produjera una concentración excesiva de vapores en el laboratorio, abrir las ventanas inmediatamente.
- ✓ No pipetear los reactivos directamente con la boca. Usar siempre un dispositivo especial para pipetear líquidos.
- ✓ Evitar el contacto con productos químicos con la piel, especialmente los que sean tóxicos o corrosivos usando guante de un solo uso.
- ✓ Lavarse las manos a menudo.
- ✓ Como regla general leer siempre detenidamente la etiqueta de seguridad de los reactivos antes de usar.
- ✓ No transportar innecesariamente los reactivos de un sitio a otro del laboratorio. Las botellas se transportan siempre agarrándolas del fondo, nunca del tapón.
- ✓ Evitar almacenar reactivos en lugares altos y de difícil acceso.
- ✓ No guarde líquidos volátiles en lugares donde pueden recibir luz.
- ✓ Al utilizar los cilindros de gases, transportarlos en carritos adecuados. Durante su uso o almacenamiento colocarlos bien cerca de la mesa de trabajo o a la pared. Controlar las válvulas.



Sustancias explosiva: Peligro. Este símbolo señala sustancias que pueden explotar bajo determinadas condiciones. Ejemplo: amonio dicromato. Precaución: evitar choque, percusión, fricción, formación de chispas y acción de calor.

Sustancias oxidantes (comburentes): Peligro. Los compuestos comburentes pueden inflamar sustancias combustibles o favorecer la amplitud de incendios ya declarados, dificultando su extinción. Ejemplo: permanganato de potasio, peróxido de sodio. Precaución: Evitar cualquier contacto con sustancias combustibles.

Sustancias fácilmente inflamables:

- ✓ Sustancias autoinflamables. Ejemplo: alquinos de aluminio, fósforo. Precaución: Evitar contacto con el aire.
- ✓ Gases fácilmente inflamables. Ejemplo: butano, propano. Precaución: Evitar la formación de mezclas inflamables gas-aire y aislar de fuentes de ignición.
- ✓ Sustancias sensibles a la humedad. Productos químicos que desarrollan emanaciones de gas inflamable al contacto con el agua. Ejemplo: litio, borohidruro de sodio. Precauciones: evitar contacto con agua o con humedad.

Líquidos inflamables: Los líquidos inflamables son aquellos que fácilmente pueden arder. El que un líquido arda con más o menos facilidad depende de su punto de ebullición. Entre más bajo sea este punto más fácilmente arde el reactivo y por lo tanto mayor cuidado se ha de tener en su manejo, almacenamiento y transporte. Con estos líquidos se ha realizado una clasificación teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto y su solubilidad en el agua:

Peligro clase A: Esta clasificación se le asigna a líquidos que tienen un punto de llama por debajo de 100 °C y que no se disuelven en el agua a 15 °C.

AI Líquidos con punto de ebullición por debajo de 21°C.

AII Líquidos con punto de ebullición entre 21 y 55°C.

AIII Líquidos con punto de ebullición entre 55 y 100°C.

Peligro Clase B: Esta clasificación se le asigna a líquidos que tienen punto de ebullición por debajo de 21 °C y que se disuelven en agua a 15 °C, o a aquellos cuyos componentes inflamables se disuelven en agua también a 15 °C. Este tipo de líquidos no se puede apagar con agua.

Sustancias tóxicas: Peligro. Tras una inhalación, ingestión o absorción a través de la piel pueden presentarse, en general, trastornos orgánicos de carácter grave o incluso la muerte. Ejemplo: trióxido de arsénico, cloruro de mercurio(II). Precaución. Evitar cualquier contacto con el cuerpo y en caso de malestar acudir inmediatamente al médico.

Sustancias nocivas: Peligro. La incorporación de estas sustancias por el organismo produce efectos nocivos de poca trascendencia. Ejemplo: tricloroetileno. Precaución: Evitar el contacto con el cuerpo humano así como la inhalación de vapores. En caso de malestar acudir al médico.

Sustancias corrosivas: Peligro. Por contacto con estas sustancias se destruye el tejido vivo y también otros materiales. Ejemplo: bromo, ácido sulfúrico. Precaución: No inhalar los vapores y evitar el contacto con la piel, los ojos y la ropa.

Sustancias irritantes: Peligro. Este símbolo destaca en aquellas sustancias que pueden producir acción irritante sobre la piel, los ojos y sobre los órganos respiratorios. Ejemplo: amoníaco, cloruro de bencilo. Precaución. No inhalar los vapores y evitar el contacto con la piel y los ojos.

Sustancias peligrosas para el ambiente: Las sustancias y preparados que presentan o puedan presentar un peligro inmediato o futuro para uno o más componentes del medio ambiente. Ej. metales pesados (plomo, cadmio, etc.), organoclorado, PCB, entre otros.

Prevención de incendios

Para prevenir incendios una de las medidas más importantes es conocer cuáles son las fuentes de ignición que hay en el área del laboratorio; llamas, fuentes de calor, equipos eléctricos.

- ✓ Los reactivos inflamables deben almacenarse en armarios de seguridad y/o bidones de seguridad, siempre en cantidades lo más pequeñas posibles.
- ✓ No almacenar juntas sustancias químicas reactivas incompatibles, por ejemplo ácidos con sustancias inflamables.
- ✓ No se debe almacenar éteres, parafinas y olefinas durante largos períodos de tiempo ya que se pueden formar peróxidos explosivos.
- ✓ Hay que asegurarse que el cableado eléctrico está en buenas condiciones. Todos los enchufes deben tener toma a tierra y tener tres patas.

Realización de experimentos

- ✓ Nunca adicionar agua sobre ácido, lo correcto es adicionar ácido sobre agua.
- ✓ Al experimentar el olor de productos químicos, nunca coloque el producto directamente.
- ✓ Tener especial cuidado al utilizar nitrógeno o dióxido de carbono líquidos, puede quemarse. Las válvulas de los cilindros deben ser abiertas lentamente con la mano.
- ✓ Cuando se realice alguna reacción donde no se conozca totalmente el resultado, primero se debe probar con una reacción en pequeña escala bajo campana extractora.
- ✓ Si se dejan reacciones en marcha durante la noche o en ausencia del personal, colocar una ficha de identificación con: tipo de reacción, nombre, dirección y teléfono del responsable.
- ✓ La última persona a salir del laboratorio, debe apagar todo y desenchufar los instrumentos.
- ✓ No verter en la cañería productos o residuos sólidos que puedan atascarse. En estos casos depositar los residuos en recipientes adecuados.

Mantenimiento del laboratorio

Inspeccionar todos los equipos antes de su utilización.

Si se utilizan sustancias limpiadoras, como mezcla crómica, para limpiar el material de vidrio, hay que realizar la limpieza en campana extractora ya que estas mezclas desprenden vapores que son

tóxicos. Es mejor utilizar una solución limpiadora que no contenga cromato. El suelo del laboratorio debe estar siempre seco. Para limpiar el piso, es mejor utilizar aspiradora que barrer, debido a que se puede levantar polvillo e interferir con los experimentos. Hay que limpiar inmediatamente cualquier salpicadura de sustancias químicas. Todos los aparatos que estén en reparación o en fase de ajuste deben estar guardados y etiquetados.

Acciones a seguir en caso de emergencia

Fuego en laboratorio

- ✓ Avisar a los compañeros.
- ✓ Evacuar el laboratorio.
- ✓ En caso de fuego pequeño y localizado, apagarlo utilizando un extintor adecuado.
- ✓ Retirar los productos químicos inflamables que estén cerca del fuego.
- ✓ Cortar la llave de paso de gas.
- ✓ En caso de fuego en la ropa pida ayuda, tírese en el suelo y ruede para apagar las llamas. No corra ni intente llegar a la ducha de seguridad si no está muy cerca. Nunca utilizar extintor para eliminar el fuego de la ropa. Una vez apagado el fuego, mantener a la persona tendida, procurando que no tome frío y dar asistencia médica inmediata.

Quemaduras

- ✓ Las pequeñas quemaduras producidas por materiales calientes (baños termostáticos, placas de calor) tratarlas lavándolas con agua fría durante 10-15 minutos.
- ✓ Las quemaduras más graves requieren atención médica inmediata.
- ✓ No utilizar cremas o pomadas grasas.

Cortes

- ✓ Los cortes producidos por roturas de material de vidrio son un riesgo común en el laboratorio. Estos cortes se tienen que lavar bien, con abundante agua, durante 10 minutos como mínimo.
- ✓ Si son pequeños y dejan de sangrar en poco tiempo, lavarlos con agua y jabón, taparlos con unavenda o apósito adecuado.
- ✓ Si son grandes y no parar de sangrar, requiere asistencia médica inmediata.

Derrames de productos químicos sobre la piel

- ✓ Los productos químicos que se vierten sobre la piel deben ser lavados

inmediatamente con agua abundante, como mínimo durante 15 minutos.

- ✓ Las duchas de seguridad son utilizadas en aquellos casos en que la zona afectada del cuerpo sea grande y no sea suficiente el lavado en la canilla.
- ✓ Sacar la ropa contaminada a la persona afectada lo antes posible mientras esté bajo la ducha.
- ✓ La rapidez en el lavado es muy importante para reducir la gravedad y la extensión de la herida.
- ✓ Proporcionar asistencia médica a la persona afectada.

