



LA CRÍA DE PERROS Y GATOS

UNIDAD DIDÁCTICA Nº 1 / GENÉTICA

El curso de Ayudante Técnico Veterinario es la continuación del curso de Auxiliar Veterinario, que el alumno debería haber superado, ya que en él se imparten las bases para poder seguir este segundo y último curso con fluidez.

En este Módulo vamos a adquirir las bases de la genética animal, ya que nos va a resultar imprescindible para conocer los tipos de herencia, poder criar animales sanos y potenciar las aptitudes que se crean convenientes.

El material genético es el ADN, que contiene la información almacenada según la secuencia de tan solo cuatro bases. Ésta se almacena en los cromosomas, y éstos en los genes.

Hay diferentes tipos de ciclos celulares, pero es la meiosis la que sirve para transmitir los genes a la descendencia. Ésta expresará un carácter u otro según las leyes de la herencia de Mendel, dependiendo de si es dominante o recesivo e, incluso, del ambiente en donde se críe el individuo.



Campus Superior

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comprender qué es un cromosoma y qué es un gen.
- Relacionar el genotipo con el fenotipo y el ambiente.
- Estudiar los diferentes tipos de división celular.
- Ser capaz de desarrollar un cuadro de Punnett.



CONTENIDOS ESPECÍFICOS

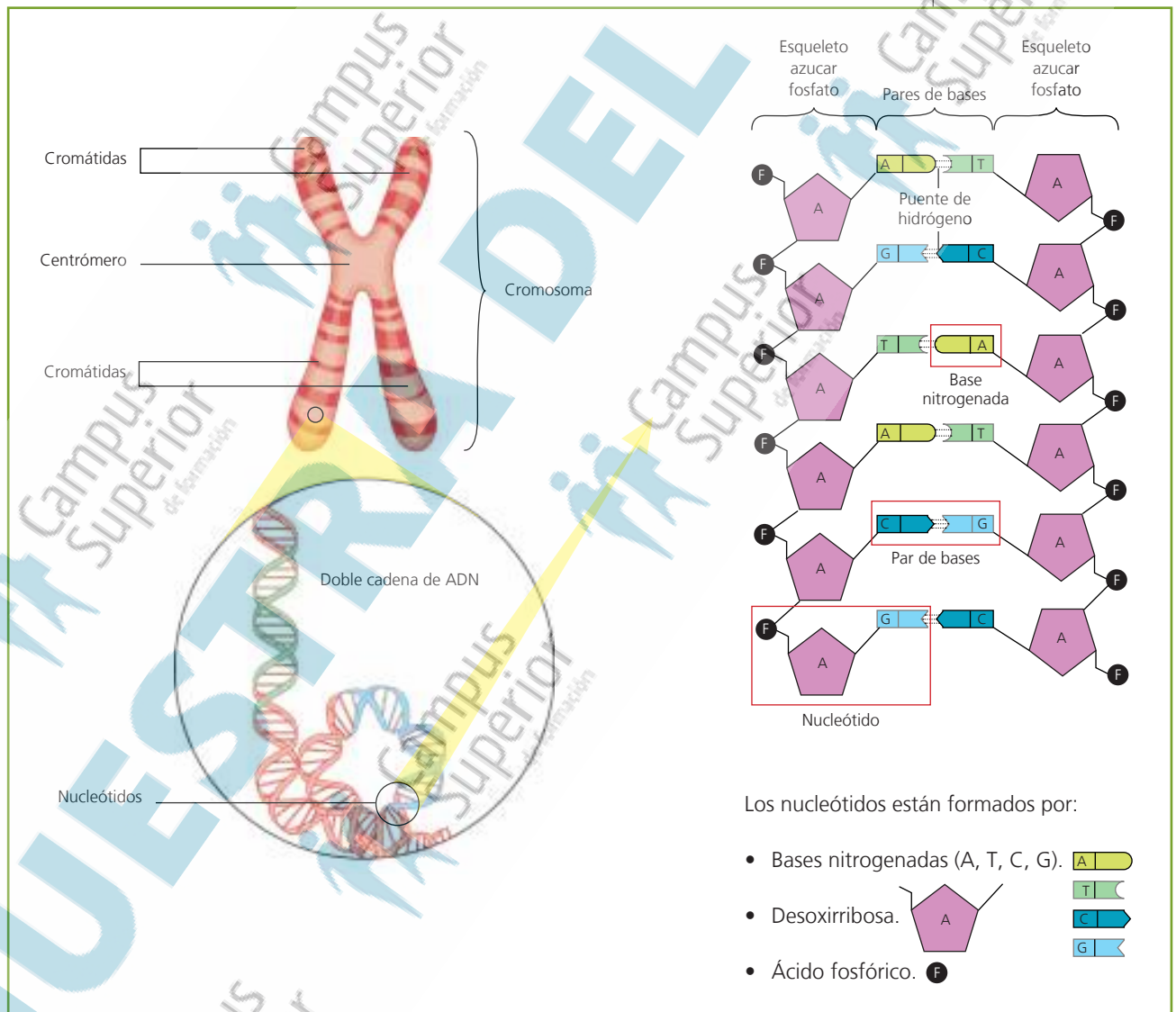
- Definiciones de "cromosoma" y "gen".
- Diferencia entre gen recesivo y gen dominante, y entre homocigotos y heterocigotos y los alelos.
- Explicación del ciclo celular y de la genética mendeliana.

