



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO**
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA



Programa Académico del Área Integradora:

ESTRUCTURA Y DINÁMICA CELULAR

(SEMESTRE FEBRERO – AGOSTO 2019)

Equipo de Diseño:

M. A. Araceli Flores Esparza
Dra. Zoraya Palomera Sánchez
Dra. Alejandra Ochoa Zarzosa
Dra. María Guadalupe Zavala Páramo
Dr. Javier Oviedo Boyso
Dr. Víctor Manuel Baizabal Aguirre
Dr. Joel Edmundo López Meza
M.C. Evelia Santillán Ferreyra
M.C. Juan Carlos Tinoco Magaña
Dr. Juan José Valdez Alarcón
Dr. Gerardo Vázquez Marrufo
M.C. Edith García Cedeño
Dr. León Francisco Ruíz Herrera
Dra. Rosa Elvira Nuñez Anita (Coordinadora)

Morelia, Michoacán, 8 de Febrero de 2019

I. INTRODUCCIÓN

Las células que conforman a los seres vivos pueden crecer, reproducirse, procesar información, responder a estímulos y llevar a cabo un número sorprendente de reacciones químicas. Estas funciones definen la vida. Los organismos multicelulares están compuestos de millones de células organizadas en estructuras complejas; sin embargo, existen muchos organismos que están constituidos de una sola célula. Aún estos organismos unicelulares llevan a cabo todas las funciones propias de la vida, indicando que la célula es la unidad fundamental de la vida.

En el siglo XX se generó un gran número de información acerca de los componentes celulares, de las estructuras que constituyen a la célula y de la comunicación que se establece entre ellas. Esto fue posible gracias a los avances obtenidos en diversas disciplinas como la Bioquímica, Biofísica, Biología Molecular, Microscopía, Genética, Fisiología, Computación y Biología del Desarrollo. La integración de este conocimiento ha permitido avanzar en el entendimiento de la Estructura y Dinámica de las Células que constituyen a los seres vivos. Como resultado de estos conocimientos, la Biología Moderna ha pasado a la etapa de intentar explicar la vida a través de interpretar las propiedades de los organismos y sus interacciones, por la estructura y función de las moléculas que lo constituyen, complementando de esta manera los logros en el campo de la descripción, estructura y evolución de los seres vivos, generados por la Biología desde sus orígenes. Esta ciencia ha demostrado la unidad de composición y de funcionamiento en el mundo vivo, lo que ha provocado, incluso, el desarrollo de una manera diferente de concebir la vida misma.

Ante este panorama, es pertinente que los estudiantes de Medicina Veterinaria y Zootecnia de nuestra Facultad cuenten con el conocimiento de la Estructura y Dinámica Celular que les permita comprender el funcionamiento celular de los animales, plantas y microorganismos. Estos conocimientos les permitirán entender los procesos que forman parte de la organización corporal, la salud animal, la reproducción animal, el mejoramiento genético, entre otros.

II. EJE INTEGRADOR

En la actualidad los Médicos Veterinarios Zootecnistas requieren de una sólida formación en las áreas de Biología Celular, Bioquímica, Fisiología, Genética, Biología Molecular, etc. El nivel de estudio celular y subcelular permite una mejor comprensión de los procesos de nutrición, enfermedad, reproducción y mejoramiento animal. En ese sentido esta área integradora pretende enfocar el estudio de los procesos moleculares y celulares desde una perspectiva integral y multidisciplinaria, en la que los alumnos comprendan que todos los procesos de un animal y la interacción de este con el entorno descansan en este nivel básico. Este es el objetivo que se pretende con el diseño del programa presentado a continuación.

Se ha diseñado de forma que a la vez que sirve de apoyo a otras áreas, puede constituirse en una línea de formación que capacite a los estudiantes en la disciplina y lenguaje de la biología moderna. Día a día los avances en las áreas anteriormente citadas influyen en los distintos campos de acción profesional de los Médicos Veterinarios y Zootecnistas, desde el mejoramiento genético y las modificaciones del alimento animal, hasta el diagnóstico de enfermedades y el manejo y conservación de especies exóticas.

III. OBJETIVOS

General

Comprender la relación existente entre la estructura y la función de las principales macromoléculas de importancia biológica e integrar los procesos moleculares al funcionamiento celular, así como entender las bases teóricas de las herramientas actuales de biología molecular y su aplicación en la Medicina Veterinaria y Zootecnia.

Particulares

- 1.- Comprender la estructura y funcionamiento de la célula desde una perspectiva moderna.
- 2.- Estudiar los procesos moleculares como el sustento de todos los procesos celulares.
- 3.- Comprender la estructura y funcionamiento del material genético eucarióticas y procarióticas, así como los procesos relacionados con otras estructuras celulares y que se relacionan de forma directa con la salud y el desarrollo animal.
- 4.- Entender el ciclo celular de eucariotas y procariotas como un proceso molecular altamente regulado.
- 5.- Analizar las técnicas modernas para el estudio de la célula y conocer sus alcances y las limitaciones en su aplicación a la producción pecuaria.

IV. UNIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

SUBUNIDAD I.- LAS BASES BIOQUÍMICAS DE LA ESTRUCTURA CELULAR

OBJETIVO DE UNIDAD. Entender la estructura de las biomoléculas y su función en la célula.

CONCEPTO	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	PRODUCCIÓN ACADÉMICA	EVALUACIÓN
I.1. Teoría celular y organización de la célula.	Las células sin núcleo (procariotas). Bacterias. Virus y bacteriófagos, ¿son células o no? Teoría celular. Postulados. Las células nucleadas (eucariotas). Teoría endosimbiótica. El concepto de célula como unidad estructural y funcional de todos los organismos vivos. Diferencias entre células procariotas y eucariotas.	Exposición por parte de los profesores Ponencias de los alumnos Guía para la construcción de modelos moleculares tridimensionales Discusión en clase de artículo científico sobre el tema.	Discusión del artículo científico Presentaciones Power Point realizadas por los estudiantes Modelos moleculares	Examen escrito Participación y discusión en clase
I.2. Los elementos químicos que forman los organismos vivos y las interacciones entre moléculas.	El concepto de átomo. Número atómico. Valencia. ¿Cuáles son los elementos químicos esenciales para la vida? Diferentes formas de enlace entre los elementos químicos y las moléculas. Enlace covalente. Interacción iónica. Fuerzas de Van del Waals. Propiedades químicas del carbono. Grupos funcionales importantes.			
I.3. El agua como componente estructural de los	Estructura y propiedades fisicoquímicas del agua. Relación entre el estado físico y la estructura del agua.			

seres vivos.	<p>El puente de hidrógeno. ¿Por qué el agua disuelve moléculas polares? Ionización del agua. El potencial de hidrógeno (pH). Concepto de ácidos y bases. Propiedades de ácidos y bases débiles en solución. Cálculo de pH. Importancia del pH en los sistemas biológicos. Control del pH en el organismo (El sistema de amortiguamiento $\text{HCO}_3^-/\text{CO}_2$).</p>			
--------------	---	--	--	--

SUBUNIDAD II.- METABOLISMO ENERGÉTICO

OBJETIVO DE UNIDAD.- Revisar las principales reacciones bioquímicas que se llevan a cabo en las células para la obtención de energía.

