



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE BAJA CALIFORNIA SUR**



**ÁREA DE CONOCIMIENTO
DE CIENCIAS DEL MAR Y DE LA TIERRA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO
DE CIENCIAS MARINAS Y COSTERAS**

**PROGRAMA EDUCATIVO: BIÓLOGO MARINO
PLAN DE ESTUDIOS POR COMPETENCIAS 2011-II**

MODELOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

III SEMESTRE

2 HORAS/SEMANA

LABORATORIO DE COMPUTO

MANUAL DE LABORATORIO

**Rosalba Vázquez Camacho
Dr. Roberto Carmona
Denisse Morales Perea
La Paz, B.C.S., Febrero de 2011**



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA
DE BAJA CALIFORNIA SUR**



**ÁREA DE CONOCIMIENTO
DE CIENCIAS DEL MAR Y DE LA TIERRA**

**DEPARTAMENTO ACADÉMICO
DE CIENCIAS MARINAS Y COSTERAS**

**PROGRAMA EDUCATIVO: BIÓLOGO MARINO
PLAN DE ESTUDIOS POR COMPETENCIAS 2011-II**

**MODELOS Y ANÁLISIS ESTADÍSTICOS
III SEMESTRE
2 HORAS/SEMANA
LABORATORIO DE COMPUTO**

MANUAL DE LABORATORIO

**Rosalba Vázquez Camacho
Dr. Roberto Carmona
Denisse Morales Perea
La Paz, B.C.S., Febrero de 2011**

| ÍNDICE | Página |
|---|---------------|
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CONTRATO DE APRENDIZAJE..... | 4 |
| COMPETENCIAS GENÉRICAS Y DISCIPLINARES | 6 |
| PRÁCTICA 1. Introduccion a Excel y Statistica | 7 |
| PRÁCTICA 2. Pruebas de hipótesis: la Media de una sola población | 13 |
| PRÁCTICA 3. Pruebas de hipótesis: la Diferencia entre las Medias | 15 |
| PRÁCTICA 4. Análisis de variancia: Una Vía | 18 |
| PRÁCTICA 5. Análisis de variancia: Bloques completamente aleatorizados..... | 22 |
| PRÁCTICA 6. Análisis de variancia: Dos Vías..... | 25 |
| PRÁCTICA 7. Regresión y Correlación Lineal Simple | 30 |
| ANEXO..... | 33 |

INTRODUCCIÓN:

Este manual fue creado para apoyar el curso de: “Modelos Estadísticos”, y guiará al estudiante en la parte práctica del mismo, mientras le ayuda a desarrollar las competencias disciplinares, con el objetivo de prepararlo sólidamente en la disciplina y su aplicación en la Biología Marina y simultáneamente, reforzar competencias genéricas que impactarán favorablemente diferentes ámbitos de su vida académica.

El estudiante se preguntará ¿Qué es una competencia?

“Es la capacidad de movilizar recursos cognitivos para hacer frente a un tipo de situaciones con buen juicio, a su debido tiempo, para definir y solucionar problemas reales.”¹ Las competencias van más allá de las habilidades básicas o saber hacer, ya que implican saber actuar y reaccionar; es decir saber qué hacer y cuándo, lo que evita la memorización sin sentido de temas desarticulados y la adquisición de habilidades mecánicas. Esto a su vez promueve el desarrollo de competencias manifiestas en la resolución de problemas, procurando que en el aula y laboratorio exista una vinculación entre estos y la vida cotidiana.

Competencias a desarrollar:

- **Disciplinares Básicas:** las mínimas necesarias de cada campo disciplinar para que los estudiantes se desarrollen en diferentes contextos y situaciones a lo largo de su vida académica.
- **Disciplinares Extendidas:** implican los niveles de complejidad deseables para quienes opten por una determinada trayectoria académica, teniendo así una función propedéutica en la medida que prepararán a los estudiantes de enseñanza superior para su ingreso y permanencia en posgrados y trabajos especializados.
- **Disciplinares Profesionales:** son competencias especializadas que preparan al estudiante para desempeñar su vida profesional con mayores probabilidades de éxito.
- **Genéricas:** las que se desarrollan de manera transversal en todas las asignaturas del mapa curricular y permiten al estudiante comprender su mundo e influir en él, le brindan autonomía en el proceso de aprendizaje y favorecen el desarrollo de relaciones armónicas con su entorno y quienes les rodean. (Anexo I)

¹ Mastache, Anahí et. al. Formar personas competentes. Desarrollo de competencias tecnológicas y psicosociales. Ed. Novedades Educativas. Buenos Aires / México. 2007.

Estudiante: este manual te encauzará a lo largo de actividades que reforzarán o desarrollarán tus competencias, además de tareas para aprender en forma colaborativa (aprender de y con tus compañeros). Al realizar las actividades y proyectos (reportes de práctica, informes, trabajos finales, etc.), encontrarás momentos para pensar, reflexionar y comunicarte, mientras:

- Conoces a tus compañeros.
- Compartes con ellos metas y objetivos.
- Cooperan y se ayudan mutuamente.
- Respetan sus puntos de vista y opiniones.
- Logran acuerdos y toman decisiones.
- Proponen alternativas para resolver los problemas que se presentan.

En el modelo de competencias lo importante es adquirir conocimiento, desarrollar habilidades y fortalecer actitudes y valores. Durante el laboratorio del curso desarrollarás diversas actividades y elaborarás tareas dirigidas a obtener tres tipos de evidencias que permitirán a tu docente evaluar si has adquirido la competencia.

Conocimientos: Teorías y principios que deberás dominar para lograr un desempeño eficaz.

Desempeños: Habilidades para usar herramientas (microscopios, ordenadores, software, claves de identificación, cuadrantes, transectos, etc.), en la adquisición, ordenamiento y análisis de datos e información. Estos desempeños pueden ser evaluados por el docente, alguno de tus compañeros e incluso por ti mismo.

Productos: Evidencias tangibles de la competencia. El producto que elaboraste u obtuviste (Reporte de práctica, marco conceptual, presentación), la información que buscaste, integraste al documento, y ordenaste en forma clara y estructurada en la sección de bibliografía etc.

Actualmente, es un requisito indispensable acompañar las diferentes aseveraciones generadas por la investigación, de una serie de pruebas que demuestren (a una cierta confianza) la veracidad de tales aseveraciones. Prácticamente es imposible publicar sin incluir las pruebas estadísticas pertinentes. Hay poca cultura estadística en México, lo que ocasiona que muchas investigaciones adolezcan de las pruebas pertinentes o los resultados de éstas estén mal interpretados.

Hoy en día se cuenta con una amplia gama de paquetes computacionales mediante los cuales se pueden realizar análisis estadísticos, lo que representa una ventaja para los cálculos, ya que en algunas pruebas, estos suelen ser laboriosos, por tal razón el manual de laboratorio de Modelos Estadísticos se elaboró con la finalidad de proporcionarle al alumno los conocimientos básicos para realizar diferentes pruebas estadísticas en algunos de los paquetes estadísticos usados regularmente (Excel o Statistica).

El curso de Modelos Estadísticos para biólogos marinos, que se imparte en el tercer semestre de la carrera, incluyen cuatro grandes temas: Pruebas de Hipótesis, Análisis de Varianza, Regresión y Correlación y Estadística No Paramétrica, en las que se contemplan los temas fundamentales de esta disciplina que son además, de gran importancia desde el punto de vista de la Biología.

El laboratorio coadyuvará al alumno al darle las herramientas necesarias para tomar decisiones acerca de poblaciones (de cualquier tipo) analizando una parte de ellas (la muestra), contribuyendo así la toma de decisiones y solución de problemas mediante el procesamiento de información y del razonamiento analítico; además desarrollará la habilidad en el uso de los paquetes estadísticos (Excel o Statistica) e interpretar correctamente los resultados obtenidos de las diferentes pruebas vistas a lo largo del curso con ayuda de dichos paquetes.

CONTRATO DE APRENDIZAJE

| ASIGNATURA: MODELOS ESTADÍSTICOS | |
|--|--|
| <p>Al estudiante: Ahora que conoces los contenidos del curso de Modelos Estadísticos, revisa este Contrato de Aprendizaje, que tiene el propósito de establecer de forma conjunta estudiante – docente, los acuerdos y lineamientos que será conveniente respetar durante las sesiones del laboratorio, a fin de generar un espacio propicio para el trabajo y convivencia armónica y el desarrollo de competencias disciplinarias y genéricas.</p> | |
| DERECHOS Y DEBERES | |
| DEL ESTUDIANTE | DEL DOCENTE |
| <p>Cláusulas:</p> <p>Primera: Actividades de Aprendizaje</p> <p>El estudiante se compromete a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar de forma ética y responsable el 100% de las actividades de aprendizaje y evidencias solicitadas por el docente. • Hacer entrega de las actividades y sus requerimientos en la fecha y hora acordadas. Solicitar apoyo a sus compañeros cuando así lo requiera, además de brindarles asesoría y dar soporte en la medida de sus posibilidades, a fin de favorecer el desarrollo de sus competencias. | <p>Cláusulas:</p> <p>Primera: Actividades de Aprendizaje</p> <p>El docente se compromete a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Indicar claramente a los estudiantes las actividades de aprendizaje a realizar en el laboratorio, ya sea de forma individual o por equipos, además de otorgar un tiempo adecuado para su realización; programar anticipadamente la fecha en que se entregarán los productos (reporte de práctica, mapa conceptual, investigación bibliográfica). • Especificar los requisitos que estas actividades deberán cumplir además del lugar y hora en que deberán entregarse. |
| <p>Segunda: Responsabilidad</p> <p>Cada estudiante es responsable de su propio aprendizaje, por lo tanto su participación activa e interacción con sus compañeros de grupo y docente debe propiciar un ambiente que favorezca:</p> <ul style="list-style-type: none"> • El logro de competencias disciplinares. • El desarrollo de competencias genéricas • La convivencia armónica. <p>Para tal fin:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Contemplar y respetar el Reglamento General de Laboratorios (Anexo X) • Queda estrictamente prohibido el uso de teléfonos celulares durante la sesión de laboratorio. • La asistencia será tomada con el reporte de las actividades realizadas durante la clase, por lo cual, la distracción o la demora del alumno podrán repercutir en su asistencia, dado esto, el alumno se hará responsable de su puntualidad y ritmo de trabajo. • Se deberá guardar silencio y prestar atención cuando alguien hable al grupo. | <p>Segunda: Responsabilidad</p> <p>El docente se compromete a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar en forma oportuna la planeación del curso y actividades de laboratorio. • Impartir su clase y conducir las actividades de enseñanza, aprendizaje, práctica y evaluación, de forma tal que se produzca un proceso educativo de calidad acorde al contexto y a las necesidades de los estudiantes. • Crear experiencias de aprendizaje enfocadas a favorecer en los estudiantes el desarrollo de competencias y el logro de los fines educativos. <p>Generar un ambiente que motive a los estudiantes a aprender, participar, comunicar, interactuar, investigar.</p> |

