



Universidad Autónoma Chapingo

*Departamento de Enseñanza, Investigación  
y Servicio en Zootecnia*



Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia

Programa de la asignatura

# Fisicoquímica

Cuarto Año

Primer Semestre

## I. DATOS GENERALES

---

Unidad Académica	Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Zootecnia
Programa Educativo	Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia
Nivel Educativo	Licenciatura
Sección Disciplinar	Laboratorio de Nutrición Animal
Asignatura	<b>Fisicoquímica</b>
Carácter	Obligatorio
Tipo	Teórico-Práctico
Prerrequisitos	Química Inorgánica, Física, Matemáticas, Química Orgánica.
Profesores	M.C. Gustavo A. A. García Uriza Q.F.B. Hilda Flores Brito M.C. Esther Sosa Montes Dr. Eliseo Sosa Montes Dr. José Isidro Alejos de la Fuente
Ciclo Escolar	2013-2014
Año	4°
Semestre	Primero
Horas Teoría/semana	3.0
Horas Práctica/semana	3.0
Horas Totales/semestre	96

---

## II. RESUMEN DIDÁCTICO

Fisicoquímica es una materia básica que se imparte durante el primer semestre del primer año de la carrera. La asignatura se encuentra relacionada en forma vertical con Bioquímica, Fisiología Animal, Fisiología Vegetal. En tanto que Fisicoquímica guarda relación horizontal con Edafología e Introducción a la Zootecnia.

Esta asignatura establece las bases fisicoquímicas del comportamiento de la materia viva, es decir de los procesos involucrados en los organismos como una parte integrante de los mismos. Se pretende que el estudiante se relacione con un sistema de conocimientos y habilidades del pensamiento, que le permita, acceder a un mejor nivel de comprensión de los fenómenos biológicos que estudiará en las disciplinas básicas específicas de la especialidad más importantes como: Nutrición, Reproducción y Sanidad Animal, las que a su vez se sustentan en asignaturas como Biología Celular, Fisiología Animal, Bioquímica y Microbiología dado que cada día se requiere más que el Zootecnista posea un mayor acervo de conocimientos de ciencias exactas como Física, Matemáticas, Química y Fisicoquímica. Es un hecho reconocido que la producción en las carreras del perfil agronómico y biológico recae en más de una ocasión en las bases fisicoquímicas, que subyacen en la multitud de fenómenos biológicos.

El curso tiene un gran contenido teórico repartido en **siete unidades** en las que se discuten las bases teóricas de aplicaciones relacionadas con el campo de acción de la profesión del Ingeniero Agrónomo Especialista en Zootecnia, pero además el curso, está complementado con prácticas de laboratorio con las que se espera que además de reforzar el conjunto de conocimientos analizados durante la clase teórica el estudiante desarrolle habilidades de observación, revisión de literatura, resolución de problemas, expresión escrita.

Dentro del trabajo independiente, el estudiante de esta asignatura revisa artículos relacionados con los temas, basándose en lecturas programadas. Además el curso contiene un sistema de **experimentos de cátedra** al inicio de cada tema, con los que se pretende que el estudiante descubra el concepto o ley principal motivo del tema por medio de un algoritmo, efectuado por el docente. Esperando con esto, que se refuerce en el estudiante, la observación como parte de la experimentación.

El curso de Físicoquímica utiliza una combinación de varios **métodos**. Dentro de los que destacan las demostraciones de cátedra, combinando con conferencias interactivas, prácticas de laboratorio, clases de problemas y lecturas programadas, estas dos últimas actividades, como parte del trabajo independiente.

Los **espacios** en los que llevará a cabo el curso incluyen el aula, el laboratorio, la biblioteca y la sala de cómputo.

Se utilizarán, material de laboratorio químico, material impreso, fotocopias de artículos de revistas y libros, series de problemas y acetatos.

