

Tema 1. Leyes de la herencia e interacciones alélicas

Clase práctica 2. Interacciones alélicas o intralocus. Relaciones de dominancia. Series alélicas o alelos múltiples

Objetivo: Solucionar ejercicios y problemas de cruzamientos en los que aplique los contenidos relacionados con las leyes de la herencia, las interacciones alélicas y los alelos múltiples.

Orientaciones para la autopreparación.

En sus experiencias Mendel postuló que en la primera generación filial del cruzamiento de dos líneas puras se manifiesta uno u otro de los caracteres de los progenitores y que en la segunda generación filial se obtienen proporciones fenotípicas 3:1 para los cruzamientos monohíbridos y 9:3:3:1 para los cruzamientos dihíbridos. Sin embargo, otros experimentos demuestran la aparición de fenotipos en proporciones diferentes a las esperadas siguiendo los postulados de Mendel. El estudio de estos casos permitió profundizar en las interacciones alélicas (relaciones de dominancia) y en los sistemas de alelos múltiples, estos aspectos pueden consultarse en el CD de la carrera, en el Capítulo 9 del libro Genética de Strickberger, en la página 26 del tabloide Fundamentos de la Ciencia Moderna y en las páginas 299 y 300 del libro Genética de Lacadena; además en otros textos de Genética puede encontrar información al respecto.

1. Al estudiar estos aspectos debe:

- Definir los conceptos de gen y de alelo.
- Explicar la relación entre cromosoma, gen y alelo.
- Establecer las diferencias y ejemplificar los tipos de relaciones de dominancia (dominancia sencilla o completa, dominancia incompleta o intermedia y codominancia).
- Definir el concepto sistemas de alelos múltiples.
- Describir diferentes ejemplos de alelos múltiples (Estudiar la figura 9.3, página 174 del libro Genética de Strickberger).
- Analizar si las interacciones alélicas estudiadas niegan los postulados de Mendel.

2. Del libro Genética de N. P. Dubinin solucionar los ejercicios de los Capítulos IV (Ejercicio 4.29), VII (Ejercicios 7.20, 7.21).

Actividades a desarrollar durante la clase práctica

1. Del libro Genética de Strickberger solucionar los ejercicios del Capítulo 9, páginas 179 a la 183 (Ejercicios 1 al 4, 6 al 9, 11, 12, 15 al 23).
2. Del libro Principios de Genética de Sinnott, Dunn y Dobzhansky solucionar los ejercicios de los capítulos siguientes: Capítulo 3, página 65 (Ejercicios 3.7, 3.8, 3.9); Capítulo 5, página 96 (Ejercicios 5.8, 5.9); Capítulo 6, página 65 (Ejercicios 6.8, 6.9).

Ejercicios del libro de texto Strickberger. Genética Ejercicios 9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.6, 9.7, 9.12, 9.15, 11.7, 11.29 inciso a

... mismo dador será generalmente rechazado incluso más rápidamente que el primero. El mecanismo preciso de formación de anticuerpos presenta en la actualidad un profundo interés ya que se relaciona con preguntas de resistencia a la enfermedad, de sustitución de órganos y de eliminación de tumores y está siendo por esto estudiado en numerosos laboratorios.

PROBLEMAS

9-1. En las plantas del dondiego de noche, el alelo para el color rojo de las flores tiene un efecto que es incompletamente dominante sobre el efecto del alelo para color blanco (pág. 168). Si un cruzamiento entre dos plantas produjo 18 plantas rojas, 32 plantas rosas y 15 plantas blan-

* Véase Haurowitz (1965) y revísense los artículos de *The Journal of Cellular Physiology*, 1966, Vol. 47, Supplement I: «Symposium on Differentiation and Growth of Hemoglobin- and Immunoglobulin-Synthesizing Cells». (Publicado también como libro en 1966, Wistar Inst. Press, Phil.)

los tejidos de la F_2 no serían rechazados por los receptores de la F_1 . Se producen aún mayores complicaciones genéticas, ya que por lo menos se conocen 15 genes que se hallan implicados en la determinación de histoincompatibilidad en los ratones, algunos de los cuales mantienen múltiples alelos y algunos tienen una mayor influencia en la determinación de histoincompatibilidad que otros.

cas, ¿cuáles son los genotipos de los progenitores?

