

Universidad Autónoma del Estado de México
Centro Universitario UAEM Amecameca
Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia



Manual de Prácticas
Diseño Experimental

Elaboró: Dra. Eréndira Quintana Sánchez

Fecha: Julio/2020

Fecha de
aprobación

H. Consejo Académico
25/09/2020

H. Consejo de Gobierno
30/09/2020



Índice

I. Datos de identificación	3
II. Presentación	4
III. Objetivos de la formación profesional	4
IV. Lineamientos	6
V. Sistema de evaluación	8
VI. Organización y desarrollo de las prácticas	
Práctica 1	
El diseño experimental en la investigación y el campo de las ciencias biológicas	11
Práctica 2	
Diseños básicos en la investigación agropecuaria	15
Práctica 3	
Técnicas estadísticas para el análisis de datos	21
Práctica 4	
Interpretación de resultados e integración de conclusiones	25
VII. Referencias Bibliográficas	28



I. Datos de Identificación

Espacio educativo donde se imparte

Licenciatura

Unidad de Aprendizaje Clave

Carga académica
Horas teóricas Horas prácticas Total de horas Créditos

Periodo escolar en que se ubica

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Seriación
UA Antecedente UA Consecuente

Tipo de Unidad de Aprendizaje Curso Curso-Taller

Seminario Taller

Laboratorio Práctica Profesional

Laboratorio Práctica Profesional

Otro tipo (especificar)

Modalidad educativa
Escolarizada. Sistema rígido No escolarizada. Sistema virtual

Escolarizada. Sistema flexible No escolarizada. Sistema a distancia

No escolarizada. Sistema abierto Mixta (especificar)

Formación común

Formación equivalente



II. Presentación

El programa de estudios de la unidad de aprendizaje Diseño Experimental se fundamenta en el reglamento de estudios profesionales de la UAEM (2007), el cual señala en su Artículo 84. El programa de estudios es un documento de carácter oficial que estructura y detalla los objetivos de aprendizaje y los contenidos establecidos en el plan de estudios contenidos y que son esenciales para el logro de los objetivos del programa educativo del desarrollo de las competencias profesionales que señala el perfil de egreso.

El currículo de la licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia se caracteriza por ser un modelo curricular por competencias. Se concibe con base en núcleos de formación, que permite una educación integral centrada en el aprendizaje. El núcleo integral contempla 15 unidades de aprendizaje optativas especializantes, en éste se ubica Diseño Experimental; y se puede cursar del sexto al décimo primer periodo.

El programa de esta UA, comprender los principios básicos del diseño experimental como una herramientas metodológicas disponibles junto con sus ventajas y limitaciones, a fin de, abordar experimentos científicos en las áreas de la medicina veterinaria y la ciencia animal que le permita al alumno obtener información científica, y analizarla con técnicas estadísticas apropiadas; todo esto con miras a efectuar inferencias seguras, precisas y avaladas probabilísticamente; además de ofrecer los conocimientos para evaluar con criterio científico la bibliografía publicada en las revistas especializadas.

Se trata también de una herramienta de aprendizaje que le permitirá al alumno poner en práctica la teoría aprendida durante las clases teóricas. Finalmente, el alumno aprenderá a seleccionar el mejor diseño experimental que le permita desafiar las hipótesis científicas que se plantee como profesionista de las ciencias veterinarias.

III. Objetivos de la formación profesional

A) OBJETIVOS DEL PROGRAMA EDUCATIVO

- Establecer el diagnóstico, tratamiento clínico-quirúrgico y prevención de enfermedades en forma sistémica en poblaciones animales y en unidades de producción en armonía con el ambiente.
- Diseñar, gestionar y evaluar programas de prevención, control, erradicación y vigilancia de enfermedades zoonóticas y de las transmitidas por alimentos (ETAs) que afectan a poblaciones animales y humanas.
- Crear y aplicar sistemas de alimentación eficientes, sostenibles e inocuos para los



animales, que garanticen la eficiencia y el aprovechamiento de los recursos disponibles.

- Formular y aplicar programas y estrategias de manejo para el incremento de la eficiencia reproductiva de los animales.
- Diseñar y aplicar métodos de selección para el mejoramiento genético de los animales.
- Analizar y aplicar la normatividad oficial vigente en la producción pecuaria y aprovechamiento de animales de vida silvestre, para contribuir a la preservación y conservación del ambiente.
- Participar en la formulación y aplicación de leyes y normas que promuevan y garanticen el bienestar de los animales de compañía, productivos y de fauna silvestre cautiva.
- Promover proyectos productivos y de servicios veterinarios como fuente de autoempleo profesional.
- Integrar y dirigir grupos multi e interdisciplinarios en el establecimiento y administración de las empresas e instituciones del sector agropecuario.
- Diseñar proyectos de investigación y resolución de problemáticas pecuarias.

B) OBJETIVOS DEL NÚCLEO DE FORMACIÓN

- Proveerá al alumno de escenarios educativos para la integración, aplicación y desarrollo de los conocimientos, habilidades y actitudes que le permitan el desempeño de las funciones, tareas y resultados ligados a las dimensiones y ámbitos de intervención profesional o campos emergentes de la misma.
- Comprenderá aprendizajes sobre métodos y técnicas especializadas, y capacidades para desarrollar la autonomía profesional y el desempeño aceptable en el campo laboral.

C) OBJETIVOS DEL ÁREA CURRICULAR O DISCIPLINARIA

- Diseñar proyectos de investigación relacionados con la problemática del área agropecuaria aplicando el método científico.
- Desarrollar habilidades gramaticales, lingüísticas y auditivas del idioma inglés como una forma de comunicación oral y escrita.



