

UNITÀ 13. La riproduzione

La riproduzione asessuata

La riproduzione asessuata è un processo nel quale non intervengono delle cellule sessualmente specializzate (i *gameti*).

La riproduzione asessuata è basata sulla **mitosi**, che produce copie delle cellule originali. Pertanto, la prole generata per via asessuata risulta geneticamente identica ai genitori ed è quindi costituita da **cloni**.

La riproduzione asessuata permette agli organismi isolati o che vivono fissati a un substrato di riprodursi senza dover incontrare un altro organismo della stessa specie.

La riproduzione asessuata si verifica quando una parte dell'organismo si distacca per dare origine a un nuovo organismo indipendente. Questo può avvenire in tre modi differenti.

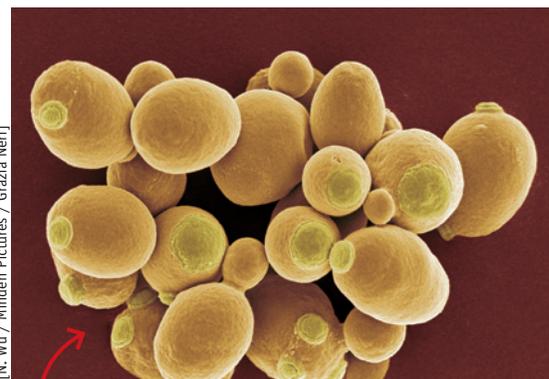
1. La riproduzione per **scissione** si ha quando un organismo si divide e origina due o più parti di dimensioni simili. La scissione è tipica di molti organismi unicellulari e di diversi invertebrati acquatici come gli cnidari (per esempio gli anemoni di mare).

2. Nella **gemmazione**, invece, il nuovo individuo si sviluppa sul corpo del genitore e si stacca solo dopo essersi completamente formato. La gemmazione è tipica degli organismi unicellulari quali alghe, protozoi e lieviti.

3. La **frammentazione** avviene qualora un individuo si divida in numerose parti ciascuna delle quali dà origine ad un nuovo organismo. Questo tipo di riproduzione è caratteristico di alcuni gruppi di animali dotati di notevoli capacità di rigenerazione, come i poriferi e gli echinodermi.



Questi due anemoni di mare si stanno separando per **scissione**. Gli individui sono identici e non è possibile riconoscere figlio e genitore.



Cellule di lievito sulla cui superficie stanno crescendo per **gemmazione** delle cellule figlie.



Questa stella marina si sta riproducendo per **frammentazione**: è cioè in grado di generare un individuo completo a partire da un braccio che si è staccato dal corpo di un altro individuo.

Un vantaggio della riproduzione asessuata è rappresentato dal fatto che, attraverso il processo di mitosi, è possibile riprodurre il patrimonio genetico con rapidità e precisione. Ciò permette di generare un gran numero di nuovi individui con un notevole risparmio di tempo ed energia rispetto alla riproduzione sessuata.

Il principale svantaggio della riproduzione asessuata è rappresentato dal fatto che essa origina popolazioni costituite da individui geneticamente uniformi. Una popolazione con queste caratteristiche potrebbe, in caso di cambiamenti ambientali sfavorevoli, presentare delle difficoltà a sopravvivere e a riprodursi e quindi rischiare l'estinzione.

Un tipo di riproduzione molto particolare è la riproduzione per **partenogenesi** ovvero lo sviluppo di un organismo a partire da un uovo non fecondato.

Spesso le specie che si riproducono per partenogenesi sono in grado di riprodursi anche sessualmente ma ricorrono all'accoppiamento solo quando le condizioni ambientali sono poco favorevoli.

In alcune specie di invertebrati, come formiche e api, la partenogenesi è parte del meccanismo di determinazione del sesso: dalle uova non fecondate infatti si sviluppano per partenogenesi individui aploidi di sesso maschile; a seguito dell'accoppiamento, dalle uova fecondate si sviluppano individui diploidi di sesso femminile.

■ La riproduzione sessuata

La riproduzione sessuata consiste nella produzione di prole attraverso la **fecondazione**, cioè l'unione di due cellule sessuali: i **gameti**. Questi hanno un patrimonio genetico *aploide*. Il numero dei loro cromosomi (n) è la metà di quello caratteristico della specie, perché per ciascuna coppia ne è presente soltanto uno.

Il gamete maschile è lo **spermatozoo**, una cellula piccola ma molto mobile. Il gamete femminile è la **cellula uovo** (o *oocita*), una cellula di solito grande e incapace di muoversi.

La fecondazione può avvenire sia esternamente sia internamente al corpo della femmina e produce una cellula, lo **zigote**, con patrimonio genetico diploide ($2n$).

Gli animali con **fecondazione esterna** non entrano in contatto fisico diretto, ma rilasciano i gameti nell'ambiente. Essi devono produrre un gran numero di gameti (maschili e femminili) perché molti vanno perduti prima della fecondazione. Ad esempio, in molti invertebrati acquatici e nella maggior parte dei pesci e degli anfibi il maschio e la femmina liberano i loro gameti nell'acqua.

Alla fecondazione segue lo sviluppo embrionale. Con il termine **embrione** si intende lo stadio dello sviluppo che va dalla prima divisione mitotica dello zigote alla comparsa delle strutture del corpo.

Nei vertebrati con fecondazione esterna lo sviluppo embrionale avviene all'interno dell'uovo fecondato e pertanto lontano dal corpo della femmina. Gli organismi in cui lo sviluppo avviene all'esterno del corpo della madre sono detti **ovipari**. Sono pertanto ovipari tutti gli animali che presentano fecondazione esterna.

La **fecondazione interna** avviene all'interno del corpo della femmina e pertanto gli animali con fecondazione interna producono un numero di gameti femminili in genere limitato. La fecondazione interna è tipica degli animali terrestri che non possono rilasciare i gameti nell'ambiente, in quanto in breve tempo andrebbero incontro alla disidratazione.

Una fecondazione di questo tipo richiede in genere una fase di **accoppiamento** e la presenza di organi riproduttori complessi e dotati di strutture per la conservazione dello sperma e per il suo trasporto alle uova. Nel caso di animali con fecondazione interna lo sviluppo dell'embrione può avvenire in modi diversi.

UNITÀ 13. La riproduzione

1. Negli uccelli e in alcune specie di rettili (come le tartarughe) dopo la fecondazione la femmina depone uova dotate di guscio e lo sviluppo embrionale prosegue utilizzando le sostanze presenti nell'uovo stesso; nonostante la fecondazione sia interna questi organismi sono **ovipari**.

2. In alcune specie di anfibi, rettili e pesci (come gli squali), dopo la fecondazione le uova non vengono deposte all'esterno, ma si sviluppano all'interno del corpo della femmina. Anche in questo caso gli embrioni si sviluppano utilizzando solo le sostanze di riserva che sono nell'uovo, senza che avvenga uno scambio di nutrienti con la madre. Questi organismi sono detti **ovovivipari**.

3. I mammiferi si distinguono dagli altri vertebrati in quanto la fecondazione e lo sviluppo avvengono all'interno del corpo della femmina. Il nascituro riceve dalla madre l'ossigeno e le sostanze nutritive necessarie al proprio accrescimento. Gli organismi in cui sia la fecondazione sia lo sviluppo dell'embrione avvengono all'interno del corpo della madre sono detti **vivipari**.

Oltre alla maggior parte dei mammiferi sono vivipari molti rettili, alcuni anfibi e alcune specie di pesci e di scorpioni.

Il principale vantaggio della riproduzione sessuata rispetto a quella asessuata consiste nel fornire alla specie una maggiore adattabilità ai cambiamenti ambientali. La meiosi, il processo di *crossing-over* e il meccanismo casuale di unione dei gameti al momento della fecondazione favoriscono infatti il rimescolamento dei geni. Questa **variabilità genetica** aumenta la probabilità che alcuni individui di una popolazione sopravvivano a cambiamenti ambientali drastici e improvvisi.

La riproduzione sessuata può risultare svantaggiosa per le specie poco mobili e per quelle che vivono in luoghi poco densamente popolati, dato che la ricerca di un partner, in queste condizioni, può essere difficoltosa. Una soluzione a questo problema è data dall'**ermafroditismo**. Nelle specie ermafrodite, ciascun individuo possiede sia l'apparato riproduttore maschile che quello femminile.