1. EL CROMOSOMA

La genética es la ciencia que estudia la herencia de los caracteres. Los caracteres son los rasgos diferenciales entre los individuos, como puede ser la altura, el color del pelo o la predisposición a sufrir una determinada enfermedad, por ejemplo. La genética, pues, estudia los caracteres que pasan de padres a hijos.

La información de los caracteres se encuentra localizada en los cromosomas, que están en el núcleo de las células.

Los **cromosomas** están formados por ADN (ácido desoxirribonucleico). Éste está estructurado en fibras de cromatina, gracias a unas proteínas de unión. Estructuralmente, el ADN (DNA en inglés) se presenta en forma de dos cadenas helicoidales enroscadas alrededor de un eje imaginario. Cada una de las dos cadenas está compuesta por unas unidades que reciben el nombre de nucleótidos.



Estructura del ADN.

Cada una de las dos cadenas se denomina cromátida y, pese a estar enfrentadas, existe un punto, el centrómero, donde contactan.

Las cadenas están unidas entre sí por las bases nitrogenadas. Existen cuatro bases nitrogenadas diferentes en el ADN: Adenina (A), Timina (T), Guanina (G) y Citosina (C). Éstas se unen de un modo especial; de las cuatro posibles bases que hay, siempre se unen en parejas, de manera que la adenina siempre se une a la timina y la guanina a la citosina (A-T y G-C). La diferente ordenación de las bases nitrogenadas en la doble cadena de ADN aporta la información genética. La doble hélice contiene la información genética por duplicado, ya que a una secuencia de bases determinada, corresponde únicamente con su combinación complementaria en la cadena opuesta. Esta duplicidad de la información tiene, como veremos luego, mucha importancia a la hora de transmitir los caracteres de padres a hijos. Un gen es una secuencia de pares de bases que codifican información para un carácter determinado.

El número de cromosomas es diferente para cada especie. Pero cada especie tiene un número concreto de cromosomas: el perro tiene 78 y el gato 38. Aunque hay esta variación en el número, el contenido es bastante similar entre ambas especies, debido a que no son extremadamente lejanas, lo que nos lleva a concluir que los del gato son bastante más grandes que los del perro.

Antes de pasar al siguiente punto, vamos a ilustrar lo explicado hasta ahora con un conocido ejemplo: el sexo del individuo. La información sobre el sexo está contenida en los cromosomas sexuales, y pueden ser X o Y. Uno de ellos siempre será la X, mientras que el otro puede variar y ser una X (XX: hembra) o bien ser una Y (XY: macho). No obstante, pueden darse errores como XXY o XXX, en los cuales no es tan sencillo definir el sexo del individuo.

2. EL GEN

Un **gen** es la unidad básica de herencia de los seres vivos. Desde el punto de vista molecular, un gen es una secuencia lineal de nucleótidos en la molécula de ADN que contiene la información necesaria para la síntesis de una molécula con función celular específica, que puede estar vinculada al desarrollo o funcionamiento de una función fisiológica normal. El gen es considerado como la unidad de almacenamiento de información y unidad de herencia al transmitir esa información a la descendencia. Los genes se disponen a lo largo de cada uno de los cromosomas. Cada gen ocupa en el cromosoma una posición determinada llamada **locus**. El conjunto de cromosomas de una especie se denomina **genoma**.