| | |
|---|--|
| <p>Tercera: Honestidad, Respeto y Tolerancia</p> <p>El estudiante se compromete a tratar con respeto, ética, honestidad y tolerancia a sí mismo, a sus compañeros y a su docente.</p> | <p>Tercera: Honestidad, Respeto y Tolerancia</p> <p>El docente se compromete a:</p> <p>Ser tolerante, responsable, y respetuoso.</p> <p>Dar un trato equitativo a todos los estudiantes.</p> <p>Dar a los estudiantes la orientación pertinente</p> |
| <p>Cuarta: Participación</p> <p>El estudiante tiene derecho y obligación de participar en la sesión, ser escuchado, expresar con orden y respeto sus ideas, puntos de vista, sugerencias, experiencias comentarios, y observaciones, todo ello con el objetivo de fortalecer el proceso educativo.</p> | |
| <p>Quinta: Puntualidad y Asistencia</p> <p>El estudiante se compromete a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asistir al 100% de las sesiones de laboratorio • Presentarse a las sesiones de laboratorio puntualmente. <p>Se justificaran las inasistencias de los alumnos al laboratorio por enfermedad o por salidas a campo de otras asignaturas.</p> | <p>Cuarta: Puntualidad y Asistencia</p> <p>El docente se compromete a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Asistir al 100% de las sesiones de laboratorio • Presentarse a las sesiones de laboratorio puntualmente <p>Las inasistencias al laboratorio serán por enfermedad o por salidas a campo de los proyectos de investigación. En ambos casos, las inasistencias serán notificadas tanto al jefe del Departamento como a los alumnos.</p> |
| <p>Sexta: Evaluación</p> <p>Criterios de evaluación del programa de asignatura:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exámenes 65 % • El laboratorio vale el 35% de la calificación total de la materia y se evaluará de la siguiente forma: <ol style="list-style-type: none"> 1. Participación en clase 20% 2. Tareas y ejercicios 30%, que comprende: Elaboración de planteamientos biológicos y la exposición de éstos Realización de Cuestionarios en cada sesión elaborados por el docente 3. Exámenes 50 % | <p>Quinta: Evaluación</p> <p>El docente se compromete a:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Respetar y hacer respetar los criterios de evaluación de la asignatura correspondiente. • Dar a conocer los criterios y porcentajes de evaluación, tomando en cuenta la normatividad y reglamento de la institución. • Realizar una evaluación integral con base en los criterios establecidos, acorde a los objetivos de aprendizaje y a lo que se realizó en el laboratorio • Informar oportunamente a los estudiantes los resultados de su evaluación y calificaciones. Atender sus dudas y realizar las aclaraciones pertinentes. |

COMPETENCIAS GENÉRICAS Y DISCIPLINARES

| COMPETENCIAS GENÉRICAS | COMPETENCIAS DISCIPLINARES |
|---|--|
| LOS ALUMNOS SERAN CAPACES DE: | |
| Analizar e interpretar la información derivada de investigaciones científicas | Procesar información derivada de investigaciones biológicas, en la aplique el razonamiento analítico y con base a éste seleccionar las pruebas estadísticas adecuadas para la solución del problema planteado, dichas pruebas le permitirán tomar decisiones y así solucionar problemas. |
| Mostrar disciplina y responsabilidad ética | Desarrollar habilidades en el uso de paquetes estadísticos y ser capaz de interpretar correctamente los resultados generados con dichos paquetes, tanto estadística como biológicamente |
| Tener la capacidad de trabajar en equipo | Desarrollar la habilidad de búsqueda bibliográfica, para elaborar planteamientos biológicos originales e interesantes |
| Mostrar desempeño e interesen su trabajo | Ser capaz de elegir, con base en el marco conceptual del planteamiento biológico, la prueba o pruebas estadísticas adecuadas para la solución de dicho planteamiento |

PRÁCTICA 1

INTRODUCCION A EXCEL Y STATISTICA

2 horas en 1 sesión

Centro de Cómputo de Biología Marina

INTRODUCCIÓN

El uso actual de los paquetes estadístico ha permitido la resolución rápida de problemas de estadística descriptiva e inferencial, ya que ofrecen amplias posibilidades de procedimientos estadísticos (análisis de variancias, regresiones, etc.). Estos paquetes tienen la ventaja de realizar los procedimientos de una manera rápida y en una sola ejecución, además de ser eficaces en la evaluación de los resultados (Daniel, 1995). Estos programas han facilitado la labor de los investigadores que desean utilizar la estadística como apoyo en su trabajo.

Existen una gran variedad de paquetes estadísticos, algunos de los más utilizados son Excel y Statistica. Excel es útil para realizar desde simples sumas hasta funciones para analizar datos; sin embargo, una limitante de este paquete está relacionada con el arreglo de los datos para su análisis, por lo que es necesario el uso de paquetes estadísticos más especializados como Statistica. Statistica es un sistema completo para el análisis de datos con miles de pantallas personalizables y gráficos de alta calidad totalmente integrados con todos los procedimientos (StatSoft, 2001).

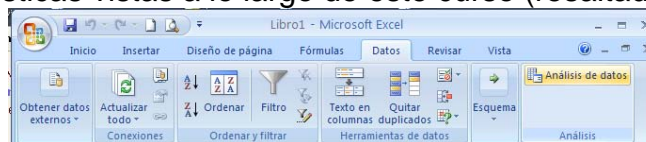
OBJETIVO DE APRENDIZAJE

Conocer las funciones elementales de cada paquete (Excel y Statistica) así como las rutas para las diferentes pruebas estadísticas vistas en el curso y desarrollar la habilidad en el uso de dichos paquetes.

INSTRUCCIONES PARA EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Las pruebas estadísticas que contiene Excel se encuentran dentro de las pestaña Datos de la Barra de Menú, la cual da acceso a todas las funciones fundamentales del programa (Inicio, Insertar, Diseño de pagina, Fórmulas, Datos, Revisar y Vista).

Dentro de la pestaña Datos, la opción Análisis de datos es la que contiene todas las pruebas estadísticas vistas a lo largo de este curso (resaltado en amarillo):




Las funciones para el análisis que se utilizarán de este paquete son:

- Análisis de variancia de un factor
- Análisis de variancia de dos factores con varias muestras por grupo (Análisis de variancia de dos vías o más, también llamado factorial)
- Análisis de variancia de dos factores con una solo muestra por grupo (Análisis de variancia de bloques)
- Prueba F para varianzas de dos muestras (Prueba de hipótesis: razón de variancias)
- Regresión
- Muestra t para dos muestras suponiendo variancias iguales (Prueba de hipótesis: diferencia de medias)

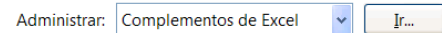
- Muestra t para dos muestras suponiendo variancias desiguales (Prueba de hipótesis: diferencia de medias)
- Prueba z para media de dos muestras (Prueba de hipótesis: diferencia de medias)

Qué hacer si no aparece la función Análisis de datos

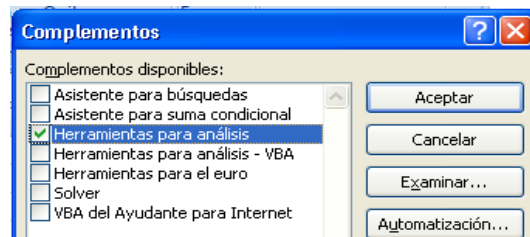
En caso de que no apareciera la opción Análisis de datos, dar clic en el logotipo del programa ubicado en la parte superior izquierda de la pantalla () y a continuación de clic en Opciones de Excel.

De la ventana que aparece, de clic en Complementos y dentro de esta active Herramientas para análisis, finalmente de clic en Aceptar.

Si no aparece esta opción, de clic en botón ubicado en la parte media inferior de la ventana.



Ahora aparece el siguiente cuadro y de la lista de Complementos disponibles seleccione Herramientas para análisis y de Aceptar.




Sugerencia, si herramientas para el análisis no aparece en la lista de Complementos, de clic en Examinar para buscarlo. Si se indica que Herramientas para el análisis no está instalado actualmente en el equipo, de clic en Si para instalarlo.

¿Cómo introducir las variables a cualquier prueba estadística?

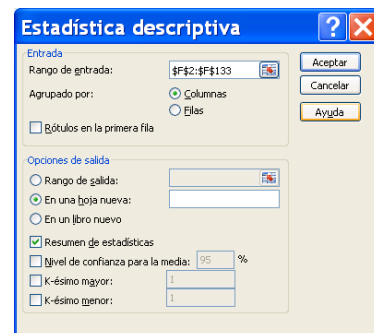
Para introducir cualquier conjunto de datos ir a la opción Datos Análisis de datos → Estadísticas descriptivas. Aparece la siguiente ventana llama Estadística Descriptiva.

Ahora se tiene que indicar las celdas que contienen los datos, se da clic en el



rango de entrada y parece el siguiente cuadro . No le hacemos caso, sencillamente se seleccionan con el ratón los datos. Una vez seleccionados los datos hay que indicar si el arreglo de éstos esta en columnas o filas, especificar que donde saldrán los resultados y activar resumen de estadísticos y al pulsar Aceptar aparece el resumen de la prueba estadística de interés.

Es necesario mencionar que Excel trabaja con un nivel de significancia del 95%. Si desea trabajar con otro nivel de significancia sólo active la función Nivel de confianza y especifique el valor con el que desea trabajar.




