

citio multinucleado. Las células trofoblásticas digieren y fagocitan materiales del endometrio que fueron almacenados antes de la implantación. El trofoblasto pronto es bañado y nutrido por la sangre materna. Normalmente, la enstruación se produce 14 días después de la ovulación en la mujer no embarazada. Para evitar esto, el embrión adherido debe señalar el organismo materno en cierta forma. A causa del tiempo requerido para atravesar el oviducto, y puesto que el óvulo fecundado permanece en el lumen del útero algunos días, transcurren 11 días entre la ovulación y la implantación. Así, el embrión solo dispone de unos pocos días para proporcionar la señal que evitará la menstruación. Con bastante frecuencia la señal no llega a tiempo y la menstruación arrastra el óvulo fecundado. La mujer ha estado embarazada en el sentido de que tenía un óvulo fecundado en su canal reproductor, pero nunca estuvo consciente de ello y menstruó en su tiempo usual. Una de las principales contribuciones del trofoblasto es su secreción de *gonadotropina coriónica*, probablemente por las células del citotrofoblasto. La gonadotropina coriónica tiene propiedades similares a las de la hormona luteinizante y la hormona luteotrópica de la hipófisis; evita la involución del cuerpo amarillo. La secreción de la gonadotropina coriónica comienza el día en que el trofoblasto se adhiere al revestimiento endometrial.

El proceso de implantación tiene implícito en él tres preguntas de interés biológico general. ¿Por qué el trofoblasto generalmente cesa de invadir el revestimiento endometrial cuando ha formado una conexión con la sangre materna? ¿Por qué no continúa invadiendo, como lo haría un grupo de células cancerosas? ¿Y por qué, puesto que las células del trofoblasto tienen el genotipo del feto en desarrollo, un genotipo diferente del de la madre, las células de ésta no reaccionan como si el trofoblasto fuera un trasplante y lo rechazan, como un animal rechaza un injerto cutáneo de otro miembro de la misma especie genéticamente diferente?

Explique la implantación.

23-5 NUTRICIÓN DEL EMBRIÓN.

Después de la nidación en la mucosa uterina, el embrión continúa su desarrollo. En su comienzo, obtiene su alimento por desintegración enzimática de las células que lo rodean y sucesivamente por extracción de los elementos nutritivos de la sangre materna, por vía de los vasos placentarios.

El nuevo ser evoluciona únicamente a partir de células situadas a un lado de la esfera hueca que se implantó originalmente en el útero; el resto forma las membranas que nutren y protegen al fruto que finalmente formarán las secundinas. El problema de suministrar elementos nutritivos al embrión ha sido solucionado de manera algo distinta por los diferentes grupos de vertebrados.

Los peces y anfibios producen huevos relativamente grandes, con suficiente contenido de vitelo para brindar la cantidad necesaria de proteínas, grasas e hidratos del carbono. Esos huevos puestos en el agua obtienen de este medio el oxígeno, las sales y el agua misma. Los embriones de estos animales presentan una dilatación en forma de bolsa en sus vías digestivas, el *saco vitelino*, el cual crece en torno al vitelo, lo digiere y lo pone a la disposición del resto del organismo.

Los huevos de reptiles y aves suelen depositarse en el suelo, y están rodeados de un cascarón que los protege de la desecación excesiva. Constan también de membranas que garantizan la nutrición y protección del embrión. La tan conocida "clara" del huevo de gallina es una reserva complementaria de proteínas y agua a disposición del embrión hasta el momento de su salida al exterior. Tanto el cascarón como la clara de los huevos de aves y reptiles son secretadas por glándulas situadas en la pared de los oviductos, aplicadas al huevo en

tanto éste pasa 'por los mismos.

Explique la nutrición del embrión.

23-6 MEMBRANAS EMBRIONARIAS.

Para cubrir, proteger, sostener y alimentar a los embriones de reptiles, aves y mamíferos se han ido formando varias membranas embrionarias: el *amnios*, el *corión* y la *alantoides*, envolturas de tejidos vivos formadas a expensas del mismo embrión. El amnios y el corión (fig. 23-5) se originan por fuera de la pared corporal y envuelven el embrión y la *alantoides*, mera dependencia del tubo digestivo, interviene en la absorción de los alimentos.