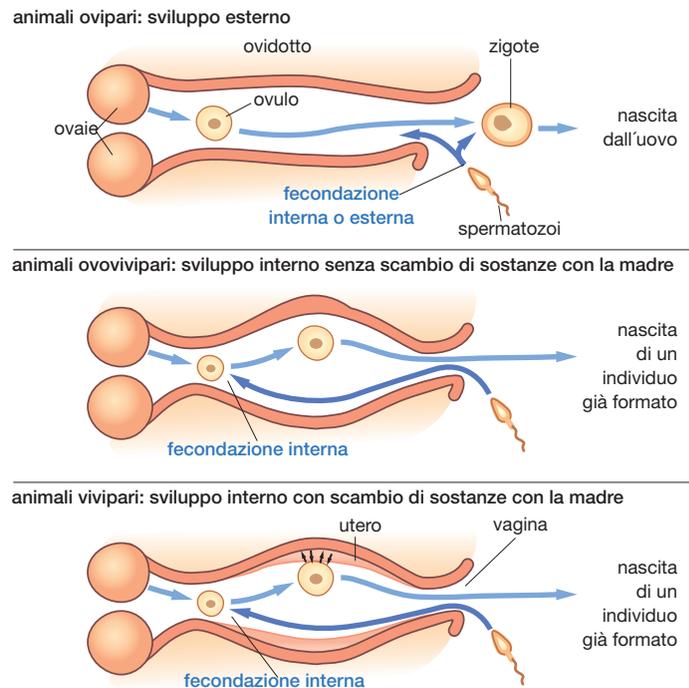
■ L'apparato riproduttore maschile

Come per molti altri mammiferi, l'apparato riproduttore maschile degli esseri umani è costituito da diversi organi.

I **testicoli**, o *gonadi maschili* sono gli organi adibiti alla produzione dei gameti maschili (**spermatozoi**).

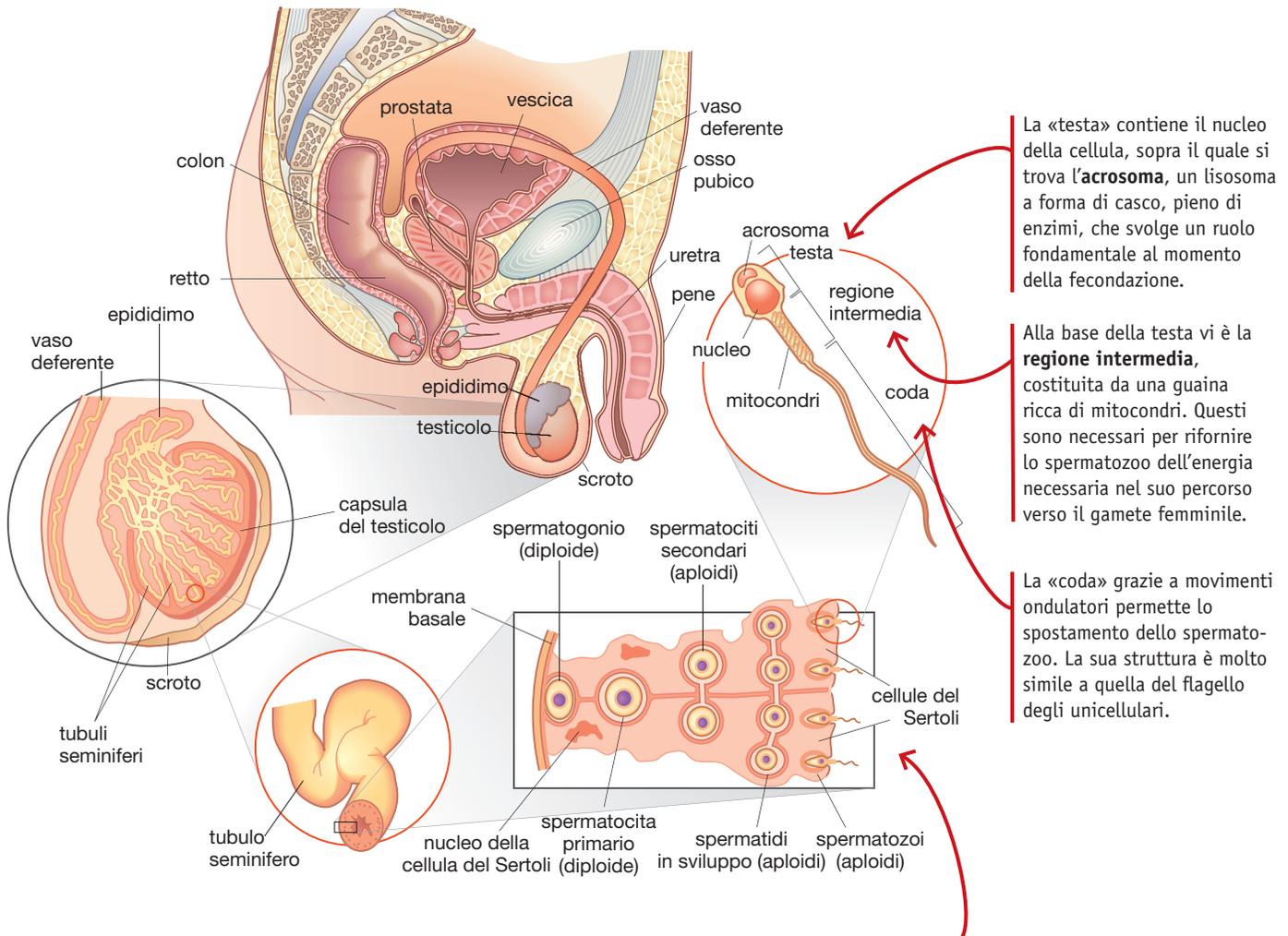
I testicoli sono contenuti in una sacca, lo **scroto**, situato all'esterno della cavità addominale. La temperatura corporea interna è infatti troppo elevata per la maturazione degli spermatozoi e i testicoli sono quindi situati dove la temperatura è leggermente inferiore.

Ciascun testicolo contiene numerosi tubi sottili chiamati **tubuli seminiferi**, strettamente ripiegati e addossati tra loro, che sono la sede della **spermatogenesi**, cioè del processo di produzione degli spermatozoi.



UNITÀ 13. La riproduzione

Nelle pareti esterne dei tubuli sono presenti delle cellule diploidi, gli **spermatogoni**, che si dividono rapidamente per mitosi. Alcune delle cellule prodotte durante la continua divisione (circa 3 milioni al giorno) vanno incontro alla meiosi e a una serie di cambiamenti, trasformandosi in **spermatozoi** (cellule aploidi).



La «testa» contiene il nucleo della cellula, sopra il quale si trova l'**acrosoma**, un lisosoma a forma di casco, pieno di enzimi, che svolge un ruolo fondamentale al momento della fecondazione.

Alla base della testa vi è la **regione intermedia**, costituita da una guaina ricca di mitocondri. Questi sono necessari per rifornire lo spermatozoo dell'energia necessaria nel suo percorso verso il gamete femminile.

La «coda» grazie a movimenti ondulatori permette lo spostamento dello spermatozoo. La sua struttura è molto simile a quella del flagello degli unicellulari.

Nella **spermatogenesi**, alcuni *spermatogoni* si trasformano in *spermatociti primari*, i quali vanno incontro a meiosi: dopo la prima divisione si trasformano in *spermatociti secondari* e, dopo la seconda, in *spermatidi*. Al termine della spermatogenesi gli spermatidi si differenziano in **spermatozoi**.

Il **pene** è un organo erettile in grado di inserirsi nel corpo della femmina e di depositare i gameti maschili in prossimità del gamete femminile, permettendo la fecondazione.

Sono presenti inoltre diverse **ghiandole sessuali** (come la prostata) e un sistema di **tubuli e vasi**, coinvolti nella maturazione e nel trasporto degli spermatozoi.

Gli spermatozoi all'interno dei tubuli seminiferi non sono mobili; essi lo diventano soltanto dopo un periodo di maturazione che dura 12 giorni e si verifica nell'**epididimo**, un lungo tubulo a spirale posto al di sopra del testicolo e circondato da un sottile strato di muscolatura liscia. Qui gli spermatozoi sono anche immagazzinati.

Questi girano attorno alla vescica, ricevono i dotti delle **vescicole seminali**, entrano nella prostata e confluiscono nell'**uretra**, il condotto che percorre tutto il pene.