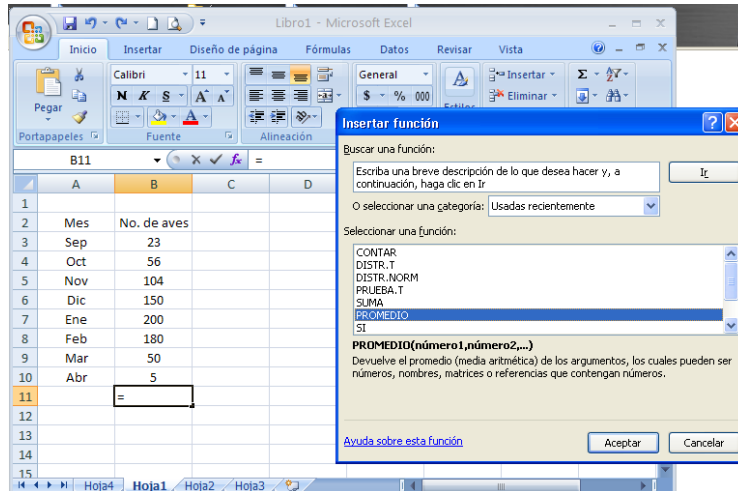
¿Cómo ingresar formulas?

Para ingresar formulas en este programa es necesario saber que cada hoja de cálculo esta formadas por columnas (designadas por letras: A, B, C... IV) y filas (designadas con números 1 hasta 1.048.576) y a la intersección de una fila con una columna se le denomina celda, por ejemplo la primera celda pertenece a la columna A y la fila 1 por lo tanto la celda se llama A1.

Excel cuenta con dos opciones para calcular formulas:

1. Con ayuda de la barra de formulas, que contiene una serie de formulas predeterminadas por el programa. Por ejemplo, para calcular el promedio del número

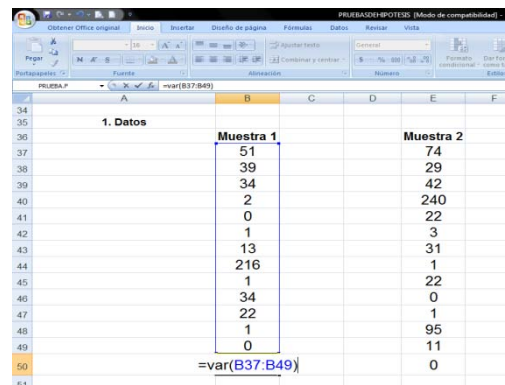
de aves con ayuda de la barra de formulas, damos clic en  y del cuadro Insertar función buscamos la formula **PROMEDIO** y damos clic en **Aceptar**



Las formulas que más se utilizaran en este curso son las siguientes:

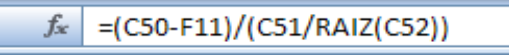
| Función | Características de la función | Sintaxis |
|-----------------------|---|--|
| Tamaño de muestra (n) | Cuenta los números dentro de la lista de argumentos | =CONTAR(rango de los datos de interés) |
| Desviación estándar | Calcula la desviación estándar de una muestra | =DESVEST(rango de los datos de interés) |
| Promedio | Calcula el promedio de un conjunto de argumentos | =PROMEDIO(rango de los datos de interés) |
| Variancia | Calcula la variancia de una muestra | =VAR(rango de los datos de interés) |
| Suma | Suma todos los números en un rango de celdas | =SUMA(rango de los datos de interés) |
| Raíz | Da la raíz cuadrada de un número | =RAIZ(rango de los datos de interés) |

Para ingresar estas formulas escriba el signo igual e inmediatamente abra paréntesis, selecciones los datos cierre paréntesis y de Enter, por ejemplo, para conocer la variancia de los datos que se muestran en la imagen coloque el cursor debajo de los datos de la muestra 1 y escriba la siguiente expresión: **=(var** e inmediatamente selecciones los datos a los que les determinará la variancia y cierre el paréntesis.



2. Para ingresar formulas manualmente es necesario utilizar el sentido común para

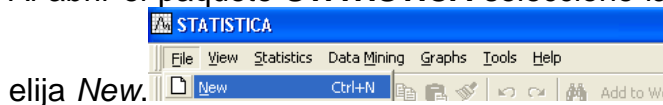
ingresar correctamente el orden jerárquico de la formula. Por ejemplo, para calcular la media de una población con ayuda de la distribución t de Student primero es necesario obtener las estadísticas básicas como la media, la desviación estándar y el tamaño de muestra. Para ello cada una de las estadísticas deben estar en una celda específica. Para ingresar la formula escribimos el signo =(se selecciona la celda que contiene el valor de la media muestral-la celda que contiene el valor hipotético)/(se selecciona la celda que contiene el valor de la desviación estándar/(RAIZ(se selecciona la celda que contiene el tamaño de la muestra))). La sintaxis de la ecuación descrita se muestra a

continuación: 

STATISTICA

Como crear un archivo nuevo

Al abrir el paquete **STATISTICA** seleccione la opción: *File* de la Barra del Menú y



elija *New*. O sólo de clic en el siguiente ícono



Aparece el recuadro **Create New Document**, en éste debe especificar el número de variables (en este caso es una) y el número de casos (el número de datos de la muestra, es decir, n) con los que va a trabajar y de clic en **Aceptar**.

Como ingresar los datos en Statistica:

1. Una vez desplegada la pagina de STATISTICA con las variables y casos especificados, copia los datos de la página de Excel al STATISTICA o solo escríbelos.

Para copiar los datos del Excel al STATISITCA, selecciona los datos en la página de Excel y presiona las teclas ctrl+c, ve a la pagina creada en STATISTICA y presiona las teclas ctrl+v en la primer celda de la hoja de cálculo

2. Una vez copiados los datos de Excel, ubica el ratón en la primer celda de la hoja de Statistica y presiona el botón derecho del ratón y del menú que aparece elige la opción *Paste*.

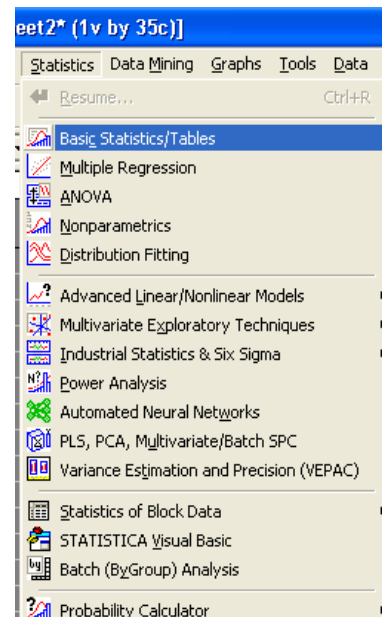
La opción que contiene todas las pruebas estadísticas vistas en este curso se encuentra en la pestaña **Statistics** de la Barra de Menú del programa. Las pruebas estadísticas a utilizar en este paquete son:

Basic Statistic/Tables → que contiene las pruebas de hipótesis para la media de una población y diferencia de media, prueba *a priori* Normalidad de Kolmogorov-Smirnov

ANOVA → que contiene los Análisis de variancia de una vía, de bloques y de dos o más vías (factorial), pruebas *a priori* de homocedasticidad de Cochran y Barlett y la prueba *a posteriori* de Tukey

Nonparametric → Contiene las pruebas no paramétricas

Distribution Fitting → Contiene la prueba *a priori* de Normalidad Bondad de Ajuste χ^2



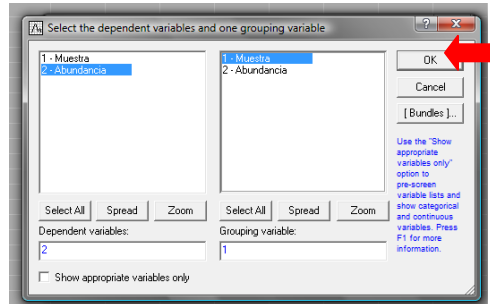
Advanced Linear/Nonlinear Models → Contiene las pruebas de Regresión y Correlación lineal simple y no lineal simple (Modelo Potencial, Exponencial y Sigmoide).

¿Cómo introducir las variables en Statistica?

Una vez introducidos los datos a analizar en STATISTICA vaya a la Barra del Menú del programa, escoja la opción Statistic y elija Basic Statistic/Tables → Del recuadro que aparece elija la opción t-test, independent, by group y de OK. Aparecerá la ventana llamada T-Test for Independent Samples by Group en el cual se introducen las variables involucradas en el análisis, para ello sólo de clic en la opción Variables.

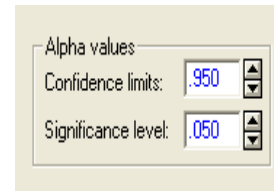
Statistica agrupa las variables en dos tipos:

1. Variable dependiente (*Dependent variables*),
2. Variable de agrupación (*Grouping variable*), que es el factor de agrupación de la variable.



Para elegir las variables escribalas directamente o de clic directamente sobre la variable y de *Ok*. Finalmente para ver los resultados de esta prueba de clic en Summary y el programa desplegara las tablas con los resultados.

Es importante mencionar que Statistica trabaja con un nivel de significancia del 95%, en caso de cambiar dicho nivel, la ruta para cambiarlo es la siguiente: *Statistic* → *Anova* → *Anova One Way* → *Ok* → Se introducen las variables → *ok* → aparece el Cuadro *Anova Results* y dentro de este en la pestaña *Quick* es posible cambiar el nivel de significancia



PRODUCTOS

En esta sesión no habrá reporte.

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN

| <i>Estrategias de Aprendizaje</i> | <i>Estrategias de Evaluación</i> |
|--|---|
| <i>Participación en clase</i> | <i>Respuestas correctas a las preguntas realizadas por el docente</i> <i>Exposición de los planteamientos biológicos realizados</i> |
| <i>Tareas y Ejercicios</i> | <i>Realización de planteamientos biológicos interesantes y originales</i> <i>La correcta aplicación de las pruebas o modelos vistos en clase</i> |
| <i>Exámenes</i> | <i>La correcta interpretación tanto estadística como biológica de los resultados de los planteamientos biológicos vistos en cada sesión</i> <i>Conocer la ruta de la (s) prueba (s) vista en los paquetes estadísticos</i> |

| | |
|--|---|
| <i>Reporta por escrito los resultados</i> | <i>Reporte sólo los resultados obtenidos, con buena ortografía y limpieza Correcta interpretación estadística y biológica de los mismos</i> |
|--|---|

REFERENCIAS

Daniel, W. W. 1995. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. Editorial Limusa. 5ª Edición. México. 878 p.