D) OBJETIVO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE

- Elegir y aplicar el diseño experimental, que permita obtener información de la investigación, para dar respuestas a las preguntas o hipótesis derivadas de fenómenos biológicos y sociales, en las ciencias veterinarias y zootécnicas.

IV. Lineamientos

A) PROPÓSITO

Establecer los procedimientos para salvaguardar la vida, salud e integridad de la comunidad, así como el cuidado de las instalaciones, dentro de los laboratorios y talleres de los Centros Universitarios y Unidades Académicas Profesionales de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM).

B) ALCANCE

Estas disposiciones son aplicables a los laboratorios y talleres de los Centros Universitarios y Unidades Académicas Profesionales, donde se realice trabajo experimental, sea de docencia o de investigación. Estos espacios, para efectos del presente documento, serán denominados laboratorios y talleres y su observancia es obligatoria para el personal académico (docentes, investigadores y jefes de departamento), responsable de laboratorio, técnico laboratorista, alumnos y visitantes.

C) NORMAS DE DISCIPLINA Y ORGANIZACIÓN

Las prácticas propuestas deberán realizarse en estricto apego a la normatividad vigente, en ese sentido, se propone la observancia de las siguientes normas y lineamientos:

- Ley federal de sanidad animal (título segundo: capítulos I y II; Título Tercero: capítulo I, II, III y IV).
- Lineamientos de bienestar animal del HOVETGE, CLIVAC, Posta Zootécnica y Sala de Cómputo.
- Lineamientos para la realización de prácticas de la licenciatura, servicio social, prácticas profesionales y estancias del OVETGE, CLIVAC, Posta Zootécnica y Sala de Cómputo.
- Manual de Procedimientos del OVETGE, CLIVAC, Posta Zootécnica y Sala de Cómputo.
- Manual de Bioseguridad del OVETGE, CLIVAC y Posta Zootécnica



D) *NORMAS DE SEGURIDAD*

Debido a que las prácticas se llevan a cabo en diversos escenarios de aprendizaje, el alumno deberá acatar las Normas de Seguridad y Bioseguridad de cada uno de los espacios donde se realicen las actividades.

Durante la estancia en los laboratorios, hospitales, posta zootécnica o sala de cómputo, independiente de la actividad que se realice y por seguridad de la comunidad de cada Centro Universitario y Unidad Académica Profesional, es obligatorio que TODA PERSONA utilice la vestimenta adecuada y requerida por cada uno de los espacios, el cabello recogido y los zapatos cerrados; en caso de ser necesario, guantes y lentes de seguridad.

1. Queda prohibido:
 - a. Introducir y/o consumir alimentos y/o bebidas, fumar, mascar chicle.
 - b. Correr, empujar y jugar dentro del espacio donde se lleve a cabo la actividad.
2. Es necesario que el personal y alumnado que trabaje en cada laboratorio o taller conozca los sistemas de alerta, las zonas de menor riesgo, las rutas de evacuación, el equipo para combatir siniestros y las medidas de seguridad en cada laboratorio o taller, así como los procedimientos establecidos para actuar en caso de presentarse una emergencia.
3. Al escuchar la sirena de alarma o la voz de emergencia, inmediatamente cerrar las llaves de gas, aire, agua, vacío, apagar todo el equipo eléctrico, atender las instrucciones de los brigadistas y de manera ordenada y rápida salir del laboratorio o taller (no correr, no gritar y no empujar), siguiendo los señalamientos de la ruta de evacuación para dirigirse al punto de reunión.
4. Nunca deberá estar una persona sola trabajando en los laboratorios o talleres de docencia, mínimo deberán estar dos personas; una de ellas deberá ser el académico responsable. Para el caso de laboratorios de investigación el número mínimo de personas que deberán permanecer es de dos, sin importar su nombramiento.
5. En periodos vacacionales se deberá solicitar vía oficio la autorización para el ingreso a los laboratorios o talleres; especificando el día y el horario con el visto bueno del académico responsable. Es importante mencionar que el profesor responsable deberá estar presente en la fecha y horario indicados en el oficio.
6. Todo personal académico, administrativo y estudiantes deberán tener conocimiento de los procedimientos de seguridad establecidos para emergencias ocasionadas por incendios, derrames o personas accidentadas. Estos procedimientos se deben de tener a la vista, pegados en cada laboratorio o taller.



7. Recuerda siempre que en el laboratorio o taller debe trabajarse debidamente, con mucha responsabilidad y estar atento a las instrucciones del profesor.
8. Lee cuidadosamente el manual de prácticas antes de entrar a los espacios donde se desarrollarán las prácticas. Las instrucciones deben seguirse en forma cautelosa, observando cuidadosamente todas las precauciones. Cualquier irregularidad debe consultarse con el profesor.
9. El orden y la limpieza deben predominar en todos los espacios donde se desarrollarán las prácticas. En consecuencia, al terminar cada práctica se procederá a limpiar cuidadosamente los equipos, los materiales y las mesas de trabajo que se han utilizado.
10. El desarrollo de las prácticas en los escenarios dentro del Centro Universitario UAEM Amecameca deben realizarse en presencia del profesor titular de la unidad de aprendizaje quedando prohibido que los estudiantes permanezcan sin supervisión durante esta.
11. El documento “Manual de Prácticas de Metodología de la Investigación” deberá ser entregado con una anticipación de 30 días a la coordinación de laboratorios (en forma física o electrónica) para poder hacer uso de las instalaciones en caso de requerirlas.
12. Es obligación del docente la actualización del documento manual de prácticas de laboratorio de unidad de aprendizaje.
13. Todos los Centros Universitarios y Unidades Académicas Profesionales que estén certificados se registrarán por el reglamento general y será complementado por el reglamento interno.
14. Se debe informar de estos lineamientos, así como de los particulares a todos los usuarios, quienes deberán firmar de enterado, acatando dichas disposiciones.