Como el curso tiene como soporte un sistema de demostraciones, que son en su mayoría experimentos, se pretenden que esto se traduzca en un ordenamiento psicológico de los contenidos que parte de lo concreto a lo abstracto y no al contrario, en otras palabras el estudiante observa el experimento basado en una situación problemática planteada por el profesor que deberá resolver por sí mismo, pero bajo la dirección del docente. Así al menos parte de la leyes serán descubiertas por el estudiante en lugar de ser descritas por el profesor, posteriormente el estudiante aplicará los conocimientos apropiados en la solución de problemas. Además que se inicia el tema con preguntas, estas deberán intercalarse en el transcurso de la clase o bien dejarse de tarea como parte del trabajo independiente, a más de las lecturas programadas.

Por último cuando se realicen las prácticas, el estudiante deberá continuar con la búsqueda bibliográfica que necesariamente implicará trabajo de síntesis y análisis, alcanzándose un aprendizaje significativo.

Respecto a la **evaluación**, esta será principalmente de tipo sumativa y de tipo formativa en menor grado.

La teoría constituye el 50 % del total del curso. Se aplicarán exámenes parciales, un Trabajo de Investigación bibliográfica y la realización de un Seminario

El laboratorio constituye el 50% del curso.

### **III. PRESENTACIÓN**

El término Fisicoquímica agrupa una serie de enfoques característicamente cuantitativos aplicados en el estudio de varios problemas químicos. Trata predecir sucesos químicos por medio de modelos y postulados. Los métodos teóricos y experimentales de esta disciplina suelen ser muy diversos, por lo que deben emplearse varios enfoques diferentes. Por ejemplo, en el estudio de la Termodinámica y de las velocidades de reacción, se emplea el enfoque fenomenológico microscópico molecular para comprender el comportamiento de las moléculas y los mecanismos de reacción. Idealmente, lo mejor sería estudiar todos los fenómenos a nivel molecular, debido que aquí se describe la realidad, como esto no es posible debido a que el conocimiento que se tiene acerca de los átomos es incompleto, la Termodinámica Clásica también emplea, el análisis de propiedades macroscópicas, como temperatura, presión, volumen y número de moles para el estudio de los procesos bajo estudio, ya que proporcionan una información cuantitativa que resulta muy valiosa.

Durante el curso se destacan aplicaciones bioquímicas y biológicas relacionadas con la Zootecnia. Se proporciona información sobre diversos temas como, los mecanismos enzimáticos, rutas metabólicas, transformaciones de energía, y propiedades de las soluciones acuosas entre otros.

Dado que hace ya algún tiempo que las ciencias biológicas han dejado de ser consideradamente descriptivas, los avances experimentales de los conocimientos en las ciencias biológicas muestran que la descripción de los procesos vitales puede lograrse solamente si se poseen bases sólidas en ciencias básicas.

La Zootecnia tiene como objeto de trabajo “La producción de satisfactores de origen animal para beneficio de las necesidades humanas”. Para esto se requiere conocer aspectos básicos de Química, Fisicoquímica, Bioquímica y Biología. Un ejemplo de esto lo constituye la transformación de energía de los alimentos para el funcionamiento de los procesos metabólicos en los animales.

El presente curso capacita al estudiante para manejar conceptos, leyes y principios de la Fisicoquímica, relacionados con su área de trabajo.

### **IV. OBJETIVOS GENERALES**

#### **Educativos**

Analizar y aplicar conceptos, leyes, principios y parámetros fisicoquímicos, propios de esta asignatura que permitan desarrollar la curiosidad, la comprensión de las

regularidades que describen algunos fenómenos que tienen lugar en los seres vivos, en la tecnología y en el general en el mundo que nos rodea, además de participar la discusión de temas diversos y valorar las ideas de los demás

### Instructivos

Aplicar los diferentes principios y leyes de la Físicoquímica en la intervención y apoyo a la resolución de problemas y situaciones propias del campo del Zootecnista, que favorezcan una completa interpretación y comprensión de los procesos biológicos involucrados.

Que a partir de experimentos de laboratorio sean capaces de señalar, comprender e interpretar principios físicoquímicos relacionados con algunos procesos de importancia biológica, como ósmosis, formación de cálculos, formación de cascarón, calorimetría, los factores cinéticos involucrados en el control de una reacción química, entre otras, con el objeto de comprender e incursionar con mayor facilidad en varias de las áreas de estudio de la Zootecnia.

