

Introducción a Bioquímica Clínica Veterinaria

1ª edición

Félix H. Díaz González
Sérgio Ceroni da Silva

Editorial
Unillanos



Introducción a Bioquímica Clínica Veterinaria

Félix H. Díaz González,
Sérgio Ceroni da Silva

Colaboradores:
Álan Gomes Pöppl
José Joaquín Cerón
Rómulo Campos

Editorial
Unillanos 

1a. edición
2019

Díaz González, Félix H.

Introducción a Bioquímica Clínica Veterinaria / Félix H. Díaz González y Sérgio Ceroni da Silva. – Villavicencio: Editorial Unillanos, 2019. 1 ed.

p. 471, ilustraciones.; tablas. (21x28 cm)

Incluye: Bibliografía

ISBN (978-958-8927-43-5) ISBN Digital (978-958-8927-44-2)

1. Bioquímica Clínica Veterinaria. 2. Metabolismo. 3. Proteínas i. Ceroni da Silva, Sérgio

CDD 636.0896 ed. 21

Catalogación en la publicación – Biblioteca Universidad de los Llanos

Primera edición, 2019

Introducción a Bioquímica Clínica Veterinaria

ISBN: 978-958-8927-43-5

ISBN Digital: 978-958-8927-44-2

© Félix H. Díaz González

© Sérgio Ceroni da Silva

© Universidad de los Llanos

Coordinación editorial: Ana María Lombana Gracia

Diseño de cubierta y diagramación: CMYK Diseño e Impresos S.A.S.

Corrección de estilo: Julio Mateus

Editorial Unillanos, 2019

Kilómetro 12 vía Puerto López, vereda Barcelona

Email: editorialunillanos@unillanos.edu.co

www.editorial.unillanos.edu.co

Villavicencio, Meta

© 2017 **Editora da UFRGS**

Título original: Introdução à bioquímica clínica veterinária (3. ed. rev. e ampl.) –
pertencente à Série Graduação

Impresión

CMYK Diseño e Impresos S.A.S.

Descargo de responsabilidad: la información contenida en este libro es producto del autor y por consiguiente no compromete la posición de la Universidad de los Llanos.

Prohibida la reproducción total o parcial, en cualquier medio, formato o propósito, sin la autorización escrita de la Editorial Unillanos.

*Dedico este trabajo a mi amada hija Laurita,
a mi nieta Lupita y a mi compañera de lucha
y caminada Renildes
(FHDG)*

*Para Luiza y Aléxia, cuyas palabras constantes de apoyo y estímulo
fueron la fuerza motriz para que yo pudiera concluir este trabajo
("cuando termina?!", "falta mucho?!", "aún en este mismo capítulo?!").*

*A Kim, que presenció el trabajo de la primera versión del libro
y no entendía por qué aquello tenía prioridad sobre nuestros juegos de billar
en aquellas vacaciones de verano asoleado en la playa.*

*A todas las almas gemelas que hacen de la procrastinación un arte
y leen incluso dedicatorias para posponer el primer capítulo.
(SCS)*

AUTORES

Félix Hilario Díaz González

Cuenta con formación en Medicina Veterinaria (Universidad Nacional de Colombia, 1979), maestría en Fisiología Animal (Universidad Nacional de Colombia, 1985), doctorado en Bioquímica y Fisiología Animal (Universidad Federal de Viçosa, 1991) y pos-doctorado en Bioquímica Clínica (Universidad de Murcia, España, 2007 y en la Universidad de Santiago de Compostela, España, 2012). Fue profesor de Bioquímica y Fisiología Veterinarias de la Universidad Nacional de Colombia - sede Bogotá (1983-1995) y desde 1996 es profesor en la Facultad de Veterinaria de la Universidad Federal do Rio Grande do Sul, donde actualmente es profesor titular. Es profesor-orientador del Programa de Posgrado en Ciencias Veterinarias de la UFRGS (Porto Alegre), actuando en las áreas de bioquímica clínica y trastornos metabólicos, endocrinos y carenciales en animales domésticos. Ha sido profesor invitado de la Universidad de los Llanos (Colombia), de la Universidad de Santiago de Compostela (España), de la Universidad de La República (Uruguay) y de la Universidad Nacional de Colombia (campus de Bogotá y Medellín).

Sérgio Ceroni da Silva

Es médico veterinario formado por la Universidad Federal do Rio Grande do Sul, con magister en Genética y Biología Molecular por la misma universidad y doctorado en Biología Molecular por la Universidad de Glasgow (Reino Unido). Desde 1987 es profesor de Bioquímica Clínica Veterinaria y Biología Molecular Aplicada en la Facultad de Veterinaria de la UFRGS, habiendo actuado también como investigador en el Centro de Biotecnología de esta misma universidad y profesor-orientador del Programa de Posgrado en Ciencias Veterinarias de la UFRGS (Porto Alegre).

COLABORADORES

José Joaquín Cerón

Es médico veterinario de la Universidad de Murcia (España), especialista en técnicas analíticas biosanitarias y doctor en Veterinaria por la misma universidad. Actualmente es docente de Patología Clínica Veterinaria en la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Murcia, donde desarrolla investigaciones sobre biomarcadores sanguíneos en Medicina Veterinaria.

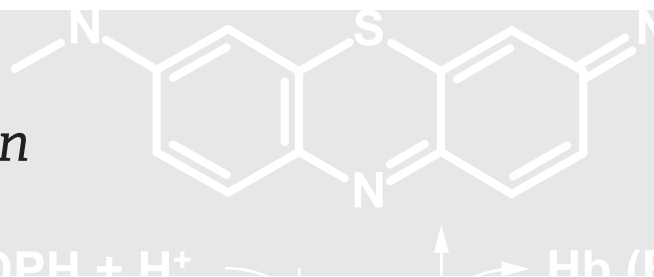
Rómulo Campos Gaona

Es médico veterinario formado por la Universidad Nacional de Colombia, magister en Ciencias Veterinarias por la misma universidad y doctor en Ciencias Veterinarias por la Universidad Federal do Rio Grande do Sul (Brasil). Actualmente es docente de Fisiología y Reproducción Animal en la Universidad Nacional de Colombia, campus de Palmira.

Álan Gomes Pöppl

Es médico veterinario formado por la Universidad Federal do Rio Grande do Sul (2004), con Residencia en Clínica y Cirugía de Pequeños Animales en el Hospital de Clínicas Veterinarias de la UFRGS (2006). Realizó maestría en Fisiología con énfasis en Endocrinología en el Laboratorio de Metabolismo y Endocrinología Comparada de la UFRGS (2008). Realizó doctorado en la UFRGS, en el área de Endocrinología y Metabolismo Animal. Actualmente es docente de la Facultad de Veterinaria de la UFRGS en el área de endocrinología clínica.