La formación del amnios es un proceso complejo, con diferencias de detalle en las distintas especies, aunque esencialmente siempre aparece como una evaginación de la pared corporal del embrión, al cual envuelve hasta reunirse y cerrarse por encima del mismo (fig. 23-5). El espacio dejado entre el embrión y el amnios, o sea la *cavidad amniótica*, está lleno de un líquido acuoso claro, secretado por la membrana y el mismo embrión. El de los vertebrados superiores llega al nacimiento envuelto en esa cápsula llena de líquidos que junto con el cascarón en unos casos o el útero en otros, obran en conjunto como elementos protectores y amortiguadores; el líquido amniótico, por otra parte, impide que las membranas se apliquen con demasiada adherencia sobre el embrión al desarrollarse, para que puedan dejarle cierta libertad de movimiento. Durante el parto en la especie humana y otros mamíferos, la presión contráctil del útero se transmite al líquido amniótico, lo que ayuda a dilatar el cuello de la matriz. Poco después, el amnios generalmente se rompe y deja escapar una oleada, de un litro aproximadamente de lí-

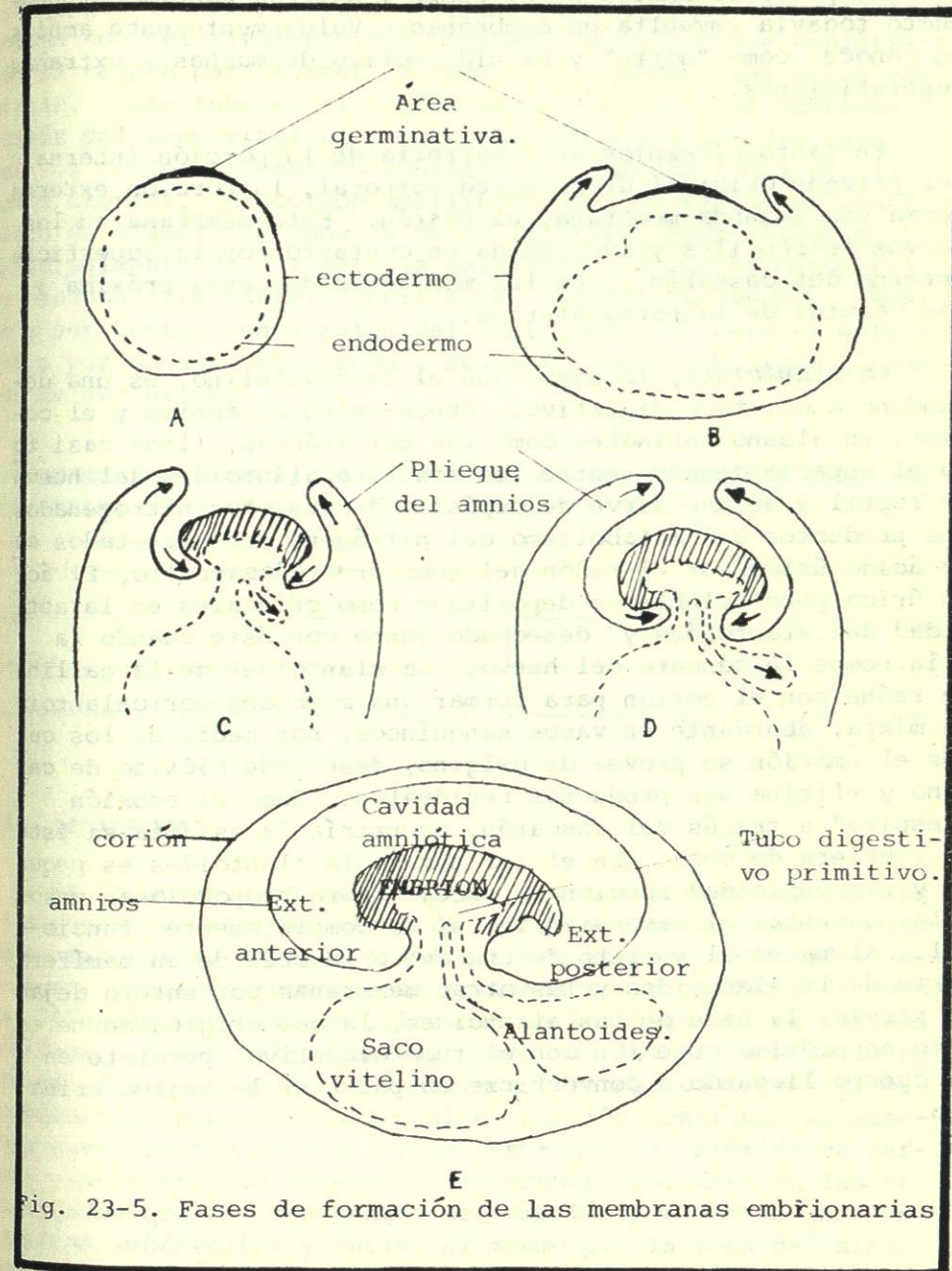


Fig. 23-5. Fases de formación de las membranas embrionarias

quido amniótico, lo que se conoce vulgarmente como "aguas". Por excepción el amnios no se rompe y sale la cabeza del producto todavía envuelta en membranas. Vulgarmente este amnios se conoce como "gorro" y ha sido motivo de muchas y extrañas supersticiones.

En tanto el amnios se desarrolla de la porción interna del pliegue original de la pared corporal, la porción externa forma una segunda membrana, el *corión*. Esta membrana en los huevos de reptiles y aves queda en contacto con la superficie interna del cascarón, y en los mamíferos descansa próxima a las células de la pared uterina.

La *alantoides*, lo mismo que el saco vitelino, es una dependencia del tubo digestivo. Crece entre el amnios y el corion; en algunos animales como las gallináceas, llena casi todo el espacio dejado entre los dos. La alantoides del huevo de reptil y de ave sirve de depósito de desechos nitrogenados. Los productos del metabolismo del nitrógeno son excretados como ácido úrico por el riñón del embrión en desarrollo. El ácido úrico poco soluble es depositado como cristales en la actividad del alantoides, y desechado junto con éste cuando la cría rompe la cáscara del huevo. La alantoides de la gallina se reúne con el