9-2. ¿Qué proporciones de plantas de los distintos colores esperaría entre la descendencia de los siguientes cruzamientos entre plantas de dondiego de noche: a) Roja \times roja? b) Roja \times rosa? c) Blanca \times rosa? d) Rosa \times rosa?

9-3. En el ganado, el alelo que produce el color rojo de la piel (R) es incompletamente dominante sobre el efecto del alelo que determina el color blanco de la piel (r) presentando el heterozi-

gato una piel de color mezclado (*Rr*). Por otra parte, el efecto del alelo que determina la ausencia de cuernos muestra dominancia completa; *HH* y *Hh* no presentan cuernos y *hh* presenta cuernos. Suponiendo que estos dos pares de genes se distribuyen independientemente: a) ¿Cuál sería el fenotipo de una F_1 procedente de un cruzamiento $RRHH \times rrrh$? b) ¿Cuáles serían los fenotipos y en qué proporciones se presentarían en la F_2 derivada del cruzamiento $F_1 \times F_1$? c) ¿Cuál sería la relación fenotípica de la progenie procedente del cruzamiento de individuos de la F_1 con la cepa original blanca y con cuernos?

9-4. Con algunas modificaciones se presentan a continuación los hallazgos de Asmundsen y colaboradores en experimentos de apareamiento de faisanes que diferían en el color del plumaje. Las diferencias en el número de descendientes no era motivado por diferencias en la viabilidad sino en el número de machos (padres) y de hembras (madres) implicados en cada uno de los distintos cruzamientos:

Machos	Hembras	Progenie		
		CLARO	AMARILLENTO	CON ANILLOS
claro	claro	92		
claro	amarillento	78	70	
amarillento	claro	14	12	
claro	con anillos		208	
amarillento	amarillento	75	141	68
amarillento	con anillos		122	128
con anillos	amarillento		34	38
con anillos	con anillos			347

a) Utilizando letras del alfabeto para designar los genes (por ejemplo: *A* y *a*, etc.), ¿qué hipótesis propondría que mejor explicase los resultados? b) Basándose en las letras ya elegidas, dé los genotipos que corresponden a los fenotipos claro, amarillento y con anillos.

9-5. En el hombre el color de la piel ha sido explicado como el resultado de distintos pares de genes en los que cada par tiene el mismo efecto fenotípico, hay ausencia de dominancia entre los alelos y cada par de genes está quizá localizado en un cromosoma no-homólogo distinto. Establezca el número de fenotipos posibles distintos si el color de la piel es causado por los siguientes números de pares de genes: a) Dos pares de genes. b) Tres pares de genes. c) Cuatro pares de genes.

9-6. En el conejillo de Indias uno de los genes que afectan el color de la piel presenta cierto

número de alelos distintos. En cierta cepa de conejillos de Indias, las combinaciones homocigóticas de dichos alelos producen los siguientes fenotipos:

CC = negro
 $c^d c^d$ = crema
 $c^a c^a$ = albino
 $c^s c^s$ = sepia

Suponiendo que esos alelos presentan dominancia completa en el siguiente orden, $C > c^s > c^d > c^a$, ¿cuáles son los fenotipos y las proporciones que esperaría entre los descendientes de los siguientes cruzamientos: a) Negro homocigótico \times sepia homocigótico? b) Negro homocigótico \times crema homocigótico? c) Negro homocigótico \times albino homocigótico? d) Sepia homocigótico \times crema homocigótico? e) La F_1 de a) \times la F_1 de c)? f) La F_1 de a) \times la F_1 de d)? g) la F_1 de b) \times la F_1 de d)?