Gli spermatozoi e il liquido prodotto dai secreti delle vescicole seminali, della prosta-

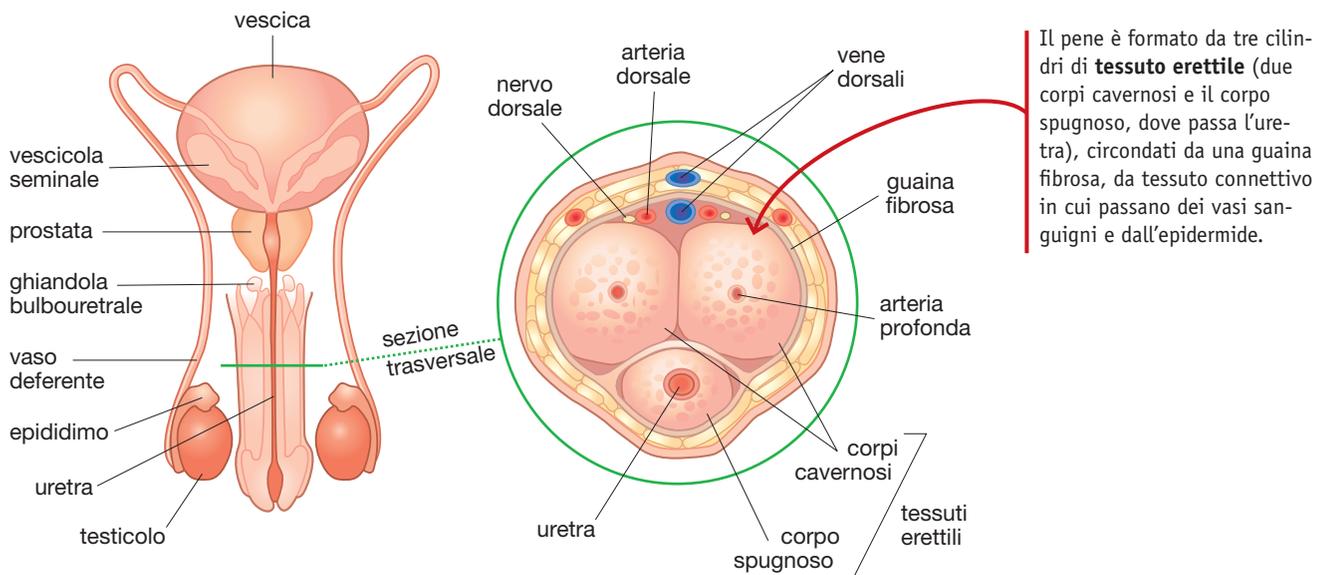
UNITÀ 13. La riproduzione

ta e delle *ghiandole bulbouretrali* (che aggiungono una piccola quantità di muco lubrificante) formano lo **sperma**.

Durante l'eccitazione sessuale si verifica un aumento del flusso sanguigno che raggiunge il pene. Il sangue riempie i *corpi cavernosi* e il *corpo spugnoso*, tessuti ricchi di lacune, in grado di aumentare di volume con l'afflusso del sangue e di produrre in tal modo l'**erezione**.

Al massimo dell'eccitazione sessuale avviene l'orgasmo al quale segue immediatamente l'**eiaculazione** cioè l'emissione dello sperma.

Al momento dell'eiaculazione, l'uomo emette circa 5 ml di sperma: il 5% di esso è formato da 200-500 milioni di spermatozoi mentre il restante 95% è costituito dalle secrezioni delle ghiandole associate all'apparato riproduttore.



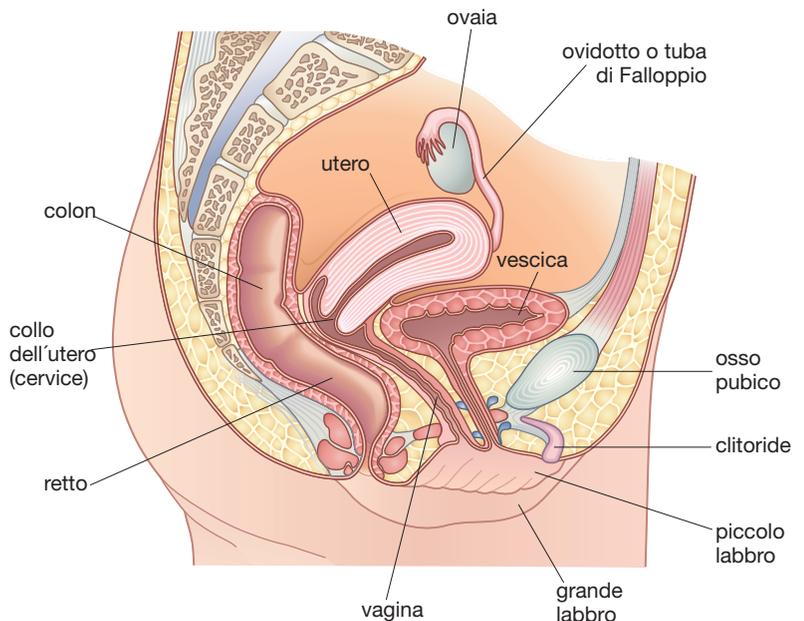
■ L'apparato riproduttore femminile

L'apparato riproduttore nella donna è costituito da tre parti, aventi funzioni differenti.

1. La **vagina** è un canale muscolare lungo circa 8-10 cm, in grado di accogliere il pene del maschio durante l'accoppiamento. Essa permette inoltre la fuoriuscita del neonato durante il parto.

2. Al fondo della vagina si trova l'**utero**, un organo muscolare cavo lungo circa 7,5 cm e largo circa 5 cm, in cui avviene lo sviluppo dell'embrione. L'utero è internamente rivestito dall'**endometrio**, un tessuto ricco di vasi sanguigni, il cui strato superficiale si rigenera a ogni ciclo mestruale.

3. Le **ovaie** sono poste ai due lati dell'utero e sono organi lunghi circa 2,5 cm. Sono collegate all'utero dagli **ovidotti**, chiamati anche *tube di Falloppio*.

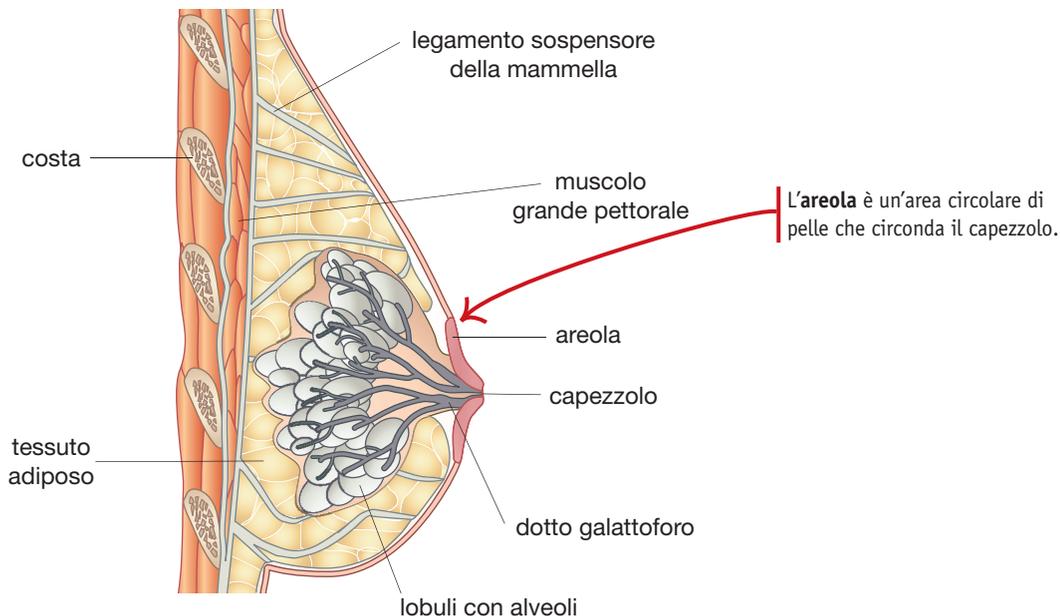


UNITÀ 13. La riproduzione

Le **ghiandole mammarie** sono ghiandole sudoripare modificate, sospese ai muscoli del torace tramite alcuni legamenti di tessuto connettivo.