CONCEPTO	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	PRODUCCIÓN ACADÉMICA	EVALUACIÓN
<p>II.1. Carbohidratos estructura y función</p> <p>II.2. Conceptos.</p> <p>II.3. Catabolismo de la glucosa.</p> <p>II.4. Obtención de energía.</p>	<p>Carbohidratos. Mono-, di- tri- y oligosacáridos. Enlace glicosídico. Polisacáridos. De reserva (almidón, glicógeno). Estructurales (celulosa).</p> <p>Metabolismo. Anabolismo. Catabolismo. Reacciones de oxidación-reducción (Redox).</p> <p>Glucólisis. La vía del piruvato en condiciones anaeróbicas (fermentación). El ciclo de los ácidos tricarboxílicos. Balance energético del metabolismo oxidativo.</p> <p>Organización membranal de la mitocondria. Componentes de la cadena respiratoria. Formación de un gradiente electroquímico de protones. Teoría quimiosmótica. Fosforilación oxidativa. Regulación de la fosforilación oxidativa.</p>	<p>Exposición por parte de los profesores</p> <p>Ponencias de los alumnos</p> <p>Discusión en clase de artículo científico sobre el tema.</p>	<p>Discusión del artículo científico.</p> <p>Presentaciones Power Point realizadas por los estudiantes</p>	<p>Participación en clase y en la discusión del artículo.</p> <p>Examen escrito</p>

SUBUNIDAD III. ORGANIZACIÓN DEL GENOMA Y CICLO CELULAR

OBJETIVO DE UNIDAD.- Conocer la estructura del núcleo eucariótico y la organización de los cromosomas en procariotas y eucariotas. Comprender los procesos de perpetuación del ADN y los mecanismos moleculares que regulan el ciclo celular.

CONCEPTO	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	PRODUCCIÓN ACADÉMICA	EVALUACIÓN
III.1. Proteínas, estructura y función	<p>Aminoácidos y proteínas. Estructura de aminoácidos. Estructura de proteínas. Enlace peptídico. Función de las proteínas. Estructurales. Reserva (albúmina, caseína). Enzimas.</p> <p>Enzimas. Concepto de enzimas. Concepto de coenzimas, algunos ejemplos.</p>	<p>Exposición por parte de los profesor</p> <p>Ponencias de los alumnos</p> <p>Discusión en clase de artículo científico sobre el tema.</p>	<p>Discusión del artículo científico.</p> <p>Presentaciones Power Point realizadas por los estudiantes</p>	<p>Participación en clase y en la discusión del artículo.</p> <p>Examen escrito</p>
III.2 Lípidos estructura y función	<p>Lípidos y membranas. Estructura de los ácidos grasos. El efecto hidrofóbico. Fosfolípidos y membranas. La bicapa lipídica. Estructura de las membranas celulares. Proteínas de membrana. Transporte de solutos a través de membranas</p>			
III.3 Ácidos nucleicos, estructura y función	<p>Bases nitrogenadas y ácidos nucleicos. Estructura de las bases nitrogenadas. Estructura de los ácidos nucleicos. ADN, almacén de la información genética. ARN, el ácido nucleico multifuncional. Tipos de ARN y función en la célula.</p>			
III.4. Organización de	Organización de la información genética en organismos			

<p>la información genética.</p>	<p>procariontes. Componentes de los cromosomas eucarióticos. Estructura y composición del nucleosoma. Niveles de compactación del ADN. Información genética extracromosomal. Organelos, plásmidos y virus.</p>			
<p>III.5. Ciclo celular.</p>	<p>Fases del ciclo celular. Puntos de control. Complejos proteicos que participan en la regulación del ciclo celular. Apoptosis y necrosis. Alteraciones del ciclo celular: Cáncer.</p>			
<p>III.6. Conservación y transmisión de la información genética.</p>	<p>A nivel molecular. Replicación. Unidad de replicación. ADN Polimerasas y síntesis del ADN. La replicación es semi conservativa.</p>			
<p>III.7. Alteraciones de la información genética.</p>	<p>Mutación. Tipos de mutaciones. Sistemas de reparación del ADN. Agentes que causan mutaciones. Contribución de la mutación a la diversidad genética.</p>			

SUBUNIDAD IV: LA EXPRESIÓN DE GENES Y SU REGULACIÓN

OBJETIVO DE LA UNIDAD.- Conocer y comprender la función de los componentes moleculares que participan en el flujo de la información del ADN a proteínas, así como los mecanismos que regulan la expresión de los genes de manera espacial y temporal en células procarióticas y eucarióticas.