Contacto de productos químicos en los ojos

- ✓ En este caso el tiempo es esencial (menos de 10 segundos), lavar el ojo. Cuanto menor sea el tiempo menor será el daño producido.
- ✓ Lavar los dos ojos con agua abundante durante 15 minutos como mínimo en el lavajos.
- ✓ Mantener los ojos abiertos con la ayuda de los dedos para facilitar el lavado debajo de los párpados.
- ✓ Es necesario recibir asistencia médica, por pequeña que parezca la lesión.

Inhalación de productos químicos

- ✓ Conducir inmediatamente la persona afectada a un sitio con aire fresco.
- ✓ Dar asistencia médica inmediata.
- ✓ Al primer síntoma de dificultad respiratoria, iniciar respiración cardiopulmonar, solo en el caso de estar debidamente entrenado.
- ✓ Tratar de identificar el vapor tóxico.

Actuación en caso de ingestión de productos químicos

- ✓ Antes de cualquier actuación pedir asistencia médica.
- ✓ Si la persona está inconsciente, colocarlo en posición lateral con la cabeza de lado.
- ✓ Taparlo con una manta para que no tenga frío.
- ✓ No dejarlo solo.

Riesgos biológicos

La manipulación de microorganismos (incluidos los genéticamente modificados), cultivos celulares, animales, muestras de fluidos o tejidos debe realizarse con extrema

precaución y siguiendo protocolos de trabajo deben estar autorizados. Algunas de las precauciones a tomar para evitar riesgos son:

- ✓ Desinfectar y ordenar las zonas de trabajo antes de comenzar y al terminar con el uso de lavandina 5%, alcohol al 70%, etc.
- ✓ Cubrir adecuadamente con elementos protectores heridas o abrasiones preexistentes en la piel.
- ✓ El derrame o caída de muestras contaminadas, diluciones, medios sembrados, etc. debe ser informadas al docente, de forma inmediata. El área afectada debe ser tratada con solución desinfectante, y recogida con papel absorbente que será luego autoclavado. Una vez limpia la zona tratar nuevamente con desinfectante.
- ✓ Desactivar y eliminar residuos patológicos en forma correcta (ver tabla de desactivación y eliminación).

Disposición y eliminación de residuos

- ✓ Minimizar la cantidad de residuos desde el origen, limitando la cantidad de materiales que se compran y que se usan.
- ✓ Separar los diferentes tipos de residuos. El depósito indiscriminado de residuos peligrosos, cristal roto, etc. en la papelera provoca frecuentes accidentes entre el personal de limpieza.
- ✓ Los productos químicos tóxicos se tirarán en contenedores especiales para tal fin.
- ✓ No tirar directamente a la cañería productos que reaccionen con el agua, o que huelan mal o quesean lacrimógenos.
- ✓ Las sustancias químicas o las disoluciones que puedan verterse a la cañería, se diluirán previamente.
- ✓ Con el fin de disminuir los riesgos en el laboratorio se han implementado formas de desactivación y eliminación de residuos, las cuales están resumidas en la siguiente tabla:

RESIDUO	TIPO DE RECIPIENTE	DISPOSICIÓN Y/O DESACTIVACIÓN
Ordinarios o comunes residuos sólidos de oficinas, pasillos, etc.	Bolsa Común	Recolectados por la dependencia correspondiente
Riesgo biológico microorganismos y	Bolsa Roja	Desactivación previa por autoclave, luego incinerados
Residuos de animales	Bolsa Roja	Se mantienen congelados hasta su incineración. No mezclar otro tipo de desecho
Elementos cortopunzantes	Recipiente especial	Recolectados por el personal aurotizado y luego incinerados
Ácidos y bases	Recipientes resistentes a corrosión	Se neutralizan y verter por la cañería siempre y cuando no tengan sustancias tóxicas

Bibliografía

- ✓ Mc Cormack M.L., Manacorda A.M. 2007. Manual de higiene y seguridad para laboratorios universitarios de enseñanza e investigación. Áreas: Química, Biología y Microbiología. Editorial EDUCO-UNCO primera edición.
- ✓ Menéndez C.J.A. 2018. Seguridad e Higiene: Manual para laboratorios químicos y biológicos. Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia. Universidad Nacional de San Luis.
- ✓ <http://www.cienciafacil.com/paginanormas.html>
- ✓ <http://www.estrucplan.com.ar/producciones/entrega.asp?identrega=321>
- ✓ <http://docencia.udea.edu.co/cen/tecnicaslabquimico/03anexos/anexo02.htm>

TP N°1 EJERCICIO DE INTEGRACIÓN

Este ejercicio se desarrollará a lo largo de toda la asignatura y es de carácter individual. Se iniciará a continuación de la primera clase teórica de diseño experimental y se finalizará luego la última clase teórica de “pruebas no paramétricas”. Cada estudiante propondrá y desarrollará un tema de investigación por el/ella elegido sobre el cual se van a aplicar todos los conocimientos teóricos del diseño experimental adquiridos durante el transcurso de la asignatura. El objetivo es que se incorporen en forma práctica los contenidos teóricos de la asignatura en el momento en el cual son dictados. Dado que el tema de investigación es elegido por cada estudiante, todos los ejercicios serán diferentes y estarán motivados por el interés de cada estudiante. Durante el transcurso de la asignatura habrá clases de exposición y discusión de los resultados alcanzados con el resto del curso. Se espera que este ejercicio sirva para fijar los conocimientos teóricos y para desarrollar la planificación y resolución de un problema de investigación similar al que los/as estudiantes van a tener que realizar en sus tesinas de grado.

Actividades

- 1- Elija un tema de investigación que sea de su interés. La elección del tema es completamente libre, pero tiene que reunir dos condiciones: que se pueda desarrollar en la provincia de San Luis y que tenga algún tipo de impacto sobre la sociedad (directo o indirecto). Es deseable que dicho tema guarde estrecha relación con gustos personales, intenciones de trabajo, preocupaciones sobre el ambiente, etc.
- 2- Proponga un título para ese tema que lo exponga del modo más explícito posible. Tiene un límite de 20 palabras.
- 3- Escriba un resumen que explique el problema elegido. En este resumen, el lector debe entender por qué este tema es importante y cuál es el motivo por el cual usted cree que hay que estudiarlo. Tiene un límite de 200 palabras.
- 4- Proponga una pregunta que le interese responder para empezar a tratar su tema de interés, un objetivo de trabajo, una hipótesis biológica general y una (o varias) predicciones biológicas.
- 5- Plantee el diseño experimental que considere adecuado para poner a prueba la hipótesis biológica propuesta y/o alcanzar el objetivo correspondiente al tema de investigación elegido

y desarrollado en la instancia de integración 1. El diseño debe estar explicado con texto y uno o varios esquemas que ayuden a interpretarlo. En el diseño deben estar planteados todos los elementos necesarios para llevarlo a la práctica: 1) población de referencia, 2) tipo de diseño experimental, 3) variable/s independiente/s, 4) variable respuesta, 5) variables confusas, 6) tratamientos, 7) control (en el caso que lo hubiese), 8) número de réplicas. Recuerde que todo el diseño experimental debe estar adecuadamente justificado en base a la teoría.

6- Proponga un problema en el cual existan dos tratamientos o situaciones a comparar y que se pueda resolver con un test de Student. Indique si el experimento es mensurativo o manipulativo, y mencione los factores, tratamientos, población de referencia, unidad experimental, repeticiones, variables respuesta, variables confusas. Busque datos en la literatura o invéntelos, con algún criterio determinado, y resuelva el problema.

7- Plantee un problema en el cual existan más dos tratamientos o situaciones a comparar y que se pueda resolver con un ANOVA. Indique si el experimento es mensurativo o manipulativo, y mencione los factores, tratamientos, población de referencia, unidad experimental, repeticiones, variables respuesta, variables confusas. Busque datos en la literatura o invéntelos, con algún criterio determinado, y resuelva el problema.

8- Proponga un problema en el cual existan dos variables dependientes las cuales intenta estudiar a partir de un modelo de regresión lineal simple. Indique si el experimento es mensurativo o manipulativo, y mencione la población de referencia, unidad experimental, repeticiones, variables respuesta, variables confusas. Busque datos en la literatura o invéntelos, con algún criterio determinado, y resuelva el problema.

TP N° 2 DISEÑO EXPERIMENTAL

1- Defina los siguientes conceptos con sus palabras:

- a) Hipótesis biológica
- b) Hipótesis estadística
- c) Población de referencia
- d) Factor
- e) Nivel de un factor
- f) Tratamiento
- g) Unidad experimental
- h) Réplica
- i) Muestra
- j) Pseudo-réplica
- k) Variable respuesta
- l) Variable confusa
- m) Control o testigo
- n) Muestreo aleatorio
- o) Muestreo sistemático
- p) Muestreo en bloques aleatorizados

2- Lea atentamente los siguientes casos e identifique: población de referencia, unidad experimental, factor/es, tratamientos, número de réplicas, variable respuesta, variables confusas.