9-7. Utilizando los alelos del conejillo de Indias del Problema 6, ¿cuáles son los genotipos más probables de los progenitores que producen la siguiente descendencia:

Fenotipos de los progenitores	Fenotipos de la progenie			
	NEGRO	SEPIA	CREMA	ALBINO
a) negro \times negro	22	0	0	7
b) negro \times albino	10	9	0	0
c) crema \times crema	0	0	34	11
d) sepia \times crema	0	24	11	12
e) negro \times albino	13	0	12	0
f) negro \times crema	19	20	0	0
g) negro \times sepia	18	20	0	0
h) negro \times sepia	14	8	6	0
i) sepia \times sepia	0	26	9	0
j) crema \times albino	0	0	15	17

9-8. En un cruzamiento entre un conejillo de Indias negro y otro que parecía ser sepia se obtuvieron 20 descendientes, 6 de los cuales fueron sepia. ¿Descartaría la hipótesis de que el progenitor sepia es homocigótico para el gene sepia? (Véase pág. 157.)

9-9. Algunos investigadores encontraron que los apareamientos entre caballos de pelaje de color crema pálido con caballos de pelaje de color avellana producían exclusivamente individuos «palominos» con un pelaje de color intermedio. Cierta número de apareamientos entre los mismos palominos dio 19 crema pálido, 21 avellanas y 44 palominos. a) Defina los símbolos genéticos y sugiera los genotipos de los tres colores del pelaje. b) Pruebe su hipótesis estadísticamente utilizando el método de ji-cuadrado e indique si la aceptaría o si la rechazaría. c) Si un criador de caballos palomino quisiese eliminar los individuos de color crema pálido tanto de los

gato una piel de color mezclado (*Rr*). Por otra parte, el efecto del alelo que determina la ausencia de cuernos muestra dominancia completa; *HH* y *Hh* no presentan cuernos y *hh* presenta cuernos. Suponiendo que estos dos pares de genes se distribuyen independientemente: a) ¿Cuál sería el fenotipo de una F_1 procedente de un cruzamiento $RRHH \times rrrh$? b) ¿Cuáles serían los fenotipos y en qué proporciones se presentarían en la F_2 derivada del cruzamiento $F_1 \times F_1$? c) ¿Cuál sería la relación fenotípica de la progenie procedente del cruzamiento de individuos de la F_1 con la cepa original blanca y con cuernos?

9-4. Con algunas modificaciones se presentan a continuación los hallazgos de Asmundsen y colaboradores en experimentos de apareamiento de faisanes que difieren en el color del plumaje. Las diferencias en el número de descendientes no era motivado por diferencias en la viabilidad sino en el número de machos (padres) y de hembras (madres) implicados en cada uno de los distintos cruzamientos:

Machos	Hembras	Progenie		
		CLARO	AMARILLENTO	CON ANILLOS
claro	claro	92		
claro	amarillento	78	70	
amarillento	claro	14	12	
claro	con anillos		208	
amarillento	amarillento	75	141	68
amarillento	con anillos		122	128
con anillos	amarillento		34	38
con anillos	con anillos			347

a) Utilizando letras del alfabeto para designar los genes (por ejemplo: *A* y *a*, etc.), ¿qué hipótesis propondría que mejor explicase los resultados? b) Basándose en las letras ya elegidas, dé los genotipos que corresponden a los fenotipos claro, amarillento y con anillos.

9-5. En el hombre el color de la piel ha sido explicado como el resultado de distintos pares de genes en los que cada par tiene el mismo efecto fenotípico, hay ausencia de dominancia entre los alelos y cada par de genes está quizá localizado en un cromosoma no-homólogo distinto. Establezca el número de fenotipos posibles distintos si el color de la piel es causado por los siguientes números de pares de genes: a) Dos pares de genes. b) Tres pares de genes. c) Cuatro pares de genes.