StatSoft. 2001. STATISTICA for Windows versión 6.0. StarSoft Inc. Tulsa, Oklahoma.

PRÁCTICA 2

PRUEBAS DE HIPÓTESIS: LA MEDIA DE UNA SOLA POBLACIÓN

2 horas en 1 sesión

Centro de Cómputo de Biología Marina

INTRODUCCIÓN

En la práctica generalmente se toman decisiones relativas a una población sobre la base de la información proveniente de una muestra. Para ello se plantean hipótesis estadísticas (aseveraciones no probadas) sobre la población de interés, las cuales pueden o no ser ciertas. De hecho, las hipótesis de investigación conducen directamente a las hipótesis estadísticas. Éstas se establecen de tal forma que puedan ser evaluadas por medio de técnicas estadísticas adecuadas. Una hipótesis estadística es una afirmación o aseveración de lo que creemos acerca de una población y que será probada mediante diferentes técnicas estadísticas (Daniel, 1995).

Una prueba de hipótesis es una prueba que se sigue para decidir, en caso de tener una o dos muestras cuantitativas y normales, si se rechaza una hipótesis estadística con base a la información de una muestra. El propósito de las pruebas de hipótesis para la media de una sola población es ayudar al investigador a tomar una decisión en torno a una población, al examinar una parte de ella (la muestra). Al realizar esta prueba, se parte de un parámetro hipotético poblacional (μ , P o σ). Después de recolectar una muestra aleatoria, la estadística obtenida de la muestra se compara con el parámetro hipotético. Una vez realizada la prueba, se decide si se acepta o se rechaza el valor hipotético (Zar, 1999). Se rechaza el valor hipotético sólo si el resultado muestral resulta muy poco probable de considerar correcta la hipótesis (Sokal & Rohlf, 2001).

OBJETIVO DE APRENDIZAJE

Contrastar un valor hipotético poblacional con los datos generados de un muestra y decidir si existe suficiente evidencia estadística para considerarlos iguales o no, mediante el uso de programas estadísticos (Excel y Statistica).

INSTRUCCIONES PARA EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Ruta de la prueba en Statistica:

*Statistics----Basic Statistics/Tables----t-test single sample----ok----*En la ventana *T-Test for single means* que aparece se debe introducir la variable muestral en el recuadro *Variables* y presiona *Ok*. Dentro de la misma ventana en *Reference values* se debe introducir el valor del parámetro hipotético en la opción *Test all means against ---- Summary*.

Statistica desplegará la tabla con los siguientes resultados: (1) Media, (2) Desviación estándar, (3) Tamaño de muestra y (4) Error estándar de la variable muestral, (5) valor del Parámetro hipotético, (6) Valor de la estadística de prueba, (7) Grados de libertad y (8) Nivel de significancia de la prueba:

| Test of means against reference constant (value) (Spreadsheet2) | | | | | | | | |
|---|-----------|--------------|--------|---------------|----------------------------|--------------|---------|----------|
| Variable | Mean 1 | Std.Dv. 2 | N 3 | Std.Err. 4 | Reference Constant 5 | t-value 6 | df 7 | p 8 |
| Var1 | 21.58571 | 0.638077 | 35 | 0.107855 | 21.40000 | 1.721892 | 34 | 0.094177 |

Ruta de la prueba en Excel: en este paquete, el cálculo de la prueba se hace introduciendo manualmente la ecuación en la barra de fórmulas.

PRODUCTOS

Del o de los ejemplos vistos en cada sesión de laboratorio, sólo se reportarán los resultados obtenidos en los paquetes estadísticos utilizados Excel o Statistica (tablas o gráficos según sea el caso). Este breve reporte debe incluir la interpretación estadística de los resultados, así como la interpretación biológica de los mismos.

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN

| <i>Estrategias de Aprendizaje</i> | <i>Estrategias de Evaluación</i> |
|---|---|
| <i>Participación en clase</i> | <i>Respuestas correctas a la preguntas realizadas por el docente Exposición de los planteamientos biológicos realizados</i> |
| <i>Tareas y Ejercicios</i> | <i>Realización de planteamientos biológicos interesantes y originales La correcta aplicación de las pruebas o modelos vistos en clase</i> |
| <i>Exámenes</i> | <i>La correcta interpretación tanto estadística como biológica de los resultados de los planteamientos biológicos vistos en cada sesión Conocer la ruta de la (s) prueba (s) vista en los paquetes estadísticos</i> |
| <i>Reporta por escrito los resultados</i> | <i>Reporte sólo los resultados obtenidos, con buena ortografía y limpieza Correcta interpretación estadística y biológica de los mismos</i> |

REFERENCIAS

- Daniel, W. W. 1995. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. Editorial Limusa. 5ª Edición. México. 878 p.
- Sokal, R. O. & Rohlf, F. J. 2001. Biometry. W. H. Freeman and Company. EUA. 887 p.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall. EUA. 663 p +120 apéndices.

PRÁCTICA 3

PRUEBAS DE HIPÓTESIS: LA DIFERENCIA ENTRE LAS MEDIAS

2 horas en 1 sesión

Centro de Cómputo de Biología Marina

INTRODUCCIÓN

La prueba de la diferencia entre las medias con frecuencia se aplica en la comparación de dos poblaciones, para comprobar si hay una diferencia **significativa** entre estas o no. Se tienen dos supuestas poblaciones y se toman muestras aleatorias independientes de tamaños n_1 y n_2 , se puede comparar una variable (talla, abundancia, peso etc.) de dichas poblaciones a través de los promedios, proporciones o variancias (Zar, 1999).

Al probar la diferencia entre dos medias de grupos independientes, estamos probando la hipótesis nula que señala que las medias (proporciones o variancias) de dos grupos escogidos de manera aleatoria son iguales (es decir, que pertenecen a la misma población). Una diferencia entre medias se considera real, confiable, verdadera o significativa cuando existe una alta probabilidad de que tal diferencia no sea producto del azar (Daniel, 1995).

La media de un conjunto (muestra) de valores escogidos al azar puede diferir de la de otro grupo (muestra) de valores aunque formen parte de la misma población con igual media y desviación estándar. Y eso se debe al error estándar o aleatoriedad. Cuando la diferencia que se observa entre dos medias puede ser fácilmente atribuida al error estándar, es decir a los procesos de selección aleatoria o al azar, se dice que dicha diferencia no es significativa (Snedecor & Cochran, 1981). El nivel o grado de probabilidad requerido para que la diferencia entre las medias sea considerada como significativa, es determinado de manera arbitraria por el investigador (aunque regularmente fluctúa entre 1 y 10%), éste debe establecer qué porcentaje del total de posibles diferencias observadas entre las medias puede ser atribuido al azar (Zar, 1999).

OBJETIVO DE APRENDIZAJE

Contrastar dos muestras para determinar si es razonable o no concluir que son distintas entre sí, mediante el uso de programas estadísticos (Excel y Statistica).

INSTRUCCIONES PARA EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Ruta de la prueba en Statistica:

Statistics----Basic Statistics/Tables----t-test, independent, by group ----ok----
Variables, seleccionar la variable dependiente y la de agrupación (*factor----ok----*
Summary).

Statistica desplegará la tabla con los siguientes resultados (ver números indicativos en la parte inferior de la siguiente tabla): 1, 5 y 6) las medias, tamaños de muestra y desviaciones estándar de las dos muestras, 2, 3 y 4) Muestran el valor de la estadística de la prueba, grados de libertad y Nivel de significancia de la PH de diferencia de medias (cuadro amarillo) y 7 y 8) muestran el valor del

estadístico de prueba y el Nivel de significancia de la prueba *a priori* de la PH de razón de varianza (cuadro verde).

| T-tests; Grouping: Muestra (Spreadsheet2) | | | | | | | | | | | |
|---|----------|----------|-----------|----|----------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|
| Group 1: muestra1 | | | | | | | | | | | |
| Group 2: muestra2 | | | | | | | | | | | |
| Variable | Mean | Mean | t-value | df | p | Valid N | Valid N | Std.Dev. | Std.Dev. | F-ratio | p |
| | muestra1 | muestra2 | | | | | | | | | |
| Abundancia | 31.84615 | 40.78571 | -0.378420 | 25 | 0.708313 | 13 | 14 | 58.14185 | 64.13829 | 1.216906 | 0.740224 |

Ruta de esta prueba en Excel:

Antes de realizar la PH de diferencia de medias se debe realizar la prueba de hipótesis de razón de varianza, para determinar si se cumple o no con el supuesto de Homocedasticidad.

Ruta: Datos ----> Análisis de Datos ----> Prueba F para variancias de dos muestras --> Se introducen las variables ----> Aceptar.

Excel despliega los resultados de esta prueba de la siguiente manera:

| Prueba F para varianzas de dos muestras | | |
|---|-----------------|-----------|
| | Muestra 2 | Muestra 1 |
| Media | 40.78571 | 31.8462 |
| Varianza | 4113.72 | 3380.47 |
| Observaciones | 14 | 13 |
| Grados de libertad | 13 | 12 |
| F | 1.216906 | |
| P(F<=f) una cola | 0.370112 | |
| Valor crítico para F (una cola) | 2.660177 | |

Una vez realizada la PH de razón de varianzas se realiza la PH de diferencia de medias.

Ruta: Datos ----> Análisis de Datos ----> Prueba t para dos muestras suponiendo variancias iguales o desiguales (según el resultado obtenido en la PH: relación de variancia) ----> Aceptar.

Excel despliega los resultados de esta prueba de la siguiente manera:

| Prueba t para dos muestras suponiendo varianzas iguales | | |
|---|-----------------|---------|
| | Muestra 2 | 51 |
| Media | 40.78571 | 30.25 |
| Varianza | 4113.72 | 3651.66 |
| Observaciones | 14 | 12 |
| Varianza agrupada | 3901.942 | |
| Diferencia hipotética de las medias | 0 | |
| Grados de libertad | 24 | |
| Estadístico t | 0.428738 | |
| P(T<=t) una cola | 0.335969 | |
| Valor crítico de t (una cola) | 1.710882 | |
| P(T<=t) dos colas | 0.671938 | |
| Valor crítico de t (dos colas) | 2.063899 | |

PRODUCTOS

Del o de los ejemplos vistos en cada sesión de laboratorio, sólo se reportarán los resultados obtenidos en los paquetes estadísticos utilizados Excel o Statistica (tablas o gráficos según sea el caso). Este breve reporte debe incluir la interpretación estadística de los resultados así como la interpretación biológica de los mismos.