Caso 1

La Universidad Nacional de San Luis realizó un experimento para poner a prueba la hipótesis de que la corteza del quebracho blanco tiene componentes químicos que favorecen el tratamiento de la “tos de la perrera” en caninos domésticos. Para ello, se tomó una muestra de corteza de 25 x 25 x 2 cm con características homogéneas. Dicha muestra fue llevada al laboratorio y fraccionada en 50 partes iguales. Cada una de esas partes fue embebida en agua destilada, en un tubo individual, durante 7 días con el objetivo de aislar los compuestos necesarios para el tratamiento de la enfermedad. Luego de 7 días, ya con los compuestos disueltos en agua, se tomó una muestra de 1 ml de tubo. Luego, se tomaron 100 frascos idénticos de 100 ml cada uno. Se seleccionaron 50 frascos al azar y se les suministró 100 ml de agua destilada. Al resto de los frascos se les suministró 99 ml de agua destilada y el restante ml con el compuesto derivado de la corteza de quebracho. Los investigadores visitaron a dos veterinarios especialistas muy reconocidos de la Ciudad de San Luis y les encargaron que trataran a 50 perros cada uno. A los 50 perros del especialista A les asignaron aleatoriamente los frascos con el medicamento, mientras que a los 50 perros del especialista B les asignaron al azar los frascos sin el medicamento

(placebo). Los resultados mostraron que el medicamento redujo sustancialmente los síntomas de la enfermedad. Como conclusión, se aconseja reemplazar los medicamentos convencionales para el tratamiento de la tos de la perrera por este compuesto derivado 100% de productos naturales.

Caso 2

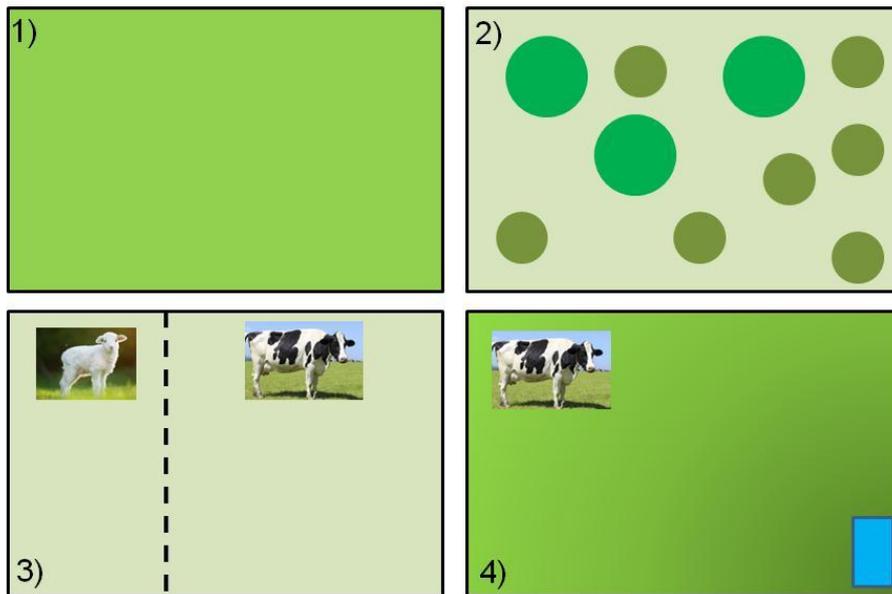
El noroeste argentino se caracteriza por su producción caprina con razas criollas adaptadas a la hostilidad climática y de relieve de la región. Como parte de un proyecto provincial, se construyó el primer tambo caprino de la región con el objetivo de hacer queso a base de leche de cabra. Debido a la falta de información sobre los rendimientos lácteos de la raza criolla, se decidió hacer un experimento con 5 dietas distintas. Una dieta testigo que tenía 100% pasto seco, y 4 dietas con base de pasto, pero distinto contenido de granos: 25%, 50%, 75% y 100% granos. Para realizar el experimento se tomaron 30 cabras que tenían entre 1 y 8 años de edad. Las cabras fueron ubicadas en un corral y se separaron en 5 grupos de 6 cabras elegidas aleatoriamente. A cada grupo de cabras se le asignó un tratamiento en forma aleatoria. A los 5 grupos se les asignó una dieta "neutra" distinta a las 5 anteriores para homogeneizar el rumen de todos los grupos durante 30 días. Transcurrido ese tiempo, se comenzó con el experimento que constó de 5 días. Cada grupo recibió una de las 5 dietas cada día. A las 8 de la mañana se le asignaba la ración de comida y a las 17 horas se realizaba la extracción de leche. La variable respuesta era la cantidad de leche de cada cabra. Luego de transcurridos los 5 días (ya todas las cabras habiendo recibido todas las dietas) se procedió a analizar los datos. Se obtuvo como resultado que la dieta con base de pasto y 25% de granos fue la que obtuvo el mayor rendimiento de leche.

3- Resuelva los siguientes problemas:

Problema 1

El ministerio de medio ambiente de la provincia de San Luis desea realizar una determinación de la fertilidad de sus suelos. Para ello, contrató a un investigador que seleccionó 200 lotes distribuidos a lo largo y ancho de la provincia. El investigador cuenta con 5 años de tiempo para entregar el informe y con una determinada cantidad de dinero para realizar los muestreos de suelo y hacer los análisis de fertilidad en el laboratorio. Ello implica que puede tomar como máximo 10 muestras en cada lote. A continuación, se muestran 4 de los 200 lotes seleccionados, plantee un diseño experimental para tomar las

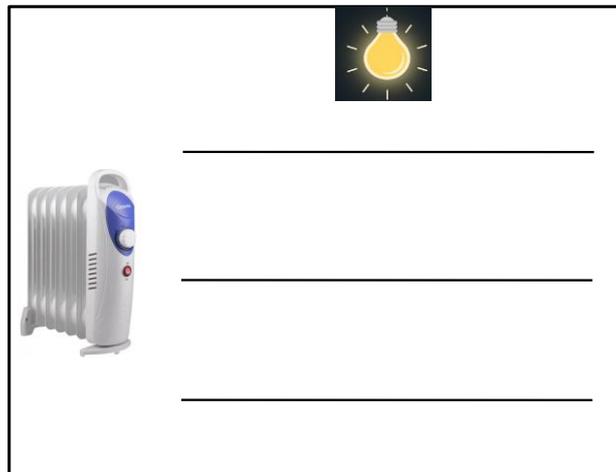
muestras en cada lote (ejemplifique con cruces los sitios donde tomaría las muestras). Justifique.



Lote 1. Cultivo de soja en un lote que realiza agricultura desde hace más de 10 años. Lote 2. Bosque nativo: los círculos grandes representan copas de árboles, los círculos pequeños arbustos y el fondo verde es una cubierta de pasto nativo dominado por varias especies distintas. Lote 3. Pastizal natural: en el lado izquierdo se realiza ganadería ovina desde hace 25 años y en el lado derecho ganadería vacuna desde hace 22 años. Lote 4. Pastura de alfalfa con producción ganadera vacuna sembrada hace 5 años, abajo a la derecha se encuentra el bebedero de agua.

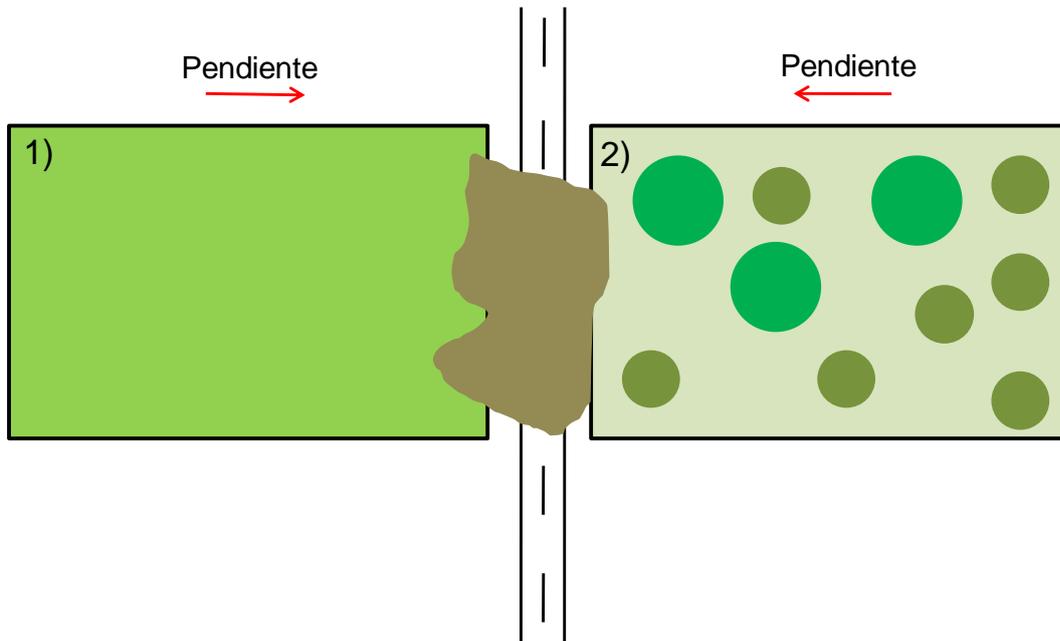
Problema 2

Un investigador de la universidad de San Luis se propone poner a prueba la hipótesis de que la exposición a altas intensidades sonoras (por encima de 140 decibeles) en cortos lapsos de tiempo generan trastornos en el comportamiento de mamíferos durante las 2 o 3 horas posteriores a su exposición. Para ello, considera que realizar un experimento de laboratorio con ratones es la mejor forma de testarlo. Luego de muchas idas y vueltas consiguió el permiso para trabajar con 25 ratones y que le cedan una habitación (con iluminación y calefactor) dentro de un laboratorio. La habitación tiene tres estantes con espacio para 13 jaulas individuales de ratones. La propuesta del investigador es exponer a los ratones a un minuto de ruido intenso (>140 decibeles) fuera de la habitación y luego ingresarlos y ordenarlos en los estantes para observar su comportamiento durante las 3 horas posteriores. Proponga un diseño experimental para poner a prueba la hipótesis del investigador. Justifique. ¿Encuentra alguna limitante o problema en el diseño planteado?



