

BIOESTADÍSTICA

Carrera: Microbiología

Plan de estudios: 2023

Área de Formación: Básica

Año: Segundo

Régimen de Cursada: Cuatrimestral

Carácter: Obligatoria

Carga horaria total: 70 horas

Carga horaria teórica: 35 horas

Carga horaria práctica: 35 horas

OBJETIVO GENERAL DEL CURSO

Aportar contenidos sobre los aspectos teóricos conceptuales, herramientas metodológicas y enfoques fundamentales de la estadística para que sean aplicados en la actividad profesional del ámbito de la microbiología. Promover la adquisición de las herramientas necesarias para proyectar, dirigir, controlar y certificar análisis microbiológicos y pruebas diagnósticas, a través del desarrollo de los principales métodos estadísticos.

OBJETIVOS DE APRENDIZAJE

Se espera que al final del curso el estudiante:

- Adquiera un lenguaje técnico básico, a través del estudio de los principios y conceptos fundamentales de la estadística, aplicados al campo de la microbiología.
- Desarrolle progresivamente un aprendizaje autónomo y valore la importancia de la construcción colectiva del conocimiento.
- Desarrolle una actitud reflexiva y crítica en el análisis de la propia práctica, mediante el debate continuo y grupal.
- Desarrolle habilidades metodológicas que le permitan construir, apropiarse y aplicar los conocimientos en la resolución de problemáticas vinculadas con la disciplina.
- Conozca y comprenda la variedad de análisis de la bioestadística, a través de la vinculación entre la teoría y la práctica, utilizando programas estadísticos y bases de datos.
- Analice los paradigmas frecuentista y bayesiano, mediante la comparación de su sensibilidad en la resolución de problemas y valore el uso de cada uno según la situación particular.

CONTENIDOS MÍNIMOS

Estadística descriptiva. Probabilidad y variable aleatoria. Muestreo estadístico. Inferencia estadística. Contraste de hipótesis y proceso estadístico inferencial. Análisis de Correlación. Análisis de Regresión. Análisis de Varianza. Modelos estadísticos. Diseño experimental.

PROGRAMA ANALÍTICO

UNIDAD N° I: ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

Introducción y conceptos generales

1. Definición y generalidades de la estadística.
2. Alcances de la estadística descriptiva y de la estadística inferencial o analítica.
3. Variable aleatoria. Tipos de variables: cualitativas (nominales y ordinales) y cuantitativas (discretas y continuas).
4. Medidas de posición o centralización (media aritmética, mediana, moda).
5. Medidas de dispersión (varianza, desvío estándar, coeficiente de variación).
6. Paradigma estadístico frecuentista (clásico) versus bayesiano.

UNIDAD N° II: CONTRASTE DE HIPÓTESIS Y PROCESO ESTADÍSTICO INFERENCIAL

Enfoque inferencial frecuentista y bayesiano

1. Definición de probabilidad. Probabilidad simple y condicional.
2. Introducción al proceso inferencial frecuentista:
 - 2.1. Formulación de la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_1).
 - 2.2. Tipos de contraste de hipótesis: bilateral (CHB) y unilateral (CHU).
 - 2.3. Nivel de significancia o zona de rechazo de la H_0 .
 - 2.4. Valor-p y decisión estadística en relación al contraste de hipótesis.
 - 2.5. Definición de parámetro e Intervalo de Confianza (IC).
3. Introducción al proceso inferencial bayesiano:
 - 3.1. Teorema de inversión de la probabilidad o teorema de Thomas Bayes.
 - 3.2. Definición de verosimilitud (likelihood) o probabilidad generada por un resultado fijo y un parámetro variable.
 - 3.3. Concepto de distribución Prior (a priori) y distribución Posterior (a posteriori) en el razonamiento bayesiano.
 - 3.4. Definición de Intervalo de Credibilidad Bayesiano (ICB).