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN

| <i>Estrategias de Aprendizaje</i> | <i>Estrategias de Evaluación</i> |
|--|---|
| <i>Participación en clase</i> | <i>Respuestas correctas a la preguntas realizadas por el docente Exposición de los planteamientos biológicos realizados</i> |
| <i>Tareas y Ejercicios</i> | <i>Realización de planteamientos biológicos interesantes y originales La correcta aplicación de las pruebas o modelos vistos en clase</i> |
| <i>Exámenes</i> | <i>La correcta interpretación tanto estadística como biológica de los resultados de los planteamientos biológicos vistos en cada sesión Conocer la ruta de la (s) prueba (s) vista en los paquetes estadísticos</i> |
| <i>Reporta por escrito los resultados</i> | <i>Reporte sólo los resultados obtenidos, con buena ortografía y limpieza Correcta interpretación estadística y biológica de los mismos</i> |

REFERENCIAS

Daniel, W. W. 1995. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. Editorial Limusa. 5ª Edición. México. 878 p.

Snedecor, G. W & Cochran. W. G. 1981. Métodos estadísticos. Compañía Editorial Continental. México. 703 p.

Zar, J. H. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall. EUA. 663 p +120 apéndices.

PRÁCTICA 4

ANÁLISIS DE VARIANCIA: **UNA VÍA**
6 horas en 3 sesiones
Centro de Cómputo de Biología Marina

INTRODUCCIÓN

El análisis de variancia se define como una técnica en la que la variación total de un conjunto de datos se divide en varios componentes y cada uno de ellos se asocia a una fuente específica de variación, de manera que durante el análisis es posible encontrar la magnitud con la que contribuye cada una de esas fuentes (componentes) en la variación total. Este tipo de análisis es un método estadístico útil para probar la existencia de diferencias significativas entre tres o más muestras (Zar, 1999).

El análisis de variancia se utiliza para dos propósitos: 1) estimar y probar hipótesis respecto a variancias poblacionales y 2) estimar y probar hipótesis respecto a las medias de las poblaciones. Es importante mencionar que las conclusiones que se llegan respecto a las medias de las poblaciones dependen en gran medida de las variancias observadas. Para utilizar correctamente el análisis de variancia como una herramienta de la inferencia estadística es necesario satisfacer los siguientes supuestos: normalidad, aleatoriedad, independencia y homocedasticidad (Daniel, 1995).

El planteamiento más simple de análisis de la varianza es el de una vía o también llamado diseño completamente aleatorizado. Este análisis mide la magnitud con la que una variable numérica cuantitativa o variable dependiente (resultado) responde a cambios en una variable cualitativa nominal (factor o tratamiento) o variable independiente. Este tipo de análisis. puede tener 2 o más categorías o niveles (Spiegel, 1991).

El análisis de la varianza de una vía (ANOVA) es una metodología para analizar sólo dos fuentes de variación, lo que se debe al tratamiento y lo que se debe al error. El modelo que define este análisis es el siguiente:

$$x_{ij} = \mu + \tau_j + e_{ij} \quad \text{donde } i=1, 2, \dots, n; j= 1, 2, \dots, k$$

Es decir:

x_{ij} = *i – ésimo resultado del j – ésimo tratamiento*

μ = *Promedio de las medias de las k poblaciones*

τ_j = *Efecto del tratamiento*

e_{ij} = *Error*

OBJETIVO DE APRENDIZAJE

Determinar si existen diferencias significativas entre las medias y variancias de más de dos poblaciones y estimar la magnitud con la que contribuye la fuente de variación analizada (*factor*) respecto a la variación total.

INSTRUCCIONES PARA EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Antes de realizar el análisis de variancia de una vía primero se deben probar si los datos cumplen con los supuestos de Normalidad (mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov) y Homocedasticidad (prueba de Barlett).

Ruta de la prueba *a priori* de Normalidad de *Kolmogorov-Smirnov* en *Statistica*:

Statistics----*Basic Statistics/Tables*---- *Descriptive statistics*----*OK*----*Variables*, introducir la variable----*OK*---- De la ventana *Descriptive Statistics* da clic en *SELECT CASE* ubicado en la parte media del lado derecho de la ventana.

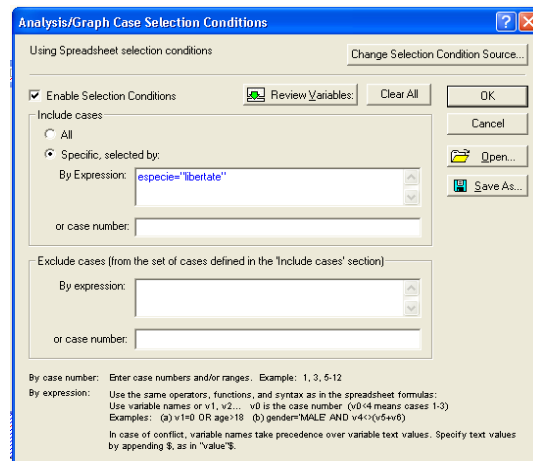
Aparece la ventana llamada *Analysis/Graph Case Selection Conditions* y activa la función *Enable Selection Conditions* que establece las condiciones de la selección de los datos a analizar.

En este paquete se puede especificar la selección de los datos por:

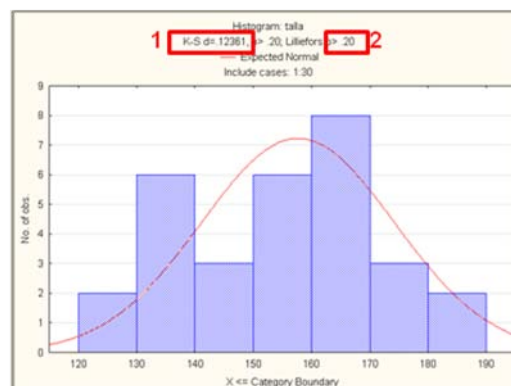
(1) expresión (*By Expression*), en este caso la sintaxis a utilizar es la siguiente: nombre de la variable de agrupación=entre comillas la variable dependiente. Al escribir la sintaxis no debe dejarse ningún espacio en blanco.

(2) Por el número de casos de cada tratamiento (*or case number*), sólo se especifica para el número de datos que involucra el primer tratamiento, Por ejemplo: 1:30.

Una vez especificado los datos del tratamiento uno da clic en **OK**.



Regresa a la ventana *Descriptive Statistics* y busca la pestaña *Normality*, dentro de esta debes especificar el número de intervalos en la opción *Number of intervals*----*Histograms*. El paquete mostrará los resultados gráficamente, como se muestra a continuación (ver recuadros rojos en la figura adjunta): 1) Valor de la estadística de prueba (K.S) y 2) Nivel de significancia.



Ruta de las pruebas *a priori* de Homocedasticidad de *Barlett* y *Cochran* en *Statistica*:

Statistics---- ANOVA ---- *One-way ANOVA* ---- *SELECT CASES*, de la ventana que aparece sólo desactive la función de *Enable Selection Conditions* dando clic ---- OK ---- OK ---- Aparece el recuadro llamado ANOVA/MANOVA: *One-Way ANOVA*, en este introduzca las variables---- OK ---- OK ---- Aparece el siguiente recuadro y presione en *More results* ubicado en la parte inferior izquierda. De la ventana que aparece, busque la pestaña *Assumptions*---- *Cochran C, Hartley, Barlett*.

Statistica desplegará la tabla con los siguientes resultados: Prueba *a priori* de Homocedasticidad de Hartley (F-max), **Cochran** (C) y **Barlett** (Chi-Sqr), los grados de libertad (df) y el nivel de significancia de las tres pruebas (p).

| Tests of Homogeneity of Variances (Spreadsheet2) | | | | | |
|--|------------------|--------------|----------------------|----|----------|
| Effect: Especie | | | | | |
| | Hartley F-max | Cochran C | Bartlett Chi-Sqr. | df | p |
| talla | 1.056420 | 0.342726 | 0.021552 | 2 | 0.989282 |

Ruta del Análisis de Variancia de una Vía en *Statistica*:

Statistics---- ANOVA ---- *One-way ANOVA* ----*Variables* ---- OK ---- OK ---- *More results*, de la ventana que aparece, busque la pestaña *Summary*---- *Test all effects*, que muestra los resultados en una tabla o *All effects/Graphs*, para ver la representación gráfica de los mismos.

Statistica desplegará la tabla con los siguientes resultados: SS) Suma de cuadrados, *Degr. of Freedom*) grados de libertad, *MS*) cuadrado medio, *F*) valor de la estadística de prueba y *p*) Nivel de significancia.

| Univariate Tests of Significance for talla (Spreadsheet2) | | | | | |
|---|---------|---------------------|---------|----------|----------|
| Sigma-restricted parameterization | | | | | |
| Effective hypothesis decomposition | | | | | |
| Effect | SS | Degr. of Freedom | MS | F | p |
| Intercept | 2123059 | 1 | 2123059 | 7533.031 | 0.000000 |
| Especie | 1070 | 2 | 535 | 1.899 | 0.155903 |
| Error | 24520 | 87 | 282 | | |

Nota: Es pertinente aclarar que la fila **Intercept** no tiene interpretación y no es utilizado en este análisis, las únicas fuentes de variación son: la del efecto del tratamiento (que en este ejemplo es Especie) y la del error.

Ruta de la prueba *a posteriori* de *Tukey* en *Statistica*:

De rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa de una análisis de variancia de una vía. Lo que procedería es realizar la prueba *a posterior* de Tukey para ver la formación de grupos homogéneos.

Una vez obtenidos los resultados del análisis de variancia de una vía, de clic nuevamente en la parte inferior izquierda en el recuadro **ANOVA Results** ---- Busque la pestaña **Post-hoc** y dentro de esta active la función *Homogeneous groups* con un clic. De desear cambiar el nivel de significancia con el que esta trabajando, sólo cámbielo en esta parte----de clic en **Tukey HSD** si el tamaño de

muestra entre tratamientos es igual o en **Unequal N HSD** si el tamaño de muestra entre tratamientos es diferente.