Problema 3

Las autoridades del municipio de Fraga (provincia de San Luis) se encuentran muy preocupadas debido a que un evento de lluvia muy grande e intenso tapó con sedimento 100 metros la ruta más transitada de la zona, lo cual provocó el corte total de la misma hasta que las máquinas viales puedan quitar el sedimento. Las autoridades deciden hacer un estudio para determinar las causas del movimiento del sedimento. La hipótesis que plantean es que el reemplazo de los bosques nativos de la región por cultivos agrícolas genera mayor propensión a procesos de escurrimiento superficial y erosión hídrica. Dos investigadores van a la ruta sedimentada y encuentran que los dos lotes lindantes están cubiertos uno por bosque nativo y otro por cultivo de soja. Los investigadores deciden realizar simulaciones de erosión hídrica en los dos lotes para determinar si alguno de ellos pudo haber sido el causante del desprendimiento del sedimento. Las simulaciones consisten en llevar al campo un simulador de lluvia que genera una lluvia artificial sobre 1m^2 de superficie el cual tiene adaptado un colector de sedimento. Plantee un diseño experimental para realizar las pruebas de erosión con el simulador de lluvias en cada lote asumiendo un número de réplicas igual 50, 10, 3 y 1 (marcar con cruces). Discuta los muestreos elegidos y cómo analizaría los datos.



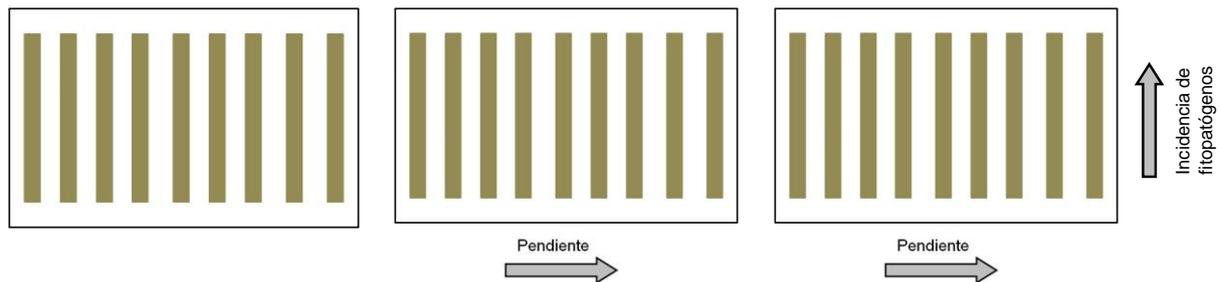
Lote 1: Cultivo de soja. Lote 2: Bosque nativo. La pendiente de ambos lotes tiene sentido descendente hacia la ruta. Sobre la ruta puede observarse el sedimento.

Dos años después ocurre otro evento de lluvia excepcionalmente grande que da lugar a procesos de sedimentación de un río muy importante ubicado a 10 km de los lotes anteriormente mencionados. Dada la magnitud de lo ocurrido, dicho acontecimiento pasa a ser de índole provincial. Debido a la escases de fondos para estudiar el fenómeno, la provincia decide utilizar los datos obtenidos por los investigadores de Fraga para explicar el proceso de sedimentación en el río con los siguientes argumentos: 1) los dos lotes de Fraga se encuentran dentro de la cuenca que desemboca en el río, 2) las coberturas de ambos lotes (bosque y soja) se encuentran en otros lotes de la cuenca, por lo que son coberturas habituales, 3) 50 simulaciones de erosión hídrica es un número más que aceptable para hacer inferencias estadísticas. Discuta si le parece adecuada la postura de la provincia y fundamente su respuesta. Realice un esquema que muestre la sedimentación del río de un modo similar al anterior.

Problema 4

En el cinturón hortícola de la provincia de Mendoza, tres productores desean realizar un ensayo para determinar si la fertilización orgánica incrementa el rendimiento del cultivo de lechuga. Si bien los productores son conscientes que la fertilización orgánica presenta más beneficios y menos problemas que la fertilización tradicional (en base a químicos inorgánicos), no están seguros de que los rendimientos de la lechuga mejoren sustancialmente. Entonces para evaluar la eficacia de los dos tipos de fertilización plantean

un ensayo con tres tratamientos: 1 testigo (sin aplicación de fertilizante), 2 fertilizante orgánico (agregado de 5 kg/m² de lombricompost), 3 fertilizante inorgánico (agregado de 1 kg/m² de fertilizante triple 15 NPK, nitrógeno fósforo y potasio). La variable respuesta es el rendimiento de la lechuga medida en kg/m². Cada productor realiza el mismo ensayo en su campo, todos usan la misma semilla certificada y cuentan con la misma tecnología de riego. Los ensayos comienzan en simultáneo el 1 de octubre y dos meses después se realiza la cosecha. A continuación se presenta un esquema de cada lote. Proponga un diseño experimental para realizar el ensayo.



Lotes hortícolas. 1. Las características del terreno y del ambiente son homogéneas. 2. Existe una pendiente del 2% hacia el este. 3. Existe la misma pendiente que el lote anterior pero además el productor logró identificar la influencia de patógenos del suelo con distinto grado de incidencia.

TP N° 3 COMPARACIÓN DE DOS MEDIAS

Para cada uno de estos problemas:

Determinar la población de referencia, factor, tratamientos, unidades experimentales, repeticiones, variables respuesta, variables confusas y si se trata de un experimento mensurativo o manipulativo.

- a) Plantear la hipótesis biológica y las hipótesis estadísticas.
- b) Comprobar supuestos.
- c) Determinar si existen diferencias entre tratamientos.
- d) Realizar los gráficos que muestren la información.
- e) Elaborar la conclusión biológica.

1- Un investigador desea saber si el suministro de fitohormonas del tipo auxinas producen algún efecto sobre el crecimiento vegetal. Para ello, realiza un experimento con plantas de *Arabidopsis thaliana* en las instalaciones del laboratorio de la universidad. El experimento consta de preparar 16 macetas con características idénticas, elegir 8 al azar y suministrarle 1 ml de auxinas, y dos meses después determinar el peso seco de cada una de las plantas emergidas. De las 16 plantas, hubo dos con suministro de auxinas que nunca emergieron. Los resultados de los pesos secos (gramos) fueron registrados en una planilla en el laboratorio y arrojaron los siguientes valores:

Plantas con hormona: 7.32, 7.42, 7.50, 7.53, 7.55, 7.58.

Plantas sin hormona: 7.10, 7.15, 7.20, 7.24, 7.35, 7.40, 7.43, 7.52.

2- Se busca entender los efectos de la contaminación de agua con mercurio (principal metal pesado derivado de los procesos de minería a cielo abierto) en peces de la especie "*Cheirodon interruptus*". Una investigadora de la UNSL realiza un ensayo con peces en peceras a las cuales le suministra una concentración de mercurio similar a la medida en los ríos que descienden de las zonas afectas por la minería a cielo abierto. La investigadora toma 11 peceras cilíndricas y coloca un pez en cada una. Se sabe por estudios previos que un pez sano da entre 10 y 20 vueltas a la pecera por minuto. La hipótesis de la investigadora es que con el agregado del mercurio los peces se vuelven hiperactivos aumentando el número de vueltas a la pecera. La investigadora midió la cantidad de vueltas por un minuto de cada pez, suministró el mercurio en cada pecera, y volvió a medir la cantidad de vueltas por minuto. Los resultados fueron los siguientes:

Antes del suministro de mercurio: 12, 14, 16, 15, 18, 18, 17, 18, 11, 13, 14.

Después del suministro de mercurio: 19, 25, 158, 29, 32, 26, 30, 30, 23, 27, 26.