Ogni ghiandola mammaria (o **mammella**) presenta una sporgenza, il **capezzolo**, che contiene le aperture chiamate **dotti galattofori**, attraverso i quali avviene l'emissione del latte.

All'interno della ghiandola mammaria sono presenti 15-20 **lobi** separati da tessuto adiposo e da cordoni di tessuto connettivo che sostengono il seno; ogni lobo è suddiviso in piccoli lobuli che contengono le ghiandole che producono il latte, dette **alveoli**. Il latte prodotto negli alveoli passa in una serie di tubuli che lo drenano verso i dotti galattofori. La produzione di latte è stimolata dall'ormone prolattina, secreto dall'ipofisi, oltre che da estrogeni e progesterone. L'emissione del latte, invece, è stimolata dall'ormone ossitocina, rilasciata dal lobo posteriore dell'ipofisi. Il **latte materno** umano è un'emulsione costituita per oltre l'85% da acqua. Il secondo componente per abbondanza è uno zucchero, il lattosio, che arriva a circa il 7% in peso. I grassi sono il 4% del peso totale, mentre le proteine superano di poco l'1%. Il latte contiene anche sali minerali e vitamine. La sua composizione è diversa nei vari mammiferi.



■ Il ciclo ovarico e il ciclo mestruale

Le ovaie costituiscono le gonadi femminili, dove avviene la produzione dei gameti femminili, gli **ociti**.

Nella donna l'**oogenesi**, cioè il processo di produzione della cellula uovo, inizia ancor prima della nascita, quando nei **follicoli** (vescicole presenti sulla superficie delle ovaie) alcune cellule particolari si dividono e iniziano la meiosi. Alla nascita, ciascun follicolo contiene un **ocita primario** quiescente: una cellula diploide ($2n$) che si trova nella fase della prima divisione meiotica.

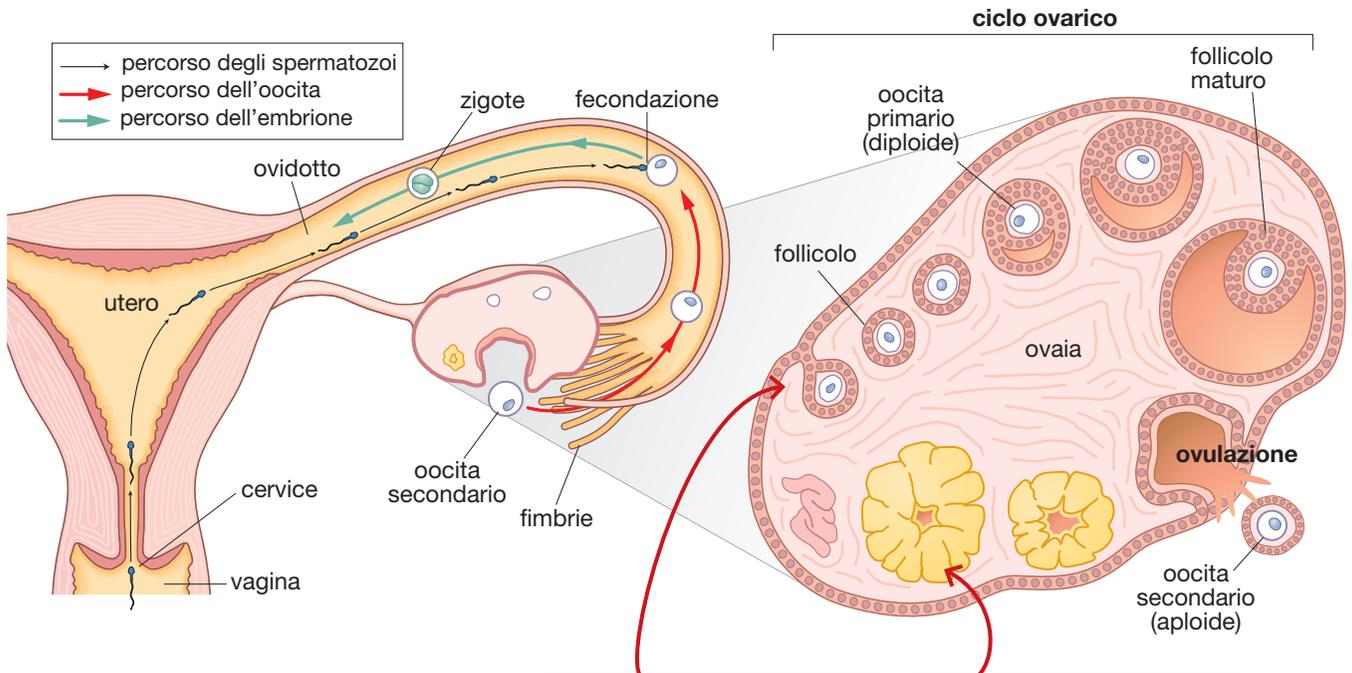
Al termine della prima divisione si producono due **ociti secondari**, uno dei quali contiene quasi tutto il citoplasma mentre l'altro (detto *globulo polare*) degenera. A questo punto si ha l'**ovulazione**, cioè il follicolo «scoppia» e libera l'ocita secondario nell'**ovidotto**.

Poiché il tragitto dall'ovaia all'utero dura 3 giorni, periodo che corrisponde al tempo

UNITÀ 13. La riproduzione

di sopravvivenza dell'ocita non fecondato, la fecondazione può avvenire solo nell'ovidotto. Perciò gli spermatozoi depositi nella vagina devono risalire tutta la lunghezza dell'utero fino all'ovidotto.

Se uno spermatozoo riesce a penetrare all'interno dell'ocita secondario, quest'ultimo completa la seconda divisione meiotica originando una cellula uovo (aploide) e un secondo globulo polare.



La superficie delle ovaie presenta numerose vescicole rigonfie, i **follicoli ovarici**, in cui avviene la maturazione del gamete femminile: l'ocita. I follicoli sono numerosissimi (da 40 000 a 400 000 circa) ma solo alcune centinaia di essi produrranno effettivamente gameti femminili durante il periodo di fertilità.

Dopo l'ovulazione, il tessuto del follicolo rimasto nell'ovaio cresce e forma una massa giallastra detta **corpo luteo**. Questo produce alcuni ormoni e, nel caso la fecondazione non avvenga, degenera dando la possibilità a una nuova maturazione follicolare di incominciare.

Il ciclo ovarico descritto sopra si verifica sotto controllo ormonale, in sincronia col **ciclo mestruale**, che riguarda invece una serie di eventi a livello dell'utero. Il ciclo mestruale dura circa 28 giorni e si può suddividere in tre fasi.

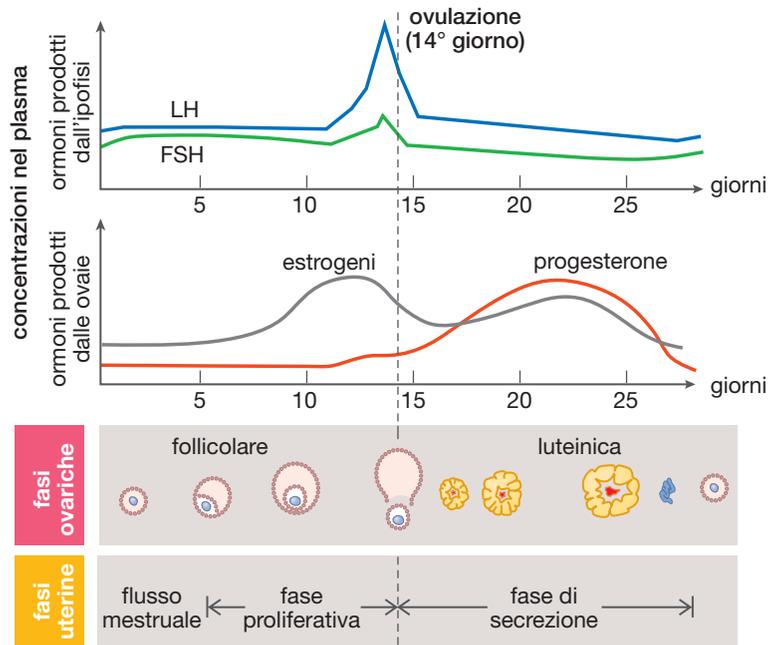
1. La **mestruazione** dura i primi 3-5 giorni del ciclo e comporta l'emissione di circa 50-150 ml di sangue, frammisto a muco e a cellule provenienti dallo sfaldamento e dall'espulsione dell'endometrio.

