

CONTENIDO

Prefacio	xvii		
1 LA BOTÁNICA COMO CIENCIA	1		
Una zona boscosa	1		
El método científico	7		
Temas de la botánica	9		
Primera unidad: La célula: unidad de la vida	9		
Segunda unidad: Reproducción y genética	10		
Tercera unidad: Anatomía vegetal	10		
Cuarta unidad: Fisiología vegetal	10		
Quinta unidad: Origen y diversidad de los organismos	10		
Sexta unidad: Ecología vegetal	14		
PRIMERA UNIDAD LA CÉLULA: UNIDAD DE LA VIDA	15		
2 ESTRUCTURAS MOLECULARES Y FUNCIONES DE LAS CÉLULAS	16		
Agua y vida	16		
El puente de hidrógeno: clave de las propiedades del agua	18		
Algunas propiedades del agua	18		
Algunos componentes inorgánicos de las células	19		
Moléculas orgánicas de las células: revisión	20		
<i>Carbohidratos</i>	21		
<i>Lípidos y compuestos aromáticos</i>	23		
Aceites y grasas verdaderas	24		
Ceras, cutina y suberina	25		
Compuestos isoprenoides	25		
Compuestos fenólicos	26		
Lignina	27		
Pigmentos y alcaloides	27		
Proteínas	27		
Aminoácidos	27		
Estructura proteica	28		
Enzimas	31		
¿Cómo funcionan las enzimas?	32		
Las enzimas y el medio circundante	33		
Ácidos nucleicos	36		
Nucleótidos	36		
DNA y RNA	37		
Resumen	38		
<i>Suplemento 2-1 Coloides: soles, geles e hidratación</i>	39		
3 ESTRUCTURA CELULAR	43		
Teoría celular	43		
Estudio de las células	44		
Células procariontes: bacterias y algas verdiazules	45		
Células eucariontes: protista, fungi y plantas	46		
Pared celular	48		
Protoplastos eucariontes: componentes del citoplasma	52		
Protoplastos eucariontes: el núcleo	57		
Protoplastos eucariontes: la vacuola	59		
Protoplastos eucariontes: sustancias ergásticas	60		
Protoplastos eucariontes: flagelos y cilios	60		
Resumen	60		
4 AGUA, SOLUTOS Y MEMBRANAS	62		
Difusión	62		
Movimiento de moléculas: Teoría cinética	62		
Cinética molecular y difusión	63		
Difusión y energía libre	64		
Entropía y leyes de la termodinámica	65		
Ósmosis	65		
Ósmosis y células vegetales	66		
Membranas celulares	69		
Primeras observaciones	69		
Composición química de las membranas	70		
Modelo del mosaico fluido	71		
Formación de membranas	72		
Movimiento de solutos a través de las membranas	73		
Transporte pasivo de iones a través de las membranas	74		

Transporte activo de iones a través de las membranas	74	SEGUNDA UNIDAD REPRODUCCIÓN Y GENÉTICA	119
Resumen	76		
5 FLUJO DE ENERGÍA EN LAS CÉLULAS: FOTOSÍNTESIS	78	7 MITOSIS Y MEIOSIS	120
Flujo energético en las células	78	Cromosomas	120
Los pigmentos de la fotosíntesis	79	Ciclo celular	121
Búsqueda de pigmentos	79	Preparación para la división: interfase	122
Claves del espectro	82	Profase	125
<i>Ensayo 5-1 Los colores de la biología: carotenoides y porfirinas</i>	82	Metafase	126
¿Cómo absorben los pigmentos la energía luminosa?	86	Anafase	126
Reacciones luminicas	87	Telofase	126
Ley de Einstein y unidades fotosintéticas	88	Citocinesis: formación del fragmoplasto y placa celular	127
Dentro de las reacciones luminicas	88	Meiosis	127
Fotofosforilación cíclica y no cíclica	89	Revisión	127
Esquema Z	89	Profase I	129
Resumen de las reacciones luminicas	91	Metafase I	130
Reacciones de síntesis	91	Anafase I y telofase I	130
Fotosíntesis C ₃ : ciclo de Calvin	91	Meiosis II	130
Fotosíntesis C ₄	93	Importancia genética de la meiosis	132
Fotosíntesis CAM	96	Distribución independiente de los cromosomas	135
Comparación entre plantas C ₃ , C ₄ y CAM	97	Recombinación	136
Eficiencias fotosintéticas	98	Resumen	136