corion para formar una membrana corioalantoica mixta, abundante en vasos sanguíneos, por medio de los cuales el embrión se provee de oxígeno, desprende bióxido de carbono y elimina sus productos residuales. Como el embrión "respira" a través del cascarón, ocurriría la asfixia si éste se cubriera de cera. En el ser humano la alantoides es pequeña y sin capacidad funcional, excepto para proporcionar vasos a la placenta; el saco vitelino sí es completamente funcional. Al nacer el pollito de una ave o la cría de un mamífero, parte de la alantoides y las otras membranas por entero dejan de servir; la base de las alantoides, la que originalmente estuvo en próxima conexión con el tubo digestivo, persiste en el cuerpo llegando a convertirse en parte de la vejiga urinaria.

Al ir creciendo el embrión humano, la región ventral que corresponde a los pliegues del amnios, saco vitelino y alantoides son relativamente más pequeños; los pliegues amnióticos se reúnen para formar un tubo que engloba a las otras membranas. Este tubo es el *cordón umbilical*, el cual contiene, además del saco vitelino y la alantoides, los grandes vasos por los cuales el embrión consigue su alimentación desde la pared uterina. El cordón umbilical, de algo más de un centímetro de diámetro y unos 70 cm de longitud, está compuesto principalmente de una materia gelatinosa que no se encuentra en ninguna otra parte. Suele estar torcido en espiral. Debido a sus contorsiones antes del nacimiento, el feto se mete a veces por un asa del cordón y acaba por cerrar un nudo alrededor de su cuerpo.

Describe y explique la función de las Membranas Embrionarias.

23-7 PLACENTA.

En la mujer y en las hembras de los mamíferos superiores la superficie externa del corion es de muy poco espesor en toda su extensión, excepto en el extremo externo del cordón umbilical, donde se forman unas prolongaciones en dedos de guante, llamadas *vellosidades*, las que se insinúan en los tejidos uterinos. Estas vellosidades, junto con los tejidos de la pared del útero donde están enclavadas, forman un órgano llamado *placenta*, por medio del cual el embrión consigue las materias nutritivas y oxígeno, y se desprende del bióxido de carbono y productos de desecho. Hay muchos capilares en las vellosidades que reciben sangre del embrión por una de las dos *arterias umbilicales* y vuelve al mismo por la vena del mismo nombre. El revestimiento uterino se engruesa y aparece muy