V. Sistema de evaluación

Rúbrica

OBJETO A EVALUAR: Práctica de Laboratorio	EVIDENCIA: Reporte escrito
---	----------------------------

Instrucciones: Lea cada uno de los aspectos a evaluar y escriba en la columna “DESEMPEÑO LOGRADO” la puntuación alcanzada conforme a los criterios de evaluación establecidos. Sume la puntuación obtenida y asigne la calificación.



CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESCALA DE EVALUACIÓN				
	Excelente	Bueno	Regular	Malo	DESEMPEÑO LOGRADO
	10 pts	7 pts	4 pts	0 pts	
1. Carátula	-Nombre de la Institución -Dependencia -Carrera -Asignatura -Título de la Práctica -Grupo -Nombre completo de los integrantes del equipo -Nombre completo del profesor -Fecha de entrega	Falta alguno de los datos	Faltan más de la mitad de los datos solicitados	No presenta los datos solicitados	
2. Índice	-Presenta listado el contenido completo del trabajo -Sigue una secuencia lógica -Muestra la paginación	-Presenta listado el contenido completo del trabajo -Sigue una secuencia lógica -No muestra la paginación	-Presenta el contenido incompleto del trabajo -No sigue una secuencia lógica -No muestra la paginación	No presenta el índice	
3. Marco Teórico	-Realiza una revisión bibliográfica donde plantea ordenadamente el tema de investigación, su importancia e implicaciones. -Incluye las referencias bibliográficas o hemerográficas en el texto - No debe ser copia fiel de los textos consultados	-Realiza una revisión bibliográfica donde plantea ordenadamente el tema de investigación, su importancia e implicaciones. - No incluye las referencias bibliográficas o hemerográficas en el texto - No debe ser copia fiel de los textos consultados	-Realiza una revisión bibliográfica incompleta - No incluye las referencias bibliográficas o hemerográficas en el texto - Es parcialmente una copia de los textos consultados	- Es incongruente al tema - Es una copia fiel de los textos consultados	
4. Objetivos	-Plantea 1 objetivos generales y 2 objetivos particulares	-Plantea 1 objetivo general y 1 objetivo particular	-Plantea solamente objetivos generales o -Plantea solamente objetivos particulares	- No plantea objetivos	
5. Materiales y Métodos	-Enlista de manera completa los materiales, equipos y sustancias utilizadas acorde al manual -Describe el procedimiento experimental -Redacta los verbos en pasado	-Enlista de manera completa los materiales, equipos y sustancias utilizadas acorde al manual -Describe el procedimiento experimental -No Redacta los verbos en pasado	-Enlista de manera incompleta los materiales o equipos o sustancias utilizadas -Describe parcialmente el procedimiento experimental -No Redacta los verbos en pasado	- No enlista los materiales, equipos y sustancias utilizadas - No describe el procedimiento experimental -No redacta los verbos en pasado	



	-Se realizó el adecuado manejo y disposición de residuos durante la práctica	-No se realizó el adecuado manejo y disposición de residuos durante la práctica	-No se realizó el adecuado manejo y disposición de residuos durante la práctica	-No se realizó el adecuado manejo y disposición de residuos durante la práctica	
6. Resultados	-Recopila y ordena los datos obtenidos presentándolos en párrafos, cuadros o gráficos claramente identificados. -Incluye las evidencias del trabajo realizado	-Recopila y ordena los datos obtenidos presentándolos en párrafos, cuadros o gráficos, pero no los identifica claramente -O no incluye las evidencias del trabajo realizado	-Recopila y ordena los datos obtenidos presentándolos en párrafos, cuadros o gráficos, pero no los identifica claramente -No incluye las evidencias del trabajo realizado	-No presenta los resultados obtenidos	
7. Discusión	-Interpreta y analiza los resultados obtenidos comparativamente con la bibliografía consultada -Indica las aplicaciones teóricas	-Interpreta y analiza los resultados obtenidos, pero no comparativamente con la bibliografía consultada -O no indica las aplicaciones teóricas	- Interpreta y analiza los resultados obtenidos, pero no comparativamente con la bibliografía consultada -No indica las aplicaciones teóricas	-No Interpreta y no analiza los resultados obtenidos -Ni tampoco indica las aplicaciones teóricas	
8. Conclusiones	-Redacta con sus propias palabras si se cumplen o no los objetivos en base al análisis de los resultados	-Redacta con sus propias palabras si se cumplen o no los objetivos pero no considera completamente el análisis de los resultados	-No redacta con sus propias palabras si se cumplen o no los objetivos -o No considera el análisis de los resultados	-No redacta las conclusiones o las copia de textos	
9. Referencias	-Presenta por lo menos 3 bibliografías consultadas, en orden alfabético , siguiendo el formato APA	-Presenta menos de 3 bibliografías consultadas - o no las presenta en orden alfabético - o no sigue el formato APA	-Presenta menos de 1 bibliografía consultada, sin orden alfabético, - o no sigue el formato APA	-No presenta bibliografía	
10. Cuestionario	-Presenta todas las preguntas del cuestionario -Redacta con sus propias palabras las respuestas del cuestionario	Presenta el 80% las preguntas del cuestionario -Redacta con sus propias palabras las respuestas del cuestionario	Presenta 60% todas las preguntas del cuestionario -Redacta con sus propias palabras las respuestas del cuestionario	-No presenta cuestionario	
				Calificación	