CONCEPTO	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	PRODUCCIÓN ACADÉMICA	EVALUACIÓN
IV.1. Lectura del mensaje genético; la unidad transcripcional.	Unidad transcripcional. Conceptos.	Ponencias de los profesores.	Discusión del artículo científico.	Reportes sobre los artículos de discusión.
IV.2. Transcripción en procariotas.	Estructura y función del promotor. Secuencias de reconocimiento “-10” y “-35”. Regulación de la transcripción en procariotas. Modelo del operón <i>lac</i> . Represión. Represión catabólica.	Ponencias de los alumnos Lectura y discusión de artículos.	Presentaciones Power Point realizadas por los estudiantes Reportes de la lectura de artículos	Participación en discusión de artículos Participación en exposición y discusión de ponencias
IV.3. Transcripción en eucariotas.	Estructura y función del promotor. Complejo de iniciación de la transcripción. Tipos de ARN polimerasa. Maduración del ARN eucariótico. Protección de los extremos (cap y poliA). Eliminación de intrones.	Preparación de reportes sobre los artículos de discusión.		Examen escrito
IV.4. Traducción de proteínas en procariotas y eucariotas.	Etapas de la traducción. Estructura del ribosoma. Iniciación, alargamiento, terminación. Factores asociados a la traducción. Traducción del mensaje genético. El código genético.			
IV.5. Activación y localización de las	Modificaciones post-traduccionales. Fosforilación, glicosilación.			

proteínas en la célula eucariota.	Sistema endomembranal. Tráfico de proteínas. Degradación de las proteínas. Ubiquitinación, la marca. Proteasoma, el triturador.			
-----------------------------------	---	--	--	--

SUBUNIDAD V: COMUNICACIÓN INTERCELULAR Y TRANSDUCCIÓN DE SEÑALES

OBJETIVO DE LA UNIDAD.- Conocer los mecanismos de comunicación entre células por medio del estudio de la interacción ligando-receptor y la activación de las vías de transducción de señales.

CONCEPTO	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	PRODUCCIÓN ACADÉMICA	EVALUACIÓN
V.1. Conceptos de transducción de señales.	Etapas esenciales de la comunicación intercelular. Comunicación endócrina, parácrina, yuxtácrina y autócrina.	Exposición por parte de los profesores	Discusión del artículo	Participación en clase y en la discusión del artículo.
V.2. Mensajeros químicos.	Hormonas y neurotransmisores. Ejemplos de hormonas. Ejemplos de neurotransmisores.	Ponencias de los alumnos	Presentaciones Power Point realizadas por los estudiantes	Examen escrito
V.3. Receptores.	Receptores. Acoplados a proteínas G. Con actividad de canal iónico. Asociados a cinasas de tirosina. Con actividad intrínseca de cinasa de tirosina.	Discusión de artículo de divulgación		
V.4. Proteínas G, estructura y función.	Proteínas G. Composición subunitaria. Regulación de la actividad de enzimas efectoras. Producción de segundos mensajeros. Ca ⁺² . AMP ciclico. Diacilglicerol (DAG). Inositol-3-fosfato (IP3). Proteínas G inhibitoras.	Preparación de un ensayo		
V.5. Las vías de transducción como blancos en el diseño de fármacos.	Fármacos con actividad sobre receptores acoplados a proteínas G.			

SUBUNIDAD VI: LA BIOTECNOLOGÍA MOLECULAR Y SU RELACIÓN CON LA MEDICINA VETERINARIA

OBJETIVO DE UNIDAD.- Conocer las herramientas de la biología molecular, las perspectivas de la manipulación del material genético y los alcances y limitaciones de la Ingeniería Genética en el quehacer de los médicos veterinarios zootecnistas.

CONCEPTO	CONTENIDOS	ACTIVIDADES	PRODUCCIÓN ACADÉMICA	EVALUACIÓN
VI.1. Herramientas de la biología molecular.	Las enzimas de restricción. Secuencias y sitios de restricción. Uso e importancia de las enzimas de restricción. Vectores de clonación. Un ejemplo: plásmidos	Exposición por parte de los profesores Ponencias de los alumnos Discusión en clase de artículo científico sobre el tema.	Discusión del artículo científico Presentaciones Power Point realizadas por los estudiantes	Participación y discusión en clase Examen escrito
VI.2. ADN recombinante. El fundamento de la ingeniería genética.	Aspectos históricos de la biotecnología. El ADN recombinante. Concepto. Clonación y transformación genética.			
VI.3. Técnicas de biología molecular utilizadas en el diagnóstico y la investigación veterinaria.	ELISA en el diagnóstico clínico. La reacción en cadena de la polimerasa (PCR). Comparación con la técnica de ELISA. Hibridaciones tipo Southern, Northern y Western. Secuenciación de ADN.			
VI.4. Casos exitosos de la Biotecnología Animal.	La clonación de la oveja Dolly. Micro manipulación y transferencia nuclear. Dolly, Megan y Morgan. Uso de animales transgénicos como Bioreactores.			

V. NORMATIVIDAD DEL PROGRAMA

Profesores responsables: Los profesores deberán cumplir con las siguientes funciones: 1) Orientar y coordinar todas las actividades académicas del grupo de estudiantes que le fueron asignados; 2) Motivar la participación de los estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje; 3) Estimular a los alumnos por los logros y los avances obtenidos; 4) Hacer señalamientos respetuosos cuando los alumnos tengan dudas, lagunas, desvíos o fracasos en relación al programa académico; 5) Supervisar y evaluar el cumplimiento de las actividades; 6) Informar a los alumnos las calificaciones obtenidas en exámenes, en un lapso no mayor a cinco días; 7) Informar trimestralmente a los estudiantes el avance de su estado académico; 8) Asistir puntualmente a las sesiones de trabajo programadas (tolerancia de 15 minutos) o por el contrario, informar con anticipación la inasistencia a los miembros del grupo; 9) Remitir en tiempo y forma la evaluación final de los miembros del grupo, a las instancias correspondientes; 10) Cuidar el buen uso del material y equipo utilizado en las diferentes actividades académicas; 11) Respetar y cuidar el mobiliario y los diferentes espacios de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, así como su reglamentación; 12) Respetar y cuidar el material, equipo, mobiliario y la reglamentación de otros espacios de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y de otras dependencias donde se realicen actividades académicas teóricas y/o prácticas; 13) Programar, calendarizar e informar a los alumnos todas las actividades académicas plenarias, con anticipación; 14) Participar activa y coordinadamente en el diseño, operación y evaluación de las actividades de la UAI; 15) Abordar los contenidos teóricos de la UAI siguiendo el orden estipulado en el Programa Académico de la presente UAI ; 16) Asistir y participar en las reuniones de Academia para evaluar el desarrollo de la presente UAI; 17) Es obligación de los asesores/tutores al inicio de cada curso, socializar el programa académico con los estudiantes, detallando en particular lo referente a las características de la evaluación (Artículo 18ª del Reglamento Académico-Administrativo del Programa de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UMSNH).