vascularizado, formando una masa de tejido esponjoso lleno de sangre materna. *Las sangres de las madres y del feto no se mezclan absolutamente, ni en la placenta ni en ningún otro punto.* Ciertamente que la sangre fetal de los capilares de las vellosidades coriónicas se encuentra en estrecha contigüidad con la sangre materna de los tejidos que las cubren, pero siempre están separadas por una membrana, a través de la cual deben difundirse o ser acarreadas sustancias por algún mecanismo activo que requiere energía. Al compás del crecimiento fetal crece también la placenta, así al llegar el momento del parto es un grueso disco circular de 15 a 20 centímetros de diámetro y de dos a tres centímetros de espesor, con un peso aproximado de 500 gramos. La placenta es un tejido muy activo, con elevados índices de corriente sanguínea y consumo de oxígeno. A término 600 ml de sangre materna pasan cada minuto por los espacios placentarios, que hacen un total de 140ml y tienen 11 metros cuadrados de áreas. La corriente de sangre fetal, que entra por las dos arterias umbilicales, es de 300 ml por minuto. El consumo de oxígeno por la placenta, de 10 por gramo de tejido por minuto, es doble de la del feto. Además de ser órganos nutritivo, respiratorio y excretor del feto, la placenta es una importante glándula endócrina.

El útero aumenta de tamaño en proporción al crecimiento fetal, de modo que, al llegar al término de la gestación, su masa es 24 veces mayor que al comienzo. Después de seis meses de crecimiento del feto, el borde superior del útero está a nivel del ombligo, en tanto a los ocho meses alcanza la punta del esternón. En el útero el feto toma una posición característica (que por lo mismo se llama "fetal") con flexión de caderas, codos y rodillas, brazos y piernas cruzados, el dorso encorvado y la cabeza flexionada pero con cierta torsión lateral. Al llegar al parto, el feto suele tener la cabeza hacia abajo, por lo que es lo primero que sale, aunque en una minoría de partos son las nalgas o los pies los primeros en presentarse, lo que aumenta las dificultades.

Explique la función de la placenta.

23-8 EL PARTO.

El período de gestación humana, la duración del embarazo, es normalmente 280 días, que se extiende desde la fecha del último período menstrual hasta el nacimiento del niño. Pueden sobrevivir niños nacidos de 28 semanas a 45 semanas después del último período menstrual. Se desconocen los factores que desencadenan el proceso del parto al llegar al término la gestación. El mecanismo comienza con una sucesión prolongada de contracciones involuntarias del útero, sentidas como "dolores del parto". Las fases del mismo son tres: en la primera que dura unas 12 horas, las contracciones uterinas rechazan al feto hacia el cuello de la matriz, el cual se va dilatando para dejarle paso. Al final de esta fase suele romperse el amnios, con lo que sale el líquido amniótico al exterior. Durante la segunda fase, que normalmente dura 20 minutos a una hora, el feto pasa por el cuello de la matriz y la vagina, hasta su completa liberación (fig. 23-6). El feto es expulsado del útero por las fuerzas combinadas de las contracciones de los músculos de las paredes abdominales. Con cada contracción uterina la mujer retiene el aliento y puja.

Nacido el niño y antes de ser seccionado el cordón umbilical, las contracciones del útero exprimen mucha parte de la sangre placentaria hacia el cuerpo infantil. Después de algunos minutos, cesan las pulsaciones en el cordón, lo que indica que puede ser ligado y cortado, con separación del nuevo ser de la madre. El muñón umbilical se encoge y marchita gradualmente, hasta que nada queda de él más que la cicatriz de ombligo. En la última fase del parto, que dura de 10 a 15 minutos después del nacimiento del nuevo ser, la placenta y membranas se desprenden del revestimiento uterino y son expulsadas por medio de otra serie de contracciones. En esta etapa dichas membranas y la placenta reciben el nombre de secundinas. En la mujer y en las hembras de algunos otros mamíferos, esta expulsión se acompaña de alguna pérdida de sangre, pues