Prefacio a la Primera Edición en Idioma Español



La bioquímica clínica es un área cuya importancia está en constante crecimiento a nivel mundial. La 1ª edición en idioma portugués de este libro fue publicada en el año 2003 como una herramienta de apoyo didáctico a la materia ofrecida en la Facultad de Veterinaria de la Universidad Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), en Porto Alegre (Brasil). Desde entonces la contribución de sus lectores, principalmente alumnos de varios cursos de medicina veterinaria y de posgrado, fue determinante en la publicación de la 2ª edición, en el 2006, y de una 3ª edición grandemente revisada y ampliada en el 2017.

Esta 1ª edición de la obra en idioma español de la Editorial Unillanos gana contenido en los aspectos clínicos de los principales trastornos metabólicos, endocrinos y carenciales de los animales domésticos. En esta oportunidad tuvo fundamental colaboración el endocrinólogo Álan Gomes Pöpl, profesor de la UFRGS, en los temas de trastornos endocrinos y de la diabetes (insípida y mellitus).

El presente libro, revisado, actualizado y ampliado en relación a la anterior edición, y que será la base para una futura 4ª edición en portugués, actualmente en preparación, mantiene su propuesta original de revisar aspectos de bioquímica fundamental y del metabolismo de tejidos, al mismo tiempo que aborda los conceptos de los trastornos metabólicos más comunes en veterinaria. Por la aceptación de la obra, los autores percibieron la importancia de ofrecer un texto en temas tanto básicos como aplicados, que puedan servir de fundamento en el momento de aplicar conocimientos en la clínica, la fisiología y la nutrición animal.

Creemos firmemente que el proceso de enseñanza-aprendizaje de la bioquímica debe basarse más en estructuras, estequiometría y rutas metabólicas que en nombres de compuestos. Basados en este principio, hacemos todos los esfuerzos para que las ilustraciones usadas, todas originalmente producidas para este libro, sirvieran realmente como elemento catalizador del conocimiento proporcionado en el texto. Para ello, todas las fórmulas estructurales y rutas metabólicas se confirmaron exhaustivamente en los principales bancos de datos, como PubChem (<www.pubchem.ncbi.nlm.nih.gov>), KEGG (Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes, <www.kegg.jp>) y BioCyc (<biocyc.org>).

Agradecemos a nuestros colaboradores que nos acompañan desde la 2ª edición en portugués, los profesores José Joaquín Cerón, de la Universidad de Murcia (España), quien colaboró en el tema de proteínas y función renal, así como Rómulo Campos Gaona, de la Universidad Nacional de Colombia (campus Palmira), quien tuvo su contribución en el tema de trastornos de glúcidos y lípidos. Agradecimientos son necesarios también a las editoriales de la UFRGS (Porto Alegre, Brasil) y de la Universidad de Los Llanos (Villavicencio, Colombia) y a todos aquellos lectores que con sus comentarios sobre la obra, contribuyeron para mejorar la edición actual.

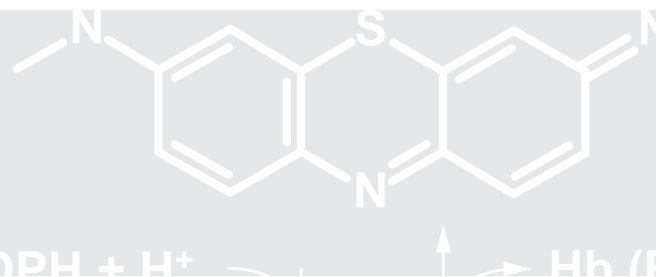
Los autores

Con el objetivo de apoyar a los docentes que adoptan este libro-texto, en la página <www.ufrgs.br/bioquimica/ibcv-es> está disponible el conjunto completo de las figuras, en presentaciones de Microsoft PowerPoint (pptx).

También se puede utilizar el *QR code* de abajo para conexión directa con la página que contiene el material suplementario.



Prólogo



El libro *Introducción a la bioquímica clínica veterinaria*, en su primera versión en español, nace de una necesidad sentida por estudiantes, profesionales e investigadores de las ciencias animales y veterinarias, de contar con literatura especializada en idioma español sobre la importancia de la bioquímica en el estudio de los principales trastornos metabólicos de los animales, asociados a los sistemas productivos.

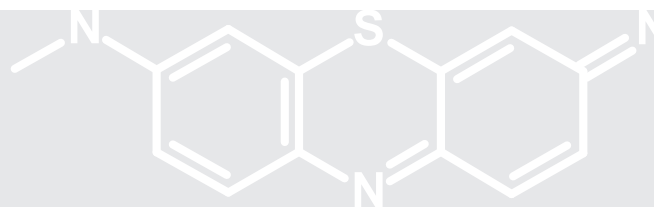
En buena hora la Editorial Unillanos ha decidido apoyar la publicación de este libro, después de que fuesen publicadas tres versiones de él en portugués. Dicha iniciativa nació gracias a la cooperación interinstitucional de la Universidad de los Llanos con la Universidad Federal do Rio Grande do Sul, institución que ha cedido los derechos de publicar en español la obra. Los lazos con tan importante universidad brasilera han ido más allá de esta edición, pues ha permitido la movilidad internacional y facilitado las condiciones para que uno de los autores, el profesor Félix Díaz González, participara en el curso de Bioquímica Fisiológica, dando así su apoyo al nacimiento de la Maestría Investigativa en Sistemas Sostenible de Salud Producción Animal Tropical, en la Universidad de los Llanos, la cual hoy se precia por tener sus primeros catorce egresados.

Sin duda esta obra contribuirá a mejorar los procesos investigativos y la práctica clínica de los profesionales que desean desarrollar un mejor ejercicio de su labor, ya que reúne las experiencias de toda una vida académica e investigativa de destacados profesores en universidades brasileñas y europeas que han querido compartir sus experiencias a través de estas páginas.

Gratitud inmensa con las actuales directivas de la Universidad de los Llanos y el equipo editorial por permitir su publicación, así como para los autores de cada uno de los capítulos.