Alumnos: Los alumnos deberán cumplir con las siguientes funciones: 1) Asistir puntualmente a las sesiones de trabajo programadas (tolerancia de 15 minutos) o por el contrario, informar con anticipación la inasistencia al profesor(a). Después de transcurridos los 15 minutos de tolerancia, el alumno tendrá inasistencia; 2) Asistir al 75% de las sesiones teóricas programadas para tener derecho al examen final ordinario; 3) Asistir al 50% de las sesiones teóricas programadas para tener derecho al examen extraordinario; 4) Haber reprobado el examen extraordinario para tener derecho al examen extraordinario de regularización; 5) Formar equipos de trabajo con un mínimo de cuatro y un máximo de cinco estudiantes y participar de manera responsable del trabajo colectivo; 6) Participar activa, respetuosa y responsablemente en el desarrollo de las sesiones de trabajo; 7) Presentar y/o entregar los productos académicos el día y en la forma que se soliciten; 8) Cuidar el buen uso del material y equipo utilizado en las diferentes actividades académicas; 10) Respetar a los compañeros; 11) Respetar y cuidar el mobiliario y los diferentes espacios de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, así como su reglamentación; 12) Respetar y cuidar el material, equipo, mobiliario y la reglamentación de otros espacios de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y de otras dependencias donde se realicen actividades académicas teóricas y/o prácticas; 13) Cumplir las normas generales de esta UAI.

NORMAS GENERALES: No se permite el uso de teléfonos celulares durante los exámenes y durante el transcurso de las sesiones teóricas y prácticas. No se permite el uso de gorras o sombreros en ninguna sesión teórica o práctica.

ACTIVIDADES DE TRABAJO ACADÉMICO: Se discutirán los temas de cada unidad en sesiones en el aula, además de la discusión por equipos de los productos académicos y la presentación de exámenes escritos. Las actividades se encuentran programadas en el calendario anexo.

VI. CRITERIOS DE EVALUACIÓN.

La evaluación se basa en la puntuación porcentual asignada a cada uno de los criterios, considerando:

Participación individual	10 %
Participación en equipo	10 %
Productos académicos	20 %
Exámenes	50 %
Trabajo final	10 %

Definición de los criterios de evaluación: Para la evaluación del aprendizaje de los alumnos que cursan el semestre Febrero-Agosto 2019, se considerará lo siguiente:

Criterio de Evaluación	Nº	Valor en %
Participación individual: Se refiere a la participación argumentada con ideas coherentes durante las sesiones de trabajo establecidas, que contribuye al enriquecimiento de la clase, ya sea con material o información adicional. Esto incluye la discusión de artículos de divulgación. Es una evaluación individual.		10 %
Participación en equipo: Se refiere a la participación argumentada con ideas coherentes durante las sesiones de trabajo establecidas, en la que todos los miembros del equipo contribuyen al enriquecimiento de la clase, ya sea con material o información adicional. Esto incluye la discusión de artículos de divulgación. Es la evaluación de trabajo en equipo		10%

Productos académicos: resúmenes, trabajos escritos, cuestionarios, dinámicas grupales, resolución de problemas, etc. Es un trabajo realizado de manera individual.		20%
Exámenes: Se aplicarán en total seis exámenes escritos, cada uno al final de cada subunidad.	6	50 %
Trabajo final. Se refiere al trabajo que se entregará al finalizar el semestre. Es un trabajo escrito realizado de manera individual, el cual estará enfocado en los contenidos de la Unidad 6.		10%

(En cada caso se debe observar lo dispuesto en el documento “Elementos Generales para la Evaluación del Aprendizaje en el Plan de Estudios por Áreas Integradoras de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UMSNH”)

CONDICIONES GENERALES: Los alumnos que no cumplan con sus funciones y responsabilidades en el desarrollo del curso no tendrán derecho a ningún tipo de evaluación. La calificación mínima aprobatoria en los exámenes y en el curso será 6.0. Las calificaciones en fracciones se incrementarán al número entero superior si la fracción fuere de 5 a 9 décimos (ej. 5.5 sube a 6.0), en caso contrario la calificación disminuirá al número entero inferior (Artículo 9 del Reglamento General de Exámenes de la UMSNH), excepto en la calificación que indicará si los alumnos quedarán exentos del examen final ordinario, en cuyo caso se aplicará el Artículo 20º del Reglamento Académico-Administrativo del Programa de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UMSNH, que especifica que en concordancia con el Artículo 18 del Reglamento General de Exámenes de la UMSNH y con el modelo educativo por Unidades de Área Integradora, cuando en los criterios parciales practicados sobre una UAI los alumnos obtenga ocho (8) o más de calificación ponderada, quedarán exento del examen final ordinario, asignándoles la calificación ponderada correspondiente. Los alumnos que no exenten deberán presentar examen final ordinario. En cuyo caso, la calificación ordinaria resultará del promedio de las calificaciones obtenidas en los

exámenes parciales más la calificación obtenida en el examen final. Los alumnos tendrán derecho a calificación en el periodo de exámenes ordinarios, siempre y cuando haya cumplido con una asistencia mínima del 75% a las sesiones teóricas programadas (sesiones de aula). En este caso, la calificación corresponderá a un proceso de evaluación integral, ponderando los valores de los criterios de evaluación establecidos en los programas académicos de cada UAI y la calificación del examen final ordinario (Artículo 19º del Reglamento Académico-Administrativo del Programa de Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UMSNH). Los alumnos que no aprueben el curso habiendo hecho examen final ordinario, o que no hayan presentado este examen, están obligados a realizar examen extraordinario, previo pago de derechos. Los alumnos que no aprueben el examen extraordinario, deberán presentar el examen extraordinario de regularización, previo pago de derechos. El valor de los exámenes extraordinario y de regularización será el 100% de la calificación final. Las calificaciones erróneas podrán ser rectificadas sólo dentro de los diez (10) días siguientes a la fecha en que se hayan dado a conocer y mediante escrito firmado por el profesor(a) que realizó el examen.

VII. NORMAS DE PRESENTACIÓN DE PRODUCTOS ACADÉMICOS

Ficha de trabajo: Extracción de la información documental y en formato electrónico, que sea más relevante sobre un tema. Extensión: De 1 a 8 renglones, a 1 espacio y letra de 12 puntos. Los elementos que debe contener son:

- Referencia completa.
- Título del concepto o idea
- Desarrollo del concepto o idea.

Resumen: Extracción de la información documental y en formato electrónico, que sea más relevante sobre un tema. Extensión: De 2 a 3 cuartillas (incluye portada), a 1 espacio y letra de 12 puntos. Los elementos que debe contener son:

- Nombre del resumen.
- Desarrollo del tema.
- Literatura citada.