El conjunto de cromosomas de una especie se denomina genoma.

Siguiendo con el ejemplo anterior, referente a los cromosomas sexuales, podemos añadir el concepto de que hay genes en los cromosomas sexuales que, aunque no tienen nada que ver con el sexo del individuo, se heredan de manera conjunta. Éstos se denominan genes ligados al sexo. Sirva como ejemplo el color de las capas de los gatos. Debido a un gen que se hereda con el cromosoma X, y si está expresado doblemente, sólo se puede dar la capa tricolor (marrón, negro y blanco) en las hembras. Otro caso muy ilustrativo de herencia ligada al sexo es el de la hemofilia, que explicaremos con más detalle en el apartado de genética mendeliana.

Hay otro tipo de genes que solo pueden expresarse en uno de los dos sexos, aunque ambos pueden ser portadores, como es el caso de la criptorquidia (ausencia de uno o ambos testículos en la bolsa escrotal) o la cantidad de leche que puede producir una vaca. Éstos se denominan genes limitados por el sexo.

Un **locus** es la localización espacial de un gen en un cromosoma. Como el cromosoma se encuentra en una doble cadena, se poseen dos alelos de cada gen. Cada par de alelos se ubica en el mismo *locus*. Los alelos tienen su origen en pequeñas mutaciones (errores de transcripción) de los genes que provocan que la información que codifican varíe ligeramente entre ellos. Ocupan el mismo *locus* porque son versiones diferentes del mismo gen. En un *locus* sólo hay un alelo, pero como cada individuo tiene un cromosoma procedente de su padre y otro de su madre, habrá dos *loci* (plural de locus): uno en cada cromosoma homólogo. Cada carácter puede tener multitud de alelos, pero cada individuo tan sólo lleva dos, ya que sólo hay espacio para dos en sus cromosomas.

2.1. LA DOMINANCIA

Como acabamos de ver, cada alelo expresa un carácter. Para entender mejor el concepto de la dominancia, lo ilustraremos con un ejemplo conocido: el color de los ojos de las personas. Si una persona tiene el alelo de "ojos azules", tendrá los ojos azules. Pero, como hemos dicho que hay dos alelos, uno procedente de cada progenitor, ¿qué pasaría si una persona tiene un alelo de "ojos azules" y el otro de "ojos marrones"? En el mencionado ejemplo hay un factor añadido, que es el de la **dominancia**: el color marrón domina sobre el azul. Esto quiere decir que, en el citado caso, el individuo tendría los ojos de color marrón. En cambio, si cada progenitor le hubiera transmitido el alelo de los "ojos azules", sí que los tendría azules. En este ejemplo, el gen de los "ojos marrones" es dominante y el de los "ojos azules" es recesivo.

Cuando un animal lleva los dos alelos diferentes se denomina **heterocigoto**. Cuando ambos son iguales es **homocigoto**. El homocigoto puede ser, pues, de dos formas: homocigoto dominante y homocigoto recesivo. Siguiendo con el mismo ejemplo, una persona con los ojos marrones puede ser bien homocigoto dominante o bien heterocigoto. En cambio, una persona con los ojos azules será necesariamente homocigoto recesivo.

2.2. FENOTIPO Y AMBIENTE

Llegados a este punto, ya podemos explicar los conceptos de fenotipo (P) y ambiente (E). El **fenotipo** es la manifestación externa de los genes, es decir, lo que podemos ver a simple vista. En este caso, el fenotipo sería el color de los ojos. En el caso del color marrón, para un mismo fenotipo puede haber dos genotipos (G) diferentes: el homocigoto dominante y el heterocigoto.

El conjunto de factores externos a la genética, pero que también van a influir en el fenotipo se denomina genéricamente **ambiente**. Esto lo ilustraremos con un ejemplo diferente: la constitución del individuo. Supongamos que tenemos dos individuos genéticamente idénticos, pero uno se desarrolla en condiciones muy favorables y el otro en condiciones desfavorables. El primero crece en un lugar donde hay abundancia de alimentos frescos, y su dieta es completa y equilibrada. Gracias a su material genético, ese individuo va a desarrollar un cuerpo alto y fuerte. El otro individuo, en cambio, se ha criado en un ambiente con escasez de alimentos. Este segundo, pese a disponer de exactamente la misma información genética, no es capaz de alcanzar la misma altura ni el mismo grado de desarrollo que el primero.