VI. Organización y desarrollo de las prácticas

Práctica No. 1

EL DISEÑO EXPERIMENTAL EN LA INVESTIGACIÓN Y EL CAMPO DE LAS CIENCIAS BIOLÓGICAS

Introducción

El diseño estadístico de experimentos es precisamente la forma más eficaz de hacer pruebas. El diseño de experimentos consiste en determinar cuáles pruebas se deben realizar y de qué manera, para obtener datos que, al ser analizados estadística- mente, proporcionen evidencias objetivas que permitan responder las interrogantes planteadas, y de esa manera clarificar los aspectos inciertos de un proceso, resolver un problema o lograr mejoras.

En general, cuando se quiere mejorar un proceso existen dos maneras básicas de obtener la información necesaria para ello: una es observar o monitorear vía herramientas estadísticas, hasta obtener señales útiles que permitan mejorarlo; se dice que ésta es una estrategia pasiva. La otra manera consiste en experimentar, es decir, hacer cambios estratégicos y deliberados al proceso para provocar dichas señales útiles.

Al analizar los resultados del experimento se obtienen las pautas a seguir, que muchas veces se concretan en mejoras sustanciales del proceso. En este sentido, experimentar es mejor que sentarse a esperar a que el proceso nos indique por sí solo cómo mejorarlo. El diseño de experimentos (DDE) es un conjunto de técnicas activas, en el sentido de que no esperan que el proceso mande las señales útiles, sino que éste se “manipula” para que proporcione la información que se requiere para su mejoría.

El saber diseño de experimentos y otras técnicas estadísticas, en combinación con conocimientos del proceso, sitúan al responsable del mismo como un observador perceptivo y proactivo que es capaz de proponer mejoras y de observar algo interesante (oportunidades de mejora) en el proceso y en los datos donde otra persona no ve nada.

Propósitos de la práctica

- El alumno deberá ser capaz de explorar un conjunto de datos proveniente de una muestra representativa de una población X, determinar su distribución y sus medidas de tendencia central y de dispersión.



- Para ello deberá calcular media aritmética, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación, estos cálculos le permitirán al alumno apreciar si el conjunto de datos presenta una distribución normal u otro tipo de distribución, también le permitirá valorar la dispersión de los datos con respecto a la media y si estos provienen de una población con una distribución normal, como es el caso de la mayoría de las poblaciones de las especies de interés productivo y de compañía.

Tiempo de realización de la práctica

2 horas

Materiales, reactivos y/o equipo

- Se requiere calculadora/computadora y software estadístico como Excel y Real Statistics, cuaderno, lápiz y goma.
- Software Real Statistics cuya descarga será en la siguiente liga <http://www.real-statistics.com/free-download/>

Desarrollo metodológico

1. Se le dará al alumno el siguiente conjunto de datos sobre la estatura en metros de una muestra de alumnos de licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia.
2. El alumno deberá capturar los datos en una hoja de Excel y posteriormente elaborar un histograma para ver la distribución espacial de los datos y visualizar su distribución
3. Así mismo deberá calcular las siguientes variables: Media aritmética, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación para cada uno de los sexos.
4. Para calcular las medidas antes mencionadas deberá emplear las fórmulas vistas en clase según sea el caso, deberá utilizar encabezados que indiquen claramente la prueba que se llevó a cabo en cada una de las celdas de Excel, y deberá explicar claramente la fórmula que empleó.



DATOS

Estatura	Sexo	Estatura	Sexo
1.6	F	1.75	M
1.6	F	1.68	M
1.62	F	1.62	M
1.53	F	1.7	M
1.54	F	1.71	M
1.54	F	1.7	M
1.59	F	1.72	M
1.47	F	1.7	M
1.52	F	1.71	M
1.63	F	1.65	M
1.62	F	1.63	M
1.6	F	1.65	M
1.8	F	1.85	M
1.55	F	1.62	M
1.55	F	1.64	M
1.6	F	1.69	M
1.54	F	1.95	M
1.55	F	1.76	M

Resultados

El alumno deberá elaborar un informe de práctica donde se muestre un histograma con la distribución de los datos, y las siguientes variables: Media aritmética, mediana, moda, varianza, desviación estándar y coeficiente de variación para cada sexo y el total de los datos que incluya ambos sexos.

Los resultados de la práctica deben de ser empleados por el alumno para demostrar que el conjunto de datos que se presenta tiene una distribución normal y que la variación de los mismos se encuentra dentro de lo esperado para una distribución de este tipo.

Deberá ser capaz de identificar a partir de este momento conjuntos de datos que presenten una distribución normal.

Como parte de los resultados se anexarán las evidencias del trabajo realizado, tales como fotografías, videos y otro material que sustente las actividades realizadas por los integrantes del equipo.



La práctica será evaluada con la entrega del reporte escrito y se considerarán los aspectos de la rúbrica contenida en el sistema de evaluación.

Actividad de integración o cuestionario

1. ¿Qué tipo de distribución presentan los datos de cada grupo? ¿Cuál de los grupos de datos presenta la varianza más grande?
2. ¿Qué porcentaje de los datos para cada sexo se encuentra entre más una y menos una desviación estándar?
3. ¿Cuál es la importancia de la distribución normal de datos en un diseño experimental?