Agustín Góngora Orjuela
Profesor Titular
Director Maestría en Sistemas Sostenibles
de Salud Producción Animal Tropical
Universidad de los Llanos

Sumario



Capítulo 1 - Conceptos básicos sobre metabolismo

| | |
|--|----|
| 1.1 Bioenergética | 25 |
| Energía libre..... | 25 |
| Leyes de la termodinámica | 25 |
| Entropía y entalpía..... | 26 |
| Flujo de la energía en la biosfera..... | 26 |
| Relación entre energía libre y constante de equilibrio de una reacción | 27 |
| El ATP y la transferencia de energía química..... | 28 |
| 1.2 Ciclos de la materia en la biosfera | 30 |
| Ciclo del carbono..... | 30 |
| Ciclo del oxígeno..... | 30 |
| Ciclo del nitrógeno | 30 |
| 1.3 Metabolismo intermediario | 32 |
| Función del ATP y del NAD en el metabolismo..... | 33 |
| La división del trabajo en el metabolismo..... | 34 |
| <i>El hígado</i> | 34 |
| <i>El tejido adiposo</i> | 36 |
| <i>El tejido muscular</i> | 37 |
| <i>El cerebro</i> | 38 |
| <i>La sangre</i> | 38 |
| 1.4 Enzimas | 39 |
| Clasificación sistemática de las enzimas | 39 |
| Cinética enzimática..... | 40 |
| <i>Efecto de la concentración del sustrato en la velocidad de la reacción enzimática</i> | 40 |
| <i>Efecto del pH y de la temperatura sobre la velocidad de la reacción enzimática</i> | 42 |
| Medida de la actividad enzimática | 42 |
| Inhibidores de la acción enzimática..... | 43 |
| <i>Inhibición reversible</i> | 43 |
| <i>Inhibición irreversible</i> | 44 |
| Regulación enzimática..... | 44 |
| <i>Enzimas alostéricas</i> | 45 |
| <i>Enzimas reguladas por modificación covalente</i> | 45 |
| Isoenzimas | 45 |
| 1.5 Cofactores enzimáticos | 46 |
| Nucleótidos piridínicos..... | 46 |

| | |
|---|-----------|
| Nucleótidos flavínicos | 47 |
| Tiamina-pirofosfato (TPP)..... | 47 |
| Coenzima A (CoA) | 48 |
| Piridoxal-fosfato | 48 |
| Coenzima B ₁₂ (cobamamida) | 49 |
| Biotina | 50 |
| Ácido fólico (Folacina)..... | 51 |
| 1.6 Bibliografía | 53 |

Capítulo 2 - Alteraciones del equilibrio hidroelectrolítico y ácido-básico

| | |
|--|-----------|
| 2.1 El agua en los organismos animales | 55 |
| Propiedades fisicoquímicas del agua | 55 |
| Los productos de ionización del agua..... | 56 |
| 2.2 Ácidos y bases | 57 |
| 2.3 Soluciones <i>buffer</i> | 57 |
| 2.4 Sistemas <i>buffer</i> en los organismos animales | 59 |
| El sistema <i>buffer</i> fosfato | 59 |
| El sistema <i>buffer</i> bicarbonato | 60 |
| <i>Control respiratorio del buffer bicarbonato</i> | 61 |
| <i>Control renal del buffer bicarbonato</i> | 62 |
| Otros órganos que interfieren en el equilibrio ácido-básico | 63 |
| <i>Hígado</i> | 63 |
| <i>Estómago</i> | 63 |
| 2.5 Equilibrio hídrico | 64 |
| El sistema renina-angiotensina | 65 |
| Vasopresina (hormona antidiurética, ADH)..... | 66 |
| 2.6 Equilibrio electrolítico | 66 |
| Diferencia aniónica o <i>anion gap</i> | 67 |
| Exceso de base (EB)..... | 67 |
| Osmolaridad..... | 67 |
| 2.7 Alteraciones de equilibrio hídrico | 68 |
| Deshidratación..... | 68 |
| <i>Etiología</i> | 68 |
| <i>Implicaciones metabólicas de la deshidratación</i> | 68 |
| <i>Señales clínicas de la deshidratación</i> | 69 |
| <i>Tratamiento de la deshidratación</i> | 69 |
| Sobrehidratación..... | 70 |
| Poliuria y polidipsia..... | 70 |
| <i>Etiología</i> | 71 |

| | | |
|-------------|---|----|
| | <i>Exámenes laboratoriales en casos de poliuria</i> | 73 |
| | <i>Tratamiento de la polidipsia</i> | 74 |
| | Diabetes insípida..... | 74 |
| | <i>Etiología de la diabetes insípida</i> | 75 |
| | <i>Diagnóstico de la diabetes insípida</i> | 75 |
| | <i>Tratamiento de la diabetes insípida</i> | 76 |
| 2.8 | Alteraciones del equilibrio electrolítico | 76 |
| | Disturbios del sodio..... | 77 |
| | <i>Hipernatremia</i> | 77 |
| | <i>Hiponatremia</i> | 77 |
| | Disturbios del potasio..... | 79 |
| | <i>Hipercalemia</i> | 79 |
| | <i>Hipocalemia</i> | 79 |
| | Disturbios del cloro..... | 80 |
| | <i>Hipercloremia</i> | 80 |
| | <i>Hipocloremia</i> | 80 |
| 2.9 | Alteraciones del equilibrio ácido-básico | 80 |
| | Acidosis metabólica..... | 81 |
| | <i>Respuesta compensatoria en la acidosis metabólica</i> | 82 |
| | <i>Tratamiento de la acidosis metabólica</i> | 82 |
| | Acidosis respiratoria..... | 82 |
| | <i>Respuesta compensatoria en la acidosis respiratoria</i> | 83 |
| | <i>Tratamiento de la acidosis respiratoria</i> | 83 |
| | Alcalosis metabólica..... | 83 |
| | <i>Respuesta compensatoria en la alcalosis metabólica</i> | 84 |
| | <i>Tratamiento de la alcalosis metabólica</i> | 84 |
| | Alcalosis respiratoria..... | 84 |
| | <i>Respuesta compensatoria en la alcalosis respiratoria</i> | 84 |
| | <i>Tratamiento de la alcalosis respiratoria</i> | 84 |
| | Acidosis láctica ruminal..... | 84 |
| | <i>Señales clínicas de la acidosis láctica ruminal</i> | 86 |
| | <i>Diagnóstico de la acidosis láctica ruminal</i> | 87 |
| | <i>Tratamiento de la acidosis láctica ruminal</i> | 87 |
| | <i>Prevención de la acidosis láctica ruminal</i> | 88 |
| | Alcalosis ruminal..... | 89 |
| | <i>Etiología de la alcalosis ruminal</i> | 89 |
| | <i>Epidemiología de la alcalosis ruminal</i> | 90 |
| | <i>Patogenia de la alcalosis ruminal</i> | 90 |
| | <i>Señales clínicas de la alcalosis ruminal</i> | 90 |
| | <i>Diagnóstico de la alcalosis ruminal</i> | 90 |
| | <i>Tratamiento de la alcalosis ruminal</i> | 91 |
| | <i>Prevención de la alcalosis ruminal</i> | 91 |
| | Abordaje laboratorial de los desequilibrios ácido-básicos..... | 91 |
| | <i>Gasometría</i> | 92 |
| 2.10 | Bibliografía | 94 |