El gen recesivo tiene menos probabilidad de expresarse.

Una ley importante de la genética reúne estos tres factores de la siguiente manera:

$$P = G + E$$

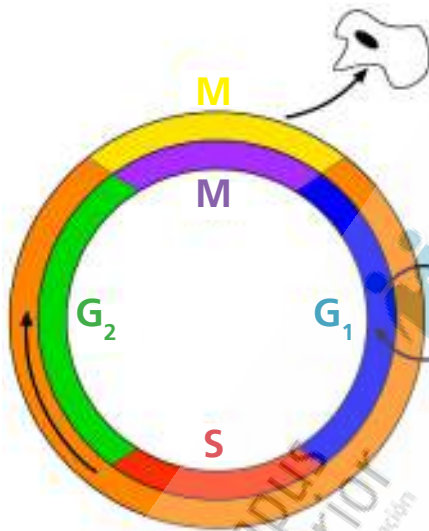
donde la G es el genotipo, la P el fenotipo y la E el ambiente. El significado viene a ser lo que acabamos de ilustrar en el ejemplo; el fenotipo depende, no solo del genotipo, sino también del ambiente.

No obstante, no todos los genes muestran esta característica. Hay determinados caracteres que se rigen por codominancia. Esto quiere decir que si, por ejemplo, una planta tiene las flores blancas y la otra las tiene rojas, la descendencia, al heredar un alelo de cada progenitor, tendrá ambos alelos. Como en este caso no se da la dominancia, sino la codominancia, el color que va a expresar la descendencia será la mezcla de ambos alelos; en este caso, el rosa.

3. CICLO CELULAR

El ciclo celular es el proceso ordenado y repetitivo en el tiempo en el que la célula crece y se divide en dos células hijas. Las células que no se están dividiendo no forman parte, de por sí, del ciclo celular, sino que están en una fase conocida como G_0 , en la que está desempeñando sus funciones características de su tipo celular.

Todas las células se originan únicamente de otra existente con anterioridad. El ciclo celular se inicia en el instante en que aparece una nueva célula, descendiente de otra que se divide y termina en el momento en que dicha célula, por división subsiguiente, origina dos nuevas células hijas. La duración del ciclo celular varía según la estirpe celular, siendo la duración media del ciclo completo de unas 24 horas.



Ciclo celular.

3.1. INTERFASE

Es el periodo comprendido entre divisiones celulares. Es la fase más larga del ciclo celular, ocupando casi el 95% del ciclo, transcurre entre dos mitosis y comprende tres etapas:

- **Fase G_1 .** El nombre procede del inglés *growth*: crecimiento. Es la primera fase del ciclo celular, en el que existe crecimiento celular con síntesis de proteínas y de ARN. Es el período que transcurre entre el fin de una mitosis y el inicio de la síntesis de ADN. Tiene una duración de entre 6 y 12 horas y durante este tiempo, la célula dobla su tamaño y masa debido a la continua síntesis de todos sus componentes como resultado de la expresión de los genes que codifican las proteínas responsables de su fenotipo particular.
- **Fase S.** El nombre procede del inglés *synthesis*. Es la segunda fase del ciclo, en la que se produce la replicación o síntesis del ADN, como resultado cada cromosoma se duplica y queda formado por dos cromátidas idénticas. Con la duplicación del ADN, el núcleo contiene el doble de proteínas nucleares y de ADN que al principio. Tiene una duración de unas 6-8 horas.
- **Fase G_2 .** Es la segunda fase de crecimiento del ciclo celular en la que continúa la síntesis de proteínas y ARN. Al final de este período se observan al microscopio cambios en la estructura celular, que indican el principio de la división celular. Tiene una duración entre 3 y 4 horas. Termina cuando los cromosomas empiezan a condensarse al inicio de la mitosis.