2. Nella **fase proliferativa**, l'endometrio si rigenera mentre nelle ovaie matura un nuovo follicolo, che secerne ormoni estrogeni in quantità crescente; nei giorni immediatamente precedenti all'ovulazione si osserva un picco nella concentrazione degli estrogeni nel sangue che induce l'ipofisi a produrre una notevole quantità di ormone follicolostimolante (**FSH**) e di ormone luteinizzante (**LH**). Questi ormoni raggiungono la massima concentrazione subito dopo il picco degli estrogeni, intorno al 14° giorno dall'inizio del ciclo, e inducono l'ovulazione.

3. Nella **fase di secrezione**, a seguito dell'ovulazione, l'endometrio continua a crescere

UNITÀ 13. La riproduzione

e raggiunge, tra il 20° e il 25° giorno, il massimo spessore. Se è avvenuta la fecondazione il corpo luteo produce estrogeni e soprattutto progesterone, riportando la loro concentrazione nel sangue a livelli piuttosto elevati; questi ormoni inibiscono la produzione di FSH e di LH e impediscono così la maturazione di un nuovo follicolo. Nel caso in cui la fecondazione non avvenga il corpo luteo regredisce, smette di produrre estrogeni e progesterone inducendo la distruzione dell'endometrio e dando inizio a un nuovo ciclo.



La fecondazione e lo sviluppo dell'embrione

La **fecondazione** è il processo in cui il patrimonio genetico del padre, contenuto nel nucleo dello spermatozoo, si fonde con il patrimonio genetico della madre, portato dal nucleo dell'oocita.

Questo momento coincide con la formazione di una cellula diploide ($2n$), lo **zigote**, derivante dall'unione di due cellule aploidi (n), i gameti.

Quando uno spermatozoo giunge a contatto con l'oocita, gli enzimi contenuti nell'acrosoma vengono liberati. Questi enzimi sono necessari perché demoliscono lo strato gelatinoso che circonda la cellula uovo e portano lo spermatozoo a contatto con la membrana dell'oocita: a questo punto le proteine di membrana presenti sulla testa dello spermatozoo si legano con i recettori dell'oocita. Dopo la formazione di questo legame, lo spermatozoo fonde la propria membrana con quella della cellula uovo liberando il nucleo all'interno di quest'ultima.

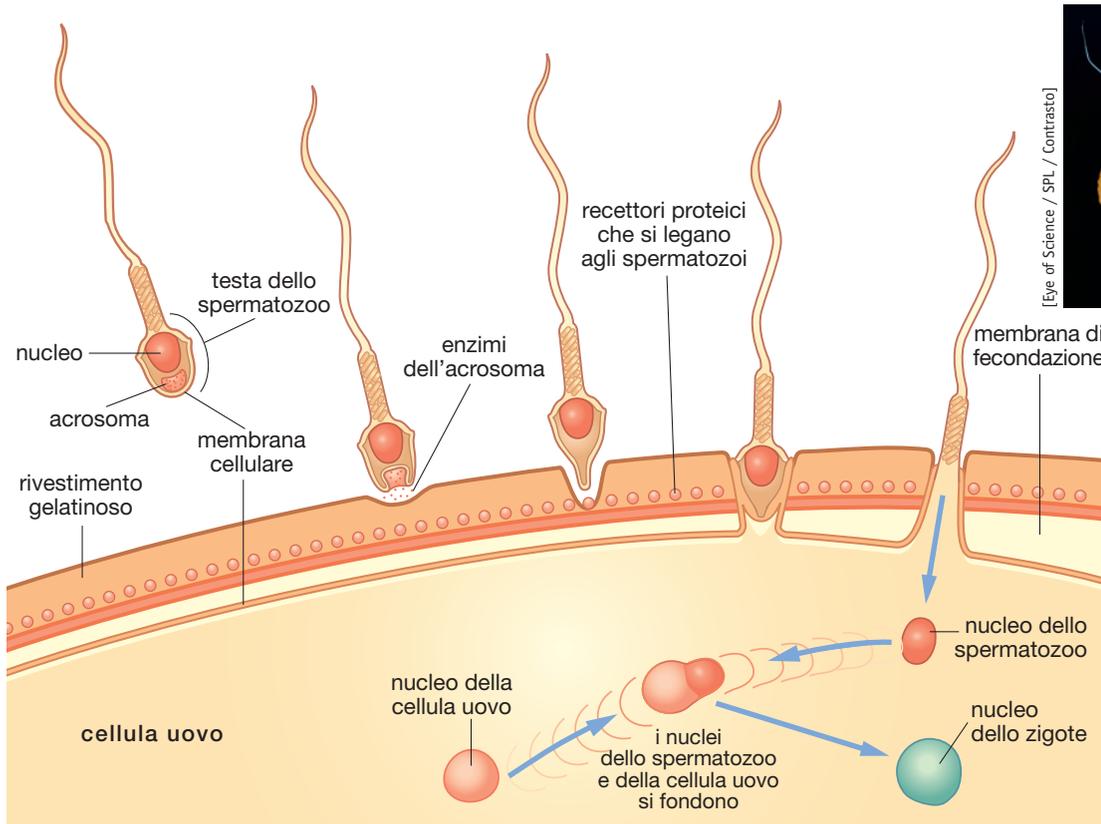
La fusione delle membrane dei gameti comporta due cambiamenti fondamentali.

1. In meno di un secondo si forma la *membrana di fecondazione* che, essendo impermeabile, impedisce l'ingresso di altri spermatozoi.
2. L'oocita secondario va incontro alla seconda divisione meiotica, fonde il proprio nucleo con quello dello spermatozoo e origina il nucleo diploide dello zigote.

Nel suo percorso dall'ovidotto verso l'utero, lo zigote va incontro a una serie di divisioni mitotiche.

Questa fase, che viene detta **segmentazione**, porta alla formazione di una piccola massa sferica di cellule, detta **morula**.

UNITÀ 13. La riproduzione



Il legame tra le proteine dello spermatozoo e i recettori dell'ocita è molto specifico e garantisce che la fecondazione avvenga solo tra gameti di una stessa specie. Questo fatto è particolarmente importante per le specie a fecondazione esterna.

Allo stadio di morula tutte le cellule sono ancora indifferenziate. Esse sono chiamate *cellule staminali embrionali* perché sono in grado di originare un individuo.

Durante i processi di segmentazione, si crea una cavità – il **blastoccele** – circondata da un ammasso di alcune decine di cellule. Questa struttura, nel suo complesso, viene chiamata **blastocisti**.

La **gastrulazione** è un processo durante il quale si verifica una trasformazione della blastocisti. Le sue cellule si organizzano disponendosi in tre strati, che vengono chiamati **foglietti embrionali**.

Al termine della gastrulazione, la blastocisti raggiunge lo stadio di **gastrula** ed è possibile riconoscere tre foglietti.

1. L'**ectoderma** è il foglietto esterno, che dà origine al rivestimento esterno dell'animale, alla pelle e a tutte le strutture da essa derivate; l'encefalo e tutto il sistema nervoso derivano dalla parte di ectoderma che costituisce il tubo neurale.

2. Il **mesoderma** è il foglietto intermedio e dà origine nell'embrione ai *somiti*, cioè strutture segmentate che appaiono poco dopo la costituzione del tubo neurale e che originano lo scheletro e la muscolatura; a partire dal mesoderma si formano anche l'apparato escretore, l'apparato riproduttore e il sistema circolatorio.

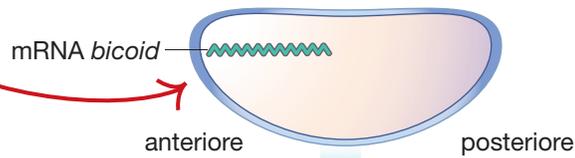
3. L'**endoderma** è il foglietto interno, che dà origine al rivestimento interno dell'apparato digerente, a quello dell'apparato respiratorio, al fegato, al pancreas e alle altre ghiandole.