Statistica muestra los resultados de esta prueba en forma de tabla, que contiene: 1) factor, 2) medias ordenadas de mayor a menor y 3) el arreglo de los grupos homogéneos.

| Unequal N HSD; variable Talla (Spreadsheet1) Homogenous Groups, alpha = .05000 Error: Between MS = 22.337, df = 26.000 | | | | |
|--|-------------|------------|------|------|
| Cell No. | Temperatura | Talla Mean | 1 | 2 |
| 3 | T3 | 12.57143 | **** | |
| 2 | T2 | 14.00000 | **** | |
| 1 | T1 | 18.55556 | **** | **** |
| 4 | T4 | 22.83333 | | **** |

PRODUCTOS

Del o de los ejemplos vistos en cada sesión de laboratorio, sólo se reportarán los resultados obtenidos en los paquetes estadísticos utilizados Excel o Statistica (tablas o gráficos según sea el caso). Este breve reporte debe incluir la interpretación estadística de los resultados así como la interpretación biológica de los mismos.

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN

| <i>Estrategias de Aprendizaje</i> | <i>Estrategias de Evaluación</i> |
|--|---|
| <i>Participación en clase</i> | <i>Respuestas correctas a la preguntas realizadas por el docente Exposición de los planteamientos biológicos realizados</i> |
| <i>Tareas y Ejercicios</i> | <i>Realización de planteamientos biológicos interesantes y originales La correcta aplicación de las pruebas o modelos vistos en clase</i> |
| <i>Exámenes</i> | <i>La correcta interpretación tanto estadística como biológica de los resultados de los planteamientos biológicos vistos en cada sesión Conocer la ruta de la (s) prueba (s) vista en los paquetes estadísticos</i> |
| <i>Reporta por escrito los resultados</i> | <i>Reporte sólo los resultados obtenidos, con buena ortografía y limpieza Correcta interpretación estadística y biológica de los mismos</i> |

REFERENCIAS

- Daniel, Wayne W. 1995. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. Editorial Limusa. 5ª Edición. México. 878 p.
- Spiegel, M. R. 1991. Estadística. Mc Graw Hill. 2ª Edición. México. 556 p.
- Zar, Jerrold H. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall. EUA. 663 p +120 apéndices.

PRÁCTICA 5

ANÁLISIS DE VARIANCIAS: BLOQUES COMPLETAMENTE ALEATORIZADOS

2 horas en 1 sesión

Centro de Cómputo de Biología Marina

INTRODUCCIÓN

El diseño de bloques completos aleatorizados es un diseño en el que las unidades (llamados *unidades experimentales*) a los que se aplican los tratamientos se subdividen en grupos homogéneos llamados *bloques*, de modo que el número de unidades experimentales en un bloque es igual al número de tratamientos en el estudio (Zar, 1999). Los tratamientos se asignan posteriormente, al azar, a cada una de las unidades experimentales dentro de cada bloque. Es importante tener en mente que cada tratamiento aparece en todos los bloques y cada bloque recibe todos los tratamientos (Daniel, 1995).

El objetivo de utilizar el diseño de bloques completos aleatorizados es aislar y eliminar del error la variación atribuible a los bloques, y asegurar que las medias del tratamiento estén libres de los efectos del bloque (Daniel, 1995). La efectividad del diseño depende de la capacidad de conseguir bloques homogéneos de unidades experimentales, esta capacidad depende del conocimiento biológico de los investigadores acerca de su "objeto" de interés. Cuando este modelo se aplica correctamente, el cuadrado medio del error se reduce, aumenta el valor del estadístico de prueba (R.V.) y aumenta así la probabilidad de rechazar la hipótesis nula (Snedecor & Cochran, 1981).

Algunas de las ventajas del diseño en bloques completos aleatorizados es que es fácil de entender y de calcular. Además, si surgieran complicaciones en el transcurso del experimento son fáciles de controlar cuando se utiliza este diseño. La técnica para analizar los datos se llama *análisis de variancia bilateral o de bloques*, porque una observación se clasifica con base en dos criterios: el bloque al cual pertenece y el grupo de tratamientos del cual forma parte (Zar, 1999). El modelo que caracteriza este análisis es el siguiente:

$$x_{ij} = \mu + \beta_j + \tau_j + e_{ij}$$

Es decir:

X_{ij} = *i* – *ésimo* resultado del *j* – *ésimo* tratamiento

μ = Es una constante desconocida

β_j =

Representa un *efecto del bloque* que refleja el hecho de que la unidad experimental cae en el *i* – *ésimo* bloque

T_j = Representa el *efecto del tratamiento*, que refleja el hecho de que la unidad experimental recibe el *j* – *ésimo* tratamiento

e_{ij} = es el *error*, que representa todas las fuentes de variación que no sean tratamientos ni bloques

OBJETIVO DE APRENDIZAJE

Determinar si existen diferencias significativas entre las medias y variancias de más de dos poblaciones, aislando y eliminando el error atribuible a los bloques mediante el uso de paquetes estadísticos (Statistica, Excel).

INSTRUCCIONES PARA EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Ruta de la prueba en Statistica:

Statistic ---- ANOVA ---- *Main effects ANOVA* ----OK ---- De la ventana que aparece busque en la pestaña *Quick* e introduze las variables, *Dependent variable list*: variable numérica o cuantitativa y en *Categorical predictors: factor* ---- OK ---- De la ventana que aparece ir a la opción *More results* y busca la pestaña *Summary* ---- *Test all effects*.

Statistica mostrará los resultados de la siguiente manera: 1) Suma de cuadrados, 2) Grados de libertad, 3) Cuadrado medio, 4) Estadística de prueba y 5) Nivel de significancia (ver número incluidos en la tabla adjunta).

| Univariate Tests of Significance for ABUNDANCIA (Spreadsheet2) | | | | | |
|--|----------|--------------------|----------|----------|----------|
| Sigma-restricted parameterization | | | | | |
| Effective hypothesis decomposition | | | | | |
| Effect | 1 SS | Degr. of Freedom 2 | MS 3 | F 4 | p 5 |
| Intercept | 2380.042 | 1 | 2380.042 | 1759.374 | 0.000000 |
| ZONA | 68.208 | 5 | 13.642 | 10.084 | 0.000221 |
| ESTACION | 240.458 | 3 | 80.153 | 59.251 | 0.000000 |
| Error | 20.292 | 15 | 1.353 | | |

← Bloques
← Tratamiento

Nota: Es pertinente aclarar que la fila **Intercept** no tiene interpretación y no es utilizado en este análisis, las únicas fuentes de variación son: la del efecto del Bloque (que en este ejemplo es Zona), el efecto del tratamiento (que en este ejemplo es Estación) y la del error.

Ruta de la prueba en Excel:

Datos----Análisis de datos----Análisis de dos factores con una sola muestra por grupo ---- Aceptar---- Rango de entrada, para ello seleccione los datos a analizar -- -- Aceptar.

Excel desplegará los resultados en dos tablas: 1) Tabla que da un resumen de los bloques y del factor analizado y 2) la tabla ANDEVA, donde las filas es la variación que representaron los bloques y las columnas es la variación del tratamiento analizado.

1 Análisis de varianza de dos factores con una sola muestra por grupo

| RESUMEN | Cuenta | Suma | Promedio | Varianza |
|-----------|--------|------|-------------|-------------|
| Zona 1 | 4 | 50 | 12.5 | 23 |
| Zona 2 | 4 | 47 | 11.75 | 14.25 |
| Zona 3 | 4 | 41 | 10.25 | 22.25 |
| Zona 4 | 4 | 35 | 8.75 | 7.583333333 |
| Zona 5 | 4 | 33 | 8.25 | 10.91666667 |
| Zona 6 | 4 | 33 | 8.25 | 8.916666667 |
| PRIMAVERA | 6 | 41 | 6.833333333 | 2.166666667 |
| VERANO | 6 | 64 | 10.66666667 | 6.266666667 |
| OTOÑO | 6 | 89 | 14.83333333 | 7.766666667 |
| INVIERNO | 6 | 45 | 7.5 | 1.5 |

2 ANÁLISIS DE VARIANZA

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|-------------|--------------|----------------------|
| Filas → Bloques | 68.20833333 | 5 | 13.64166667 | 10.08418891 | 0.00022113 | 2.901294536 |
| Columnas | 240.4583333 | 3 | 80.15277778 | 59.25051335 | 1.5084E-08 | 3.287382108 |
| Error | 20.29166667 | 15 | 1.352777778 | | | |
| Total | 328.9583333 | 23 | | | | |

Tratamiento →

PRODUCTOS

Del o de los ejemplos vistos en cada sesión de laboratorio, sólo se reportarán los resultados obtenidos en los paquetes estadísticos utilizados Excel o Statística (tablas o gráficos según sea el caso). Este breve reporte debe incluir la interpretación estadística de los resultados así como la interpretación biológica de los mismos.

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN

| Estrategias de Aprendizaje | Estrategias de Evaluación |
|---|---|
| Participación en clase | <i>Respuestas correctas a las preguntas realizadas por el docente Exposición de los planteamientos biológicos realizados</i> |
| Tareas y Ejercicios | <i>Realización de planteamientos biológicos interesantes y originales La correcta aplicación de las pruebas o modelos vistos en clase</i> |
| Exámenes | <i>La correcta interpretación tanto estadística como biológica de los resultados de los planteamientos biológicos vistos en cada sesión Conocer la ruta de la (s) prueba (s) vista en los paquetes estadísticos</i> |
| Reporta por escrito los resultados | <i>Reporte sólo los resultados obtenidos, con buena ortografía y limpieza Correcta interpretación estadística y biológica de los mismos</i> |

REFERENCIAS

- Daniel, W. W. 1995. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. Editorial Limusa. 5ª Edición. México. 878 p.
- Snedecor, G. W & Cochran. W. G. 1981. Métodos estadísticos. Compañía Editorial Continental. México. 703 p.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall. EUA. 663 p +120 apéndices.

PRÁCTICA 6

ANÁLISIS DE VARIANCIAS: DOS VÍAS

2 horas en 1 sesión

Centro de Cómputo de Biología Marina

INTRODUCCIÓN

El análisis de variancia de dos vías (o más) también llamado análisis de variancia factorial se utiliza cuando se desea estudiar simultáneamente los efectos de dos o más variables. Las variables de interés reciben el nombre de *factores*. Las diferentes categorías designadas de los factores se conocen como niveles (Zar, 1999).