Intensidades de compensación y saturación	98		
Límites de la eficiencia fotosintética	99	8 GENÉTICA: BASE DE LA VARIACIÓN	138
Resumen	100	Los chícharos de Mendel y la genética moderna	138
6 FLUJO DE ENERGÍA EN LAS CÉLULAS: RESPIRACIÓN	102	Mendel y la unidad hereditaria	140
Respiración celular: Un repaso	103	Mendel y la distribución independiente de los genes	143
¿Qué es respiración celular?	103	Repercusión del trabajo de Mendel	143
¿Cómo se lleva a cabo el flujo de energía?	103	Dominancia incompleta y alelos múltiples	144
¿Dónde y cuándo ocurre la respiración celular?	105	Distribución independiente y genes ligados	145
¿Cuán compleja es la respiración celular?	105	Interacciones genéticas	145
¿Por qué es tan compleja la respiración celular?	107	penetrancia y expresividad	146
Glucólisis y fermentación	107	Mutación	146
Vía de las pentosas fosfato (PPP)	109	Genes	147
Ciclo de Krebs	111	Los genes como unidades de recombinación	147
Sistema transportador de electrones	113	Los genes como unidades funcionales	147
Energética de la respiración	114	Genes citoplásmicos	148
Respiración resistente al cianuro	115	Resumen	148
Vías metabólicas relacionadas	115	<i>Suplemento 8-1 Determinación del sexo</i>	148
Respiración en el ecosistema	117		
Resumen	117	9 EL GENE Y LA SÍNTESIS DE PROTEÍNAS	151
		Dogma central	151
		¿Qué es el material genético?	153
		Un gene, una enzima	153
		¿Proteína o ácido nucleico?	154

Descubrimiento de la doble hélice	155	Epidérmis	201
Significado de la doble hélice	156	Corteza	202
Síntesis de RNA en el núcleo: transcripción	158	Cilindro vascular	203
Síntesis de proteínas en el citoplasma: traducción	159	Origen de las raíces laterales	206
Rna de transferencia	160	Conducción a lo largo de la raíz	207
Activación de los aminoácidos	161	Modificaciones de las raíces	208
Código genético	162	Raíces almacenadoras	208
Pasos de la síntesis de proteínas	163	Raíces contráctiles	208
Regulación de la síntesis de proteínas	165	Raíces acuáticas	208
Hipótesis del operón	165	Raíces adventicias	209
Histonas y no histonas	167	Velamen	209
Resumen	167	Haustorios	210
<i>Suplemento 9-1 Algo sobre los cromosomas, clones y plásmidos; o la ciencia ficción hecha realidad</i>	167	Yemas adventicias de las raíces	210
		Espinás	210
		Resumen	210
TERCERA UNIDAD ANATOMÍA VEGETAL	171	12 CRECIMIENTO PRIMARIO: EL VÁSTAGO	212
10 CÉLULAS Y TEJIDOS	172	Generalidades	213
 		Meristemo apical del vástago	215
La célula vegetal	174	Célula apical	215
Células meristemáticas	174	Zonificación citohistológica	216
Células del parénquima	175	Túnica y corpus	216
Células del colénquima	175	Formación de los primordios foliares	217
Células del esclérquima	177	Crecimiento del tallo	218
<i>Ensayo 10-1 Partiendo de una sola célula: las oportunidades del cultivo de tejidos vegetales</i>	178	Diferenciación celular en el tallo	219
Tejidos vasculares	180	Tejidos del tallo	219
Xilema: traqueidas y elementos de vaso	180	Tallos modificados	224
Otras células del xilema	183	Hojas	225
Floema: células cribosas y elementos de los tubos cribosos	183	Morfología externa de las hojas	226
Epidérmis	187	Estructura interna de las hojas	229
Células epidérmicas	188	Desarrollo foliar	232
Estomas	189	Modificaciones de las hojas	234
Células de sílice, corcho y cristales	191	Abscisión de las hojas	235
Células pilosas o tricomas	192	Resumen	236
Células epidérmicas secretoras	192		
Otras células secretoras	193	 	