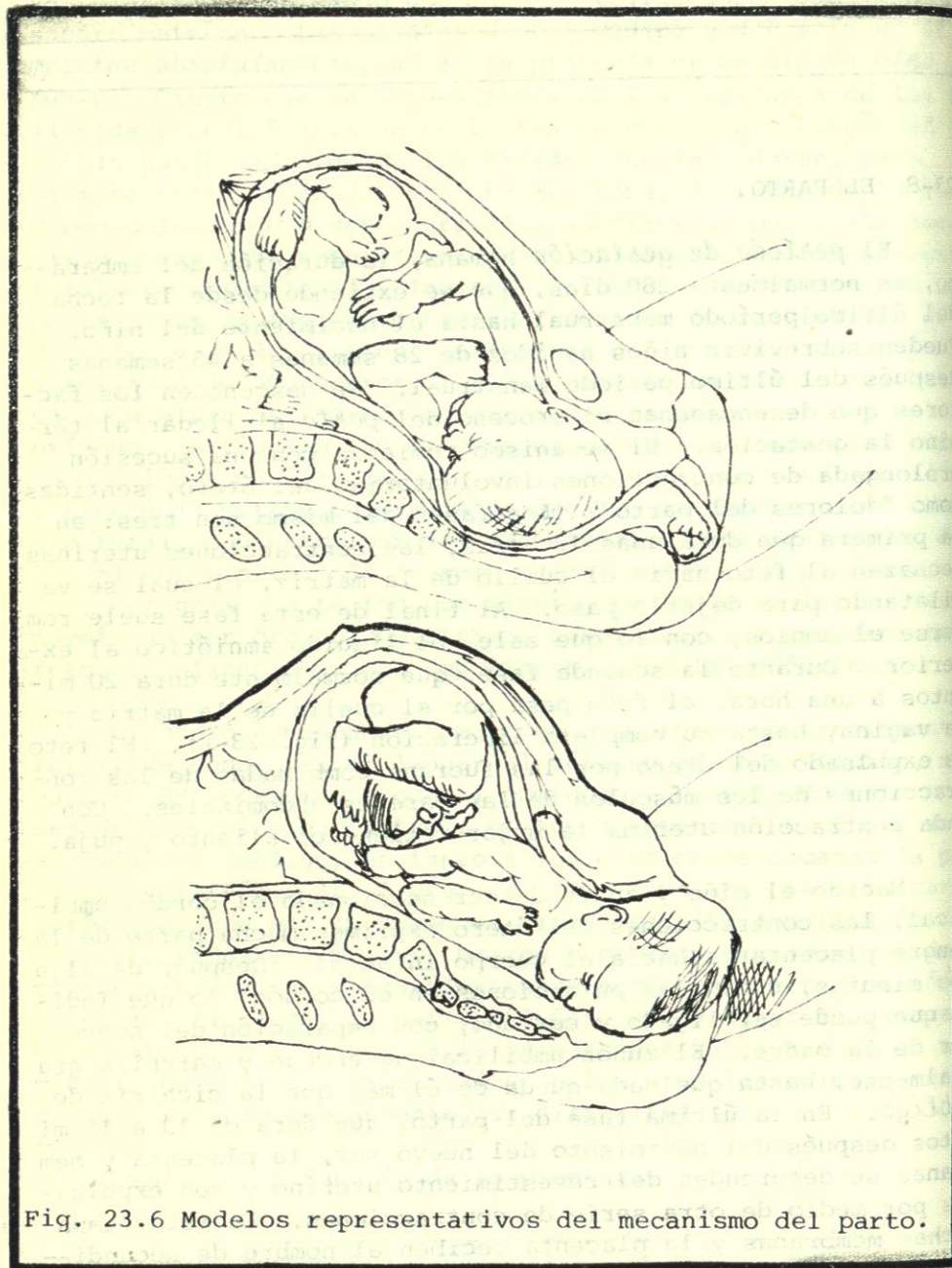


Fig. 23.6 Modelos representativos del mecanismo del parto.

parte de la mucosa uterina se desgarran y acompañan a las secundinas. En otros mamíferos en que la relación entre estas membranas y la pared uterina no es tan íntima, el desprendimiento no es hemorrágico. Después del parto, el tamaño del útero disminuye y su mucosa se restablece con rapidez.