Capítulo 3 - Bioquímica clínica de proteínas y compuestos nitrogenados

| | | |
|------------|---|-----|
| 3.1 | Características de aminoácidos y proteínas | 97 |
| | Los aminoácidos como unidades básicas de las proteínas | 97 |
| | <i>Clasificación de los aminoácidos</i> | 97 |
| | <i>Propiedades químicas de los aminoácidos</i> | 98 |
| | <i>Aminogramas</i> | 99 |
| | Péptidos y proteínas | 100 |
| | <i>Clasificación de las proteínas</i> | 100 |
| | <i>Niveles de organización estructural de las proteínas</i> | 101 |
| | <i>Solubilidad de las proteínas</i> | 102 |
| | <i>Funciones de las proteínas</i> | 103 |
| 3.2 | Digestión y absorción de las proteínas | 103 |
| | Animales monogástricos | 103 |
| | Animales rumiantes | 104 |
| 3.3 | Catabolismo de las proteínas | 105 |
| | Catabolismo de los aminoácidos | 105 |
| | <i>Transaminación</i> | 105 |
| | <i>Desaminación oxidativa</i> | 106 |
| | Ciclo de la urea | 106 |
| | Vías catabólicas de los esqueletos carbonados de los aminoácidos | 108 |
| | <i>Vía acetyl-CoA</i> | 109 |
| | <i>Vía α-cetoglutarato</i> | 109 |
| | <i>Vía succinil-CoA</i> | 109 |
| | <i>Vía oxalacetato (OAA)</i> | 109 |
| 3.4 | Bioquímica del grupo hemo | 110 |
| | Biosíntesis del grupo hemo | 110 |
| | Degradación del grupo hemo | 110 |
| | Metabolismo de la bilirrubina | 112 |
| | <i>Variaciones de bilirrubinemia entre las especies</i> | 112 |
| | <i>Pigmentos biliares en la orina</i> | 115 |
| | Bioquímica de la respiración | 115 |
| | <i>Efecto del CO_2 sobre la afinidad Hb-O_2</i> | 116 |
| 3.5 | Trastornos relacionados con compuestos nitrogenados | 117 |
| | Porfirias | 117 |
| | <i>Etiología de las porfirias</i> | 118 |
| | <i>Porfiria eritropoyética congénita</i> | 118 |
| | <i>Protoporfiria eritropoyética</i> | 119 |
| | <i>Porfirias hepáticas</i> | 119 |
| | <i>Porfiria hepática por intoxicación con plomo</i> | 119 |
| | Ictericias | 120 |
| | <i>Ictericia hemolítica (prehepática)</i> | 120 |
| | <i>Ictericia hepática</i> | 121 |
| | <i>Ictericia obstructiva (extrahepática)</i> | 121 |

| | |
|--|------------|
| Intoxicaciones que comprometen la función del grupo hemo..... | 121 |
| <i>Intoxicación por monóxido de carbono</i> | 121 |
| <i>Intoxicación por nitritos</i> | 123 |
| <i>Intoxicación por cianuro</i> | 124 |
| Intoxicación por urea (amonio)..... | 125 |
| <i>Etiología</i> | 125 |
| <i>Señales clínicas de la intoxicación por urea</i> | 126 |
| <i>Diagnóstico de la intoxicación por urea</i> | 126 |
| <i>Tratamiento de la intoxicación por urea</i> | 126 |
| <i>Suplementando con urea</i> | 127 |
| 3.6 Proteínas séricas: cuantificación e interpretación de sus alteraciones..... | 127 |
| Proteínas totales..... | 127 |
| <i>Refractometría</i> | 127 |
| <i>Colorimetría</i> | 128 |
| <i>Valores de referencia y variaciones fisiológicas</i> | 128 |
| <i>Hiperproteinemias</i> | 128 |
| Deshidratación..... | 128 |
| Inflamación..... | 129 |
| <i>Hipoproteinemia por disminución de albúmina</i> | 129 |
| Problemas de síntesis o absorción de albúmina..... | 129 |
| Pérdidas excesivas de albúmina..... | 129 |
| Dilución de proteínas séricas..... | 130 |
| <i>Hipoproteinemia por disminución de globulinas</i> | 130 |
| Electroforesis de proteínas..... | 130 |
| <i>Valores de referencia del proteinograma</i> | 131 |
| <i>Interpretación clínica del proteinograma</i> | 132 |
| Proteínas de fase aguda..... | 132 |
| <i>Haptoglobina</i> | 133 |
| <i>Amiloide sérica A</i> | 133 |
| <i>Proteína C reactiva</i> | 134 |
| <i>Ceruloplasmina</i> | 134 |
| <i>Glucoproteína α1-ácida</i> | 134 |
| <i>Fibrinógeno</i> | 135 |
| <i>Albúmina</i> | 135 |
| <i>Transferrina</i> | 135 |
| 3.7 Bibliografía..... | 136 |

Capítulo 4 - Bioquímica clínica de lípidos

| | |
|--|------------|
| 4.1 Digestión y absorción de los lípidos..... | 137 |
| Animales monogástricos..... | 138 |
| Animales rumiantes..... | 139 |
| 4.2 Ácidos grasos: la principal característica de los lípidos compuestos..... | 139 |
| Ácidos grasos esenciales..... | 139 |
| 4.3 Los triglicéridos: mayor fuente de energía..... | 140 |
| Rancidez de los lípidos..... | 141 |
| 4.4 Lipoproteínas: transporte de los lípidos en la sangre..... | 142 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| 4.5 | Lipólisis: movilización de triglicéridos | 143 |
| | Obtención de energía a partir de los ácidos grasos: β -oxidación..... | 143 |
| | <i>Balance energético de la β-oxidación</i> | 144 |
| | <i>El tejido adiposo marrón</i> | 146 |
| | <i>Diferencias en la oxidación de los ácidos grasos insaturados</i> | 146 |
| | <i>La oxidación de los ácidos grasos de número impar de carbonos genera propionato</i> | 147 |
| | Cuerpos cetónicos..... | 147 |
| | <i>Formación de los cuerpos cetónicos</i> | 147 |
| | <i>Utilización de los cuerpos cetónicos en los tejidos</i> | 148 |
| 4.6 | La biosíntesis de los ácidos grasos | 148 |
| | Acción del complejo sintetasa de ácido graso (SAG) | 150 |
| | <i>Regulación de la síntesis de ácidos grasos</i> | 151 |
| | <i>Elongación del palmitato</i> | 152 |
| | <i>Introducción de insaturaciones en los ácidos grasos</i> | 152 |
| 4.7 | Lipogénesis: la biosíntesis de triglicéridos | 153 |
| 4.8 | Importancia del colesterol | 154 |
| | La síntesis del colesterol..... | 155 |
| | El colesterol como precursor de las hormonas esteroides | 156 |
| 4.9 | Las prostaglandinas | 156 |
| | Biosíntesis de las prostaglandinas | 157 |
| 4.10 | Trastornos del metabolismo de los lípidos | 157 |
| | Cetosis de las vacas lecheras | 159 |
| | <i>Etiología</i> | 159 |
| | <i>Pérdidas económicas en la cetosis</i> | 161 |
| | <i>Disturbios metabólicos en la cetosis</i> | 161 |
| | <i>Señales clínicas de la cetosis bovina</i> | 163 |
| | <i>Diagnóstico de la cetosis</i> | 164 |
| | <i>Tratamiento de la cetosis</i> | 164 |
| | <i>Profilaxia de la cetosis</i> | 164 |
| | Cetosis de los pequeños rumiantes | 166 |
| | <i>Etiología</i> | 166 |
| | <i>Señales clínicas de la cetosis de los pequeños rumiantes</i> | 166 |
| | <i>Tratamiento de la cetosis de los pequeños rumiantes</i> | 166 |
| | Cetosis en otras especies..... | 167 |
| | Lipidosis hepática..... | 167 |
| | <i>Etiología de la lipidosis hepática</i> | 167 |
| | <i>Señales clínicas de la lipidosis hepática</i> | 168 |
| | <i>Tratamiento de la lipidosis hepática</i> | 168 |
| | Anormalidades de las lipoproteínas plasmáticas | 168 |
| | <i>Deficiencia de lipoproteínas</i> | 168 |
| | <i>Exceso de lipoproteínas</i> | 169 |
| | Hiperlipidemias en animales | 169 |
| | Obesidad | 169 |
| | <i>Obesidad y diabetes mellitus</i> | 170 |
| | <i>Tratamiento de la obesidad</i> | 171 |
| | Aporte calórico..... | 171 |
| | Aporte proteico..... | 171 |
| 4.11 | Bibliografía | 173 |