Reporte de práctica: Presentación de la información relativa a aquellas actividades organizadas por el equipo docente de la UAI, que son realizadas por los estudiantes con la finalidad de observar, manipular y medir aquellos datos que facilitan la descripción, comprensión y explicación del objeto de estudio. Extensión: De 7 a 8 cuartillas (incluye portada), a 1.5 espacios y letra de 12 puntos. Los elementos que debe contener son:

- Hoja de presentación (portada).
- Introducción.
- Objetivo.
- Descripción de la práctica.
- Resultados obtenidos.
- Discusión de los resultados apoyada en un marco teórico.
- Conclusiones.
- Literatura citada.

Diario de trabajo: Presentación tabular de las actividades que fueron realizadas durante el día de trabajo en una unidad de producción, indicando la hora en que cada actividad fue ejecutada. Extensión: De 2 a 3 cuartillas (incluye portada), a 1 espacio y letra de 12 puntos. Los elementos que debe contener son:

- Hoja de presentación (portada).
- Tabla de actividades.

Registros: Presentación de la información obtenida en una unidad de producción de manera organizada. Para ello se hará uso de diferentes formatos previamente estructurados, dependiendo del tipo de información que se quiera obtener. Extensión: De 3 a 4 cuartillas (incluye portada), a 1 espacio y letra de 12 puntos. Los elementos que debe contener son:

- Hoja de presentación (portada).
- Formatos con información organizada.

Informe de actividades: Presentación escrita de las actividades ejecutadas durante la visita a una unidad de producción y de los resultados obtenidos en cada una de ellas. Extensión: De 3 a 4 cuartillas (incluye portada), a 1.5 espacios y letra de 12 puntos. Los elementos que debe contener son:

- Hoja de presentación (portada).
- Detalle de actividades.
- Resultados de las actividades.

Exposiciones: Presentación oral (con apoyo de material visual) de un tema específico. Duración: De 20 a 30 minutos. Los elementos que debe contener son:

- Hoja de presentación (portada).
- Introducción.
- Objetivo.
- Desarrollo del tema.
- Conclusión.

Protocolo de investigación: Planeación escrita de una investigación, siguiendo los pasos del método científico. Extensión: De 7 a 9 cuartillas (incluye portada), a 1.5 espacios y letra de 12 puntos. Los elementos que debe contener son:

- Hoja de presentación (portada).
- Introducción.
- Objetivo.
- Material y métodos.
- Presupuesto.
- Cronograma de actividades.
- Literatura citada.

Avances de investigación: Presentación oral (con apoyo de material visual) de las actividades realizadas durante un tiempo específico en una investigación, señalando el análisis y la discusión de los resultados preliminares. Duración: De 20 a 30 minutos. Los elementos que debe contener son:

- Hoja de presentación (portada).
- Introducción.
- Objetivo.
- Material y métodos.
- Resultados.
- Discusión de los resultados.
- Conclusión.
- Actividades futuras.

Trabajo Manual: Elaboración y presentación de un modelo en tercera dimensión sobre algún contenido de la presente UAI, que sea de interés particular para los miembros de un equipo de trabajo. Podrá elaborarse con cualquier tipo de material, cuidando que su costo no sea excesivo. De preferencia, utilizar material de reciclaje.

Documento final de la investigación (Trabajo final): Presentación escrita de una investigación concluida (Búsqueda y análisis de información bibliográfica). REQUISITOS GENERALES: El documento debe redactarse en forma impersonal, a renglón seguido con una extensión máxima de 8 cuartillas (incluyendo portada), en papel tamaño carta. Los márgenes superior e inferior serán de 2.5 cm. Las figuras, cuadros, gráficos y diagramas deben incluirse dentro del cuerpo del documento, lo más cerca posible de su referencia escrita. Utilizar las unidades de medida y abreviaturas del sistema internacional de unidades (SI). Las locuciones latinas serán en cursiva (p.e. *in vitro*, *in situ*, *in extenso*, etc). El tipo de letra deberá ser Arial número 12 y el espacio interlineal será de 1.5. Los títulos y subtítulos deberán ir en negritas dejando un espacio entre estos y el texto. No aplicar sangrías al inicio de los párrafos y la justificación del texto será completa. El sistema de citación en el texto será por autor y año (sistema Harvard).

ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO:

1. Título: Se escribirá con letras mayúsculas, con una extensión máxima de 20 palabras, procurando que refleje fielmente el contenido del trabajo.
2. Nombre del autor: Escribir los apellidos paterno y materno separados por un guión y la primera letra del nombre(s).
3. Institución y Unidades Académicas: se presentarán al pie de la primera página. Anotar primero el nombre de la institución (Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo), seguida por el de la Unidad Académica, así como la dirección y correo electrónico si es el caso.
4. Resumen: Deberá contener un máximo de 250 palabras, y enunciar el objetivo, la metodología, los resultados y las conclusiones más relevantes. Se escribirá como un solo párrafo, sin punto y aparte, con interlineado de 1.
5. Introducción: La introducción expresará el problema de investigación, aportaciones previas de otros autores sobre el mismo, la hipótesis que se pretende demostrar y el objetivo del trabajo.
- 6.- Desarrollo del tema. Se deberá incluir los fundamentos de los métodos o método (Métodos revisados en unidad 6)
6. Resultados y Discusión: Los resultados podrán expresarse en cuadros o gráficas anotando solamente los que sean significativos para el propósito del trabajo. En la discusión deberá analizarse e interpretarse el significado de los datos y comparar, cuando sea posible, con los hallazgos de otros investigadores, de tal manera que permitan arribar a conclusiones comprobables.
8. Conclusiones: Deben ser breves, concisas y extraídas directamente del trabajo de investigación realizado.
9. Agradecimientos: Deben expresarse brevemente, en párrafos separados para cada uno de los agradecimientos. Podrá agradecerse a instituciones o personas ajenas a la UAI, que hayan aportado algo valioso para el desarrollo de la investigación.

10. Literatura citada: Se elaborará respetando el orden de aparición en el cuerpo del documento. Las obras deberán numerarse consecutivamente. Las referencias se redactarán de acuerdo a los siguientes ejemplos:

Revistas:

Miranda, R. L. A. 1999. Degradación *in vitro* de rastrojo de maíz en cultivos mixtos de bacterias ruminales. *Agrociencia*. 33:133-148.