## V. CONTENIDO TEMÁTICO

### UNIDAD 1. INTRODUCCIÓN A LA FÍSICOQUÍMICA: NATURALEZA DE LA FÍSICOQUÍMICA Y CONCEPTOS BÁSICOS (19.5 hrs: 7.5 hrs de clases teóricas y 12 hrs de sesiones de laboratorio)

#### Objetivos:

- Establecer el objeto de estudio, la ubicación curricular de la asignatura, así como dar a conocer algunos de los problemas que pueden ser abordados desde los enfoques de la Físicoquímica, para establecer finalmente la importancia de la misma dentro del perfil del egresado.
- Revisar los conceptos básicos para la asignatura a fin de que el alumno adquiriera los elementos mínimos para un buen desempeño durante el curso.

#### Contenido.

- 1.1. Naturaleza de la Físicoquímica.
- 1.2. Problemas que guardan relación con la Físicoquímica:
  - a) Estereoisomería: Actividad óptica y familias D y L en aminoácidos y monosacáridos, b) Enlaces alfa y beta en carbohidratos, c) Estabilidad del Enlace peptídico, d) Eficiencia de la energía, e) estructura de biomoléculas.
- 1.3. Magnitudes físicoquímicas de aplicación en ciencia animal y sus unidades.
- 1.4. Funciones matemáticas usadas más frecuentemente en Físicoquímica, en el campo del profesional Zootecnista.
- 1.5. Bioelementos: Composición química de la materia viva.
- 1.6. Tipos de enlace químico: Importancia del enlace covalente en la materia viva.
- 1.7. Orbitales atómicos: H, C y N y orbitales moleculares: hibridación  $sp^3$ .

## Prácticas No. 1, 2 y 3 (1ra. Parte)

### **UNIDAD 2. GASES (14.5 hrs: 11.5 hrs de clases teóricas y 3 hrs de sesiones de laboratorio).**

#### Objetivos:

- Describir y analizar las características y leyes de los gases para aplicar estas a la resolución de problemas, así como realizar el análisis de casos relacionados con procesos biológicos, como ocurre con los gases que intervienen en la respiración
- Revisar las principales características de líquidos y sólidos a fin de comprender algunos problemas de interés zootécnico, relacionados con estos estados de agregación de la materia.

#### Contenido.

- 2.1. Introducción e importancia del tema.
- 2.2. Características de los gases y teoría cinético-molecular de los gases.
- 2.3. Leyes de los gases.
- 2.4. Gases Reales. Gráficas de gases reales contra gases ideales.
- 2.5. Fisicoquímica de la respiración.

## Práctica No. 4.

### **UNIDAD 3. TERMODINÁMICA (18 hrs: 12 hrs de clases teóricas y 6 hrs de sesiones de laboratorio).**

#### Objetivos:

- Definir las leyes y principios que rigen las transformaciones de energía (calor y trabajo) para aplicar dichos conceptos en el cálculo de los cambios de energía asociados a reacciones bioquímicas.
- Inferir de gráficas y cálculos, la dirección del equilibrio y cómo puede ser afectado éste, por factores como la concentración de reactivos, productos, para finalmente, formular un análisis comparativo con el metabolismo animal.

#### Contenido.

- 3.1. Introducción e importancia del tema.
- 3.2. Definición de sistemas termodinámicos.
- 3.3. Definición de energía y unidades.
- 3.4. Definición de Temperatura y calor. Unidades.
- 3.5. Equivalente mecánico del calor.
- 3.6. Primera Ley de la Termodinámica.
- 3.7. Energía interna.
- 3.8. Entalpía.
- 3.9. Ley de Hess.
- 3.10. Segunda Ley de la Termodinámica.
- 3.11. Entropía.
- 3.12. Energía libre y Reacciones espontáneas.

- 3.13. Estados termodinámicos y funciones estándar.
- 3.14. Definición de equilibrio químico y Tipos de equilibrio. Su análisis como un estado dinámico.
- 3.15. Termodinámica del equilibrio químico.
- 3.16. Relación entre constante de equilibrio y la energía interna.
- 3.17. Factores que afectan la constante de equilibrio.
- 3.18. Composición química de una mezcla en el equilibrio.
- 3.19. Reacciones catalizadas por enzima y su relación con la constante de equilibrio.
- 3.20. Actividad y coeficiente de actividad su relación con la constante de equilibrio.
- 3.21. Acoplamiento de reacciones.
- 3.22. Bioenergética.