UNIDAD N° III: MUESTREO ESTADÍSTICO Y TAMAÑO MUESTRAL

Conceptos y aplicaciones de la toma de muestras y la estimación del tamaño muestral mínimo representativo

1. Definición de muestra y población.
2. Criterios de inclusión, exclusión y eliminación.
3. Tamaño muestral mínimo representativo: objetivo, cálculos e interpretación.
4. Muestreo estadístico. Tipos de muestreo.
5. Introducción al diseño experimental.

UNIDAD N° IV: ANÁLISIS DE VARIABLES CUALITATIVAS NOMINALES

Comparación de proporciones desde la perspectiva bayesiana y frecuentista

1. Variables cualitativas nominales. Sucesos dicotómicos, mutuamente excluyentes.
2. Comparación de dos proporciones desde la visión bayesiana: uso de la distribución Beta.
 - 2.1 Planteo de CHB y CHU.
 - 2.2 Distribución Beta Prior para cada muestra. Distribuciones Prior no informativas (PNI) e informativas (PI).
 - 2.3 Actualización de datos y cálculo de distribuciones Beta Posteriores.
 - 2.4 Distribución Beta Posterior de la diferencia entre las dos muestras. Cálculo de la media posterior de la diferencia, el desvío estándar posterior de la diferencia y el ICB de la diferencia entre las dos proporciones.
 - 2.5 Estimación del ICB por aproximación a la distribución normal. Uso de la curva normal estándar.
 - 2.6 Prueba de ZBayes, valor-p y decisión estadística en relación al contraste de hipótesis.
 - 2.7 Uso de software e interpretación de resultados.
3. Comparación de dos proporciones desde la visión frecuentista: uso de la distribución de Chi cuadrado.
 - 3.1 Distribución de Chi cuadrado.
 - 3.2 Contraste de hipótesis.
 - 3.3 Cálculo del estadístico de Chi cuadrado.
 - 3.4 Corrección de continuidad o corrección de Yates: su uso como penalización frente a situaciones con frecuencias esperadas bajas.
 - 3.5 Valor-p y decisión estadística en relación al contraste de hipótesis.
 - 3.6 Uso de software e interpretación de resultados.
4. Comparación del método bayesiano versus el método frecuentista: jerarquización de las pruebas según sus valores-p.

UNIDAD N° V: PRUEBAS DIAGNÓSTICAS, VALIDACIÓN ESTADÍSTICA Y MÉTODO DE *ODDS* RATIO

Validación, aplicaciones y método de *Odds* ratio

1. Contraste de hipótesis para la asociación de dos variables cualitativas nominales dicotómicas.
2. Validación estadística de las pruebas diagnósticas mediante el uso de los métodos desarrollados en la Unidad N° IV.
3. Cálculo e interpretación de las probabilidades a priori (causa-efecto):
 - 3.1 Sensibilidad.
 - 3.2 Falta de sensibilidad o error de tipo II.
 - 3.3 Especificidad.
 - 3.4 Falta de especificidad o error de tipo I.
4. Cálculo e interpretación de las probabilidades a posteriori (efecto-causa):
 - 4.1 Valor predictivo positivo (VPP).
 - 4.2 Falso positivo (FP): probabilidad complementaria del VPP.
 - 4.3 Valor predictivo negativo (VPN).
 - 4.4 Falso negativo (FN): probabilidad complementaria del VPN.
5. Definición de *Odds* ratio de un evento.
6. Cálculo e interpretación de *Odds* ratio a priori.
7. Cálculo e interpretación de la razón de verosimilitud o likelihood ratio positivo (LR+) y negativo (LR-).
8. Cálculo e interpretación de *Odds* ratio a posteriori positivo y negativo.
9. Jerarquización y elección entre pruebas diagnósticas a través de un criterio estadístico: comparación estadística de la cantidad de FN que genera cada prueba.