Práctica No. 2

DISEÑOS BÁSICOS EN LA INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

Introducción

El diseño estadístico de experimentos, desde su introducción por Ronald A. Fisher en la primera mitad del siglo XX en Inglaterra, se ha utilizado para conseguir un aprendizaje acelerado. El trabajo de Fisher a través de su libro *The Design of Experiments* en 1935, influyó de manera decisiva en la investigación agrícola, ya que aportó métodos (ahora usados en todo el mundo) para evaluar los resultados de experimentos con muestras pequeñas.

La clave de las aportaciones de Fisher radica en que este investigador se dio cuenta de que la falla en la forma de realizar experimentos obstaculizaba el análisis de los resultados experimentales. Fisher también proporcionó métodos para diseñar experimentos destinados a investigar la influencia simultánea de varios factores.

Los desarrollos posteriores en diseños de experimentos fueron encabezados por George E. P. Box, quien trabajó como estadístico durante ocho años en la industria química en Inglaterra y desarrolló la metodología de superficie de respuestas, la cual incluye nuevas familias de diseños y una estrategia para la experimentación secuencial.

Es posible afirmar que entre 1950 y 1980, el diseño de experimentos se convirtió en una herramienta de aplicación frecuente, pero sólo en las áreas de investigación y desarrollo. Hasta la década de 1970, la aplicación a nivel planta o procesos de manufactura no estaba generalizada, debido a la falta de recursos computacionales y a que los ingenieros y especialistas en manufactura carecían de formación en el área de estadística.

En la década de 1980 se dio un gran impulso al conocimiento y la aplicación del diseño de experimentos debido al éxito en calidad de la industria japonesa. El movimiento por la calidad, encabezado por Deming e Ishikawa, promovió el uso de la estadística en calidad, donde el diseño de experimentos demostró su utilidad tanto para resolver problemas de fondo como para diseñar mejor los productos y los procesos.

En Japón destaca el trabajo de Genichi Taguchi, cuyos conceptos sobre diseño robusto también tuvieron un impacto significativo en la academia en el mundo occidental. Como respuesta al movimiento por la calidad y la mejora de procesos, las industrias empezaron a entrenar a sus ingenieros en la aplicación del diseño de experimentos.



Propósitos de la práctica

El alumno deberá ser capaz analizar los resultados de diseños experimentales completamente al azar a través de análisis de varianza y comparación de medias.

Los diseños de este tipo son muy útiles en práctica de la medicina veterinaria y la producción animal, permiten responder a preguntas como, ¿Qué dietas para ganado o animales de compañía son mejores que otras?, también saber si existen diferencias significativas de ganancia de peso o producción de leche como resultado de una estrategia de manejo o bien un tratamiento nuevo que se desee implementar.

De igual forma, le permitirá al alumno saber si existen diferencias significativas en el comportamiento productivo entre razas de ganado o bien especies de cultivos forrajeros. En resumen, le permitirá al alumno llevar a cabo generación de conocimiento científico basado en la aplicación del método científico.

Tiempo de realización de la práctica

4 horas

Materiales, reactivos y/o equipo

- Se requiere calculadora/computadora y software estadístico como Excel y Real Statistics, cuaderno, lápiz y goma.
- Software Real Statistics cuya descarga será en la siguiente liga <http://www.real-statistics.com/free-download/>

Desarrollo metodológico

Primer problema: El alumno deberá resolver el siguiente problema que plantea un experimento que se puede llevar a cabo empleando un diseño experimental completamente al azar y puede ser analizado mediante un análisis de varianza.

Problema 1.

El alumno deberá seleccionar la mejor prueba estadística para resolver el siguiente planteamiento: Un estudiante de la licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UAEM llevó a cabo un experimento como parte de su tesis para titularse como Médico Veterinario Zootecnista. El estudiante deseaba evaluar el efecto de la inyección diaria de somatotropina bovina recombinante (rBST, por sus siglas en inglés) a vacas lecheras de raza Holstein y evaluar si el uso de esta hormona resultaba en una mayor producción de leche.



Su hipótesis de trabajo fue la siguiente: La rBST inyectada diariamente a vacas lecheras de raza Holstein resulta en una mayor producción de leche.

Diseño experimental: Para llevar a cabo el experimento utilizó 36 vacas de raza Holstein de segundo parto divididas en dos grupos, todas al inicio de su primer tercio de lactación y con un peso promedio de 580 ± 30 kg. Ambos grupos de vacas recibieron la misma alimentación a lo largo de todo el experimento, el cual tuvo una duración de 45 días. La dieta basal estuvo compuesta de ensilado de maíz+alfalfa en una proporción de 50%:50% a libre acceso, además cada vaca recibió 8 kg de concentrado comercial/día con una concentración de proteína cruda de 15%. Los animales tuvieron libre acceso a agua y fueron ordeñadas dos veces al día. Durante los últimos 10 días del experimento se midió la producción diaria de leche y los promedios de producción de leche en kg/ día/vaca se presentan en la siguiente tabla para cada grupo:

DATOS

Control	rBST
22	23.5
22.6	24.2
22.9	22.4
18.9	22.1
22.3	23.6
26.6	25.6
18.5	23.4
22.7	24.2
21.6	22
23.8	24
22.7	23
22.5	24
23.6	22.9
22.4	23.1
21.3	22.3
20.6	24
22.7	23.8
25	26.53

Segundo problema: El alumno deberá resolver el siguiente problema, el cual plantea un experimento que se puede llevar a cabo empleando un diseño experimental de bloques completos al azar y puede ser analizado mediante un análisis de varianza. Como parte del problema, deberá aplicar la prueba de Tukey para determinar si existen diferencias entre razas de perros (bloques) en respuesta al tratamiento que se desea evaluar, que



en este caso es el origen de la proteína de la dieta y el nivel de la misma.