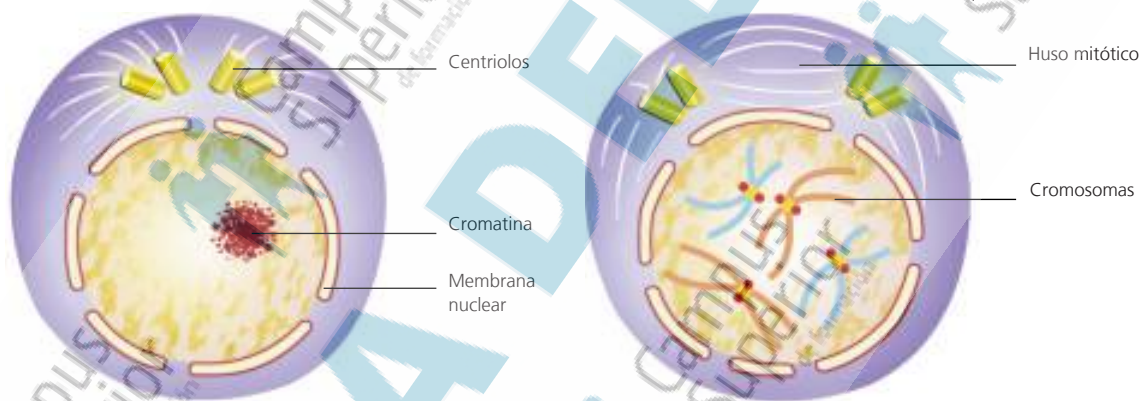
La interfase es el período entre las divisiones celulares y ocupa el 95% del ciclo.

3.2. ESTADO DE DIVISIÓN

Existen los siguientes tipos de división celular:

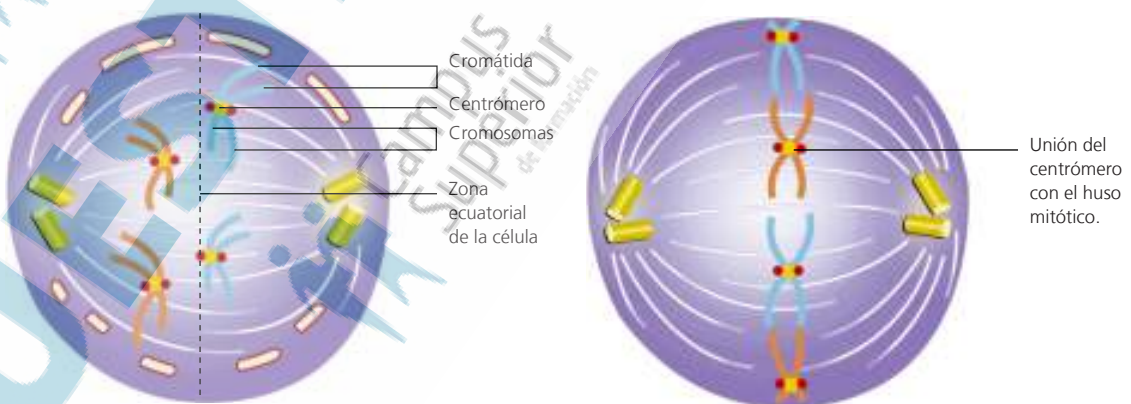
- **Mitosis (Fase M).** Es el tipo de división celular más frecuente. Cuando una célula se replica, es fundamental que el material genético se replique de forma exacta, ya que, si no, las nuevas células no tendrían la misma información genética. Hay muchas células que se están replicando de forma más o menos constante, como los enterocitos, y es fundamental que las nuevas células sustituyan en sus funciones a las antiguas. La mitosis la clasificamos en cuatro fases:
- **Profase.** Es el principio del proceso de división. La cromatina se condensa formando los cromosomas, que están independientes y separados los unos de los otros. La síntesis del nuevo material genético ha ocurrido durante la etapa S del ciclo celular. En esta fase, la membrana nuclear permanece íntegra, y los cromosomas están en el núcleo enroscados como un ovillo. Fuera del núcleo se produce la separación de los centriolos, migrando uno a cada polo de la célula y entre ellos se produce una condensación de microtúbulos que van a formar el huso mitótico.

La mitosis es el tipo de división celular más frecuente.



Profase.

- **Metafase.** Fase en la que desaparece la membrana nuclear y el nucleolo. Los cromosomas pasan a disponerse en una placa en la zona ecuatorial de la célula. Cada cromosoma tiene ya bien diferenciadas sus dos cromátidas y se une al huso mitótico mediante el centrómero.



Metafase.