UNIDAD N° VI: ANÁLISIS DE VARIANZA DE UNA SOLA VÍA

Análisis paramétrico de variables cuantitativas continuas

1. Supuestos teóricos del análisis de la varianza (ANOVA) univariado.
2. Pruebas para determinar la normalidad de los residuos y la homocedasticidad de las varianzas. Contrastes de hipótesis y decisiones estadísticas.
3. Contraste de hipótesis del ANOVA.
4. Razón-F, valor-p y decisión estadística en relación al contraste de hipótesis.
5. Esquema tradicional sobre los supuestos teóricos: transformaciones de datos. Tipos de transformaciones y su función.
6. Pruebas a posteriori o de comparaciones múltiples post hoc.
7. Uso de software e interpretación de resultados.

UNIDAD N° VII: PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS

Análisis no paramétrico de variables cuantitativas continuas y cualitativas ordinales

1. Contraste de Hipótesis de la Prueba de Kruskal-Wallis.
2. Cálculo del índice H y su valor-p asociado.
3. Valor-p y decisión estadística en relación al contraste de hipótesis.
4. Prueba a posteriori o post hoc.
5. Uso de software e interpretación de resultados.

UNIDAD N° VIII: ANÁLISIS DE CORRELACIÓN

Correlación de Pearson y de Spearman

1. Desarrollo del análisis de Correlación lineal de Pearson:
 - 1.1 Supuestos teóricos.
 - 1.2 Cálculo e interpretación de los coeficientes de Correlación (R) y Determinación (R^2).
 - 1.3 Contraste de hipótesis para el coeficiente R.
 - 1.4 Valor-p y decisión estadística en relación al contraste de hipótesis.
 - 1.5 Uso de software e interpretación de resultados.
2. Desarrollo del análisis de Correlación de Spearman:
 - 2.1. Cálculo e interpretación del coeficiente Rho.
 - 2.2. Contraste de hipótesis para el coeficiente Rho.
 - 2.3. Valor-p y decisión estadística en relación al contraste de hipótesis.
 - 2.4. Uso de software e interpretación de resultados.

UNIDAD N° IX: ANÁLISIS DE REGRESIÓN LINEAL UNIVARIADA

Desarrollo y aplicación de la regresión lineal univariada

1. Supuestos teóricos de la regresión lineal simple o univariada.
2. Ecuación de la recta: ordenada al origen (a o β_0) y pendiente (b o β_1).
3. Contraste de hipótesis para la pendiente β_1 .
4. Valor-p y decisión estadística en relación al contraste de hipótesis.
5. Uso de software e interpretación de resultados.

METODOLOGÍA DE ENSEÑANZA

Desde la cátedra concebimos a los estudiantes como pensadores, no meros imitadores y a los docentes como facilitadores del aprendizaje-guía y propiciadores de un contexto en que los alumnos puedan aprender por sí mismos. De este modo, el aula se convierte en un foro abierto de debate y negociación de concepciones y representaciones de la realidad.

Existen diferentes métodos y estrategias para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje, uno de ellos es el aprendizaje colaborativo, en el que se fomenta el intercambio permanente entre docentes y estudiantes y entre los mismos estudiantes.

El trabajo en equipo permite que los estudiantes se organicen, distribuyan tareas, formulen hipótesis, deliberen sobre ideas diferentes y cada uno de ellos se transforme en un recurso para los demás. Al tener que consensuar en grupo y justificar a otros las decisiones tomadas, se aprenden y ejercitan otras habilidades, como respetar las diferentes miradas, enriquecer y modificar la propia, valorar la importancia del diálogo y de las decisiones conjuntas. Trabajar con otros permite desarrollar habilidades expresivas, comunitarias y sociales.

La metodología a utilizar en el presente curso es participativa, en la que se intercalan instancias de exposición del docente, seguidas de sesiones prácticas de trabajo en grupos reducidos y tareas integradoras al cierre de cada clase, guiadas por el equipo docente.

La carga horaria total de Bioestadística es de 70 horas, organizada en 35 horas teóricas y 35 horas prácticas. El curso se encuentra estructurado en clases con una duración de 5 horas semanales y contenido teórico-práctico correspondiente al programa analítico desarrollado previamente.