Tejido fundamental	193	13 CRECIMIENTO SECUNDARIO: VÁSTAGOS Y RAÍCES	237
Resumen	195	 	
 		Cambium vascular	237
11 CRECIMIENTO PRIMARIO: LA RAÍZ	196	Productos del cambium vascular	241
 		Crecimiento secundario de los tallos	242
La raíz	196	Crecimiento secundario en la raíz	244
Sistemas radiculares	197	Cambium del corcho	244
Estructura de la raíz	198	Corteza	245
Tejidos de la raíz	200	Corcho de las heridas	248
Cofia	201	Lenticelas	248
		Madera	249
		Madera de gimnospermas	249
		Madera de angiospermas	251

Crecimiento secundario de las monocotiledóneas	253	<i>Ensayo 15-2 Comparación del transporte de fluidos en plantas y animales</i>	304
Resumen	253		
CUARTA UNIDAD FISIOLÓGIA VEGETAL	255		
14 NUTRICIÓN VEGETAL, SUELOS Y TRANSPIRACIÓN	256	16 CRECIMIENTO Y DESARROLLO: HORMONAS VEGETALES Y REGULADORES DEL CRECIMIENTO	307
Nutrición mineral de las plantas	257	Medición del crecimiento y observación del desarrollo	308
Elementos esenciales	257	Función de las hormonas	310
Otros elementos esenciales	262	Auxinas	310
Minerales y metabolismo	262	Descubrimiento	311
Movimiento de sales minerales	262	Síntesis y transporte	314
El suelo	264	Naturaleza química	314
Textura y materia orgánica del suelo	265	Efectos	315
Agua, aire y temperatura del suelo	266	<i>Ensayo 16-1 La búsqueda de la hormona formadora de la raíz</i>	318
Química del suelo	267	<i>Ensayo 16-2 El antiguo arte de la clonación de plantas</i>	322
Transpiración	270	Mecanismo de acción	324
Movimiento de gases dentro y fuera de la hoja	270	Giberelinas	324
Difusión a través de pequeños poros	271	Descubrimiento	324
Abertura y cierre de los estomas	271	Naturaleza química	325
Transpiración y agricultura	273	Síntesis y transporte	325
¿Por qué transpiran las plantas?	274	Efectos	325
<i>Ensayo 14-1 Experimentación con el intercambio energético</i>	274	Mecanismo de acción	328
Intercambio energético	276	Citocininas	329
Irradiación	276	Descubrimiento	329
Convección	278	Química y distribución	329
Transpiración	278	Síntesis y transporte	329
Intercambio de calor en la naturaleza	280	Efectos	329
Un comentario final	281	<i>Ensayo 16-3 Cocos y citocininas</i>	330
Resumen	281	Étileno: un regulador volátil del crecimiento	333
15 TRANSPORTE EN PLANTAS	283	Descubrimiento y naturaleza química	333
Revisión de transporte	283	Efectos	333
Transporte en el xilema: ascenso de la savia	286	Mecanismo de acción y aplicaciones	334
Comprensión del problema	286	Ácido abscísico y otros inhibidores	335
Teoría de la cohesión	287	Descubrimiento	335
Comprobación del modelo	288	Química y fuentes	335
Transporte en el floema: movimiento de productos de asimilación	294	Efectos	335
Cómo estudiar el transporte en el floema	294	Mecanismo de acción	335
<i>Ensayo 15-1 ¿Qué tan alto puede crecer un árbol?</i>	296	¿Otras hormonas?	336
Algunos puntos básicos sobre el transporte en el floema	297	Hormonas del crecimiento de la raíz	336
¿Cómo funciona el transporte en el floema?	299	Hormonas de la floración y hormonas inductoras de tubérculos	336
Circulación en las plantas	303	Interacciones hormonales	336
Resumen	303	Actividad del cambium	336
		Abscisión	336
		Actividad en yemas y raíces	336
		Otros ejemplos	337
		Reevaluaciones recientes	337
		Resumen	338
		Elongación del tallo	338

Crecimiento de raíces	338	Mecanismos de aislamiento	377
División y diferenciación celular	339	Formación de nuevas especies por poliploidía	378