En un experimento factorial no sólo es posible estudiar los efectos de los factores individuales, sino también, si el experimento se efectúa adecuadamente, la interacción entre estos. Se dice que la **interacción** entre los factores es posible, y existe si un cambio en uno de los factores produce un cambio en respuesta a un nivel del otro factor diferente del que se produce en otros niveles de ese factor (Daniel, 1995).

Las ventajas del experimento factorial es que se puede estudiar la interacción de los factores y se ahorra tiempo y esfuerzo. En el experimento factorial todas las observaciones se pueden utilizar para estudiar los efectos de cada uno de los factores sujetos a estudio (Sokal & Rohlf, 2001). El modelo que caracteriza este análisis es el siguiente:

$$x_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$$

Es decir:

x_{ijk} = Es una observación representativa

μ = Es una constante

α = Representa el *efecto* debido al *factor A*

β = Representa el *efecto* debido al *factor B*

$(\alpha\beta)$ = Representa el *efecto* debido a la *interacción de los factores A y B*

e_{ijk} = Representa el *error* experimental

OBJETIVO DE APRENDIZAJE

Determinar si existen diferencias significativas entre las medias y variancias de más de dos poblaciones al analizar de forma simultánea los efectos de dos variables. Además, estimar la variación atribuible a los efectos de los factores individuales y de la interacción entre los factores mediante el uso de paquetes estadísticos (Excel, Statistca).

INSTRUCCIONES PARA EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

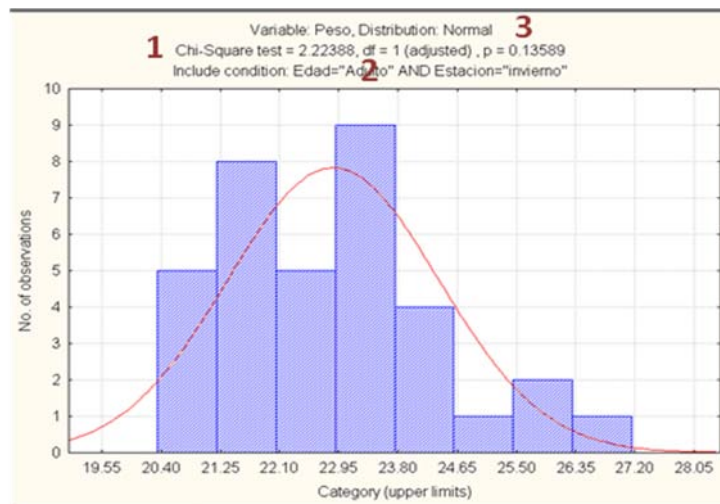
Antes de realizar el Análisis de variancia de dos vías primero se deben realizar las pruebas *a priori* de Normalidad (prueba de Bondad de Ajuste χ^2) y Homocedasticidad (prueba de Barlett y Cochran).

Una vez que se haya probado que los datos cumplen con los supuestos de Normalidad y Homocedasticidad, se realiza el Análisis de Variancia de dos vías, en caso de que el análisis mostrará el rechazo de la hipótesis nula, se debe realizar la prueba *a posteriori* de Tukey. A continuación se muestra las rutas de las pruebas antes mencionadas.

Ruta de la prueba *a priori* de Normalidad de *Bondad de Ajuste de χ^2* en Statistica:

Statistics---- Distribution Fitting ---- Continuous Distribution, dentro de esta ventana elija la función de la distribución normal ---- SELECT CASES ---- active la función *Enable Selection Condition* y especifique el tratamiento a ser analizado---- Inmediatamente después aparecerá la ventana llamada *Fitting Continuous Distribution ---- Variables ---- OK ----* Nuevamente aparece la ventana *Fitting Continuous Distribution* y dentro de esta busque la pestaña llamada *Parameters* y dentro de esta active la opción *Number of categories* y especifique el número de intervalos deseados---- Ir a la pestaña *Quick ---- Plot of observed and expected distribution.*

Statistica muestra los resultados en forma gráfica: 1) Valor de la estadística de prueba, 2) grados de libertad y 3) Nivel de significancia (ver números insertados en la figura adjunta).



Ruta de la prueba *a priori* de Homocedasticidad de *Barlett y Cochran* en Statistica:

Statistics---- ANOVA ---- One-way ANOVA ---- SELECT CASES, de la ventana que aparece sólo desactive la función de *Enable Selection Conditions dando clic ---- OK ---- OK ----* Aparece el recuadro llamado ANOVA/MANOVA: *One-Way ANOVA*, en este introduzca las variables---- OK ---- OK ---- Aparece el siguiente recuadro y

presione en *More results* ubicado en la parte inferior izquierda. De la ventana que aparece, busque la pestaña *Assumptions*---- *Cochran C, Hartley, Barlett*.

Statistica desplegará la tabla con los siguientes resultados: Prueba *a priori* de Homocedasticidad de Hartley (F-max), **Cochran** (C) y **Barlett** (Chi-Sqr), los grados de libertad (df) y el nivel de significancia de las tres pruebas (p).

| Tests of Homogeneity of Variances (Spreadsheet2) | | | | | |
|--|------------------|--------------|----------------------|----|----------|
| Effect: Especie | | | | | |
| | Hartley F-max | Cochran C | Bartlett Chi-Sqr. | df | p |
| talla | 1.056420 | 0.342726 | 0.021552 | 2 | 0.989282 |

Ruta del Análisis de Variancia de dos vías en Statistica:

Statistics --- ANOVA ----- Factorial ANOVA ---- SELECT CASES, desactive la función de *Enable Selection Conditions* ---- *OK* ---- *Variables* ---- *OK* ---- *OK* ---- *More results* ---- De la ventana que aparece, busque la pestaña ---- *Summary* ---- *Test all effects*

Si deseas puedes ver la representación grafica de los tratamientos dentro de la pestaña *Summary* ---- *All effects/Graphs*

Statistica mostrará los resultados de la siguiente manera: 1) Suma de cuadrados, 2) Grados de libertad, 3) Cuadrado medio, 4) Estadística de prueba y 5) Nivel de significancia (ver anotaciones en la tabla adjunta).

| Univariate Tests of Significance for Peso (Spreadsheet1) | | | | | |
|--|---------|--------------------------|----------|----------|----------|
| Sigma-restricted parameterization | | | | | |
| Effective hypothesis decomposition | | | | | |
| Effect | SS 1 | Degr. of Freedom 2 | MS 3 | F 4 | p 5 |
| Intercept | | 1 | 163153.1 | 20872.15 | 0.000000 |
| Edad | 0.9 | 1 | 0.9 | 0.12 | 0.731350 |
| Estacion | 187.2 | 2 | 93.6 | 11.98 | 0.000008 |
| Edad*Estacion | 22.1 | 2 | 11.0 | 1.41 | 0.244216 |
| Error | 4166.3 | 533 | 7.8 | | |

← Factor A
← Factor B
← Interacción

Nota: Es pertinente aclarar que la fila **Intercept** no tiene interpretación y no es utilizado en este análisis, las únicas fuentes de variación son: la del efecto del factor A (que en este ejemplo es Edad), el efecto del factor B (que en este ejemplo es Estación), la interacción del factor A y B (Edad*Estación) y la del error.

Ruta de la prueba *a posteriori* de Tukey en Statistica:

De rechazar la hipótesis nula y aceptar la alternativa de una análisis de variancia factorial lo que procedería es realizar la prueba *a posterior* de Tukey para ver la formación de grupos homogéneos.

Una vez obtenidos los resultados del análisis de variancia, de clic nuevamente en la parte inferior izquierda en el recuadro **ANOVA Results** ---- Busque la pestaña **Post-hoc** y dentro de esta active la función *Homogeneous groups* con un clic.

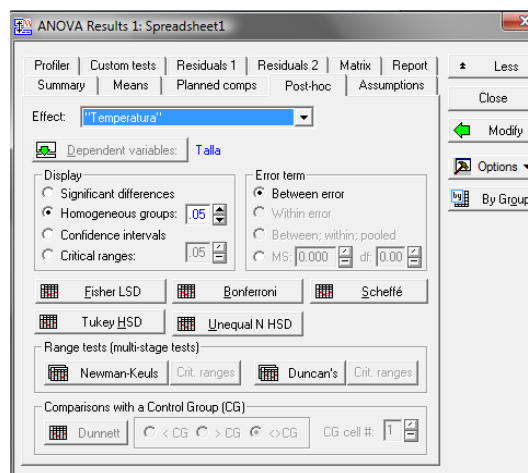
De desear cambiar el nivel de significancia con el que esta trabajando, sólo cámbielo en esta parte----de clic en **Tukey HSD** si el tamaño de muestra entre tratamientos es igual o en **Unequal N HSD** si el tamaño de muestra entre tratamientos es diferente.

Statistica muestra los resultados de esta prueba en forma de tabla, esta tabla contiene: 1) factor analizado, 2) medias analizadas ordenadas de mayor a menor y 3) el arreglo de los grupos homogéneos.

| Cell No. | Estacion | Peso Mean | 1 | 2 |
|----------|-----------|-----------|------|------|
| 1 | Invierno | 23.40514 | **** | |
| 3 | Primavera | 24.25273 | **** | **** |
| 2 | Otoño | 24.71429 | | **** |

Nota: En función a los resultados del Análisis de variancia, va a ser el número de pruebas *a posteriori* de **Tukey** a realizar, si los factores A y B, y la interacción muestran diferencias significativas se deben realiza tres pruebas *a posteriori*: la del factor A, la del factor B y la interacción de ambos factores.

Si este fuera el caso, dentro de la pestaña *Post-hoc* ubíquese en *Effect* (ver figura adjunta) y *seleccione factor A*, active la función *Homogeneous group* y de clic en **Tukey HSD** o **Unequal N HSD** (según sea el caso). Después seleccione en factor B nuevamente en *Effect* active la función *Homogeneous group* y de clic en **Tukey HSD** o **Unequal N HSD** (según sea el caso) y finalmente seleccione la interacción de los factores en *Effect* active la función *Homogeneous group* y de clic en **Tukey HSD** o **Unequal N HSD** (según sea el caso).