9-6. En el conejillo de Indias uno de los genes que afectan el color de la piel presenta cierto

número de alelos distintos. En cierta cepa de conejillos de Indias, las combinaciones homocigóticas de dichos alelos producen los siguientes fenotipos:

CC = negro
 $c^k c^k$ = sepia
 $c^d c^d$ = crema
 $c^a c^a$ = albino

Suponiendo que esos alelos presentan dominancia completa en el siguiente orden, $C > c^k > c^d > c^a$, ¿cuáles son los fenotipos y las proporciones que esperarías entre los descendientes de los siguientes cruzamientos: a) Negro homocigótico \times sepia homocigótico? b) Negro homocigótico \times crema homocigótico? c) Negro homocigótico \times albino homocigótico? d) Sepia homocigótico \times crema homocigótico? e) La F_1 de a) \times la F_1 de c)? f) La F_1 de a) \times la F_1 de d)? g) la F_1 de b) \times la F_1 de d)?

9-7. Utilizando los alelos del conejillo de Indias del Problema 6, ¿cuáles son los genotipos más probables de los progenitores que producen la siguiente descendencia:

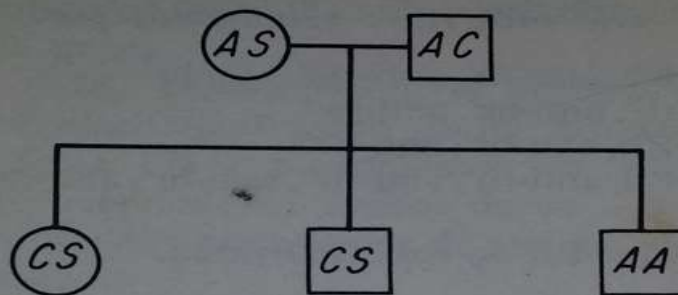
Fenotipos de los progenitores	Fenotipos de la progenie			
	NEGRO	SEPIA	CREMA	ALBINO
a) negro \times negro	22	0	0	7
b) negro \times albino	10	9	0	0
c) crema \times crema	0	0	34	11
d) sepia \times crema	0	24	11	12
e) negro \times albino	13	0	12	0
f) negro \times crema	19	20	0	0
g) negro \times sepia	18	20	0	0
h) negro \times sepia	14	8	6	0
i) sepia \times sepia	0	26	9	0
j) crema \times albino	0	0	15	17

9-8. En un cruzamiento entre un conejillo de Indias negro y otro que parecía ser sepia se obtuvieron 20 descendientes, 6 de los cuales fueron sepia. ¿Descartaría la hipótesis de que el progenitor sepia es homocigótico para el gene sepia? (Véase pág. 157.)

9-9. Algunos investigadores encontraron que los apareamientos entre caballos de pelaje de color crema pálido con caballos de pelaje de color avellana producían exclusivamente individuos «palominos» con un pelaje de color intermedio. Cierta número de apareamientos entre los mismos palominos dio 19 crema pálido, 21 avellanas y 44 palominos. a) Defina los símbolos genéticos y sugiera los genotipos de los tres colores del pelaje. b) Pruebe su hipótesis estadísticamente utilizando el método de ji-cuadrado e indique si la aceptaría o si la rechazaría. c) Si un criador de caballos palomino quisiese eliminar los individuos de color crema pálido tanto de los

o sin
como
que
obina
nante
s he-
oglo-

bina normal como falciforme, descritas fenotípicamente como hemoglobinas *A* y *S*. En 1950 Itano y Neel descubrieron dos familias que segregaban para un nuevo tipo de hemoglobina anormal llamada *C*, distintamente diferente de la hemoglobina *S*. Los árboles genealógicos, con los fenotipos para las hemoglobinas, son los siguientes:



S

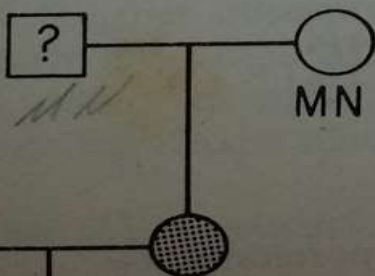
liría
un
s A

y las frecuencias esperadas entre los descendientes de dicho cruzamiento.