Libros:

Steel, R.G.D. and Torrie, J.H. 1980. Principles and procedures of statistics: A Biometrical Approach. 2ed, Ed. McGraw-Hill, New York. 481. p.

Memorias:

Rodríguez, R.S. y González, J. 1997. Nivel de proteína en la dieta para cerdos en finalización. Memoria de la Séptima Reunión sobre Producción de Carne y Leche en Climas Cálidos. 5-6 de septiembre. Universidad Autónoma de Baja California. Mexicali, B.C., México. p, 107-110.

Tesis:

Aguilar, A. 1982. Deslignificación del rastrojo por *Pleorutus ostearus* (Tesis de licenciatura). Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.p.35.

Presentación del trabajo final: Presentación escrita de la investigación concluida de manera individual.

Reporte de conferencia (s): Presentación de la información adquirida durante una conferencia o un ciclo de conferencias. Extensión: De 7 a 8 cuartillas (incluye portada), a 1.5 espacios y letra de 12 puntos. Los elementos que debe contener son:

- Hoja de presentación (portada).
- Introducción.
- Objetivo.
- Descripción y discusión de los contenidos de las conferencias.
- Conclusiones.
- Literatura citada.

Carteles: Presentación de una investigación concluida en forma de cartel. Los elementos que debe contener son:

- Introducción.
- Objetivo.
- Material y métodos.
- Resultados y discusión.

- Conclusión.
- Tamaño de 90 cm de ancho por 120 cm de largo.
- Elaborarlo en posición vertical.
- El tipo y tamaño de letra debe permitir ser leído a una distancia de 2 m (*por ejemplo*. Arial 48-60 pts, para los títulos; 36 pts para texto).
- Es recomendable incluir solamente el texto imprescindible para que el objetivo, la metodología y las conclusiones queden suficientemente claros al lector.
- Los resultados deberán presentarse preferentemente en forma gráfica (cuadros, figuras, fotografías, etc.) para que sean atractivos al público.
- Se deberá incluir solamente la bibliografía básica y elemental para abarcar el tema.
- Organización, sencillez y claridad.

VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DE PRODUCTOS ACADÉMICOS

Ficha de trabajo:

- a) Que se apegue a la forma y extensión indicada.
- b) Congruencia con los contenidos solicitados.
- c) Buena ortografía.
- d) Redacción con claridad, precisión y orden en la expresión de las ideas.
- e) Tipo y actualidad de las fuentes de información consultadas.
- f) Análisis de la información consultada.
- g) Forma correcta de referir las diferentes fuentes de información consultadas.

Resumen:

- a) Que se apegue a la forma y extensión indicada.
- b) Congruencia con los contenidos solicitados.
- c) Buena ortografía.
- d) Redacción con claridad, precisión y orden en la expresión de las ideas.
- e) Tipo y actualidad de las fuentes de información consultadas.

- f) Análisis de la información consultada.
- g) Forma correcta de referir las diferentes fuentes de información consultadas.

Reporte de práctica:

- a) Que se apegue a la forma y extensión indicada.
- b) Congruencia con la descripción y propósito de la práctica.
- c) Buena ortografía.
- d) Redacción con claridad, precisión y orden en la expresión de las ideas.
- e) Tipo y actualidad de las fuentes de información consultadas.
- f) Análisis de la información consultada.
- g) Forma correcta de referir las diferentes fuentes de información consultadas.

Diario de trabajo:

- a) Que se apegue a la forma y extensión indicada.
- b) Congruencia con las actividades solicitadas.
- c) Buena ortografía.
- d) Redacción con claridad, precisión y orden en la expresión de las ideas.

Registros:

- a) Que se apegue a la forma y extensión indicada.
- b) Congruencia con la información solicitada.
- c) Buena ortografía.
- d) Organización de la información.

Informe de actividades:

- a) Que se apegue a la forma y extensión indicada.
- b) Congruencia con las actividades y la información solicitada.
- c) Buena ortografía.
- d) Redacción con claridad, precisión y orden en la expresión de las ideas.

Exposiciones:

- a) Que se apegue a la forma y duración indicada.
- b) Congruencia con los contenidos solicitados.
- c) Buena ortografía en material visual.
- d) Claridad, precisión y orden en la expresión de las ideas.
- e) Secuencia lógica en la presentación de los contenidos.

Protocolo de investigación:

- a) Que se apegue a la forma y extensión indicada.
- b) Congruencia con los contenidos solicitados.
- c) Buena ortografía.
- d) Redacción con claridad, precisión y orden en la expresión de las ideas.
- e) Tipo y actualidad de las fuentes de información consultadas.
- f) Análisis de la información consultada.
- g) Forma correcta de referir las diferentes fuentes de información consultadas.

Avances de investigación:

- a) Que se apegue a la forma y duración indicada.
- b) Congruencia de las actividades con el objetivo de la investigación.
- c) Buena ortografía en el material visual.
- d) Claridad, precisión y orden en la expresión de las ideas.
- e) Secuencia lógica en la presentación.

Trabajo manual para exposición:

- a) Que el tema del modelo elaborado sea parte de los contenidos de la presente UAI.
- b) Que el modelo tenga sustento teórico y se apegue a la realidad.
- c) Defensa del trabajo ante el grupo.
- d) Que sea colocado, expuesto y retirado en el horario establecido.

Trabajo final:

- a) Que se apegue a la forma y extensión indicada.

- b) Congruencia de las actividades y los resultados con el objetivo de la investigación.
- c) Buena ortografía.
- d) Redacción con claridad, precisión y orden en la expresión de las ideas.
- e) Tipo y actualidad de las fuentes de información consultadas.
- f) Análisis de la información consultada.
- g) Forma correcta de referir las diferentes fuentes de información consultadas.

Presentación de la investigación:

- a) Que se apegue a la forma y duración indicada.
- b) Congruencia de las actividades y los resultados con el objetivo de la investigación.
- c) Buena ortografía en el material visual.
- d) Claridad, precisión y orden en la expresión de las ideas.
- e) Secuencia lógica en la presentación.