3- Un estudio en marcha intenta determinar si el nivel de agua de las lagunas pertenecientes a la región pampeana se encuentra influenciado por el uso del suelo (tipo de cobertura vegetal) que las rodean. Un investigador elige 20 lagunas de un área de 200 km² de las cuales 11 se encuentran rodeadas por cultivos agrícolas y 9 por vegetación nativa. Luego de dos meses de campaña de campo, se logra recolectar el dato del nivel de agua de todas las lagunas. La medición del nivel se realiza en el centro de las lagunas, en todos los casos, asumiendo que éste sería el sitio más profundo. Los niveles (expresados en metros) de las lagunas fueron:

Con agricultura: 2.2, 2.1, 3.0, 2.5, 3.1, 2.8, 1.6, 1.8, 29.2, 36.1, 28.3.

Con vegetación natural: 1.1, 1.2, 1.2, 1.3, 1.3, 1.4, 1.4, 18.5, 16.1.

4- El avance de la agricultura sobre áreas con vegetación natural genera cambios en la biodiversidad de una región. Un conjunto de investigadores de la UNSL decidió evaluar el efecto del reemplazo de vegetación nativa (bosques de *Prosopis caldenia* ubicados entre San Luis capital y Villa Mercedes) por cultivos de *Glycine max* (soja) en lo que respecta a la pérdida de hábitats (sitios de nidificación) para lechuzas. Los investigadores partían de la hipótesis de que el desmonte genera fragmentación del paisaje, y ésta disminuye el número de sitios de nidificación (hábitats). Para poner a prueba esta hipótesis, ellos separaron a la región en 100 cuadrados aproximadamente 100 km² cada uno y muestrearon el número de zonas de nidificación (hábitats) sobre los 10 cuadrados con mayor predominancia de cultivos de soja y los 10 con mayor predominancia de bosques de caldenes, obteniendo los siguientes valores:

Predominancia de bosques (>95% de caldenal): 20, 38, 50, 82, 68, 76, 55, 49, 49, 55

Predominancia de cultivos (<5% de caldenal): 27, 12, 15, 30, 27, 15, 18, 21, 12, 18

5- Como parte de un proyecto de concientización social sobre el impacto de distintos tipos de residuos provenientes de las grandes ciudades, se tomó un grupo de personas para realizarle determinaciones de plomo en sangre. Los investigadores que llevaron adelante este experimento partían de la hipótesis de que el agua de las napas freáticas que se encuentran en contacto con basurales a cielo abierto se encuentra enriquecida en plomo. Eligieron a 8 personas que viven frente al basurero de la ciudad y 14 que viven a más de 10 km del mismo (algunas con residencia en el medio de la ciudad y otras en zonas suburbanas a mitad de camino de los campos de la periferia). Los resultados de plomo en sangre, expresados en ppm de plomo por litro de sangre, fueron:

Cerca del basurero: 2.2, 2.4, 5.8, 4.3, 5.6, 1.1, 4.3, 4.9

Lejos del basurero: 1.0, 4.5, 1.3, 1.7, 5.2, 9.1, 4.4, 2.4, 5.8, 4.3, 5.6, 3.1, 1.2, 5.1

TP N° 4 ANOVA DE UNA VÍA

Para cada uno de estos problemas:

- a) Determinar la población de referencia, factor, tratamientos, unidades experimentales, repeticiones, variables respuesta, variables confusas y si se trata de un experimento mensurativo o manipulativo.
- b) Plantear la hipótesis biológica y las hipótesis estadísticas.
- c) Comprobar supuestos.
- d) Determinar si existen diferencias entre tratamientos.
- e) Realizar los gráficos que muestren la información.
- f) Elaborar la conclusión biológica.

1- Se quiere saber si la temperatura afecta al crecimiento (determinado a partir del largo del cuerpo en cm) de la mojarrita (*Aphyocharax anisitsi*). Para ello, se realiza un ensayo en peceras dentro de las instalaciones de un laboratorio ubicado en la UNSL. Se logra tener acceso a 50 ejemplares de similares características morfológicas. Se plantean 5 ambientes distintos de temperatura: a 10, 15, 20, 25, 30°C. Dichas temperaturas se mantuvieron constantes durante el período de ensayo (tres meses). Cada mojarrita fue asignada aleatoriamente a una pecera (total 50 peceras). Si bien las mojarritas son muy similares entre sí, se toma el recaudo de identificarlas y registrar su longitud al iniciar el ensayo, de modo tal que tres meses más tarde se le vuelva a tomar la longitud y se realice la resta entre ambas mediciones. La diferencia entre ambas mediciones será considerada como el incremento en la longitud. Los resultados son los siguientes:

Pecera a 10°C: 3.0, 1.0, 1.5, 1.5, 1.2, 1.8, 2.0, 1.1, murieron 2 peces

Pecera a 15°C: 1.8, 2.5, 3.0, 1.8, 3.2, 2.8, 3.1, 1.9, 2.2, 2.2

Pecera a 20°C: 3.8, 3.5, 3.0, 3.8, 3.2, 2.9, 3.1, 3.9, 4.2, 5.2

Pecera a 25°C: 1.8, 2.5, 2.0, 1.8, 2.2, 2.4, 2.1, 1.9, 2.4, 2.3

Pecera a 30°C: 2.0, 1.1, murieron 8 peces

2- Un investigador desea evaluar el efecto de una hormona supuestamente fito-tóxica sobre el crecimiento radicular de plantas de jarilla (*Larrea divaricata*). Para ello, elige al azar 30 plantas de jarilla pertenecientes a distintos lotes dominados por bosques nativos de la provincia de San Luis. De cada planta, selecciona al azar una semilla y la siembra en una maceta (total 30 macetas homogéneas). Luego, separa aleatoriamente las macetas en tres grupos de 10 y le aplica 10, 20 y 30 ml de la hormona a cada grupo. Finalmente, somete a las macetas a condiciones de luz y temperatura idénticas para incentivar la germinación. Un

mes después de la siembra, el investigador mide su variable de interés que es el largo de la radícula principal de cada plántula (cm). Los resultados arrojan los siguientes valores:

10 ml: 7.4, 6.2, 6.0, 5.5, 7.2, 7.5, 7.9, 5.6, 7.9, 7.1.

20 ml: 3.8, 4.8, 5.7, 4.5, 5.3, 4.2, 5.5, 5.1, 4.2, 4.2.

30 ml: 4.5, 3.7, 4.0, 2.7, 2.6, 2.6, 2.1, 2.2, 2.9, 3.7.

3- Sierras de la Quijadas es un ambiente adecuado para el desarrollo de la tortuga de tierra (*Chelonoidis chilensis*). Una de las características ambientales importantes para el éxito de esta especie es la densidad de sombra. Basado en estudios previos en la zona, y en otros sitios áridos y cálidos del planeta, se cree que las tortugas prefieren micro ambientes sombreados para reproducirse. Un investigador plantea un ensayo para poner a prueba esta hipótesis que se basa en colocar 30 cámaras trampa que detecten la presencia de tortugas en un área de 1 metro cuadrado cada una. Las cámaras son ubicadas bajo distintas especies de árboles que ofrecen una sombra de distinta intensidad. El dato que provee cada cámara es la presencia de los individuos y la hora a la cual ocurrió. Se colocan 6 cámaras en árboles muy densos (>80% de sombra), 6 en árboles con densidad mediana-alta (80-60% de sombra), 6 en árboles con mediana baja (60-40% de sombra), 6 en árboles poco densos (40-20% de sombra) y 6 en sitios totalmente expuestos a la radiación solar (<20% de sombra). Luego de un mes de instaladas, el investigador colecta los datos y toma el registro de la cantidad de tortugas captadas por cada cámara. Éstos fueron los valores:

>80% de sombra: 8, 9, 8, 10, 12, 8

80-60% de sombra: 8, 7, 9, 5, 7, 6

60-40% de sombra: 7, 4, 2, 5, 3, 4

40-20% de sombra: 1, 2, 4, 2, 1, 0

<20% de sombra: 0, 1, 2, 0, 0, 1

4- Los investigadores que evaluaron la pérdida de hábitats de lechuza a causa del avance del cultivo de soja en el caldenal lograron ampliar el muestreo consiguiendo tomar datos del número de hábitats (sitios de nidificación). Tomaron datos del número de zonas de nidificación en sitios con 25% y 75% de bosques de caldén. Asumiendo que los muestreos fueron similares a los anteriores y que los realizaron en la misma estación de crecimiento, decidieron analizar todos los datos en conjunto para tener un mejor testeo de la hipótesis biológica. Los resultados que obtuvieron fueron los siguientes:

>95% de caldenal: 20, 38, 50, 82, 68, 76, 55, 49, 49, 55

<5% de caldenal: 27, 12, 15, 30, 27, 15, 18, 21, 12, 18

25% de caldenal: 18, 30, 40, 72, 48, 46, 45, 39, 29, 25

75% de caldenal: 17, 38, 54, 70, 61, 74, 51, 38, 45, 52

5- Los investigadores de la UNSL fueron elegidos por un comité regional para realizar uno de los ensayos sobre el impacto de proceso de compostaje hecho con plantas nativas del monte. Se cree que este compostaje debería tener mejores condiciones en lo que respecta a la cantidad de nutrientes y a la capacidad de estructurar el suelo respecto de los compost comerciales. Esta hipótesis parte de la base de que los compost comerciales suelen realizarse en base a una sola especie (por lo general, pino o eucalipto). Los investigadores acondicionaron el campo experimental para realizar el ensayo, logrando una aceptable homogeneidad del ambiente, y colocaron compost a base de monte, en 10 macetas, compost comercial en otras 10 macetas y suelo sin compost en otras 10 macetas. En cada maceta siembran 100 semillas de rúcula (*Eruca vesicaria*) al voleo y 60 días después cosechan las hojas producidas por cada maceta y las pesan con una balanza. Los resultados de los pesados (gramos por maceta) fueron los siguientes:

Sin compost: 54, 24, 30, 60, 54, 30, 36, 42, 24, 36

Compost de monte: 100, 76, 100, 164, 136, 152, 110, 98, 98, 110

Compost comercial: 34, 76, 108, 140, 122, 148, 102, 76, 90, 104

TP N° 5 CORRELACIÓN Y REGRESIÓN

Para cada uno de estos problemas:

- a) Determinar la población de referencia, variable independiente, variable dependiente, variables confusas y si se trata de un experimento mensurativo o manipulativo.
- b) Plantee las hipótesis biológicas y estadísticas.
- c) Ponga prueba el supuesto de linealidad, auto-correlación, normalidad y homocedasticidad de los residuos.
- d) Realice un modelo de regresión lineal simple, gráfiquelo, indique su ecuación y coeficiente de determinación (R^2). Explique la ecuación y el R^2 .
- e) Genere una conclusión biológica a partir del modelo desarrollado.

1- La caracterización climática de un sitio requiere de conocer una serie de variables atmosféricas. La evapotranspiración de referencia (ET₀) es una medida que estima la capacidad de la atmósfera de poder evaporar agua de una superficie, como puede ser un bosque o un cultivo. Sitios con alta ET₀ y baja precipitación son considerados desiertos, mientras que sitios con baja ET₀ y alta precipitación son zonas húmedas. El cálculo de la ET₀ requiere del uso de un modelo complejo que se alimenta de cuatro variables: temperatura, humedad relativa, velocidad del viento y radiación solar. Debido a la complejidad del modelo y a la dificultad de conseguir registro de éstas 4 variables para un mismo sitio, una investigadora, propone estimar la ET₀ a partir de datos de temperatura solamente. Su propuesta se basa en que el dato de temperatura es mucho más fácil de conseguir. Para ello, elige un sitio y genera dos series de datos: una de ET₀ y otra solo de temperatura. Cada serie consta de un dato de cada variable por día durante 20 días. Determinar si es posible llevar a cabo la propuesta de la investigadora.

Día	T (°)	ET0 (mm)
1	25	6.25
2	23	5.75
3	30	7.5
4	34	7
5	33	8.25
6	33	8.5
7	29	7.5
8	30	7.5
9	25	6.75
10	22	6.1
11	20	5.7
12	23	5.75
13	24	7.3
14	27	6.75
15	30	7.25
16	32	8.25
17	35	8.75
18	36	8.5
19	29	7.25
20	34	8.5

2- Los insecticidas específicos para cucarachas son cada vez más utilizados en las grandes ciudades del mundo. Una de las principales preocupaciones de sus consumidores es la toxicidad que los mismos pueden tener sobre los niños. Usted es contratado para realizar una recomendación sobre uno de los dos productos más utilizados. El único dato con el que cuenta es que, a igualdad de dosis, la toxicidad sobre humanos es la misma. Con este dato, se propone hacer un experimento para ver si alguno de los dos insecticidas resulta más efectivo para matar insectos. Parte de la premisa de que: si a igualdad de dosis uno mata más cucarachas que el otro, éste sería el mejor. Realiza un experimento sometiendo a una población de 1000 cucarachas al efecto de distintas dosis de insecticida. Para ello, separa la población en 10 muestras con 100 cucarachas cada una, a cinco de esas muestras le aplica dosis crecientes del insecticida CUCACHAU y a las 5 restantes le aplica las mismas dosis crecientes de CUCADIE. Una hora después de las aplicaciones, procede a contar las cucarachas vivas de cada situación, de modo tal de conocer la cantidad que murió como la diferencia entre este valor y los 100 ejemplares iniciales. Los datos son:

Dosis (ml)	CUCACHAU	CUCADIE
0	0	0
10	10	29
20	20	46
30	36	62
40	47	85
50	61	100

3- La fertilización nitrogenada es uno de los factores principales de generación de incremento en el rendimiento de los cultivos agrícolas. Ensayos previos han demostrado que el aumento en las dosis de nitrógeno agregado incrementa el rendimiento linealmente. Lo que no se sabe, es si esta relación se ve influenciada por la condición inicial del suelo. Para determinar si el suelo puede influir sobre la dicha relación, usted propone realizar dos ensayos, uno en un lote cuyo suelo es pobre en N y otro en un suelo sumamente rico en este nutriente. En ambos lotes, realiza el mismo experimento que consta de delimitar 5 parcelas, distribuidas aleatoriamente en el espacio, y aplicar 4 dosis de nitrógeno: 10, 50, 100 y 150 kg de N por hectárea, y deja la quinta parcela sin aplicar. Los resultados que obtiene son los siguientes:

Dosis	Rto en pobre	Rto en rico
0	1500	3500
10	1700	3900
50	2500	3700
100	3500	3800
150	4000	3700

4- Los investigadores que evaluaron la pérdida de hábitats de lechuza a causa del avance del cultivo de soja en el caldenal, además de ampliar su muestreo, lograron determinar cuantitativamente el porcentaje de bosque de 10 cuadrados que exploraron un gradiente muy grande de dicha variable. El nuevo objetivo que se proponen es determinar si existe una asociación lineal entre el porcentaje de bosques de caldén de un sitio y el número de sitios de nidificación por unidad de superficie. Estos son los datos que recolectaron:

% de bosque	N° de sitios de nidificación
3	4
15	15
25	48
34	51
45	55
56	57
65	62
76	72
85	76
97	80

5- El contenido de sales de los suelos es una de las principales determinantes del crecimiento de las plantas. Se sabe que en suelos muy salinos (e.g., >10 DS/m) es prácticamente imposible el crecimiento vegetal, salvo por algunas especies muy bien adaptadas. Lo que se intenta determinar es cuál es la respuesta del crecimiento vegetal al contenido de sales del suelo en rangos que permitan la supervivencia de la mayor parte de las plantas de una región determinada. Para realizar el experimento se eligen semillas de trigo debido a que las mismas dan lugar a plantas muy homogéneas entre sí. Luego se toman 7 macetas, se les coloca suelo y se las riega con agua con distintas concentraciones de sales, desde destilada hasta agua con 2 dS/m. Un mes después se mide la altura de las plantas de trigo con una regla de mano y se obtiene un promedio de altura (cm) por maceta, estos fueron los resultados:

Contenido de sal	Altura
0	3
0.33	3.5
0.66	4.2
1	5.1
1.33	7.3
1.66	8.1
2	7

TP N° 6 PRUEBAS NO PARAMÉTRICAS

1- Un investigador realizó un estudio para establecer si hay diferencias en el nivel de agresión entre machos y hembras de Benteveos (*Pitangus sulphuratus*). La hipótesis postulada era que “las hembras son más agresivas que los machos”. Para poner a prueba esta hipótesis, utilizó un “índice de agresión” extraído de un trabajo científico. Dicho índice va de 0 (nada agresivo) a 100 (muy agresivo). Los resultados de sus mediciones se encuentran debajo. El investigador creía que hacer un test de Student era la mejor opción para determinar si el sexo tiene algún efecto en la agresividad de esta especie, pero al validar los supuestos encontró que no todos se cumplían. Realice los tests no paramétricos correspondientes y determine si la hipótesis propuesta es correcta o no. Justifique su respuesta y grafique los datos.

Machos: 96, 71, 72, 65, 98, 65, 99, 46, 90, 91, 89, 41, 56.

Hembras: 51, 40, 21, 11, 12, 9, 56, 78, 23, 76, 12, 34, 33.

2- Como parte de un proyecto global que intenta entender los efectos de la contaminación ambiental sobre los seres vivos. La UNSL realiza un ensayo con ratones en donde se evalúa la respuesta del ritmo cardíaco (cuantificado en número de repeticiones por minuto) en ratones tratados con una concentración ambiental de plomo. Se tuvo acceso a 7 ratones. A cada ratón se le midió el número de pulsaciones, luego fueron tratados y 1 hora después se le volvió a medir la misma variable. Determine si el ritmo cardíaco de los ratones se vio afectado luego de tratarlos. Los resultados fueron los siguientes:

Antes del tratamiento: 70, 72, 70, 92, 89, 90, 90.

Después del tratamiento: 105, 108, 105, 138, 130, 135, 135.