Las unidades del programa analítico se distribuyen en un primer bloque de contenidos, constituido por las unidades I a V y un segundo bloque, formado por las unidades VI a IX.

Al finalizar cada uno de ellos, se realiza una clase integradora.

DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES TEÓRICAS Y PRÁCTICAS

Las actividades teóricas se desarrollan al inicio de la clase, abarcando aproximadamente el 50% de la misma, cuya metodología es de carácter expositor, realizando una introducción al tema particular mediante definiciones y fundamentos, que conducen a ejemplos y situaciones motivadoras.

Las actividades prácticas abarcan aproximadamente el 50% de la clase, en las cuales los estudiantes trabajan en grupos reducidos y cuentan con guías de trabajos prácticos. Los ejercicios se resuelven mediante la utilización de computadoras para aplicar lenguaje R de programación y diversos programas estadísticos gratuitos, como PyQRS, RStudio y R CRAN. Los alumnos debaten entre ellos y son guiados por las docentes al surgir dudas o inconvenientes. Al final de la clase, se realiza una discusión con participación activa de los estudiantes e intervención docente.

Para el desarrollo del curso se utiliza material bibliográfico y material didáctico elaborado por el actual equipo docente, que se enumera a continuación:

- Videos teórico-prácticos, con una extensión fundamentada en los lineamientos y recomendaciones de las capacitaciones de Educación a Distancia de la Universidad Nacional de La Plata (<https://www.youtube.com/@educacionadistanciaunlp>).
- Documentos de soporte de lectura en formato PDF.
- Guías de trabajos prácticos.

- Bases de datos en formato .csv.
- Scripts o comandos de lenguaje R de programación, adaptados del libro “Introducción a la Estadística Bayesiana: uso de lenguaje R y WinBUGS”.
- Auto-evaluaciones sumativas y formativas con retroalimentación, relacionadas con las temáticas de las Actividades Presenciales Obligatorias (APO).

El mencionado material es actualizado anualmente, se encuentra subido al canal de YouTube de la cátedra (<https://www.youtube.com/@bioestadisticabayesianayc19751>) y disponible desde la plataforma Moodle de la Facultad de Ciencias Veterinarias.

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

El debate participativo al final de cada clase permite obtener información sobre el estado en que se encuentran los estudiantes en relación al contenido y a los fines promovidos por la enseñanza. Además, los estudiantes cuentan con cuestionarios a disposición en la plataforma Moodle, que permiten tanto la autoevaluación como el seguimiento de su desempeño.

Por otra parte, según el reglamento para el desarrollo de cursos de la Facultad de Ciencias Veterinarias, para poder rendir la evaluación, el alumno deberá asistir y/o aprobar, al menos, el 75% de las Actividades Presenciales Obligatorias (APO). En el caso de aquellos alumnos que no hubieran completado el 75% que exige la reglamentación, pero sí alcanzado el 60%, se ofrecerá una instancia recuperatoria de las ausencias no justificadas o las APO desaprobadas, para alcanzar el porcentaje mínimo requerido. La estrategia de recuperación de APO constará en la entrega de un documento con la resolución de la o las guías de trabajos prácticos correspondientes a su/s inasistencia/s. Esto se llevará a cabo previo a la primera fecha de parcial.

Bioestadística tendrá un único examen con tres instancias o fechas de evaluación, mediando entre ellas un lapso mínimo de 72 horas hábiles desde la publicación de los resultados. El estudiante tendrá la posibilidad de asistir a cada una de ellas, sea como instancia de recuperación o para mejorar la calificación y se considerará válida la última nota obtenida.*

La modalidad de la evaluación será mixta, con una parte escrita y otra oral. El instrumento para evaluar la parte escrita será un cuestionario, con preguntas a desarrollar y preguntas multiple-choice. Se brindará a los estudiantes un instructivo con consignas claras, una base de datos y el cuestionario mencionado, que deberán responder en función de la aplicación de lenguaje R de programación en las computadoras de la Facultad. Cada ejercicio práctico deberá ser resuelto de manera correcta en un 75% para poder pasar a la parte oral del examen. En esta última etapa, se evaluarán conceptos teórico-prácticos y al finalizar se comunicará la calificación al estudiante.