En algo más de 20 por 100 de las gestaciones humanas el fruto nace antes de que pueda afrontar una existencia independiente. En estas circunstancias el resultado se llama *aborto* o *malparto*. Estos partos prematuros pueden depender de la implantación anormal del embrión, consecutiva a disfunción de la placenta o a enfermedad de la madre.

En las diferentes especies de mamíferos se observan notables diferencias en cuanto al estado de las crías. Unas, como las de la rata, son ciegas, sin pelo y desvalidas, en tanto otras, como las del conejillo de Indias, desde el mismo momento de nacer andan sin dificultad y comen alimentos sólidos. También se comprueban diferencias considerables entre los pesos respectivos de hijos y madre: el vástago de una osa polar no pesa más de 0.1 por 100 de ésta. La mujer da a luz hijos que en promedio pesan el 5 por ciento de su propio peso. El murciélago recién nacido puede pesar hasta un 33 por 100 del peso de la madre.

Explique todos los acontecimientos del parto.

HERENCIA.

INTRODUCCIÓN.

El que nos parezcamos a nuestros padres, que los perros reproduzcan perros, y los gatos sólo gatos, nos lo marcan las leyes de la herencia y lo explica el material genético. Dichas leyes serán estudiadas en la presente unidad.

OBJETIVOS.

- 1.- Enunciar los experimentos de Gregor Mendel en chícharos.
- 2.- Definir los siguientes conceptos:
 - 1. Carácter dominantes.
 - 2. Carácter recesivo.
 - 3. F_1 y F_2
 - 4. Genotipo.
 - 5. Fenotipo.
- 3.- Explicar el uso de símbolos en las cruzas.
- 4.- Explicar la probabilidad en las cruzas.
- 5.- Explicar el cruzamiento dihíbrido.
- 6.- Enunciar la teoría cromosómica.
- 7.- Explicar el cromosoma sexual y los genes relacionados con el sexo.
- 8.- Explicar malformaciones causadas por factores hereditarios.

PROCEDIMIENTO DE APRENDIZAJE.

- 1.- Esta unidad comprende el capítulo 24 del presente libro.
- 2.- Observa y estudia detenidamente cada dibujo, tabla o figura, pues son representaciones gráficas de un conocimiento.
- 3.- Tu maestro asesor y coordinador saben las respuestas, pregúntales.
- 4.- Como autoevaluación, resolverás las preguntas que vienen al final de cada punto del capítulo 24 del presente libro, la cual tendrás que entregar a tu maestro para que se te acredite.

PRERREQUISITO.

Tendrás una sesión de práctica de laboratorio o de audiovisual como refuerzo a tus conocimientos teóricos a la que deberás asistir so pena de perder tu derecho a la evaluación semanal.

CAPÍTULO XXIV.

TRANSMISIÓN GENÉTICA.

En 1865 Gregor Mendel publica sus investigaciones, aunque no se le reconocen hasta 1900, el fue un Abad austriaco que crió guisantes en el huerto de su monasterio de Brunn; logró descubrir las leyes de la Genética donde hibridadores anteriores habían fracasado. Estudió la herencia de caracteres constantes, contó y registró los padres y descendencia de cada uno de sus cruzamientos. Su conocimiento de los principios de las matemáticas le permitieron interpretar sus datos y le indujeron a formular la hipótesis de que cada rasgo es determinado por dos factores genéticos.

24-1 FACTORES GENÉTICOS.

Mendel tenía varios tipos de plantas de guisantes en su huerto y llevó registro de la herencia de siete pares de rasgos claramente contrastantes, como semillas amarillas frente a semillas verdes; semillas redondas frente a semillas arrugadas; vainas verdes, frente a vainas amarillas, flores axiales, frente a flores terminales; flores rojas frente a flores amarillas; tallos cortos frente a tallos largos; etc. Cruzando y contando los tipos de descendencia, pudo Mendel descubrir irregularidades en el patrón de herencia que habían escapado a criadores anteriores. Cuando cruzó plantas con dos caracteres diferentes, como semillas amarillas y verdes, las plantas de la siguiente generación. La Generación F₁, fueron parecidas a uno de los dos padres, la segunda generación o Generación F₂, contenía individuos de ambos tipos de los padres, cuando contó éstos, halló que los dos tipos de individuos (de los padres) estaban en la generación F₂ en una razón aproximada de 3:1, por ejemplo, cuando cruzó plantas altas con plan--