La regolazione genica e l'embriogenesi

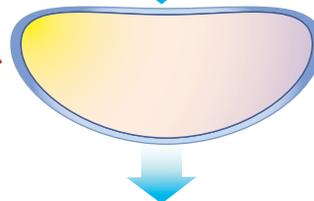
Lo sviluppo dell'embrione avviene attraverso tre processi fondamentali: la proliferazione delle cellule per mitosi, il differenziamento delle cellule (che assumono forma e funzioni specifiche) e la morfogenesi, cioè l'organizzazione delle cellule in organi e apparati. I geni che controllano lo sviluppo sono stati scoperti negli anni Ottanta del secolo scorso e sono chiamati **geni dello sviluppo**; essi codificano dei fattori di trascrizione che a loro volta agiscono su particolari **proteine segnale** in una sequenza di eventi.

Le cellule avrebbero quindi una sorta di memoria dell'ambiente passato e presente in cui vengono a trovarsi nel corso dello sviluppo embrionale. Le informazioni sulla posizione spaziale occupata dalla cellula nell'embrione sarebbero fornite alla cellula stessa da segnali chimici detti **morfogeni** che diffondono a partire da un gruppo di cellule localizzate in una certa regione dell'embrione: più ci si allontana da questa regione, minore è la concentrazione di morfogeni presente nella cellula. Si instaura così un *gradiente di concentrazione* delle proteine morfogene che fornisce alle cellule informazioni importanti per il suo differenziamento. Il differenziamento delle cellule e la loro organizzazione nei foglietti embrionali prima e negli organi poi sarebbe regolata quindi da meccanismi che coinvolgono il gradiente di concentrazione di alcuni morfogeni, che a sua volta regola l'espressione genica delle cellule bersaglio.

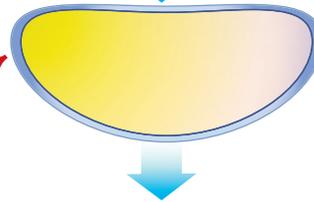
1 Cellula uovo (non fecondata) di moscerino della frutta.



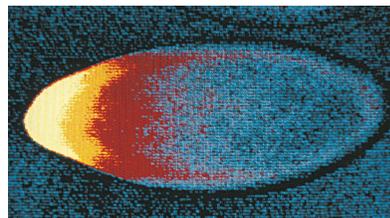
2 All'estremità anteriore della cellula uovo sono accumulate particolari molecole segnale che provengono dalle cellule dell'ovaio della femmina. Le molecole segnale comprendono tratti di mRNA e proteine.



3 Le molecole segnale determinano la traduzione del gene bicoid (dell'uovo) e la conseguente produzione della proteina Bicoid, la cui concentrazione decresce spostandosi da quella che sarà la regione della testa verso la futura regione della coda.



4 Dopo la fecondazione dell'uovo e la divisione cellulare, l'elevata concentrazione di proteina Bicoid stimolerà, nelle cellule di questa regione del corpo, i geni che specificano per le strutture della testa.



Il controllo genetico dello sviluppo embrionale prevede anche la morte programmata di interi gruppi di cellule. Questo processo, chiamato **apoptosi**, fa sì che i vari organi acquisiscano la forma corretta. Per esempio, lo sviluppo delle mani e dei piedi in tutti i vertebrati inizia con la formazione di una struttura «palmata» e le singole dita si separano soltanto quando le cellule situate tra di esse muoiono.

UNITÀ 13. La riproduzione

La morte cellulare programmata funziona anche come processo di controllo durante lo sviluppo, eliminando le cellule anormali, quelle che sono localizzate nel posto sbagliato oppure non funzionali. In altri casi le cellule muoiono quando la struttura che formano non è più necessaria, come nel caso della coda del girino durante la metamorfosi che lo trasforma in rana.

La gestazione e il parto

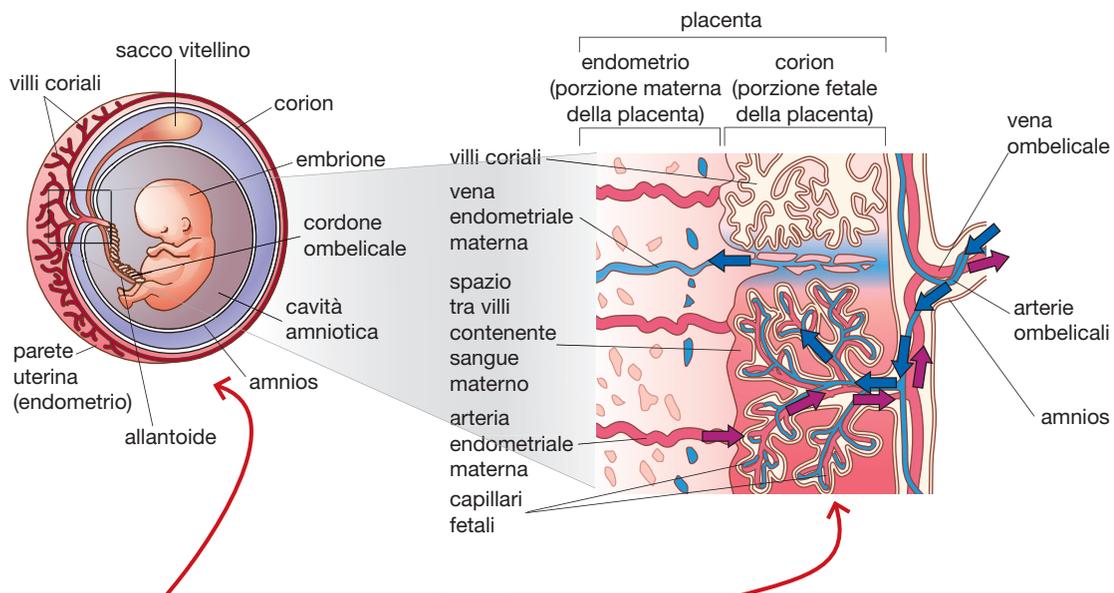
Il periodo in cui un nuovo individuo si sviluppa all'interno dell'apparato riproduttore della madre è chiamato **gestazione**.

La gestazione inizia subito dopo la fecondazione, quando la blastocisti si impianta all'interno dell'utero, e prosegue fino al **parto**, il momento in cui il neonato esce dal corpo della madre.

La blastocisti si impianta nell'utero circa 6 giorni dopo la fecondazione dell'oocita. In questo stadio la blastocisti è circondata da uno strato di cellule, il **trofoblasto**, che secreta alcuni enzimi i quali permettono l'impianto sull'endometrio, la parte più interna della parete dell'utero.

A partire dal trofoblasto e dai villi coriali si formano quattro membrane, esterne all'embrione e perciò dette membrane *extra-embryonali*, le quali circondano, proteggono e nutrono l'embrione.

1. L'**amnios** è la membrana più interna; racchiude uno spazio, la **cavità amniotica**, piena di un liquido che protegge l'embrione e ne impedisce la disidratazione.
2. Il **sacco vitellino** è importante soprattutto negli uccelli e nei rettili: contiene il tuorlo e le sostanze nutritive necessarie allo sviluppo;
3. L'**allantoide** è la terza membrana; nei mammiferi partecipa alla costituzione del cordone ombelicale (e della placenta).
4. Il **corion** è la membrana più esterna e costituisce la parte embrionale della placenta, la struttura che permette lo scambio di sostanze tra l'embrione e la madre.



Nei mammiferi il sacco vitellino è vuoto e privo di tuorlo. Qui si sviluppano le cellule germinali che originano le prime cellule del sangue e le cellule che produrranno i gameti nelle gonadi.

Nella placenta, i villi coriali sono immersi in piccole cavità piene di sangue materno. Sebbene non vi sia contatto diretto tra il sangue materno e quello dell'embrione, la placenta consente il passaggio di ossigeno, sostanze nutritive e anticorpi (ma anche di virus e sostanze dannose, come le droghe).

UNITÀ 13. La riproduzione

La **placenta** è una massa discoidale di tessuto spugnoso formatasi a partire dal corion e dall'endometrio materno.

A partire dalla nona settimana, quando l'embrione comincia a presentare le principali strutture corporee dell'adulto, viene chiamato **feto**.

Già nel terzo mese si sviluppano i principali apparati e, con lo sviluppo della muscolatura, il feto inizia a muoversi. Lo scheletro cartilagineo inizia a formarsi circa un mese dopo il concepimento. A partire dalla sesta settimana di gravidanza, la cartilagine viene gradualmente sostituita da tessuto osseo.



[G. Moscoso / SPL / Grazia Neri]

Il feto è unito alla placenta tramite il **cordone ombelicale**. Esso contiene cellule staminali di tipo *multipotente*, cioè che possono trasformarsi solo in certi tipi di cellule specializzate (cellule del sangue ecc.). Queste cellule possono essere utili per la ricerca e per la cura di gravi malattie come le leucemie.