Práctica No. 5, 6 y 7.

#### **UNIDAD 4. PROPIEDADES DE LAS DISOLUCIONES ACUOSAS: PROPIEDADES COLIGATIVAS (14 hrs: 6 hrs de clases teóricas y 8 hrs de sesiones de laboratorio).**

Objetivo: Analizar problemas y casos sobre propiedades coligativas para comprender los factores fisicoquímicos involucrados en procesos como presión osmótica, crioscopia, análisis del efecto de la fuerza iónica de una disolución y formación de precipitados (Kps) en algunas reacciones químicas que ocurren en los seres vivos.

##### **Contenido**

- 4.1. Introducción e importancia del tema.
- 4.2. Definición de sistemas dispersos.
- 4.3. Definición de solubilidad, soluciones saturadas y no saturadas.
- 4.4. Formas de expresar la concentración de las soluciones. Unidades físicas y Unidades químicas.
- 4.5. Algunas propiedades coligativas de las soluciones acuosas: tipos de solutos.
- 4.6. Actividad del disolvente y soluto en una solución. Presión de vapor.
- 4.7. Definición de Osmosis y Presión Osmótica. Teoría de la Osmosis.
- 4.8. Propiedades anormales de las soluciones de electrolitos.
- 4.9. Ionización de electrolitos en solución acuosa.
- 4.10. Propiedades coligativas de disoluciones acuosas de electrolitos fuertes.
- 4.11. El concepto de fuerza iónica y su relación con las propiedades coligativas de soluciones diluidas de electrolitos débiles.
- 4.12. Grado de ionización de un electrolito débil.
- 4.13. Constante de Producto de solubilidad (Kps) termodinámica y aparente.

Práctica No. 3 (2da. Parte), 8, 9 y 10.

#### **UNIDAD 5. PROPIEDADES ÁCIDO-BASE DE LAS SOLUCIONES ACUOSAS (16.5 hrs: 10.5 hrs de clases teóricas y 6 hrs de sesiones de laboratorio)**

Objetivo: Analizar el significado del pH, así como diferenciar ácidos y bases fuertes y débiles. Además revisar los principales buffers sanguíneos, para contribuir al

entendimiento de la homeostasis ácido-base.

### **Contenido**

- 5.1. Introducción e importancia del tema.
- 5.2. Significado del pH.
- 5.3. Ácidos y Bases (Fuertes y Débiles): Tipos, características, cálculos de pH.
- 5.4. Buffers y capacidad buffer.
- 5.5. Relevancia bioquímica del pH.

Práctica 11, 12 y 13.

### **UNIDAD 6. CINÉTICA QUÍMICA. (7.5 hrs: 4.5 hrs de clases teóricas y 3 hrs de sesiones de laboratorio)**

Objetivo: Analizar los factores que afectan la velocidad de una reacción química, para integrar estos conceptos en el conocimiento del metabolismo animal.

### **Contenido**

- 6.1. Introducción e importancia del tema.
- 6.2. Definición de velocidad de reacción y su medición.
- 6.3. Influencia de las concentraciones de reactivos y productos sobre las velocidades de reacción.
- 6.4. Orden de reacción.
- 6.5. Ecuación general de reacciones de primer orden y segundo orden.
- 6.6. Teoría de las colisiones y del estado de transición.

Práctica No. 14.

### **UNIDAD 7. REACCIONES Y PROCESOS REDOX (6 hrs: 3hrs de clases teóricas y 3 hrs de Laboratorio).**

Objetivo: Identificar los procesos de oxidación-reducción o redox, como generadores de fuerza electromotriz y asociados con la generación de energía libre, a fin comprender algunos procesos naturales dirigidos por un gradiente de potencial redox (fotosíntesis, cadena respiratoria).