3- Los gorriones pantaneros (*Melospiza georgiana*) expuestos a cantos al principio de su vida, pueden imitarlos semanas o meses después, aunque ya no los vuelvan a escuchar. Un dato importante es determinar cuál es el máximo período de tiempo que puede pasar un individuo sin escuchar el canto, pero sin perder la capacidad de reproducirlo. Se cree que las distintas subespecies de gorriones pueden tener diferencias en dicho período de tiempo. Para determinar esto, se realiza un ensayo que cuantifica el máximo tiempo transcurrido de 30 gorriones pertenecientes a 3 subespecies distintas. Determine si existen diferencias entre las tres subespecies. Explique si optaría por alguno de los dos tests o si es indistinto. Grafique sus datos.

Subespecie 1: 206, 238, 203, 217, 211, 230, 215, 216, 225, 205.

Subespecie 2: 234, 228, 242, 213, 240, 231, 209, 232, 239, 227.

Subespecie 3: 213, 235, 219, 204, 229, 200, 207, 233, 218, 224.

4- Un investigador desea conocer si existe relación entre el número de árboles por hectárea y la producción primaria neta (PPN: cantidad de materia seca producida por hectárea por año) de los bosques secos de San Luis. Algunos autores argumentan que cuanto mayor es la cantidad de árboles por hectárea, mayor es la PPN. Sin embargo, otros encontraron que no hay relación entre dichas variables debido a que la PPN se encuentra determinada fundamentalmente por la cantidad de pasto de un sitio, siendo despreciable el aporte realizado por los árboles. Usted logró recolectar datos de 7 hectáreas distintas y se propone poner a prueba las postulaciones de los autores. Como los datos no cumplían con los supuestos decide realizar tests no paramétricos. Explique los resultados obtenidos y gráfíquelos.

Número de árboles/ha: 36, 53, 25, 16, 71, 62, 41

PPN (kg/ha.año): 1400, 1800, 600, 800, 200, 1600, 1400

TP N°7 EVALUACIÓN DEL PODER GERMINATIVO DE SEMILLAS

Introducción

En este trabajo realizaremos un experimento en condiciones controladas de laboratorio con el fin de integrar los conocimientos teóricos adquiridos durante el transcurso de la asignatura. El experimento será de carácter libre. Esto quiere decir que, se van a suministrar un listado de materiales y los estudiantes serán quienes tendrán que generar un experimento dentro de un marco de investigación (objetivo, hipótesis, diseño, resolución, conclusión).

Objetivos

El objetivo de este trabajo es diseñar y ejecutar un experimento en condiciones controladas para evaluar el poder germinativo de las semillas bajo diferentes condiciones de salinidad.

Listado de materiales

- 100 semillas de poroto (*Phaseolus vulgaris*)
- 100 semillas de lenteja (*Lens culinaris*)
- 36 vasos de plástico
- agua destilada sin límite
- 100 gramos de sal de mesa (NaCl)
- 5 vasos extras para hacer soluciones
- un vaso graduado grande
- un vaso graduado pequeño
- tierra fértil sin límite
- arena sin límite

Actividades

- 1- Leer atentamente todas las actividades antes de comenzar a responder.
- 2- Proponer un título para su trabajo.
- 3- Identificar las características del experimento a realizar:
 - a) Tipo de ensayo (manipulativo o mensurativo). Justificar
 - b) Población de referencia
 - c) Unidad experimental
 - d) Tratamiento/s
 - e) Variable/s respuesta/s

f) Variable/s confusa/s

4- Redactar los objetivos específicos, hipótesis y predicciones biológicas.

5- Plantear un diseño experimental que le permita poner a prueba las predicciones. Justificar. Hacer un esquema a escala o representativo del diseño.

6- Exponer los resultados de sus análisis utilizando gráficos y texto. Cada gráfico debe ir acompañado de una leyenda que explique su contenido.

7- Generar una conclusión biológica de los resultados obtenidos que se encuentre en línea con la hipótesis propuesta anteriormente.

8- Entregar el trabajo siguiendo este orden:

- Título alternativo al propuesto
- Características del trabajo
- Objetivos específicos
- Hipótesis biológicas
- Predicciones biológicas
- Metodología y diseño experimental
- Resultados
- Conclusión biológica

Dato

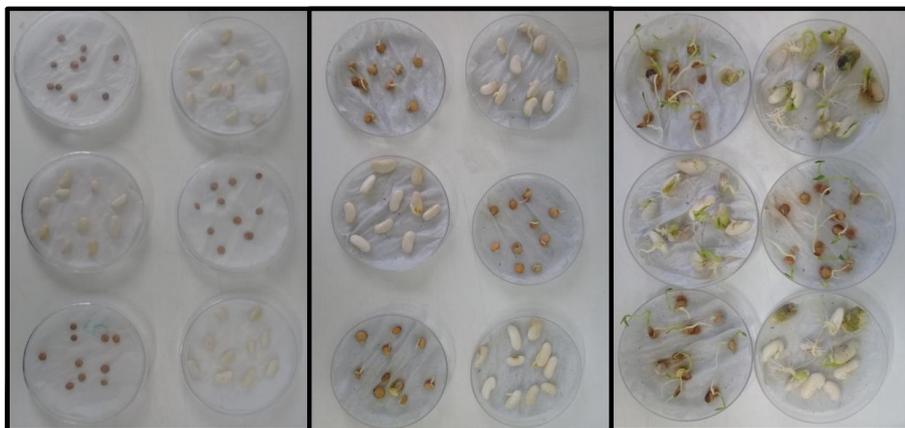


Figura 1. Evaluación de poder germinativo de las semillas de poroto y lenteja. Izquierda: día 0. Centro: día 4. Derecha: día 10. En cada placa se colocaron 10 semillas de cada especie. Los datos de poder germinativo, así como su dinámica temporal pueden ser calculados a partir de ésta figura.

TP N°8 EFECTO DEL FUEGO EN LA FLORIDA

Introducción

El fuego es un disturbio natural en los ecosistemas del Chaco Seco y Espinal (centro de Argentina) y es, a la vez, una herramienta de manejo muy difundida entre los productores ganaderos para el control de especies leñosas y para mejorar la cantidad y la calidad del forraje. El efecto del fuego sobre la dinámica de la vegetación (cantidad y diversidad a lo largo del tiempo) depende de la frecuencia con que se produzcan las quemas. La exclusión del fuego por períodos prolongados, en sitios que evolucionaron con fuego, tiene efectos negativos sobre la diversidad y el crecimiento de la vegetación. En el centro de Argentina, el fuego es un factor de ocurrencia regular y natural cada una determinada cantidad de años. Si bien se sabe que produce modificaciones sobre la vegetación (regeneración de los pastos nativos, conservación de las especies arbóreas de mayor porte y disminución del estrato arbustivo), numerosos estudios muestran que no existe un patrón claro de esta relación. En muchos casos, incluso, se encontraron patrones opuestos a los anteriormente mencionados.

Objetivo general

El objetivo general de este trabajo es determinar si el fuego tuvo algún efecto sobre la cobertura vegetal de la Reserva Florofaunística la Florida (San Luis, Argentina). Para ello es necesario realizar un proceso de investigación donde se integren todos los conceptos vistos en la materia. Se dispone de información satelital y de un viaje de campo para realizar la investigación. El informe completo deberá ser presentado por escrito y defendido en forma oral.

Metodología

El área de estudio de este trabajo es el Área Natural Protegida (ANP) de la provincia de San Luis “Reserva Florofaunística la Florida” (Figura 1). Actualmente, existen tres sectores donde ocurrieron incendios en diferentes períodos: (A) un sector que fue afectado por un incendio reciente (junio de 2015), (B) otro sector que se incendió en septiembre de 2006 y en junio de 2015, y (C) un sector que no ha sufrido incendios en los últimos 15 años.

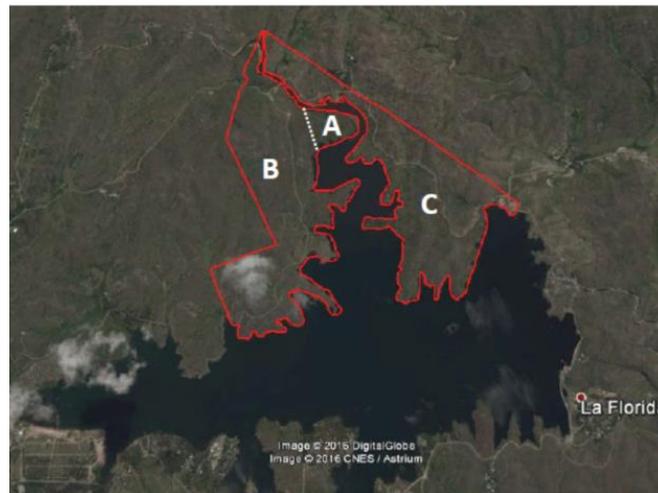


Figura 1. Área de estudio de este trabajo: “Reserva Florofaunística la Florida”

Determinación de la densidad de la cobertura vegetal con satélite

La densidad o el estado de la cobertura vegetal se determinará a partir de información satelital, proveniente de sensores remotos. Se utilizará el **Índice de vegetación de diferencia normalizada**, también conocido como NDVI por sus siglas en inglés, obtenido del satélite MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer). El NDVI es un índice utilizado para estimar la cantidad, densidad y estado de la vegetación basado en la estimación, por medio de sensores remotos instalados comúnmente desde una plataforma espacial, de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja (Anexo 1). Los valores de NDVI van desde 0 hasta 10000, sin embargo, para procesarlos se los divide por 10000 asumiendo valores entre 0 y 1. Un valor cercano a 0 indica un sitio con escasa o nula vegetación (e.g. ciudad, lote con suelo desnudo), mientras que un valor cercano a 1 indica un sitio con mucha vegetación (e.g. selva, bosque con canopeo denso, cultivo en floración). Es importante destacar que el NDVI está directamente relacionado con la capacidad fotosintética y, por tanto, con la absorción de energía por la cobertura vegetal. Por ello, resulta muy útil para ver tendencias en la vegetación; sin embargo, para determinar valores absolutos de ganancia o pérdida de biomasa (kg de biomasa o materia seca) de un lote se requiere de una calibración con datos de campo.