ones
scu-
tres
lta-
rin-
2)
F₁,
os-
res-
de
de
s y
tes
de
♀
os-

9-12. El pelo crespo viene determinado por un gene dominante poco frecuente en las poblaciones europeas. Una mujer de pelo crespo que pertenece al grupo sanguíneo O se casa con un hombre de pelo liso que pertenece al grupo sanguíneo AB. a) ¿Cuál es la probabilidad de que tengan un hijo de pelo crespo del grupo sanguíneo B? b) ¿Cuál es la probabilidad de que tengan un hijo de pelo normal del grupo sanguíneo B? c) Si de esos progenitores nacen tres niños, ¿cuál es la probabilidad de que el próximo niño tenga el pelo crespo y pertenezca al grupo sanguíneo B?

9-13. En el siguiente árbol genealógico se da debajo de cada individuo el símbolo del tipo sanguíneo MN. Además, Gershowitz y Fried observaron un nuevo tipo sanguíneo llamado V (figuras sombreadas).



individuo

Glóbulos rojos aglutinados por

- (a) anti-Rh, anti-rh', anti-rh'', anti hr'
- (b) anti-rh', anti-hr', anti-hr''
- (c) anti-Rh, anti-hr', anti-hr''
- (d) anti-Rh, anti-rh', anti-rh'', anti-hr', anti-hr''

Dé el genotipo Rh de cada individuo.

Nota: En las siguientes preguntas suponga que el tipo sanguíneo ABO está determinado únicamente por tres alelos. I^A produce fenotipo A, I^B produce fenotipo B e i produce fenotipo O. Los efectos de I^A y de I^B son dominantes respecto a i , pero son codominantes entre sí. De forma similar, suponga que el fenotipo Rh viene determinado únicamente por dos alelos, siendo R dominante sobre r . También dos alelos de otro par de genes, L^M y L^N , determinan los tipos sanguíneos M y N, respectivamente, pero sus efectos son completamente codominantes.

9-15. ¿Cuáles son los *genotipos* de los siguientes progenitores?

Fenotipos de los padres	Fenotipos de la progeñie			
	A	B	AB	O
(a) B × B		3/4		1/4
(b) B × AB		1/2	1/2	
(c) B × A		1/2	1/2	
(d) B × A	1/4	1/4	1/4	1/4
(e) B × AB	1/4	1/2	1/4	
(f) B × O		1		
(g) B × O		1/2		1/2

9-16. ¿Qué fenotipos y qué proporciones esperaríamos entre los descendientes de los siguientes cruzamientos: a) $I^A I^A \times ii$? b) $I^A I^A \times I^A I^B$? c) $I^A I^A \times I^B i$? d) $I^A I^A \times I^A i$? e) $I^A i \times I^A i$? f) $I^A i \times I^A i$? g) $I^A i \times ii$?

9-17. ¿Qué fenotipos y qué proporciones esperaríamos entre los descendientes de los siguientes cruzamientos: a) $I^A i Rr \times I^B I^B rr$? b) $ii Rr \times I^A irr$? c) $ii Rr \times I^B irr$? d) $I^A I^B Rr \times I^A I^B Rr$?

9-18. En los siguientes tipos de apareamiento se anota al lado del fenotipo de los progenitores

c) Prog Desc

d) Prog Desc

e) Prog Desc

9-19

fenotip AMN
tense 1
guíneo

9-20

ser ex
fenotip
madre
ABRh

9-21

ne cu
tipos:
 $irrL^M$
genito

9-22

nes e
entre
 RrL^N
nes

de ap
 rrL^N
cruza
tipo:

mach
d) Si
el hij
hemc

riore
niños
9-2

hasta
una

tes resultados:

cruzamiento 1: P_1 : púrpura \times rojo
 F_1 = toda púrpura
 $F_1 \times F_1$ = 3/4 púrpura : 1/4 rojo

cruzamiento 2: P_1 : púrpura \times incoloro
 F_1 = toda púrpura
 $F_1 \times F_1$ = 9/16 púrpura : 3/16 rojo : 4/16 incoloro

cruzamiento 3: P_1 : púrpura \times incoloro
 F_1 = incolora
 $F_1 \times F_1$ = 12/16 incoloro : 3/16 púrpura : 1/16 rojo