* Tomado del Artículo 9b del Reglamento para el desarrollo de cursos de la Facultad de Ciencias Veterinarias (UNLP). Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/112373/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Se destinarán aproximadamente 90 minutos para evaluar a cada estudiante: 60 minutos para la parte escrita y 30 minutos para la parte oral.

Durante el examen se pretende evaluar la capacidad del estudiante para resolver problemas que emulen la práctica diaria microbiológica y el uso de las herramientas brindadas durante la cursada de Bioestadística.

Finalizado el curso, los alumnos que hayan obtenido calificaciones de 7 (siete) puntos o superior en la última nota obtenida, reunirán las condiciones para aprobar el curso por promoción. Los alumnos que hayan aprobado el parcial con una nota inferior a 7 (siete) puntos (es decir, una nota entre 4 y 6 en su última nota obtenida), deberán rendir una Evaluación Final Integradora (EFI) en las fechas que el Consejo Directivo determine a tal efecto. Los contenidos de la EFI serán aquellos desarrollados en el transcurso de las APO dictadas durante el ciclo lectivo.**

BIBLIOGRAFÍA

- A Beginner's Guide to R. Zuur, A. F., Ieno, E. N., & Meesters, E. H. New York: Springer. 2009. Modalidad de acceso: ejemplar disponible en la cátedra.
- An essay towards solving a problem in the doctrine of chances. By the Late Rev. Mr. Bayes, F. R. S. Communicated by Mr. Price, in a Letter to John Canton, A. M. F. R. S. Phil. Trans. of the Royal Soc. of London. Price R. 1763; 53: 370–418. Modalidad de acceso en línea:
<https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rstl.1763.0053> (consultado el 14 de junio de 2023).
- Applied Linear Regression. Weisberg S. Wiley. 3rd ed. 2005. Modalidad de acceso: ejemplar disponible en la cátedra.
- Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures. Sheskin D. Chapman & Hall/CRC Press. 2nd ed. 2000. Modalidad de acceso en línea: <https://dl.icdst.org/pdfs/files3/22a131fac452ed75639ed5b0680761ac.pdf> (consultado el 14 de junio de 2023).
- Introducción a la Bioestadística. Sokal, Robert R.; Rohlf, F. James. Editorial Reverté. 1986. Modalidad de acceso: ejemplar disponible en la cátedra.
- Introducción a la Estadística Bayesiana: uso de lenguaje R y WinBUGS. Risso Miguel A. y Risso Paula. Editorial Vuelta a Casa. 2017. Modalidad de acceso: 3 ejemplares disponibles en la Biblioteca Conjunta de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales y la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Nacional de La Plata.
- Introduction to Bayesian statistics. Bolstad WM. Wiley. 2nd ed. 2007. Modalidad de acceso: ejemplar disponible en la cátedra.
- Nociones Básicas de Metodología de la Investigación en Ciencias de la Salud. Basualdo JA, Grenóvero SM, Minvielle MC. Tomo 2. 2da ed. 2005. ISBN 9874391928. Modalidad de acceso: ejemplar disponible en la cátedra.

** Tomado del Artículo 10 del Reglamento para el desarrollo de cursos de la Facultad de Ciencias Veterinarias (UNLP). Disponible en: http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/112373/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Probabilidad y Estadística. Spiegel MR, Schiller J, Srinivasan RA. Serie Schaum. México, D.F.: McGraw-Hill Interamericana. Segunda Edición. 2003. Modalidad de acceso: ejemplar disponible en la cátedra.
 - R para Principiantes. Paradis, E. Institut des Sciences de l'Evolution. Université Montpellier II. 2003. Modalidad de acceso en línea: <https://cran.r-project.org/doc/contrib/rdebut.es.pdf> (consultado el 14 de junio de 2023).
-