Feto di 9 settimane all'interno del sacco amniotico. A questo stadio la sua lunghezza è di circa 4 cm e sono già visibili le principali strutture, tra cui il cuore (la macchia scura che occupa buona parte del torace). Inoltre, le dita di mani e piedi appaiono già separate.

Il **travaglio** avviene seguendo tre fasi.

1. La **fase di dilatazione** può durare 2-16 ore, l'utero si contrae, mentre il suo collo si allarga, raggiungendo un'apertura di 10 cm circa. In questa fase si assiste anche alla rottura dell'amnios che provoca la fuoriuscita del liquido amniotico nota come «rottura delle acque».

2. Durante la **fase espulsiva**, o parto, l'apertura dell'utero si dilata completamente e il corpo del bambino inizia a uscire, a partire dalla testa. Al termine di questa fase, il neonato abbandona il corpo della madre e viene reciso il cordone ombelicale.

3. Nella **fase di secondamento** la placenta e i residui di liquido e di sangue vengono espulsi dal corpo della madre attraverso una serie di contrazioni.

■ La riproduzione nelle piante

Gli organismi vegetali possiedono diversi sistemi di **riproduzione asessuata** (o *vegetativa*) che permettono in breve tempo di dare origine a individui geneticamente identici agli originari.

Nelle piante esistono diversi tipi di riproduzione vegetativa, nella quale alcune strutture danno origine a nuovi individui.

Molte piante erbacee – per esempio, la fragola – producono gli **stoloni**, rami orizzontali lungo i quali si sviluppano delle radici che originano a nuove piante indipendenti.

Altre specie, come le patate, alle estremità dei fusti sotterranei producono degli organi carnosì detti **tuberi**. I tuberì sono piuttosto voluminosi e ricchi di sostanze di riserva. Queste vengono utilizzate per produrre delle nuove radici, lateralmente al fusto principale della pianta.

Ma le piante possono riprodursi anche attraverso **riproduzione sessuata**. In tal caso le specie presentano un ciclo vitale che prevede un'**alternanza di generazioni**: a una generazione diploide, detta **sporofito**, segue una generazione aploide, detta **gametofito**.

La generazione aploide viene prodotta dalla generazione diploide tramite il processo di meiosi e pertanto è rappresentata dai gameti: quelli maschili – le *microspore* – sono più piccoli, mentre quello femminile – la *megaspora* – è più grande.

Il ritorno dalla generazione aploide a quella diploide si ha attraverso il processo di fecondazione che porta una microspora e una megaspora a fondersi nello zigote.

Le microspore costituiscono i granuli pollinici e la megaspora è invece rappresentata dalla cellula uovo.

La fecondazione, che negli organismi vegetali è detta **impollinazione**, avviene grazie al fatto che le microspore vengono trasportate dall'aria o dall'acqua alla megaspora.

Le angiosperme sono le piante più comuni e devono il loro successo ad un sistema di riproduzione efficiente. Il loro organo riproduttore è il **fiore** che è formato da alcune strutture particolari:

- i **sepali** sono esterni, verdi, abbastanza simili a una foglia; formano il **calice**, una struttura a coppa che ha la funzione di proteggere la gemma durante il suo sviluppo;
- i **petali** sono interni, spesso colorati con colori vivaci e brillanti; formano la **corolla**, la cui funzione è di attirare gli animali impollinatori.

All'interno della corolla sono collocate le strutture riproduttive vere e proprie, gli **stami** maschili e il **carpello** femminile. I fiori che contengono gli apparati riproduttori sia maschili sia femminili vengono detti *ermafroditi* o *perfetti*.

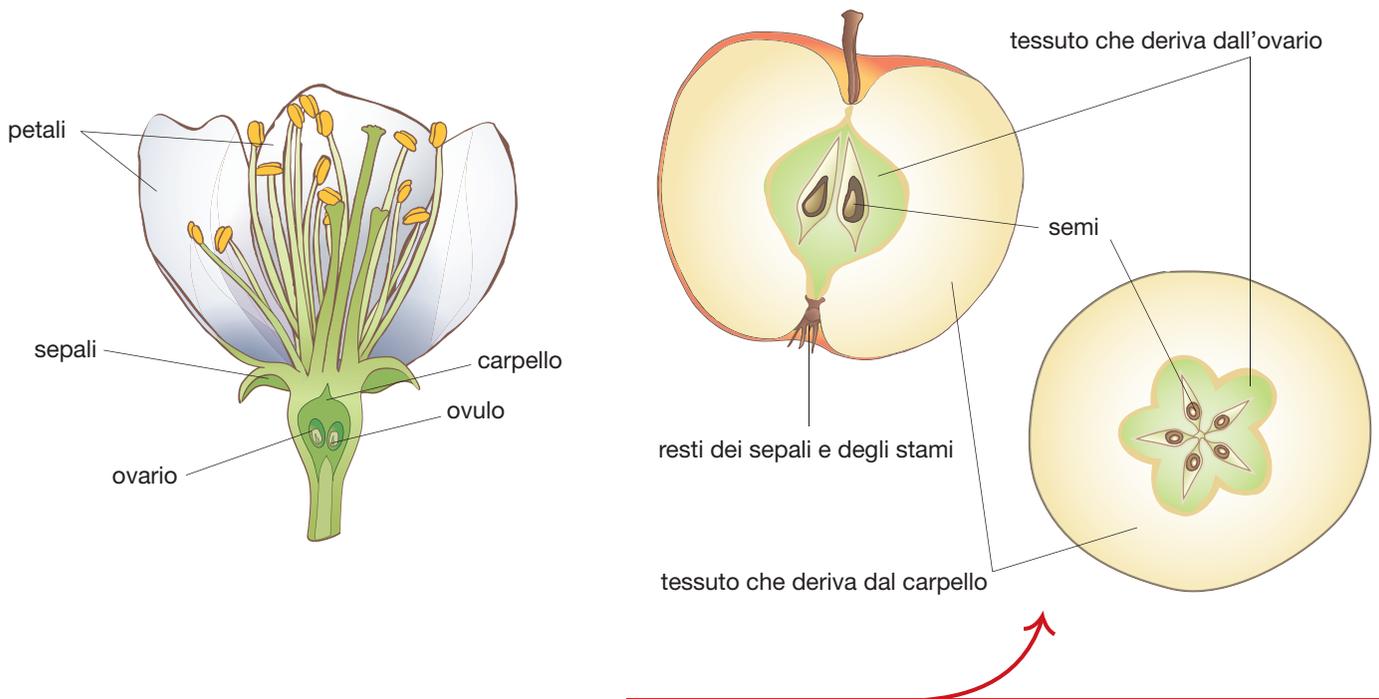
■ Il frutto e la germinazione dei semi

Nelle angiosperme, a seguito dell'impollinazione, l'ovulo fecondato (zigote) si trasforma nel **seme**.

Contemporaneamente, il fiore si modifica e da origine al **frutto**, che contiene pertanto al suo interno uno o più semi. La funzione del **frutto** è quella di conservare e proteggere i semi, nonché di favorire la loro dispersione.

Il frutto deriva da un processo di maturazione che comporta una profonda modificazione del fiore e degli organi riproduttivi in esso contenuti. In particolare i frutti si distinguono in *frutti veri*, che derivano esclusivamente dall'accrescimento dell'ovario del fiore (ad esempio, i legumi, le bacche e i frutti secchi) e in *frutti falsi*, che derivano da trasformazioni non solo dell'ovario ma anche di altre parti del fiore (ad esempio la mela e la pera).

Alcune piante hanno sviluppato dei sistemi per lanciare lontano i semi, ma la maggior parte delle specie possiede dei frutti che utilizzano diversi metodi di trasporto e disseminazione. Molti frutti presentano degli adattamenti che consentono loro di essere trasportati anche per notevoli distanze dal vento (**disseminazione anemocora**). È il caso ad esempio del frutto dell'acero, dotato di una struttura il cui funzionamento è simile a quello dell'elica di un elicottero. In altri casi i frutti sono in grado di galleggiare e di essere trasportati dall'acqua (**disseminazione idrocora**). La modalità di disseminazione più comune è quella di sfruttare il trasporto da parte degli animali (**disseminazione zoocora**).