Problema 2.

El alumno deberá seleccionar la mejor prueba estadística para resolver el siguiente planteamiento: Una compañía dedicada a la fabricación de alimentos para mascotas ha desarrollado una línea nueva de alimentos para perros de razas medianas, en la cual adiciona proteínas de origen animal y proteínas de origen vegetal. La compañía desea saber cuál de los cuatro nuevos alimentos desarrollado resulta en un crecimiento más rápido de los cachorros, el alimento A contiene 15% de proteína cruda (PC) de origen vegetal, el alimento B tiene 15% de PC de origen animal, el C tiene 18% de proteína de origen vegetal y el D tiene 18% de PC de origen animal. Para dar respuesta a esta interrogante la compañía le pidió a su médico veterinario que llevará a cabo un experimento para dar respuesta a esta pregunta.

Hipótesis de trabajo: El alimento con proteína cruda de origen animal resulta en un crecimiento más rápido de los cachorros.

Diseño experimental: El médico veterinario seleccionó cuatro razas de perros: Bóxer, Labrador, dálmata y dóberman, de cada raza seleccionó doce perros de tres meses de edad, y de mismo peso, a cada grupo de perros le administró los cuatro alimentos experimentales a una dosis de 150 g por día divididos en dos porciones. El experimento duró dos meses tiempo durante el cual los perros fueron pesados semanalmente. A continuación, se te presentan las ganancias promedio de peso de los cachorros en g/día.



DATOS

Alimento	Raza	Ganancia g/d
A	boxer	52
A	boxer	53
A	labrador	48
A	labrador	46
A	labrador	49
A	dálmata	56
A	dálmata	55
A	dálmata	52
A	doberman	56
A	doberman	46
A	doberman	45
B	boxer	56
B	boxer	58
B	boxer	60
B	labrador	62
B	labrador	62.6
B	labrador	57
B	dálmata	61
B	dálmata	63
B	doberman	49
B	doberman	64
B	doberman	59
C	boxer	48
C	boxer	46
C	boxer	41
C	labrador	46
C	labrador	49
C	labrador	47
C	dálmata	51
C	dálmata	42
C	dálmata	55
C	doberman	57
C	doberman	48
C	doberman	54
D	boxer	65
D	boxer	63
D	boxer	69
D	dálmata	72
D	dálmata	64
D	dálmata	67
D	labrador	70
D	labrador	68
D	labrador	67
D	doberman	69
D	doberman	70.5
D	doberman	72



Resultados

Reporte impreso de práctica donde se muestre todos los análisis estadísticos llevados a cabo para resolver el problema. Deberá justificar por qué es conveniente emplear un diseño experimental de bloques completos al azar y que ventajas presenta este diseño con respecto a un diseño completamente al azar.

Como parte de los resultados se anexarán las evidencias del trabajo realizado, tales como fotografías, presentaciones, videos y otro material que sustente las actividades realizadas por los integrantes del equipo.

La práctica será evaluada con la entrega del reporte escrito y se considerarán los aspectos de la rúbrica contenida en el sistema de evaluación.

Actividad de integración o cuestionario

Problema 1

1. El alumno deberá establecer una hipótesis nula y una hipótesis alterna
2. ¿Mencione cuál fue la mejor prueba para analizar los resultados?
3. ¿Mencioné sí existió un efecto positivo de la utilización de somatotoprina bovina sobre la producción de leche?
4. Mencione si aprueba o rechaza su hipótesis de trabajo, en cualquier caso, mencione en nivel de probabilidad para rechazar o aceptar su hipótesis.

Problema 2

1. Analiza los resultados con el diseño experimental más adecuado.
2. Elabora una hipótesis nula y una alterna, cuál de las dos se cumple.
3. Determina si existieron diferencias entre los alimentos y cuál fue el que resultó en una mejor ganancia de peso.
4. ¿Cuál es la respuesta a la hipótesis de trabajo?



Práctica No. 3

TÉCNICAS ESTADÍSTICAS PARA EL ANÁLISIS DE DATOS

Introducción

Existen muchos diseños experimentales para estudiar la gran diversidad de problemas o situaciones que ocurren en la práctica. Esta cantidad de diseños hace necesario saber cómo elegir el más adecuado para una situación dada y, por ende, es preciso conocer cómo es que se clasifican los diseños de acuerdo con su objetivo y su alcance.

Los cinco aspectos que más influyen en la selección de un diseño experimental, en el sentido de que cuando cambian por lo general nos llevan a cambiar de diseño, son:

1. El objetivo del experimento.
2. El número de factores a estudiar.
3. El número de niveles que se prueban en cada factor.
4. Los efectos que interesa investigar (relación factores-respuesta).
5. El costo del experimento, tiempo y precisión deseada.

Estos cinco puntos no son independientes entre sí, pero es importante señalarlos de manera separada, ya que al cambiar cualquiera de ellos generalmente cambia el diseño experimental a utilizar. Con base en algunos de estos cinco puntos es posible clasificar los diseños como

1. Diseños para comparar dos o más tratamientos.
2. Diseños para estudiar el efecto de varios factores sobre la(s) respuesta(s).
3. Diseños para determinar el punto óptimo de operación del proceso.
4. Diseños para la optimización de una mezcla.
5. Diseños para hacer el producto o proceso insensible a factores no controlables.