### **Contenido**

- 7.1. Introducción e importancia del tema.
- 7.2. La reacción redox como generadora de energía libre.
- 7.3. Potencial de electrodo: Medida de los potenciales de electrodo.
- 7.4. Medición de la fuerza electromotriz.
- 7.5. Potenciales redox: Cálculo de la energía libre de una reacción redox.
- 7.6. Procesos redox de importancia biológica.

Práctica No. 15.



## VI. PRÁCTICAS

PRÁCTICA	NOMBRE DE LA PRÁCTICA	SEMANA	OBJETIVOS
	a) Presentación del curso. (40 min). b) Formación de equipos (20 min). c) Presentación y Análisis del Reglamento Interno del laboratorio (30 min). d) Nomenclatura de compuestos inorgánicos (1.5 hrs).	1 <sup>a</sup>	Presentación de los objetivos y organización del curso.
1	Conocimiento y uso correcto del material y equipo de laboratorio y Operaciones Generales del laboratorio químico. (6 hrs). ACTIVIDADES: 1. Manejo de la Balanza Analítica (1 hrs). 2. Manejo de los datos de laboratorio (1 hrs). 3. Realización de algunas determinaciones químicas y fisicoquímicas de interés para el Zootecnista (2.0 hrs). 4. Preparación de disoluciones. (1 <sup>a</sup> Parte Práctica No. 7) (2 hrs).	2 <sup>a</sup> y 3 <sup>a</sup>	a) Definir, identificar, aplicar y manejar el material, equipo y las operaciones más comunes de laboratorio, a fin de obtener los conocimientos básicos y habilidades adecuadas para obtener el óptimo aprendizaje de los experimentos, lo que mejorará su comprensión de los conceptos teóricos.
2	Ecuaciones químicas: Estequiometría y el concepto de mol: "Determinación de la pureza de una muestra comercial de CaCO <sub>3</sub> " (3 hrs).	4 <sup>a</sup>	a) Establecer las relaciones de masa a partir de una ecuación química balanceada. b) Identificar el reactivo limitante, el reactivo en exceso, los coeficientes estequiométricos, a partir de una reacción química de un compuesto, a fin de calcular el porcentaje de éstos y del producto en una mezcla.
3	Determinación de CO <sub>2</sub> alveolar (3 hrs).	5 <sup>a</sup>	a) Cuantificar CO <sub>2</sub> en una muestra de aire alveolar, para aplicar algunas de las leyes de los gases a cálculos realizados con problemas que involucran gases.
4	Calorimetría: Determinación de la entalpía de una reacción (3 hrs).	6 <sup>a</sup>	a) Establecer experimental-mente, el carácter endotérmico o exotérmico de algunas reacciones. b) Diferenciar físicamente y conceptualmente los calorímetros a presión constante y a volumen constante y discutir su utilidad. c) Determinar en los calorímetros a presión constante y a volumen constante, el $\Delta H$ de algunas reacciones.

5 y 6	<p>5. Termodinámica de la contracción y relajación de una liga (1.5 hrs).</p> <p>6. Estimación de la energía libre de ionización de un ácido a partir del pKa aparente (<math>pK_a'</math>) (1.5 hrs).</p>	7 <sup>a</sup>	<p>a) Relacionar los cambios de calor durante la contracción y relajación de una liga con la ecuación <math>\Delta G = \Delta H - T\Delta S</math>, para extrapolar y predecir el signo de <math>\Delta G</math> de un proceso biológico.</p> <p>b) Estimar la energía libre de ionización de un ácido a partir la constante de ionización aparente del ácido (<math>K_a'</math>) del ácido acético, calculada de su curva de titulación y así establecer la espontaneidad del proceso.</p>
7	Preparación de disoluciones (3 hrs). (2 <sup>a</sup> Parte Práctica No. 7).	8 <sup>a</sup>	a) Describir las diferentes unidades empleadas en la concentración de una disolución como porcentaje, ppm, molaridad, molalidad y normalidad, para realizar los cálculos pertinentes y aplicarlos en la preparación de reactivos, sueros y medicamentos, entre otras disoluciones y en la resolución de problemas que involucren concentración de disoluciones.
8	<p>2<sup>a</sup> EVALUACIÓN.</p> <p>Ósmosis en el eritrocito (2 hrs).</p>	9 <sup>a</sup>	<p>a) Analizar los principios generales de la ósmosis.</p> <p>b) Revisar el significado de los siguientes términos: membrana semipermeable, presión osmótica, osmolaridad, disolución isosmótica, disolución isotónica.</p> <p>c) Estimar la concentración isotónica y presión osmótica del eritrocito.</p>
9 y 10	<p>9. Determinación de la constante del producto de solubilidad del <math>CaCO_3</math>: Relación con la formación del cascarón del huevo (1.5 hrs).</p> <p>10. Determinación del grosor del cascarón del huevo (1.5 hrs).</p>	<p>10<sup>a</sup></p> <p>11<sup>a</sup></p>	<p>a) Analizar el significado fisicoquímico y biológico de la constante del producto de solubilidad (<math>K_{ps}</math>) en relación con algunos procesos biológicos.</p> <p>b) Estimar experimentalmente el valor de la <math>K_{ps}</math> del <math>CaCO_3</math> y discutir los factores que intervienen en la precipitación y disolución del <math>CaCO_3</math> en relación con el cascarón del huevo.</p> <p>c) Determinar el grosor del cascarón del huevo como un parámetro de calidad.</p>