Esfuerzo ambiental	339	Especies y sistemática	379
Reproducción	339	Adaptación y evolución	381
Latencia	339	<i>Ensayo 18-1 Sobre el flujo de la evolución</i>	382
Crecimiento en primavera	340	Evolución de las categorías superiores de las plantas	383
		Sobre el origen de las especies	385
17 COORDINACIÓN DEL DESARROLLO CON LOS DÍAS Y LAS ESTACIONES	341	Resumen	385
		<i>Suplemento 18-1 Darwin y Wallace</i>	386
Temperatura	342	19 ORIGEN, EVOLUCIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS ORGANISMOS	388
Crecimiento vegetativo y termoperiodicidad	343	El origen de la vida	388
Dormancia de semillas y yemas	343	Aparición de la fotosíntesis	391
Vernalización	344	Aparición de las células eucariontes	392
Nivel y calidad de la luz	346	Desarrollos posteriores	393
Fotosíntesis y síntesis de clorofila: respuestas a las luces azul y roja	347	La vida después del Precámbrico	394
Fototropismo: respuesta a la luz azul	347	Clasificación de las plantas	397
Fitocromo: respuestas a las luces roja y roja lejana	349	Los reinos de los organismos	400
Fotorreactivación: respuestas a las radiaciones ultravioleta y azul	352	Ciclos de vida y alternancia de generaciones	402
Duración de la luz: fotoperiodicidad	353	Resumen	403
Descubrimiento de fotoperiodicidad	354	<i>Suplemento 19-1 El proceso de fosilización</i>	404
Fotoperiodicidad; un fenómeno ampliamente distribuido	355	ENSAYO FOTOGRÁFICO: PLANTAS NO VASCULARES	408
Proceso de floración	356	20 REINO MONERA Y VIRUS	417
Consecuencias prácticas	358	Las bacterias: Schizophyta	419
El reloj biológico	358	Estructura bacteriana	419
Resumen	361	División celular	422
<i>Ensayo 17-1 Bodegas de papas, trenes y sueños: el descubrimiento del reloj biológico</i>	362	Formación de esporas	423
<i>Germinación</i>	363	Reproducción sexual	424
Crecimiento vegetativo	365	Metabolismo	424
Floración	366	Ciclo del nitrógeno	425
Desarrollo del fruto	366	<i>Ensayo 20-1 Bacterias y yogurt</i>	426
Latencia y resistencia a las heladas	367	Micoplasmas	428
Crecimiento de brotes en la primavera	367	Arqueobacterias	428
		Algas verdiazules: cyanophyta	429
QUINTA UNIDAD ORIGEN Y DIVERSIDAD DE LOS ORGANISMOS	369	Virus	431
18 EVOLUCIÓN	370	Naturaleza de los virus	432
Darwin y la selección natural	371	Bacteriófagos	434
La selección en acción	372	Resumen	435
Afinando la teoría	373	<i>Suplemento 20-1 Las bacterias y el alimento</i>	436
El acervo genético	374	21 REINO PROTISTA	439
Equilibrio genético	375	División Euglenophyta: euglena	440
Selección natural y poblaciones	375	División Chrysophyta: algas verde-amarillas a algas pardo-amarillas	442
Aislamiento reproductivo y evolución	376		

Clase Xanthophyceae: las algas amarillo verdosas	442	<i>Laminaria</i>	490
Clase Chrysophyceae: algas doradas	443	<i>Macrocystis y Nereocystis</i>	491
Clase Bacillariophyceae: diatomeas	445	División Rhodophyta: Algas rojas	492
Clase Prymnesiophyceae: cocolitofóridos	449	Algas rojas de la zona intermareal alta	493
División Pyrrophyta: dinoflagelados y criptomonádidos	449	Algas rojas de la zona intermareal baja	493
Dinoflagelados	450	División Chlorophyta: algas verdes	494
Criptomonádidos	451	<i>Chlamydomonas</i>	496
División Myxomycophyta: los hongos mucilaginosos	452	<i>Ulothrix</i>	496
Clase Myxomycetes: hongos mucilaginosos verdaderos	452	<i>Oedogonium</i>	498
Clase Dictyosteliomycetes: hongos mucilaginosos celulares	456	<i>Spirogyra</i>	498
Protozoa	457	<i>Ulva</i>	499
Resumen	457	Resumen	500