Propósitos de la práctica

El alumno deberá ser capaz de analizar los resultados de experimentos más complejos como Diseño Experimental de Cuadrado Latino, diseño factorial y diseño de parcelas divididas. Este tipo de diseños experimentales le permitirán abordar el estudio de fenómenos más complejos en donde dos o más variables intervienen en la respuesta esperada, lo cual es muy común en la medicina veterinaria y la ciencia animal.

Tiempo de realización de la práctica

4 horas

Materiales, reactivos y/o equipo

Se requiere calculadora/computadora y software estadístico como Excel y Real Statistics, cuaderno, lápiz y goma.

Software Real Statistics cuya descarga será en la siguiente liga <http://www.real-statistics.com/free-download/>

Desarrollo metodológico

Desarrollo del segundo problema: El alumno deberá resolver el siguiente problema, el cual plantea un experimento que se puede llevar a cabo empleando un diseño experimental de Cuadrado Latino y puede ser analizado mediante un análisis de varianza. Como parte del problema, deberá aplicar la prueba de Tukey para determinar si existen diferencias entre tratamientos, también deberá identificar el papel de las columnas y las hileras en el arreglo y los beneficios de este diseño en comparación con los diseños hasta ahora aprendidos en clase.

Problema 1.

Los siguientes datos se refieren al promedio de producción de leche durante un mes de experimento de cinco vacas Holstein altas productoras de leche, las cuales fueron alimentadas con una dieta en la cual se varió la cantidad de niacina como sigue: 0, 4, 8, 12 y 16 g/kg de materia seca. Los animales fueron agrupados por edades (hileras) y condición corporal (columnas) al inicio del experimento, la cual fue evaluada en escala de 1 al 10.

Hipótesis de trabajo: Niveles crecientes de niacina resultan en una mayor producción de leche



DATOS

Tratamientos Niacina g/kg	Hileras (edad en meses)	Columna (condición corporal. 1 al 9)
A=0	26	>9
B= 4	40	8
C= 8	43	7
D=12	58	6
E= 16	60	5

Todas las vacas pasaron por cada tratamiento una vez y los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

Producción mensual de leche en kg.

	Columnas				
Hileras	D=732	E=854	C=641	B=610	A=549
	A=728	B=730	D=854	C=762	E=976
	E=1010	A=750	B=860	D=720	C=1000
	C=900	D=1100	A=860	E=1200	B=920
	B=980	C=970	E=1250	A=930	D=1070

Resultados

Reporte impreso de práctica donde se muestre todos los análisis estadísticos llevados a cabo para resolver el problema. También deberá responder a las siguientes preguntas:

El alumno deberá establecer una hipótesis nula y una hipótesis alterna.

Mencione si aprueba o rechaza su hipótesis de trabajo, en cualquier caso, mencione en nivel de probabilidad para rechazar o aceptar su hipótesis.

Explique qué respuesta observó para columnas e hileras

Como parte de los resultados se anexarán las evidencias del trabajo realizado, tales como fotografías, presentaciones, videos y otro material que sustente las actividades realizadas por los integrantes del equipo.



La práctica será evaluada con la entrega del reporte escrito y se considerarán los aspectos de la rúbrica contenida en el sistema de evaluación.

Actividad de integración o cuestionario

1. Determina ¿cuál es el mejor diseño experimental para analizar los resultados?
2. Determina ¿cuál es la dieta con el nivel de niacina que resultó en la mayor producción de leche y por qué?
3. Lleva a cabo el ejercicio de comparación de medias y determina cuál fue el mejor tratamiento.
4. ¿Mencione cuál fue la mejor prueba estadística para analizar los resultados?
5. ¿Mencioné sí existió un efecto positivo de la utilización de niacina sobre la producción de leche
6. ¿Cuál es el beneficio desde el punto de vista del tamaño del error el de haber empleado hileras y columnas?



Práctica No. 4

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS E INTEGRACIÓN DE CONCLUSIONES

Introducción

Debido a que analizan las relaciones entre una o más variables independientes y una o más dependientes, así como los efectos causales de las primeras sobre las segundas, son estudios explicativos (que obviamente determinan correlaciones). Se trata de diseños que se fundamentan en el enfoque cuantitativo y en el paradigma deductivo. Se basan en hipótesis preestablecidas, miden variables y su aplicación debe sujetarse al diseño concebido con antelación; al desarrollarse, el investigador está centrado en la validez, el rigor y el control de la situación de investigación. Asimismo, el análisis estadístico resulta fundamental para lograr los objetivos de conocimiento.

Propósitos de la práctica

- El alumno deberá ser capaz Integrar o formular conclusiones científicas, a partir de los datos obtenidos de un diseño experimental y de los resultados del análisis estadístico de los mismos datos.
- El alumno también conocerá un centro de investigación, instituto y/o campo experimental en donde los investigadores lleven a cabo experimentos con animales, plantas, microorganismos o células y puede apreciar directamente el planteamiento del problema utilizado por los investigadores, el procedimiento experimental seguido, así como las pruebas estadísticas empleadas para llevar a cabo el análisis de resultados y las conclusiones correspondientes.

Tiempo de realización de la práctica

4 horas

Materiales, reactivos y/o equipo

Se requiere calculadora/computadora y software estadístico como Excel y Real Statistics, cuaderno, lápiz y goma.