Reporte de conferencia:

- a) Que se apegue a la forma y extensión indicada.
- b) Congruencia de la información con el propósito de las conferencias.
- c) Buena ortografía.
- d) Redacción con claridad, precisión y orden en la expresión de las ideas.
- e) Tipo y actualidad de las fuentes de información consultadas.
- f) Análisis de la información consultada.
- g) Forma correcta de referir las diferentes fuentes de información consultadas.

Carteles:

- a) Que se apegue a las medidas, forma y características indicadas.
- b) Buena ortografía.
- c) Redacción con claridad, precisión y orden en la expresión de las ideas.
- d) Organización. Sencillez y claridad.
- e) Que sea destacado visualmente.
- f) Que sea colocado, expuesto y retirado en el horario establecido.

IX. BIBLIOGRAFÍA

La bibliografía para el curso es amplia, desafortunadamente la gran mayoría está en idioma inglés. Sin embargo, es recomendable que en la medida de lo posible, se utilice puesto que constituye la literatura (textos) más actualizada en los temas contemplados en el presente programa. Los textos en español, cuando los hay, son traducciones de las ediciones en inglés ya superadas, con al menos 10 años de retraso, lo que en esta área de la biología suele ser demasiado. De cualquier forma se han seleccionado algunas ediciones en español. Se recomienda ampliamente que el estudiante cuente con al menos un libro de texto de la siguiente relación:

En Inglés

Molecular Biology of the Cell by Bruce Alberts, Dennis Bray, Julian Lewis, Martin Raff (Contributor), Keith Roberts (Contributor) 6th edition (2014). W. W. Norton & Company.

Essential Cell Biology : An Introduction to the Molecular Biology of the Cell by Bruce Alberts, Karen Hopkin, Alexander D Johnson, David Morgan, Martin Raff, Keith Roberts, Peter Walter. W. W. Norton & Company; Edición: 5th ed. (2019)

Lehninger: Principles of Biochemistry, by David L. Nelson, Michael M. Cox W. H. Freeman; Edición: 7th ed. (2017)

Genes XII by Benjamin Lewin, Paul Siliciano, Martin Klotz. 12a edition (2017). Jones & Bartlett Publishers

Molecular Cell Biology by H. Lodish, J. E. Darnell. W. H. Freeman; Edición: 8th ed. (2016).

En español:

Alberts, B., Bray, D., Lewios, J., Raff, M., Roberts K., et al. (2013) **Biología Molecular de la Célula**. Ed. Omega

Stryer L. (2013) **Bioquímica**. Ed. NA.

David L. Nelson, Michael M. Cox (2014) **Lehninger: Principios de bioquímica**. 6ª edición. Ed. Omega.

Harvey Lodish, Arnold Berk, Chris A. Kaiser, Monty Krieger, Anthony Bretscher, Hidde Ploegh, Angelika Amon, Matthew P. Scott .2016. **Biología Celular y Molecular**. 7ma. Edición. Editorial Médica Panamericana. México.

X. PERFIL DE INGRESO

Los alumnos deberán:

1. Tener un conocimiento básico de química en relación a la estructura del átomo y los fundamentos de las reacciones químicas.
2. Poseer capacidad de lectura de comprensión.
3. Tener disponibilidad al trabajo en equipo.
4. Mostrar capacidad de abstracción

XI. PERFIL DE EGRESO

Los alumnos tendrán:

1. Una idea clara sobre la relación de la UAI Estructura y Dinámica Celular con el resto de UAIs y del contexto de esta en la formación curricular del Médico Veterinario y Zootecnista.
2. Dominio teórico sobre las diferencias estructurales de las células eucarióticas animales y sus diferencias básicas con las células procarióticas y otras células eucarióticas.

3. Las características estructurales y funcionales de los principales grupos de macromoléculas biológicas.
4. Dominio teórico sobre las funciones básicas de una célula, incluida la propagación celular sexual y asexual, la expresión de genes, la síntesis de proteínas y la respuesta a estímulos del medio.
5. Conocimiento teórico básico sobre las principales herramientas de la biología molecular y la ingeniería genética y su influencia en la Medicina Veterinaria y Zootecnia.

XII. CALENDARIO GENERAL DE ACTIVIDADES TEÓRICO-PRÁCTICAS

SUBUNIDAD/ ACTIVIDAD	FECHA DE INICIO	FECHA DE TERMINACIÓN	EXAMEN	FIN DEL CURSO	DÍAS NO HÁBILES	PRÁCTICAS
SUBUNIDAD I	11 de febrero	25 de febrero	25 febrero			A criterio del profesor
SUBUNIDAD II	26 de febrero	13 de marzo	13 de marzo		- 18 marzo	A criterio del profesor
SUBUNIDAD III	14 de marzo	01 de abril	01 de abril			A criterio del profesor
SUBUNIDAD IV	02 de abril	02 de mayo	02 de mayo		15 al 26 de abril 01 de mayo	A criterio del profesor
SUBUNIDAD V	03 de mayo	24 de mayo	24 de mayo			A criterio del profesor
SUBUNIDAD VI	27 de mayo	14 de junio	14 de junio			A criterio del profesor

FIN DEL CURSO				21 de junio		
EXAMEN ORDINARIO FINAL	24 junio	28 de junio	(Fecha asignada por Secretaría Académica-FMVZ)			
EXAMEN EXTRAORDINARIO	01 de julio	05 de julio	(Fecha asignada por Secretaría Académica-FMVZ)			
EXAMEN DE REGULARIZACIÓN	08 de julio	12 de julio	(Fecha asignada por Secretaría Académica-FMVZ)			

XIII. DIARIO DE TRABAJO

(Se enlistan cada uno de los temas que se discutirán en las sesiones teóricas)

Nº SESIÓN	ACTIVIDAD TEÓRICA	ACTIVIDAD PRÁCTICA
1	Presentación de la carta descriptiva Discusión de los criterios de evaluación	<i>Esta academia no realizará prácticas</i>
2	Teoría Celular Postulados	
3	Aplicación del examen DIAGNÓSTICO Características de los seres vivos Propiedades de un sistema vivo	
4	Teoría endosimbiótica Organización de la célula La célula como unidad funcional y estructural	
5	Células procariontas	