Dé los fenotipos y las proporciones esperadas en los siguientes cruzamientos: a) Si se cruza una planta de la F_1 del cruzamiento 1 con una planta de la F_1 del cruzamiento 2. b) Si se cruza una planta de la F_1 del cruzamiento 1 con una planta de la F_1 del cruzamiento 3. c) Si se cruza una planta de la F_1 del cruzamiento 2 con una planta de la F_1 del cruzamiento 3.

11-7. Hagiwara indicó que el color púrpura de la flora del dondiego de día japonés (*Pharbitis nil*) puede ser determinado por uno cualquiera de dos pares de genes separados, por ejemplo, $A-bb$ o $aaB-$. Cuando están presentes los alelos dominantes de ambos pares de genes ($A-B-$), las flores son de color azul y cuando ambos son ho-

GENÉTICO

mezigóticos recesivos (*aabb*) son de color escarlata. De este modo se obtuvo una F_1 de color azul cruzando dos tipos púrpura distintos $AAbb \times aaBB$. a) ¿Qué fenotipos y qué proporciones esperarías del cruzamiento de dicha F_1 con cualquiera de las cepas paternas? b) ¿Qué fenotipos y qué proporciones esperarías del cruzamiento

tipos y qué proporciones esperarías del cruzamiento $F_1 \times F_1$?

11-8. Dé el genotipo de los progenitores de cada uno de los siguientes cruzamientos entre distintos dondiegos de día japoneses (problema 7):

Fenotipos paternos

Descendencia

a) azul × escarlata	1/4 azul: 1/2 púrpura: 1/4 escarlata
b) púrpura × púrpura	1/4 azul: 1/2 púrpura: 1/4 escarlata
c) azul × azul	3/4 azul: 1/4 púrpura
d) azul × púrpura	3/8 azul: 4/8 púrpura: 1/8 escarlata
e) púrpura × escarlata	1/2 púrpura: 1/2 escarlata

11-9. Brewbaker encontró que las plantas con sanguíneas de la F_1 que procedían de cruzamientos de plantas de flores blancas

cruzamiento 2: P_1 : amarilla Y × verde Z
 F_1 = toda verde
 $F_1 \times F_1$ = 3/4 verde: 1/4

11-28. Se utilizó el polen de una cepa pura de tomates virescentes (amarillentos a causa de una deficiencia en clorofila) para fecundar una planta verde normal. Todos los híbridos presentaron el color verde normal. Al cruzar uno de dichos híbridos con una plata virescente se obtuvo una progenie formada por 112 plantas verdes y 72 virescentes. a) ¿Qué piensa que pueda explicar dichos resultados? b) ¿Qué otras pruebas realizaría para probar su hipótesis?

11-29. El gene que determina el color amarillo del pelo del ratón casero *A* es dominante sobre el gene normal de tipo salvaje. El gene que determina la cola corta *T* (*braquiuria*), que se transmite con independencia del anterior, también es dominante sobre el gene normal de tipo salvaje. Los embriones homocigóticos ya sea para uno o para esos dos genes dominantes mueren antes de nacer. a) ¿Qué proporciones fenotípicas esperarías que se presentasen entre los descendientes de un cruzamiento entre dos individuos de color amarillo y de cola corta? b) Si el tamaño normal de la camada en los ratones es de ocho, ¿qué número medio esperarías encontrar en tales cruzamientos?

BIBLIOGRAFIA

BARTLETT, A. C., A. E. BELL y D. SHIDELER, color in flour beetles. *Jour. Hered.*, **53**, 2
BATESON, W. y R. C. PUNNETT 1905, 1906 y

1
don
to
leta
inde
H),
el r
sent
tien
to
leta
de
Ha
Ha
per
cep
Su
Su
ría
1
pre
bié
na
sen
mic