<i>Suplemento 21-1 El fitoplancton marino</i>	457	<i>Suplemento 23-1 Las algas y el medio ambiente: ¿dónde, cuándo y por qué?</i>	500
22 REINO FUNGI	459	ENSAYO FOTOGRÁFICO: PLANTAS VASCULARES	509
Los hongos como saprófitos	460		
Los hongos como parásitos	460	24 REINO PLANTAE: DIVISIÓN BRYOPHYTA	521
Clasificación de los hongos	462	Briofitas: alfombras vivientes de color esmeralda	521
División Chytridiomycota	463	Características comunes	522
<i>Rhizophydium</i>	463	Lugar de crecimiento de las briofitas	522
<i>Allomyces</i>	463	Las tres clases de briofitas	523
División Oomycota	464	Clase Hepaticopsida: las hepáticas	523
<i>Saprolegnia</i>	465	Clase Muscopsida: los musgos	525
Mohos suaves	465	Clase Anthocerotopsida: los antoceros	527
División Zygomycota	466	Briofitas y plantas vasculares	528
<i>Rhizopus</i>	466	Resumen	528
<i>Pilobolus</i>	467		
<i>Entomophthora</i>	469	25 REINO PLANTAE: DIVISIONES PSILOPHYTA, LYCOPHYTA, SPHENOPHYTA, PTEROPHYTA; PLANTAS VASCULARES SIN SEMILLA	530
División Ascomycota	469	División Psilophyta	531
Trufas	471	División Lycophyta	533
Levaduras	471	División Sphenophyta	535
<i>Penicillia</i>	472	División Pterophyta	537
Ergot	472	Hojas	537
División Basidiomycota	472	Tallos	538
Hongos	473	Raíces	539
<i>Ensayo 22-1 Anillos de hadas</i>	476	Esporangios y esporas	541
Royas	477	Germinación de las esporas y desarrollo del gametofito	543
División Deuteromycota o Fungi Imperfecti	480	Evolución de los helechos	543
Micorrizas	481	Comparación entre musgos y helechos	544
Líquenes	482	Resumen	546
Fisiología y bioquímica	483		
Reproducción	483		
Resumen	483		
23 REINO PLANTAE: ALGAS	485		
División Phaeophyta: Algas pardas	486		
<i>Fucus</i>	489		

26 REINO PLANTAE: DIVISIONES CYCADOPHYTA, CONIFEROPHYTA, GINKGOPHYTA Y GNETIOPHYTA; LAS GIMNOSPERMAS	547	Dicotiledóneas con partes florales definidas, ✓ ovarios súperos y pétalos unidos	611
Mecanismo de reproducción	547	Dicotiledóneas con partes florales definidas, ✓ ovarios ínferos y pétalos separados	616
Etapas en la reproducción sexual	548	Dicotiledóneas con partes florales definidas, ✓ ovario ínfero y pétalos fusionados	618
Significado adaptativo	549	Monocotiledóneas con ovarios súperos	619
División Cycadophyta: las cícadas	550	Monocotiledóneas con ovarios ínferos	622
División Coniferophyta: las coníferas	551	Un sistema moderno de clasificación para las angiospermas	624
Características comunes	551	Resumen	627
Un género representativo: <i>Pinus</i>	551		
División Ginkgophyta: Ginkgo	555		
División Gnetophyta: <i>Gnetum</i> , <i>Ephedra</i> y <i>Welwitschia</i>	556	SEXTA UNIDAD ECOLOGÍA VEGETAL	629
Resumen	557		
27 REINO PLANTAE: DIVISIÓN ANGIOSPERMOPHYTA; LAS ANGIOSPERMAS	559	29 RESPUESTAS DE LAS PLANTAS A SU MEDIO AMBIENTE: ECOFISIOLOGÍA	630
Un mundo de angiospermas	559	Ecofisiología	631
Historia de las angiospermas	560	Estudios de campo y fitotrones	631
Dicotiledóneas y monocotiledóneas	561	Investigación de campo	631
La flor ✓	562	Ambientes controlados	632
Desarrollo de la flor	567	¿Qué es el medio ambiente?	633
Estambres y polen	568	Concepto de factores limitantes	633
Doble fecundación	572	Respuestas de las plantas al medio ambiente	637
Semilla y fruto	577	Efectos ambientales directos	637
Desarrollo del fruto	578	Respuestas desencadenadas o encendido/apagado	637
Dispersión de las semillas	579	Respuestas cuantitativas	637
Resumen	583	Efectos condicionantes	637