Capítulo 5 - Bioquímica clínica de glúcidos

| | |
|---|-----|
| 5.1 Estructura y clasificación de los glúcidos | 175 |
| 5.2 Digestión y absorción de los glúcidos | 176 |
| Animales monogástricos..... | 176 |
| Animales rumiantes | 177 |
| 5.3 Metabolismo de los glúcidos | 180 |
| Almacenamiento de la glucosa: el glucógeno | 180 |
| <i>Glucogenólisis: el glucógeno como fuente de glucosa</i> | 180 |
| <i>Glucogénesis: la síntesis de glucógeno</i> | 181 |
| <i>Regulación de la glucogénesis y de la glucogenólisis</i> | 182 |
| Metabolismo de la glucosa | 183 |
| <i>Rutas oxidativas de la glucosa: glucólisis</i> | 183 |
| Fase preparatoria de la glucólisis | 183 |
| Fase oxidativa de la glucólisis..... | 184 |
| Glucólisis anaeróbica | 184 |
| <i>Destino del piruvato</i> | 185 |
| <i>Ruta alternativa de oxidación de la glucosa: vía de las pentosas fosfato</i> | 186 |
| <i>Ruta alternativa de oxidación de la glucosa: ruta del glucuronato</i> | 186 |
| La oxidación total del acetil-CoA: ciclo de Krebs | 186 |
| <i>Regulación del ciclo de Krebs</i> | 188 |
| <i>Carácter anfibólico del ciclo de Krebs</i> | 190 |
| <i>Reposición de los intermediarios del ciclo de Krebs</i> | 190 |
| <i>Balance energético del ciclo de Krebs</i> | 190 |
| Cadena respiratoria: la síntesis de ATP..... | 191 |
| <i>Secuencia de la cadena respiratoria</i> | 193 |
| <i>Fosforilación oxidativa</i> | 194 |
| Desacopladores e inhibidores de la fosforilación oxidativa..... | 194 |
| Regulación de la fosforilación oxidativa..... | 195 |
| Gluconeogénesis: biosíntesis de nueva glucosa | 195 |
| <i>Gluconeogénesis a partir de piruvato</i> | 195 |
| Conversión de piruvato a PEP..... | 195 |
| Conversión de fructosa 1,6-difosfato en fructosa-6-fosfato..... | 195 |
| Conversión de glucosa-6-fosfato en glucosa libre | 196 |
| <i>Gluconeogénesis a partir de propionato</i> | 196 |
| <i>Gluconeogénesis a partir de glicerol</i> | 196 |
| <i>Gluconeogénesis a partir de lactato</i> | 196 |
| <i>Gluconeogénesis a partir de aminoácidos</i> | 197 |
| Regulación de la glucólisis y de la gluconeogénesis..... | 198 |
| Biosíntesis de lactosa..... | 198 |
| Fructosa como fuente de energía | 200 |
| 5.4 El metabolismo de los glúcidos y las hormonas del páncreas | 200 |
| Insulina | 201 |
| <i>Funciones de la insulina</i> | 201 |
| <i>Mecanismo de acción de la insulina</i> | 202 |
| <i>Control de la secreción de insulina</i> | 202 |
| Glucagón | 202 |
| Somatostatina..... | 203 |

| | |
|---|-----|
| 5.5 Trastornos del metabolismo de los glúcidos | 203 |
| Hipoglucemia..... | 204 |
| <i>Etiología</i> | 204 |
| <i>Implicaciones metabólicas de la hipoglucemia</i> | 205 |
| <i>Signos clínicos de la hipoglucemia</i> | 205 |
| <i>Abordaje del paciente hipoglucémico</i> | 205 |
| <i>Tratamiento de la hipoglucemia</i> | 206 |
| <i>Hipoglucemia de los lechones</i> | 207 |
| Insulinoma..... | 207 |
| <i>Presentación de insulinoma</i> | 207 |
| <i>Diagnóstico de insulinoma</i> | 208 |
| <i>Tratamiento de insulinoma</i> | 208 |
| <i>Tratamiento quirúrgico de insulinoma</i> | 210 |
| Síndrome de la vaca caída..... | 210 |
| <i>Etiología</i> | 210 |
| <i>Signos clínicos del síndrome de la vaca caída</i> | 211 |
| <i>Tratamiento del síndrome de la vaca caída</i> | 211 |
| Laminitis..... | 211 |
| <i>Etiología de la laminitis</i> | 212 |
| <i>Signos clínicos de la laminitis</i> | 213 |
| <i>Tratamiento de la laminitis</i> | 213 |
| <i>Control de la laminitis</i> | 214 |
| Desplazamiento de abomaso..... | 215 |
| <i>Etiología del desplazamiento de abomaso</i> | 215 |
| <i>Factores predisponentes del desplazamiento de abomaso</i> | 215 |
| <i>Signos clínicos en el desplazamiento de abomaso</i> | 216 |
| <i>Patología clínica en el desplazamiento de abomaso</i> | 216 |
| <i>Diagnóstico del desplazamiento de abomaso</i> | 217 |
| <i>Tratamiento del desplazamiento de abomaso</i> | 217 |
| <i>Control del desplazamiento de abomaso</i> | 217 |
| Diabetes mellitus..... | 218 |
| <i>Tipos de diabetes mellitus</i> | 220 |
| <i>Etiopatogenia de la diabetes mellitus</i> | 220 |
| <i>Implicaciones metabólicas de la diabetes mellitus</i> | 223 |
| <i>Signos clínicos de la diabetes mellitus</i> | 224 |
| <i>Complicaciones crónicas de la diabetes mellitus canina</i> | 226 |
| Catarata..... | 226 |
| Uveítis inducida por la catarata..... | 226 |
| Retinopatía diabética..... | 227 |
| Neuropatía diabética..... | 227 |
| Nefropatía diabética..... | 227 |
| Miocardiopatía diabética..... | 228 |
| Hipertensión sistémica / Aterosclerosis..... | 228 |
| <i>Diagnóstico de la diabetes mellitus</i> | 228 |
| Prueba de tolerancia a la glucosa..... | 230 |
| <i>Tratamiento de la diabetes mellitus</i> | 231 |
| Tipos de insulina..... | 232 |
| Monitoreo de la terapia insulínica..... | 233 |
| Terapia dietética..... | 235 |
| Ejercicios en la terapia de la diabetes mellitus..... | 237 |