11 y 12	11. Medición del pH en diferentes materiales (1.0 hrs).  12. Preparación de Sistemas Amortiguadores de pH (Buffers) (2 hrs).	12 <sup>a</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Determinar el pH de materiales de interés zootécnico.</li> <li>b) Caracterizar ácidos y bases como fuertes y débiles por su fuerza, al determinar el pH, grado de disociación (<math>\alpha</math>) y el valor de la constante de disociación.</li> <li>a) Discutir la importancia biológica de los amortiguadores de pH o Buffers.</li> <li>b) Establecer la naturaleza de los componentes de un buffer, así como su papel en la regulación del pH.</li> <li>c) Preparar un buffer.</li> </ul>
13	Determinación de la capacidad buffer de alimentos (3 hrs).	13 <sup>a</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Revisar el concepto “capacidad buffer” y establecer su relación con la regulación del pH por sistemas amortiguadores.</li> <li>b) Medir la capacidad buffer en algunos ingredientes usados frecuentemente en Nutrición Animal.</li> </ul>
14	Determinación del orden de una reacción química (3 hrs).	14 <sup>a</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Revisar las bases de la cinética de una reacción.</li> <li>b) Determinar la cinética de la degradación de urea.</li> <li>c) Determinar el orden de la degradación de urea.</li> </ul>
15	Reacciones Redox (3 hrs).	15 <sup>a</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a) Identificar los componentes y características de una reacción redox.</li> <li>b) Aplicar los principios de óxido-reducción en determinaciones de interés zootécnico.</li> </ul>

## VII. METODOLOGÍA

La asignatura tiene como soporte importante, la instrumentación de experimentos de cátedra, para desarrollar la motivación, la activación de conocimientos previos, la creatividad, la interpretación y la asimilación de leyes, principios y regularidades de la fisicoquímica aplicada a los seres vivos, particularmente relacionados con aquellos procesos metabólicos como la respiración y varios relacionados con la nutrición animal.

Con el método anterior se pretende fomentar un aprendizaje por Descubrimiento guiado (Díaz-Barriga y Hernández. Rojas, 2002). Para esta herramienta didáctica, el experimento se elabora sobre la base de situaciones problemáticas de tal forma que al inicio de la clase o del tema, el profesor presenta las ideas generales sobre el tema en cuestión, lleva a cabo el experimento, siguiendo un algoritmo determinado, con el uso de estrategias discursivas como pistas, preguntas intercaladas, confirmación/reformulación, repetición/confirmación, promoviendo así que el alumno “descubra” las leyes y principios que se describen en dicho experimento, posteriormente el profesor precisa las ideas de los alumnos, sintetiza y generaliza los principios científicos presentados.

Además el modelo de enseñanza incluye, la enseñanza expositiva-interactiva, por lo que entre las actividades a realizar se contempla la elaboración de: resúmenes, preguntas insertadas de tipo abierto, diagramas, objetivos, ilustraciones, analogías, entre otros.