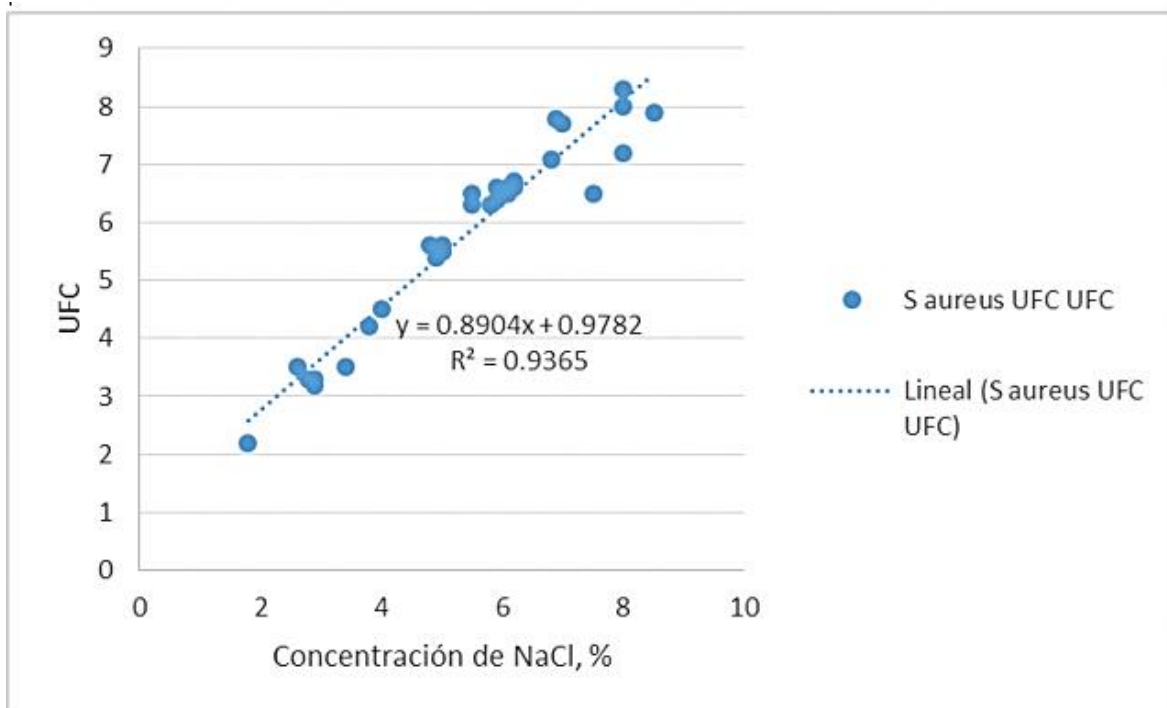
Software Real Statistics cuya descarga será en la siguiente liga <http://www.real-statistics.com/free-download/>



Desarrollo metodológico

1. El alumno deberá seleccionar la mejor prueba estadística para resolver el siguiente planteamiento: Se desarrolló un estudio para determinar la relación entre el contenido de cloruro de sodio (NaCl) sobre el número de unidades formadoras de colonias de *Staphylococcus aureus* en un queso artesanal mexicano. Para llevar a cabo el estudio se muestrearon 30 quesos a los cuales se les determinó el contenido de sal y se realizaron cultivos en medios específicos para aislar la bacteria de interés.
2. Los resultados fueron analizados por análisis de regresión y correlación y los resultados se presentan en la siguiente figura.

DATOS



Resultados

Reporte impreso de la práctica donde se muestre los razonamientos empleados por el alumno para responder a las preguntas que se hacen con respecto al análisis de correlación y regresión.



El alumno deberá elaborar un informe de práctica en donde deberá identificar:

- a. Los problemas o fenómenos estudiados por los investigadores
- b. Los procedimientos experimentales seguidos
- c. Las facilidades con las que cuentan los investigadores para llevar a cabo sus experimentos
- d. Los diseños experimentales empleados por los investigadores
- e. Los resultados y principales conclusiones a las que llegaron.

Actividad de integración o cuestionario

1. Interpreta el resultado del análisis estadístico de los resultados del experimento.
2. Determinar si existe una relación lineal entre ambas variables
3. Determina si el modelo de regresión es adecuado con fines de predicción de las UFC en función de la concentración de NaCl y establece por qué



VII. Referencias bibliográficas

1. Box, George E. P. Hunter, J. Stuart. Hunter, William G. Statistics for experimenters: design, innovation, and discovery 2nd ed. Hoboken, NJ: Wiley-Interscience, 2005 (ISBN: 978-0-471-71813-0).
2. Cobb GW. Introduction to Design and Analysis of experiments. Ed Springer New York. 1999 (ISBN-13: 978-0470412169).
3. Hoshmand RA. Experimental Research design and analysis; A practical approach for agricultural and natural Sciences. CRC Press London UK. 1994 (ISBN. 0849386357).
4. Infante Gil, Said. Zárate de Lara, Guillermo P. Métodos estadísticos: un enfoque interdisciplinario. Ed. Trillas México, DF. 1986 (ISBN 9682438381).
5. Padrón Corral E. Diseños experimentales con la aplicación a la agricultura y la ganadería. Ed. Trillas. 2da ed. México DF 2009. (ISBN: 9786071701923).
6. Petrie A and Watson P. Statistics for veterinary and animal science, second edition. London. Blackwell Publishing. 2006 (ISBN 0-632-05025-X).
7. Weber DC, Skillings JH. A first course in the design of experiments. A Linear Models Approach. Washintong DC. CRC Press LLC. 2000 (ISBN 0849396719).