Ruta de la prueba en Excel:

Datos----Análisis de datos----Análisis de dos factores con varias muestras por grupo ---- Aceptar---- Rango de entrada, para ello seleccione los datos a analizar -- Aceptar.

PRODUCTOS

Del o de los ejemplos vistos en cada sesión de laboratorio, sólo se reportarán los resultados obtenidos en los paquetes estadísticos utilizados Excel o Statistica (tablas o gráficos según sea el caso). Este breve reporte debe incluir la interpretación estadística de los resultados así como la interpretación biológica de los mismos.

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN

| <i>Estrategias de Aprendizaje</i> | <i>Estrategias de Evaluación</i> |
|--|---|
| <i>Participación en clase</i> | <i>Respuestas correctas a la preguntas realizadas por el docente Exposición de los planteamientos biológicos realizados</i> |
| <i>Tareas y Ejercicios</i> | <i>Realización de planteamientos biológicos interesantes y originales La correcta aplicación de las pruebas o modelos vistos en clase</i> |
| <i>Exámenes</i> | <i>La correcta interpretación tanto estadística como biológica de los resultados de los planteamientos biológicos vistos en cada sesión Conocer la ruta de la (s) prueba (s) vista en los paquetes estadísticos</i> |
| <i>Reporta por escrito los resultados</i> | <i>Reporte sólo los resultados obtenidos, con buena ortografía y limpieza Correcta interpretación estadística y biológica de los mismos</i> |

REFERENCIAS

- Daniel, W. W. 1995. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. Editorial Limusa. 5ª Edición. México. 878 p.
- Sokal, R. O. & Rohlf, F. J. 2001. Biometry. W. H. Freeman and Company. EUA. 887 p.
- Zar, J. H. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall. EUA. 663 p +120 apéndices.

PRÁCTICA 7

REGRESIÓN Y CORRELACIÓN LINEAL SIMPLE

2 horas en 1 sesión

Centro de Cómputo de Biología Marina

INTRODUCCIÓN

Regresión: Se utiliza para la probable relación lineal entre dos variables cuantitativas, y el objetivo final, cuando se emplea este método de análisis, es predecir o estimar el valor de una variable (dependiente) que corresponde al valor dado de otra variable (independiente; Daniel, 1995). Para que se pueda emplear el análisis de regresión se requieren dos variables (x,y), una independiente (x) cuyos valores son “fijos”, es decir, son preseleccionados por el investigador y se mide sin error, en tanto que los valores de la variable dependiente (y) son los observados en campo o laboratorio y estos dependerán (si el ajuste es significativo) de los cambios en x (Zar, 1999).

Correlación: Se emplea cuando la variación entre las variables (x,y) es recíproca, es decir, existe una distribución conjunta de las dos variables, sin que ninguna sea discernible como ocasionadora de la otra (Daniel, 1995).

Los procedimientos de cálculo son los mismos en regresión y en correlación, la única diferencia radica en los coeficientes r^2 para regresión y r para correlación. El primero indica la variación en los datos que explica el modelo, en tanto que para la correlación el coeficiente describe la relación entre las observaciones de la muestra, es decir, mide la intensidad de la relación lineal entre las variables (x,y; Daniel, 1995).

OBJETIVO DE APRENDIZAJE

Exponer cómo se logra el ajuste de una recta a una serie de puntos observados. De tal forma se pretende evidenciar si existe o no una relación lineal o la intensidad de ésta (según sea el caso) entre dos variables (x,y), mediante el uso de programas de cómputo de estadística (Excel y Statistica).

INSTRUCCIONES PARA EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Debido a que son los mismos cálculos para Regresión y correlación, los pasos para el análisis son los mismos en ambos casos.

Ruta en Excel:

Se selecciona en el menú principal la pestaña de Datos-----Análisis de Datos-----Regresión----- Aceptar. Se seleccionan los datos correspondientes a **x** y los correspondientes a **y**, se activa la ventana de Nivel de confianza 95%. Se selecciona el rango de salida---- Aceptar.

Ruta en Statistica:

Statistics----Advanced linear/nonlinear models----General regression models----Simple regression----Variables----ok---ok----More results----Summary----ANOVA table of all effects.

Con ambos programas se obtendrán tres tablas con los siguientes resultados: (1) r^2/r según sea el caso; (2) Tabla ANDEVA de la Regresión; (3) **a**, ordenada al origen y (4) **b**, pendiente (ver números insertados en tablas adjuntas).

(1)

| Estadísticas de la regresión | |
|--|------------|
| Coefficiente de correlación | 0.87608217 |
| Coefficiente de determinación R ² | 0.76751996 |
| R ² ajustado | 0.74963688 |
| Error típico | 1.62540056 |
| Observaciones | 15 |

(2)

| ANÁLISIS DE VARIANZA | | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Promedio de los cuadrados | F | Valor crítico de F |
|----------------------|----|--------------------|-------------------|---------------------------|----------|--------------------|
| Regresión | 1 | 113.3882826 | 113.3882826 | 42.91878 | 1.85E-05 | |
| Residuos | 13 | 34.3450507 | 2.641926977 | | | |
| Total | 14 | 147.7333333 | | | | |

(3)

(4)

| | Coefficientes | Error típico | Estadístico t | Probabilidad | Inferior 95% | Superior 95% | Inferior 95.0% | Superior 95.0% |
|--------------|---------------|--------------|---------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|
| Intercepción | 11.1253755 | 0.816975137 | 13.61776506 | 4.5219E-09 | 9.360408007 | 12.89034296 | 9.360408007 | 12.89034296 |
| Variable X 1 | 0.53595263 | 0.081809309 | -6.551242628 | 1.85E-05 | -0.712690898 | -0.359214366 | -0.712690898 | -0.359214366 |

PRODUCTOS

Del o de los ejemplos vistos en cada sesión de laboratorio, sólo se reportarán los resultados obtenidos en los paquetes estadísticos utilizados Excel o Statistica (tablas o gráficos según sea el caso). Este breve reporte debe incluir la interpretación estadística de los resultados así como la interpretación biológica de los mismos.

ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE Y EVALUACIÓN

| Estrategias de Aprendizaje | Estrategias de Evaluación |
|---|---|
| Participación en clase | Respuestas correctas a la preguntas realizadas por el docente Exposición de los planteamientos biológicos realizados |
| Tareas y Ejercicios | Realización de planteamientos biológicos interesantes y originales La correcta aplicación de las pruebas o modelos vistos en clase |
| Exámenes | La correcta interpretación tanto estadística como biológica de los resultados de los planteamientos biológicos vistos en cada sesión Conocer la ruta de la (s) prueba (s) vista en los paquetes estadísticos |
| Reporta por escrito los resultados | Reporte sólo los resultados obtenidos, con buena ortografía y limpieza Correcta interpretación estadística y biológica de los mismos |

REFERENCIAS

Daniel, Wayne W. 1995. Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud. Editorial Limusa. 5ª Edición. México. 878 p.

Zar, J. H. 1999. Biostatistical Analysis. Prentice Hall. EUA. 663 p +120 apéndices.

ANEXO

Propuesta de diez competencias genéricas a desarrollar en la educación superior²

1. Organización y gestión

- Conocer los códigos de funcionamiento interno y las interdependencias de los sistemas sociales y organizativos (empresas, asociaciones, organizaciones, etc.).
- Fijar objetivos y priorizarlos en función de determinados criterios.
- Determinar funciones y establecer responsabilidades.
- Gestionar tiempos, dinero, materiales, etc.
- Evaluar procesos y resultados.

2. Comunicación

- Expresar la propia opinión y saber defenderla.
- Adaptar el discurso verbal y no verbal en función de la intención, la audiencia y la situación.
- Verificar la comprensión del mensaje.
- Saber escuchar y saber hacer preguntas.

3. Gestión de la información

- Seleccionar las fuentes donde obtener información relevante y fiable.
- Análisis e interpretación de la información.
- Clasificar y archivar la información.
- Identificar contradicciones, falacias o falsas analogías.

4. Toma de decisiones y solución de problemas

- Clarificar el problema y analizar causas.
- Generar alternativas de decisión o de solución de problemas y valorar ventajas e inconvenientes.
- Saber encontrar el equilibrio entre la racionalidad y la intuición en la toma de decisiones.

5. Trabajo en equipo

- Identificar claramente los objetivos del grupo y orientar la actuación para lograrlos.
- Priorizar los intereses colectivos a los personales.
- Evaluar la actuación del grupo de trabajo y hacer críticas constructivas.
- Saber trabajar en red: compartir y articular tareas entre los trabajadores de diferentes secciones o departamento de una empresa o institución o entre personas que trabajan en diferentes organizaciones.

6. Relaciones interpersonales

- Capacitado de empatía: «saber ponerse en el lugar del otro».
- Saber entender y saber trabajar con personas de etnia, religión, cultura o nivel de formación diferente.
- Saber actuar como mediador/a acercando posiciones divergentes.
- Saber tratar a los otros con amabilidad, cordialidad y simpatía.

7. Adaptación al cambio

- Flexibilidad y apertura a nuevas ideas, circunstancias o situaciones.
- Asumir el riesgo, la incertidumbre, la ambigüedad.
- Percibir los cambios como oportunidades.
- Modificar el comportamiento ante nuevos contextos o nuevas circunstancias.

8. Liderazgo, iniciativa, dirección

²Corominas et al. 2006. Percepciones del profesorado ante la incorporación de las competencias genéricas en la formación universitaria. Revista de Educación, 341: 301-336

- Saber persuadir o influir en las conductas de los otros.
- Animar y motivar a los otros.
- Crear sinergias.
- Saber delegar.
- Previsión y anticipación de acontecimientos o situaciones.

9. Disposición hacia la calidad

- Afán de mejora en los procesos y en los resultados.
- Afán de innovación.
- Deseo de conseguir la excelencia.
- Sentirse orgullosa/o de hacer las cosas bien.
- Procurar la satisfacción del cliente o usuario.

10. Control y gestión personal

- Autonomía: saber trabajar sin o con mínima supervisión.
- Saber afrontar el estrés o el trabajo bajo presión.
- Ofrecer una imagen personal positiva.
- Implicarse en la propia formación personal a lo largo de la vida.
- Desarrollar estrategias de auto-promoción: «saberse vender».