Dentro de las estrategias de aprendizaje, se propone la lectura de textos seleccionados estratégicamente, en los que el alumno deberá seleccionar al subrayar, destacar y clasificar y jerarquizar los conceptos importantes, para luego analizar y resumir. Asimismo aplicará estrategias de aprendizaje para los diferentes tipos de objetivos de aprendizaje (conceptuales, procedimentales y actitudinal-valorales).

Como uno de los productos finales del curso, los alumnos integrados en equipos desarrollarán un tema de la asignatura, siguiendo los principios del aprendizaje cooperativo y lo presentarán ante el grupo para su discusión.

## VIII. EVALUACIÓN

La evaluación será de tipo sumativa y se aplicará a lo largo del curso con cada unidad terminada, de acuerdo con las siguientes ponderaciones:

Para acreditar el curso es necesario:

- a) Cumplir con el REGLAMENTO ACADÉMICO DE ALUMNOS.  
Específicamente con los artículos del capítulo VIII, De los Permisos para ausentarse del plantel y las justificaciones por faltas (arts. 50, 51, y 52), capítulo X, De las

Obligaciones (Arts. 76 y 83) y capítulo XI y los artículos De los exámenes (Arts. 96, 98, y 99).

- b) Obtener una calificación promedio teórico-práctica mínima de 6.6, para lo que se considerará la teoría con un valor de 50% y el laboratorio de 50%.

**Para la calificación de teoría, se considerarán:**

Exámenes teórico-prácticos (50%).

Participación (50%) (Tareas, exposiciones, intervenciones en clase).

Los exámenes, estarán distribuidos como sigue:

Examen 1: Unidades I, II, III

Examen 2: Unidades IV, V

Examen 3: Unidades VI y VII

**Respecto a la evaluación del laboratorio, se considerarán:**

a. El informe por equipo de cada práctica, siguiendo el formato de la revista Agrociencia.

b. Participaciones, el informe breve individual de cada práctica, exposiciones, puntualidad, intervenciones.

## **IX. BIBLIOGRAFÍA**

Ball, D. W. 2004. *Fisicoquímica*. Thomson, México.

Barrow, G. M. 1996. *Physical chemistry*. 6th ed. Mc Graw Hill Co., NY.

Chang R. 1999. *Química*. 6ª. Ed. Mc. Graw Hill. México

Laidler J. K. y Meiser, J.H. 2002. *Fisicoquímica*. CECSA, México.

Levenspiel, O. 1997. *Fundamentos de Termodinámica*. Pearson, Prentice-Hall, México.

Levine, I. N. 1995. *Physical Chemistry*. 4th ed. Mc Graw Hill Co., NY.

Morris, J. G., 1980. *Fisicoquímica para Biólogos*. Reverté S. A. Barcelona España.

Tinoco, I., Sauer, K. y Wang, J.C. 1995. *Physical chemistry. Principles and applications in biological sciences*. 3rd ed. Prentice-Hall Engineering, Science & Math, NJ.

Van Holde, K.E., Johnson, W.C. y Pui Shing H. 1998. *Principles of physical biochemistry*. Prentice-Hall Engineering, Science & Math, NJ.

Vázquez Duhalt R. 2002. *Termodinámica Biológica*. AGT Editor, S. A.

## **BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL RECOMENDADA**

Castellan G.W. 1973. *Fisicoquímica*. Fondo Educativo Interamericano.

Ganong, F. W. 2004. *Fisiología Médica*. Editorial El Manual Moderno., S. A. de C. V. México, D. F.

Nelson L. David and M. M. Cox. 2000. *Lehninger Principles of Biochemistry*. Worth Publishers. New York. U. S. A.  
Rosenberg, J. L y L. M. Epstein. 1995. *Química General*. Serie Schaum. Mc Graw Hill. México, D. F.  
Salisbury B. F. y C.W. Ross. 1992. *Fisiología Vegetal*. Grupo Editorial Iberoamericana. D. F. México.

## REVISTAS

- “Scientific American Latinoamérica” o la versión en Inglés.
- “Mundo Científico”. La Recherche”, Traducido al español.