| | |
|---|-----|
| Drogas hipoglucemiantes | 237 |
| Complicaciones de la terapia insulínica | 238 |
| Hipoglucemia | 238 |
| Persistencia o recurrencia de los signos clínicos | 239 |
| Efecto Somogyi..... | 239 |
| Anticuerpos antiinsulina | 239 |
| Resistencia insulínica | 240 |
| Pronóstico de la diabetes mellitus | 240 |
| Trastornos congénitos en enzimas del metabolismo de los glúcidos..... | 240 |
| <i>Disturbios del almacenamiento del glucógeno</i> | 240 |
| <i>Anemia hemolítica congénita</i> | 241 |
| <i>Síndrome de estrés en porcinos</i> | 242 |
| <i>Fructosuria e intolerancia a la fructosa</i> | 242 |
| <i>Galactosemia</i> | 243 |
| 5.6 Bibliografía | 244 |

Capítulo 6 - Bioquímica clínica de minerales

| | |
|---|-----|
| 6.1 Clasificación y funciones de los minerales | 249 |
| 6.2 Macroelementos | 250 |
| Calcio | 250 |
| <i>Funciones del calcio</i> | 251 |
| <i>Control hormonal de la homeostasis del calcio</i> | 252 |
| Hormona de la paratiroides | 252 |
| Calcitonina | 254 |
| Vitamina D | 255 |
| <i>Trastornos en el metabolismo del calcio</i> | 257 |
| Trastornos en la función de la paratiroides | 257 |
| Hiperparatiroidismo primario | 257 |
| Hiperparatiroidismo secundario renal..... | 258 |
| Hiperparatiroidismo secundario nutricional..... | 259 |
| Hipoparatiroidismo | 259 |
| Hipocalcemia puerperal (fiebre de leche)..... | 259 |
| Etiología de la hipocalcemia puerperal..... | 260 |
| Factores de riesgo de la hipocalcemia puerperal | 260 |
| Signos clínicos de la hipocalcemia puerperal | 261 |
| Diagnóstico de la hipocalcemia puerperal | 262 |
| Tratamiento de la hipocalcemia puerperal | 262 |
| Hipocalcemia puerperal subclínica | 263 |
| Eclampsia puerperal | 263 |
| Etiología | 263 |
| Signos clínicos de la eclampsia puerperal..... | 263 |
| Diagnóstico de la eclampsia puerperal..... | 264 |
| Tratamiento de la eclampsia puerperal..... | 265 |
| Osteoporosis | 265 |
| Raquitismo y osteomalacia..... | 266 |
| Hipercalcificación..... | 266 |

| | |
|--|-----|
| Fósforo | 267 |
| <i>Metabolismo</i> | 267 |
| <i>Funciones del fósforo</i> | 267 |
| <i>Deficiencia de fósforo</i> | 267 |
| Signos clínicos de la deficiencia de fósforo | 269 |
| Tratamiento de la deficiencia de fósforo | 269 |
| Hemoglobinuria puerperal..... | 270 |
| Potasio | 270 |
| <i>Metabolismo</i> | 270 |
| <i>Deficiencia de potasio</i> | 271 |
| <i>Toxicidad del potasio</i> | 271 |
| Azufre | 271 |
| <i>Metabolismo</i> | 271 |
| <i>Deficiencia de azufre</i> | 271 |
| <i>Toxicidad del azufre</i> | 272 |
| Sodio | 272 |
| <i>Metabolismo</i> | 272 |
| <i>Deficiencia de sodio</i> | 272 |
| <i>Toxicidad del sodio</i> | 272 |
| Cloro | 272 |
| <i>Metabolismo</i> | 272 |
| <i>Deficiencia de cloro</i> | 273 |
| <i>Toxicidad del cloro</i> | 273 |
| Magnesio | 273 |
| <i>Metabolismo</i> | 273 |
| <i>Hipomagnesemia</i> | 273 |
| Etiología de la hipomagnesemia | 274 |
| Signos clínicos de la hipomagnesemia..... | 274 |
| Tratamiento de la hipomagnesemia..... | 274 |
| 6.3 Oligoelementos | 275 |
| Hierro | 275 |
| <i>Metabolismo</i> | 275 |
| <i>Deficiencia de hierro</i> | 275 |
| <i>Toxicidad del hierro</i> | 276 |
| Zinc | 276 |
| <i>Metabolismo</i> | 276 |
| <i>Deficiencia de zinc</i> | 277 |
| <i>Toxicidad del zinc</i> | 277 |
| Cobre | 277 |
| <i>Metabolismo</i> | 277 |
| <i>Deficiencia de cobre</i> | 278 |
| <i>Toxicidad del cobre</i> | 278 |
| Yodo | 279 |
| <i>Metabolismo</i> | 279 |
| <i>Deficiencia de yodo</i> | 280 |
| <i>Exceso de yodo</i> | 280 |
| Manganeso..... | 281 |
| <i>Metabolismo</i> | 281 |
| <i>Deficiencia de manganeso</i> | 281 |
| <i>Toxicidad del manganeso</i> | 281 |

| | |
|---------------------------------------|-----|
| Cobalto | 281 |
| <i>Metabolismo</i> | 281 |
| <i>Deficiencia de cobalto</i> | 282 |
| Selenio | 282 |
| <i>Metabolismo</i> | 282 |
| <i>Deficiencia de selenio</i> | 282 |
| <i>Toxicidad del selenio</i> | 283 |
| Molibdeno | 283 |
| <i>Metabolismo</i> | 283 |
| <i>Deficiencia de molibdeno</i> | 283 |
| <i>Toxicidad del molibdeno</i> | 284 |
| Otras toxicidades minerales | 284 |
| <i>Toxicidad del plomo</i> | 284 |
| <i>Toxicidad del arsénico</i> | 284 |
| 6.4 Bibliografía | 285 |