	Virus y bacteriofagos	
6	Células eucariotas	
7	El concepto de átomo Elementos esenciales para la vida Tipos de enlaces entre los elementos químicos	
8	Propiedades químicas del carbono Grupos funcionales importantes	
9	Estructura del agua Propiedades fisicoquímicas del agua El puente de hidrogeno	
10	Ionización del agua El potencial de hidrógeno Control del pH en el organismo	
11	<i>Primer examen parcial colegiado</i>	
12	Revisión del primer examen parcial Biomoléculas Aminoácido y proteínas	
13	Enzimas	
14	Anabolismo Catabolismo	
15	Reacciones de oxidación-reducción (Redox)	
16	Catabolismo de la glucosa	
17	Glucólisis La vía del piruvato en condiciones anaerobias (fermentación)	
18	El ciclo de los ácidos tricarboxílicos Balance energético del metabolismo oxidativo	
19	Obtención de energía Organización membranal de la mitocondria	
20	Componentes de la cadena respiratoria El gradiente electroquímico de protones	

21	Teoría quimiosmótica Fosforilación oxidativa Regulación de la fosforilación oxidativa	
22	<i>Segundo examen parcial colegiado</i>	<i>Esta academia no realizará prácticas</i>
23	Revisión del segundo examen parcial Proteínas, estructura y función	
24	Lípidos estructura y función	
25	Organización de la información genética	
26	Organización de la información genética en organismos procariotas	
27	Componentes de los cromosomas eucarióticos Estructura y composición del nucleosoma	
28	Niveles de compactación del ADN	
29	Información genética extracromosomal Organelos Plásmidos Virus	
30	Ciclo celular Fases del ciclo celular	
31	Puntos de control del ciclo celular Complejos proteicos que participan en la regulación del ciclo celular	
32	Apoptosis Necrosis 2. Alteraciones del ciclo celular Cáncer	
33	Conservación y transmisión de la información genética Replicación Unidad de replicación	
34	ADN polimerasas Síntesis del ADN La replicación es semi-conservativa	

35	Alteraciones de la información genética Mutaciones y tipos de mutaciones Sistemas de reparación del ADN Agentes que causan mutaciones Contribución de la mutación a la diversidad genética	
36	<i>Tercer examen parcial colegiado</i>	<i>Esta academia no realizará prácticas</i>
37	Revisión del tercer examen parcial Ácidos nucleicos estructura y función	
38	La expresión de genes y su regulación	
34	Lectura del mensaje genético	
35	La unidad transcripcional	
36	Transcripción en procariontes	
37	Estructura y función del promotor Secuencias de reconocimiento, -10 y -35	
38	Regulación de la transcripción en procariontes Modelo del operón lac	
39	Represión Represión catabólica	
40	Transcripción en eucariotas Complejo de iniciación de la transcripción Tipos de ARN polimerasas	
41	Maduración del ARN eucariótico Protección de los extremos (cap y poliA) Eliminación de intrones	
42	Traducción de proteínas Etapas de la traducción Iniciación, alargamiento y terminación Estructura del ribosoma Factores asociados a la traducción	
43	Traducción del mensaje genético El código genético	
44	Activación y localización de las proteínas en célula	

	eucariota	
45	Modificaciones post-traduccionales	
46	Sistema endomembranal Tráfico de proteínas	
47	Degradación de las proteínas Ubiquitinación, la marca Proteasoma, el triturador	
48	<i>Cuarto examen parcial colegiado</i>	<i>Esta academia no realizará prácticas</i>
49	Revisión del cuarto examen parcial Comunicación intercelular y transducción de señales	
50	Transducción de señales	
51	Etapas esenciales de la comunicación intercelular	
52	Tipos de comunicación. Endocrina, parácrina, yuxtácrina y autócrina	
53	Hormonas	
54	Ejemplos de hormonas	
47	Neurotransmisores Ejemplos de neurotransmisores	
55	Receptores Receptores acoplados a proteína G	
56	Receptores con actividad de canal iónico	
57	Receptores asociados a cinasas de tirosina	
58	Receptores con actividad intrínseca de cinasa de tirosina	
59	Proteínas G Composición subunitaria	
60	Regulación de la actividad de enzimas efectoras	
61	Producción de segundos mensajeros Ca ²⁺ AMP cíclico	
62	Diacylglicerol (DAG)	

	2. Inositol-3-fosfato (IP3)	
63	Fármacos con actividad sobre receptores acoplados a proteínas G	
64	<i>Quinto examen parcial colegiado</i>	<i>Esta academia no realizará prácticas</i>
65	Revisión del quinto examen parcial Revisión de la Subunidad VI	
66	La biotecnología molecular y su relación con la medicina veterinaria	
67	Herramientas de la biología molecular	
68	Las enzimas de restricción Secuencias y sitios de restricción	
69	Uso e importancia de las enzimas de restricción	
70	Vectores de clonación. Plásmidos	
71	Aspectos históricos de la biotecnología El ADN recombinante	
72	Clonación y transformación genética	
73	Técnicas de biología molecular utilizadas en el diagnóstico y la investigación veterinaria	
74	ELISA en el diagnóstico clínico	
75	Southern, Northern y Western	
76	Secuenciación de ADN, Micro manipulación y transferencia nuclear	
77	Dolly, Megan y Morgan y Uso de animales transgénicos como bioreactores	
78	<i>Sexto examen parcial colegiado</i>	<i>Esta academia no realizará prácticas</i>
79	Revisión del sexto examen parcial Entrega de evaluaciones parciales	
80	Asesoría de trabajo final	
81	Asesoría de trabajo final	
82	Asesoría de trabajo final	
83	Entrega de trabajo final	

ANEXO I. MATERIAL DE LECTURA (ARTÍCULOS DE APOYO)

1. Gerstein, M. y Levitt, M. 1999. El agua y las moléculas de la vida. Investigación y Ciencia (Scientific American). Enero: 58-63.
2. Villalón-Verlanga, J. A. 2002. El código genético y la secuencia de nucleótidos. Ciencia y Desarrollo. 162: 34- 40.
3. Ast, G. 2005. El otro genoma. Investigación y Ciencia (Scientific American Española). Junio: 21-29.
4. Gibas, W. W. 2005. El nacimiento de la epigenética. Scientific American Latinoamérica. 18-25.
5. Kenakin T. 2005. Nuevas dianas farmacológicas. Investigación y Ciencia (Scientific American). Diciembre: 14-21.
6. O'Neill L. A., J. 2005. El sistema inmunitario de alerta precoz. Scientific American Latinoamérica. Marzo: 6-14.
7. Ostrander E. A. 2008. Base genética de la morfología canina. Investigación y Ciencia. Enero: 26-33.