La mela è un *frutto semplice*, che deriva cioè da un carpello costituito da un solo ovario. Altri frutti derivano da più carpelli – ad esempio la mora – e vengono chiamati *frutti aggregati*; quelli che derivano dalla fusione di carpelli di differenti fiori vicini – ad esempio l'ananas – vengono detti *frutti multipli*.

L'organo che permette alla pianta di riprodursi e colonizzare nuovi territori è il **seme**. Esso si sviluppa a partire dallo zigote dopo l'impollinazione ed è costituito da:

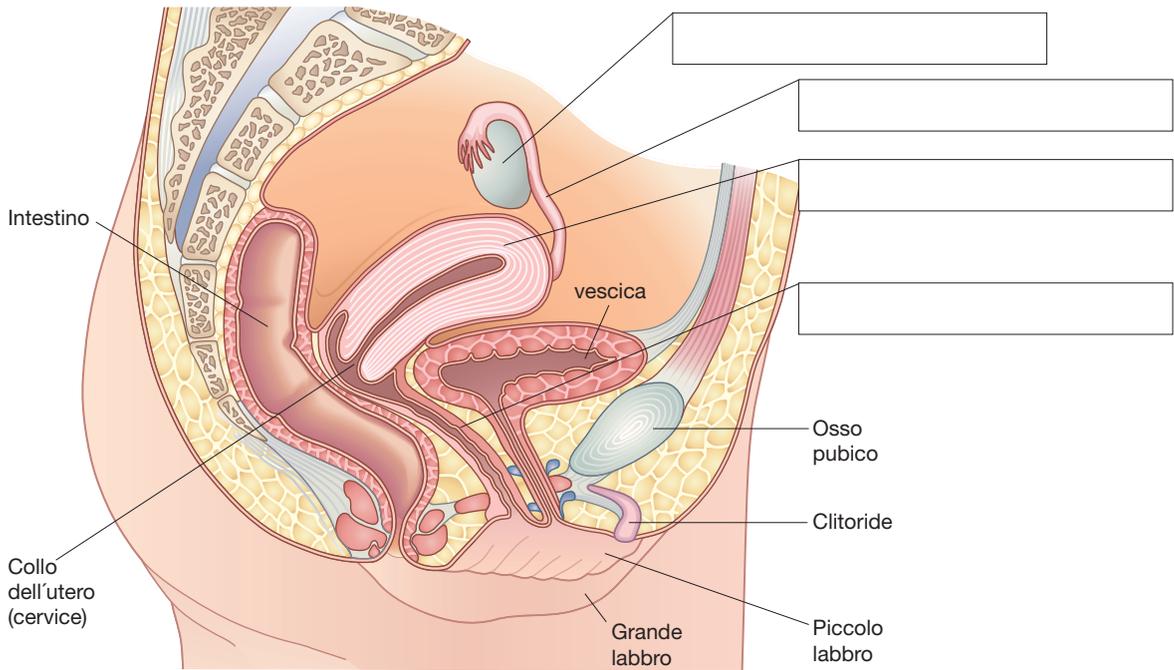
- **embrione**, formato dalle stesse strutture che caratterizzano le piante adulte, ossia alcune foglioline embrionali, detti **cotiledoni**, un germoglio e una *radice embrionale*;
- **endosperma**, un tessuto ricco di sostanze nutritive che nutre l'embrione fino a che questo non sarà in grado di svolgere la fotosintesi;
- **tegumento**, un rivestimento resistente che protegge embrione ed endosperma.

Intorno ai semi si sviluppa il **frutto**, un organo che deriva dall'ispessimento delle pareti dell'ovario e la cui funzione è favorire la dispersione dei semi.

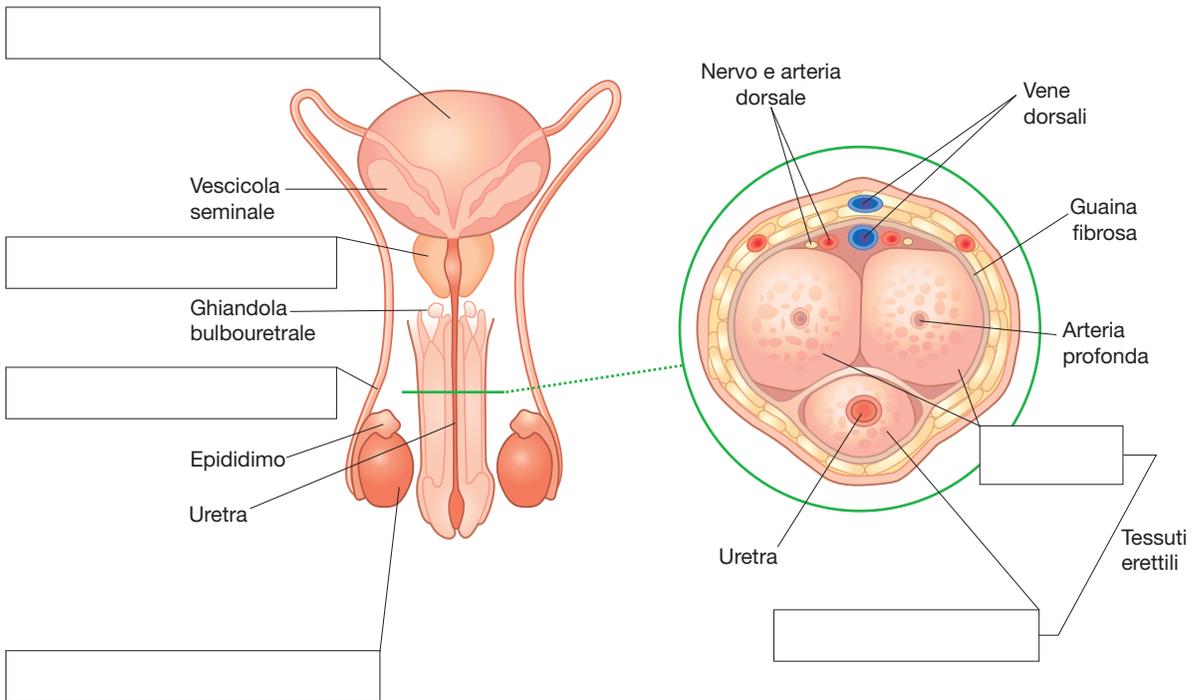
La **germinazione del seme** avviene quando esso si schiude e la radice embrionale si inserisce nel terreno iniziando ad assorbire acqua e sali minerali. Nella prima fase l'embrione cresce utilizzando le sostanze di riserva contenute nell'endosperma; quando le foglioline embrionali iniziano a svolgere la fotosintesi, termina la fase eterotrofa e l'embrione diviene autotrofo.

UNITÀ 13. La riproduzione

1 Completa la figura inserendo il nome delle diverse parti dell'apparato riproduttore femminile.



2 Completa la figura inserendo il nome delle diverse parti dell'apparato riproduttore maschile.



3 Completa le seguenti frasi scegliendo i termini corretti tra quelli indicati nei corrispondenti riquadri.

A. La riproduzione vegetativa è basata sul processo di e produce delle copie delle cellule originali. La prole generata risulta costituita da geneticamente identici ai genitori.

meiosi, mitosi, fecondazione, cloni, gameti

B. Il gamete maschile, lo, è una cellula piccola in grado di muoversi; il gamete femminile, la, è una cellula piuttosto grande, incapace di muoversi. L'unione dei gameti produce una cellula, lo, con patrimonio genetico

zigote, spermatidio, spermatozoo, cellula uovo, aploide, diploide

C. L'apparato riproduttore maschile è costituito dagli organi per la produzione dei gameti, i, e dal, in grado di depositare i gameti maschili in prossimità del gamete femminile.

testicoli, pene, tubuli seminiferi, epididimio

D. Durante la fase di, si verifica una trasformazione dell'embrione, il quale si organizza formando tre strati di cellule detti

segmentazione, gastrulazione, blastocisti, foglietti embrionali, somiti, archenteron

E. La inizia subito dopo la fecondazione, quando l'embrione si impianta e prosegue fino al, il momento in cui il nascituro esce dal corpo della madre.

gastrulazione, gestazione, placenta, nell'utero, nella vagina, parto, amnios

F. I sono gli organi riproduttivi femminili e contengono l', una camera che protegge i gametofiti femminili, gli

Carpelli, stami, ovario, ovuli, antera, pollini