Capítulo 7 - Bioquímica hormonal

| | |
|--|-----|
| 7.1 Clasificación química de las hormonas | 289 |
| 7.2 Características de la actividad hormonal | 291 |
| 7.3 Mecanismos de la acción hormonal | 295 |
| cAMP como segundo mensajero | 296 |
| cGMP como segundo mensajero | 298 |
| Calcio como segundo mensajero | 298 |
| Derivados del fosfatidil-inositol como segundos mensajeros | 299 |
| Otros segundos mensajeros | 299 |
| Proteína-quinasas como intermediarias de la acción hormonal | 300 |
| Acción hormonal mediada por receptores nucleares | 300 |
| 7.4 Métodos de medición de la concentración de las hormonas | 302 |
| 7.5 Trastornos endocrinos | 303 |
| 7.6 Hormonas hipotálamo-hipofisarias | 305 |
| Hipotálamo | 305 |
| <i>GnRH</i> | 305 |
| <i>TRH</i> | 308 |
| <i>CRH</i> | 308 |
| <i>Somatocrinina</i> | 308 |
| <i>Somatostatina</i> | 308 |
| <i>PRF / PIF</i> | 308 |
| <i>MRF / MIF</i> | 309 |
| <i>Neurotransmisores</i> | 309 |
| Hipófisis | 309 |
| <i>Adenohipófisis</i> | 310 |
| Hormonas derivadas de POMC | 310 |

| | |
|---|------------|
| Hormonas glucoproteicas..... | 311 |
| Gonadotropinas hipofisarias (LH / FSH)..... | 311 |
| Tirotropina..... | 311 |
| Hormona del crecimiento..... | 312 |
| Prolactina..... | 313 |
| <i>Neurohipófisis</i> | 315 |
| Vasopresina..... | 315 |
| Oxitocina..... | 316 |
| 7.7 Trastornos del eje hipotálamo-hipofisario..... | 316 |
| Trastornos de las células corticotrópicas..... | 316 |
| Trastornos de la hormona del crecimiento..... | 316 |
| <i>Enanismo pituitario</i> | 316 |
| <i>Hipersomatotropismo</i> | 316 |
| Trastornos de la vasopresina..... | 321 |
| 7.8 Hormonas del córtex adrenal..... | 321 |
| Biosíntesis de los esteroides adrenales..... | 322 |
| Metabolismo de los esteroides adrenales..... | 324 |
| Regulación de la síntesis de los glucocorticoides..... | 326 |
| Regulación de la síntesis de los mineralocorticoides..... | 327 |
| Efectos metabólicos de los glucocorticoides..... | 327 |
| Efectos metabólicos de los mineralocorticoides..... | 329 |
| Corticoides sintéticos..... | 330 |
| 7.9 Trastornos del córtex adrenal..... | 330 |
| Hipoadrenocorticismo (síndrome de Addison)..... | 330 |
| <i>Etiopatogenia del hipoadrenocorticismo</i> | 331 |
| <i>Signos clínicos del hipoadrenocorticismo</i> | 331 |
| <i>Diagnóstico del hipoadrenocorticismo</i> | 332 |
| <i>Tratamiento del hipoadrenocorticismo</i> | 334 |
| Hiperadrenocorticismo (síndrome de Cushing)..... | 335 |
| <i>Etiopatogenia del hiperadrenocorticismo</i> | 336 |
| <i>Signos clínicos del hiperadrenocorticismo</i> | 337 |
| <i>Diagnóstico del hiperadrenocorticismo</i> | 339 |
| Pruebas endocrinas en el hiperadrenocorticismo..... | 341 |
| <i>Tratamiento del hiperadrenocorticismo</i> | 343 |
| Hiperaldosteronismo..... | 347 |
| <i>Signos clínicos del hiperaldosteronismo</i> | 347 |
| <i>Tratamiento del hiperaldosteronismo</i> | 348 |
| 7.10 Hormonas de la médula adrenal..... | 348 |
| Biosíntesis de las catecolaminas..... | 348 |
| Acciones de las catecolaminas..... | 351 |
| Las catecolaminas y la integración de las hormonas del metabolismo..... | 352 |
| 7.11 Trastornos de la médula adrenal..... | 353 |
| Feocromocitomas..... | 353 |
| <i>Signos clínicos del feocromocitoma</i> | 353 |
| <i>Diagnóstico del feocromocitoma</i> | 354 |
| <i>Tratamiento del feocromocitoma</i> | 354 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| 7.12 | La glándula adrenal y el estrés | 354 |
| 7.13 | Hormonas de la glándula tiroides | 356 |
| | Estructura de la tiroides | 356 |
| | Biosíntesis de las hormonas tiroidianas | 356 |
| | Transporte y metabolización de las hormonas tiroidianas | 359 |
| | Funciones de las hormonas tiroidianas | 362 |
| | Mecanismo de acción de las hormonas tiroidianas | 363 |
| | Regulación de la función tiroidiana | 364 |
| 7.14 | Trastornos de la función tiroidiana | 365 |
| | Hipotiroidismo | 365 |
| | <i>Etiopatogenia del hipotiroidismo</i> | 365 |
| | <i>Signos clínicos del hipotiroidismo</i> | 367 |
| | <i>Diagnóstico del hipotiroidismo</i> | 368 |
| | Evaluación específica de la glándula tiroides | 369 |
| | <i>Tratamiento del hipotiroidismo</i> | 370 |
| | Hipertiroidismo | 371 |
| | <i>Etiología del hipertiroidismo</i> | 372 |
| | <i>Signos clínicos del hipertiroidismo</i> | 372 |
| | <i>Diagnóstico del hipertiroidismo</i> | 373 |
| | <i>Tratamiento del hipertiroidismo</i> | 374 |
| 7.15 | Trastornos de hormonas del tejido adiposo | 376 |
| 7.16 | Disturbios relacionados con las hormonas sexuales | 379 |
| | Tumores testiculares | 379 |
| | Síndrome de androgenización | 380 |
| | Síndrome de feminización | 380 |
| | Disturbios ováricos | 381 |
| | Alopecia X | 381 |
| | Alopecias secundarias a castración | 382 |
| 7.17 | Bibliografía | 383 |