En este trabajo se utilizarán imágenes correspondientes a la banda de NDVI del producto MOD13Q1 (Colección 5) que tiene una resolución espacial de 250 x 250 m y una resolución temporal de ~16 días. Las imágenes se descargan del Oak Ridge National Laboratory de la NASA (<https://modis.ornl.gov/cgi-bin/MODIS/global/subset.pl>). Se entrega adjunto un tutorial para bajar los datos.

Determinación de la densidad de la cobertura vegetal en el campo

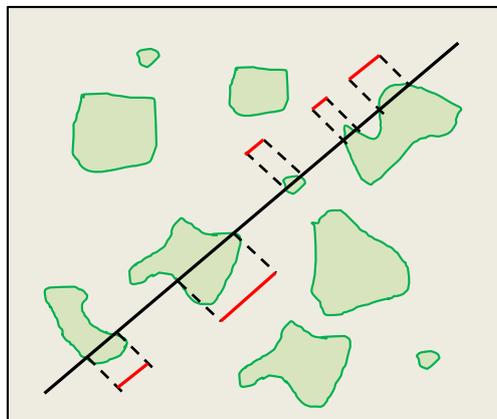
La densidad de vegetación en el campo se determinará a partir de la adaptación del método de “línea de Canfield” o “línea de intercepto” (Canfield 1941). El uso de la línea intercepto es un procedimiento de muestreo de vegetación basado en la medición de todas las plantas interceptadas por un plano vertical de líneas, localizadas aleatoriamente y de igual longitud (Canfield 1941). Aunque también puede hacerse la estimación con líneas de diferente longitud según la variabilidad del sistema de estudio. Con el muestreo por línea intercepto puede determinarse la densidad vegetal en sitios donde las características de la vegetación no permiten el uso de otros métodos, como por ejemplo el “método del cuadrante”. En este trabajo se realizarán líneas de intercepto, pero en lugar de identificar especie por especie, se realizará una clasificación por estrato. Se tendrán en cuenta 4 estratos: 1) a la altura del suelo, 2) 0-50 cm (pasto), 50-200 cm (arbusto) y >200 cm (árbol). En cada sitio donde se desee estimar la densidad de la vegetación se realizará una línea de intercepto de 10 metros de longitud en cada estrato y se cuantificará la de ausencia o presencia de vegetación, de este modo se podrá obtener un porcentaje de cobertura vegetal por estrato. La cobertura es la proyección horizontal de la vegetación sobre el suelo y se expresa como porcentaje de la superficie total a partir de la siguiente fórmula:

$$Cob(x) = (\sum l(x)/L) * 100$$

Cob(x) = cobertura arbórea.

$\sum l(x)$ = suma de las distancias de copas que interceptan la transecta (líneas rojas).

L = largo total de la línea transecta (línea negra).



Anexo

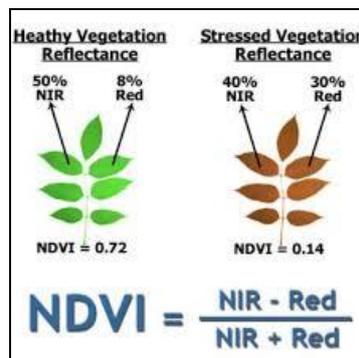
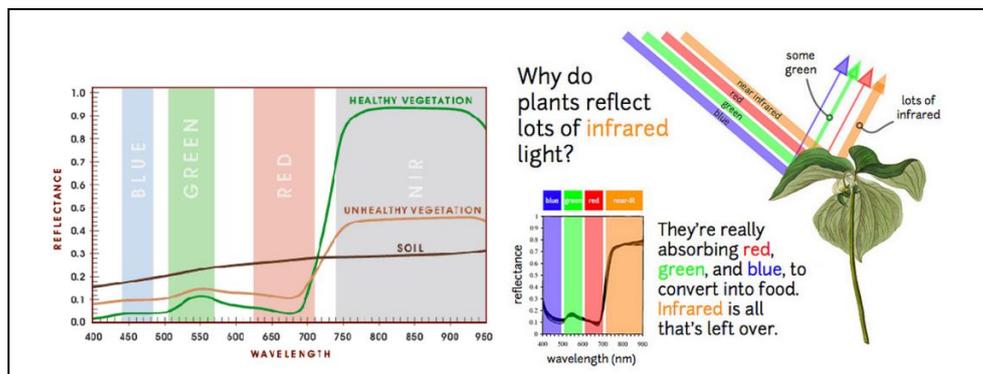
El **Índice de vegetación de diferencia normalizada**, también conocido como NDVI por sus siglas en inglés, es un índice usado para estimar la cantidad, densidad y estado (o condición) de la vegetación con base a la medición, por medio de sensores remotos instalados comúnmente desde una plataforma espacial, de la intensidad de la radiación de ciertas bandas del espectro electromagnético que la vegetación emite o refleja. En otras palabras, el NDVI está directamente relacionado con la capacidad fotosintética y, por tanto, con la absorción de energía por la cobertura arbórea (Sellers, 1985).

Las plantas absorben radiación solar en la región espectral de radiación fotosintética activa, la cual es usada como fuente de energía en el proceso de fotosíntesis. Las células vegetales han evolucionado para dispersar la radiación solar en la región espectral del infrarrojo cercano, la cual lleva aproximadamente la mitad del total de la energía solar, debido a que el nivel de energía por fotón en ese dominio (de longitud de onda mayor a los 700 nm) no es suficiente para sintetizar las moléculas orgánicas: una fuerte absorción en este punto sólo causaría un sobrecalentamiento de la planta que dañaría los tejidos. Por lo tanto, la vegetación aparece relativamente oscura en la región de radiación fotosintética activa y relativamente brillante en el infrarrojo cercano. En contraste, las nubes y la nieve tienden a ser bastante brillantes en el rojo, así como también en otras longitudes de onda visibles (mostrándose de color blanco), y bastante oscura en el infrarrojo cercano (debido a que el agua absorbe bien la radiación infrarroja).

Debido a que los primeros instrumentos usados para la observación terrestre, tales como el Satélite de Tecnología de Recursos Terrestres (Earth-Resources Technology Satellite, ERTS) desarrollado por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio de los Estados Unidos (NASA) y el Radiómetro Avanzado de Muy Alta Resolución (Advanced Very High Resolution Radiometer, AVHRR) de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA), adquirían datos en el rojo e infrarrojo cercano, fue natural hacer uso de las marcadas diferencias en la reflexión vegetal para determinar su distribución espacial en las imágenes satelitales. Hoy por hoy existen ya sensores remotos incluso de superficies o utilizados por drones y el software que calcula el NDVI es ya de uso comercial por lo que no hay recurrir regularmente a la fórmula según la reflexión. El índice de vegetación de diferencia normalizada, NDVI, se calcula a partir de estas medidas individuales de la siguiente manera:

$$NDVI = \frac{(IRCercano - ROJO)}{(IRCercano + ROJO)}$$

en donde las variables ROJO y IRCercano están definidas por las medidas de reflexión espectral adquiridas en las regiones del rojo e infrarrojo cercano, respectivamente. Estas reflexiones espectrales son en sí cocientes de la radiación reflejada sobre la radiación entrante en cada banda espectral individual; por tanto, éstos toman valores entre un rango de 0,0 a 1,0. El NDVI varía como consecuencia entre -1,0 y +1,0. El índice NDVI puede calcularse siempre que se cuente con la información vinculada a los datos de reflexión del IRCercano y el ROJO. En términos de análisis multiespectral esta información viene reflejada a través de imágenes ráster en las que, cada píxel, presenta un valor de reflexión del objeto captado por el sensor. De esta forma, la imagen mostrará, por ejemplo, elevados valores de reflexión del IR en aquellas zonas donde exista vegetación. El cálculo del NDVI puede realizarse partiendo de software cartográfico y multiespectral. Podremos realizar el cálculo del índice NDVI a través de las funciones habituales de álgebra de mapas de ArcGIS, gvSIG o QGIS. Otro software específico vinculado con el análisis de imágenes satélite al que puede recurrirse lo encontramos con BEAM o LEOWorks de la Agencia Espacial Europea (ESA).



Referencias

Sellers, P. J. (1985) "Canopy reflectance, photosynthesis, and transpiration", *International Journal of Remote Sensing*, **6**, 1335-1372.