Suplemento 27-1 Desde guías para la lengua hasta pequeños botes; diferentes herramientas para la polinización	585	Efectos de acarreamientos	637
		Ecotipos y ecoclinas	638
		Fisiología del estrés (tensión fisiológica)	639
		El desierto	640
		El agua como factor limitante	640
		Respuestas de las plantas al estrés hídrico	643
		Las temperaturas elevadas como factor limitante	644
		La concentración de sales como factor limitante	645
28 ANGIOSPERMAS: TAXONOMÍA Y GRUPOS PRINCIPALES	592	La tundra alpina	646
Técnicas de la taxonomía	593	El medio alpino	646
Morfología: flores y otras características	593	Fotosíntesis de las plantas alpinas	648
Ecología	596	Nieve alpina	648
Genética	597	Heladas y crecimiento vegetal	648
Citología	598	Resumen	650
Paleobotánica	599		
Química	599	30 COMPRENSIÓN DE LA VEGETACIÓN: POBLACIONES, COMUNIDADES Y ECOSISTEMAS	653
Taximetría	600	El vocabulario de los ecólogos	654
Publicación	600	Poblaciones	654
Algunas familias importantes de angiospermas	600	Poblaciones y comunidades	655
Dicotiledóneas con partes florales múltiples ✓	607		
Dicotiledóneas con partes florales definidas, ✓ ovarios súperos y pétalos separados	609		

Técnicas demográficas	656	Patrones climáticos continentales	701
Población y tiempo	657	Clima y suelos	703
Interacciones entre poblaciones	661	Climas fríos y húmedos: los bosques de coníferas	703
Competencia	662	Climas cálidos y húmedos: los bosques tropicales lluviosos	704
Evolución de la capacidad competitiva: teoría de la selección <i>r</i> y <i>K</i>	664	Climas subhúmedos: los pastizales	705
Competencia por interferencia	664	Climas semiáridos a áridos: los desiertos	705
Respuestas evolutivas a la herbivoría	666	Tipos de biomas del mundo	706
Comunidades vegetales	666	Biomas marinos: los océanos	706
Estructura física: apariencia	667	Biomas acuáticos	706
Estructura biológica: riqueza y diversidad de especies	670	Bosques lluviosos tropicales	710
Estabilidad de la comunidad	670	Bosques lluviosos estacionales	711
Ecosistemas	670	Bosques lluviosos templados	712
Estructura de los ecosistemas	670	Bosques templados deciduos	712
Flujo de energía en los ecosistemas	672	Bosques de coníferas templados y boreales	713
¿Qué limita la productividad?	674	Matorrales esclerófilos	714
Ciclaje de nutrientes	676	Bosques espinosos y matorrales espinosos	715
Resumen	677	Bosques templados	715
		Sabanas tropicales	715
		Pastizales templados	716
		Tundra ártica y alpina	717
31 LA VEGETACIÓN EN EL TIEMPO Y EL ESPACIO	680	Desiertos tropicales, templados cálidos y templados fríos	717
		<i>Ensayo 31-2 El planeta Tierra: una morada para la vida</i>	719
Comunidades que cambian a través del tiempo	681	Tierras para la agricultura	719
Teoría clásica de la sucesión	681	Resumen	720
Retos de la teoría clásica	684		
Cambios cíclicos en las comunidades	689	APÉNDICE A SISTEMA MÉTRICO DE MEDIDAS	724
¿Asociaciones separadas o continuas?	689		
Asociaciones separadas	689	APÉNDICE B ALGUNOS FUNDAMENTOS DE QUÍMICA	727
Concepto de continuidad	691		
<i>Ensayo 31-1 Una hipótesis rechazada: la distribución natural de la vegetación</i>	692	APÉNDICE C CLIMAS DEL MUNDO Y LA FUERZA, DE CORIOLIS	733
Concepción moderna del estado de climax	694		
Patrones climáticos de la Tierra	695	GLOSARIO	737
De las calmas ecuatoriales a las calmas de Cáncer	695		
Vientos contraalísios	696	ÍNDICE	751
Climas marítimos y continentales	697		
Monzones	698		
Estacionalidad	699		
Sombras de lluvia	699		