Capítulo 8 - Bioquímica clínica de las vitaminas

| | | |
|------------|--|-----|
| 8.1 | Clasificación de las vitaminas | 385 |
| 8.2 | Vitaminas liposolubles | 385 |
| | Vitamina A (retinol) | 385 |
| | <i>Funciones de la vitamina A</i> | 387 |
| | <i>Deficiencia de vitamina A</i> | 388 |
| | <i>Toxicidad de la vitamina A</i> | 389 |
| | Vitamina D (1,25-dihidroxi-colecalciferol) | 390 |
| | <i>Funciones de la vitamina D</i> | 391 |
| | <i>Deficiencia de vitamina D</i> | 391 |
| | <i>Toxicidad de la vitamina D</i> | 392 |
| | Vitamina E (tocoferol) | 392 |

| | |
|---|-----|
| <i>Funciones de la vitamina E</i> | 394 |
| <i>Deficiencia de vitamina E</i> | 394 |
| <i>Toxicidad de la vitamina E</i> | 395 |
| <i>Oxidación y antioxidantes</i> | 395 |
| Vitamina K (menaquinona) | 397 |
| <i>Funciones de la vitamina K</i> | 398 |
| <i>Deficiencia de vitamina K</i> | 400 |
| <i>Toxicidad de la vitamina K</i> | 401 |
| 8.3 Vitaminas hidrosolubles | 401 |
| Tiamina (vitamina B ₁) | 401 |
| <i>Funciones de la tiamina</i> | 402 |
| <i>Deficiencia de tiamina</i> | 402 |
| <i>Toxicidad de la tiamina</i> | 403 |
| Riboflavina (vitamina B ₂) | 403 |
| <i>Funciones de la riboflavina</i> | 403 |
| <i>Deficiencia de riboflavina</i> | 403 |
| <i>Toxicidad de la riboflavina</i> | 404 |
| Niacina (vitamina B ₃) | 404 |
| <i>Funciones de la niacina</i> | 405 |
| <i>Deficiencia de niacina</i> | 405 |
| <i>Toxicidad de la niacina</i> | 406 |
| Piridoxina (vitamina B ₆) | 406 |
| <i>Funciones de la piridoxina</i> | 406 |
| <i>Deficiencia de piridoxina</i> | 406 |
| <i>Toxicidad de la piridoxina</i> | 407 |
| Ácido pantoténico | 407 |
| <i>Funciones del ácido pantoténico</i> | 407 |
| <i>Deficiencia de ácido pantoténico</i> | 407 |
| <i>Toxicidad del ácido pantoténico</i> | 408 |
| Biotina | 408 |
| <i>Funciones de la biotina</i> | 408 |
| <i>Deficiencia de biotina</i> | 408 |
| <i>Toxicidad de la biotina</i> | 409 |
| Ácido fólico | 409 |
| <i>Funciones del ácido fólico</i> | 410 |
| <i>Deficiencia de ácido fólico</i> | 410 |
| <i>Toxicidad del ácido fólico</i> | 410 |
| Cianocobalamina | 410 |
| <i>Funciones de la cianocobalamina</i> | 412 |
| <i>Deficiencia de cianocobalamina</i> | 412 |
| <i>Toxicidad de la cianocobalamina</i> | 413 |
| Colina | 413 |
| <i>Funciones de la colina</i> | 413 |
| <i>Deficiencia de colina</i> | 414 |
| <i>Toxicidad de la colina</i> | 414 |
| Vitamina C (ácido ascórbico) | 415 |
| <i>Funciones de la vitamina C</i> | 415 |
| <i>Deficiencia de vitamina C</i> | 416 |
| <i>Toxicidad de la vitamina C</i> | 416 |

| | |
|--|-----|
| Carnitina | 416 |
| <i>Funciones de la carnitina</i> | 416 |
| <i>Deficiencia de carnitina</i> | 417 |
| <i>Toxicidad de la carnitina</i> | 417 |
| 8.4 Bibliografía | 423 |

Capítulo 9 - Perfil bioquímico sanguíneo

| | |
|---|-----|
| 9.1 Componentes del perfil metabólico | 425 |
| 9.2 Colecta y manejo de muestras sanguíneas | 425 |
| Colecta de muestras | 427 |
| Anticoagulantes | 427 |
| Determinaciones de bioquímica clínica | 428 |
| Determinaciones de hematología | 428 |
| Determinación del estado ácido-básico | 430 |
| 9.3 Principales metabolitos sanguíneos y su interpretación | 430 |
| Ácidos grasos libres | 430 |
| Ácido úrico | 430 |
| Ácidos biliares | 431 |
| Albúmina | 431 |
| Amonio | 432 |
| Bilirrubina | 432 |
| Calcio | 433 |
| Cloro | 434 |
| Colesterol | 434 |
| Creatinina | 434 |
| Cuerpos cetónicos | 436 |
| Dióxido de carbono | 436 |
| Hierro | 436 |
| Fósforo | 436 |
| Fructosamina | 437 |
| Globulinas | 437 |
| Glucosa | 438 |
| Hemoglobina | 439 |
| Hemoglobina glucosilada | 440 |
| Lactato | 440 |
| Lípidos totales | 440 |
| Magnesio | 440 |
| Potasio | 441 |
| Proteínas totales | 441 |
| Sodio | 442 |
| Triglicéridos | 442 |
| Urea | 442 |
| 9.4 Perfil enzimático | 443 |
| Aldolasa | 445 |

| | |
|---|------------|
| Alanina aminotransferasa | 445 |
| Amilasa | 445 |
| Arginasa | 446 |
| Aspartato aminotransferasa | 446 |
| Colinesterasa..... | 447 |
| Creatina quinasa | 447 |
| Fosfatase ácida..... | 448 |
| Fosfatase alcalina..... | 448 |
| Gama-glutamil transferasa..... | 448 |
| Glutamato deshidrogenase..... | 449 |
| Glutation peroxidasa..... | 449 |
| Lactato deshidrogenasa..... | 449 |
| Lipasa | 450 |
| Sorbitol deshidrogenasa..... | 450 |
| Tripsina | 450 |
| Otras enzimas | 450 |
| 9.5 Perfiles bioquímicos específicos | 450 |
| Perfil bioquímico en el ejercicio..... | 454 |
| Perfil bioquímico en el crecimiento..... | 454 |
| Perfil bioquímico en el diagnóstico y pronóstico de enfermedades | 455 |
| Perfil bioquímico en la evaluación de la fertilidad | 456 |
| Perfil bioquímico en el diagnóstico de problemas nutricionales | 457 |
| 9.6 Análisis para monitorear la función renal..... | 457 |
| Urea y creatinina..... | 457 |
| Estimación de la tasa de filtración glomerular con pruebas de depuración renal..... | 459 |
| Calcio y fósforo | 461 |
| Potasio | 461 |
| SDMA (dimetilarginina simétrica)..... | 461 |
| Hematocrito | 461 |
| El urianálisis como herramienta para evaluar la función renal | 461 |
| <i>Características organolépticas</i> | 462 |
| <i>Características físico-químicas</i> | 462 |
| Densidad específica | 462 |
| pH | 463 |
| Proteinúria | 463 |
| Glucosa..... | 464 |
| Cuerpos cetónicos | 464 |
| Sangre, hemoglobina, mioglobina..... | 465 |
| Leucocitos | 465 |
| Bilirrubina | 465 |
| Urobilinógeno..... | 465 |
| Enzimas en la orina | 465 |
| Examen de sedimento..... | 465 |
| 9.7 Bibliografía..... | 467 |