

Lleis de Mendel

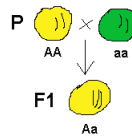
Convé aclarir que Mendel no tenia els coneixements actuals sobre la presència de parells de al·lells en els éssers vius i sobre el mecanisme de transmissió dels cromosomes, pel que aquesta exposició està basada en la interpretació posterior dels treballs de Mendel.

1.- Primera llei de Mendel

Enunciat de la llei. La primera llei s'anomena també **Llei de la uniformitat dels híbrids de la primera generació (F₁)**, i diu que *tots els individus que descendeixen de l'encreuament entre dues races pures per a un caràcter són iguals entre ells.* (A més, en el cas de Mendel, iguals a un dels progenitors)

L'experiment. Mendel va arribar a aquesta conclusió treballant amb una varietat pura de plantes de pèsols que produïen les llavors grogues i amb una varietat pura que produïa les llavors verdes. Al fer un encreuament entre aquestes plantes, obtenia sempre plantes amb llavors grogues.

Interpretació de l'experiment.- El pol·len de la planta progenitora aporta a la descendència un al·lel per al color de la llavor, i l'òvul de l'altra planta progenitora aporta l'altre al·lel per al color de la llavor; dels dos al·lells, solament es manifesta aquell que és dominant (A), mentre que el recessiu (a) roman ocult.



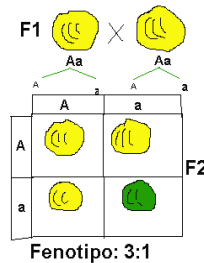
Altres casos per a la primera llei.- La primera llei de Mendel es compleix també per al cas que un determinat gen de lloc a una **herència intermèdia** i no dominant, com és el cas del color de les flors de *Mirabilis jalapa*. A l'encreuar les plantes de la varietat de **flor blanca** amb plantes de la varietat de **flor vermella**, s'obtenen plantes de **flors roses**. La interpretació és la mateixa que en el cas anterior, només varia la manera d'expressar-se els distints al·lells.

2. Segona llei de Mendel

Enunciat de la llei.- A la segona llei de Mendel també se l'anomena de la **separació o disyunció dels al·lells** o bé, **lleis de segregació dels caràcters**. Diu així: *En encreuar entre sí els híbrids obtinguts en la primera generació, els caràcters presents en aquests se separen i combinen al l'atzar en la descendència.*

L'experiment de Mendel. Va agafar plantes procedents de les llavors de la primera generació (F₁) de l'experiment anterior (figura 1) i les pol·linitzà entre sí. De l'encreuament va obtenir plantes amb llavors grogues i verdes en la proporció 3:1 (és a dir ¾ a ¼), que s'indica en la figura 2. Això vol dir que les plantes de la F₁ tenen quelcom del progenitor verd que no es manifesta però es pot transmetre a la descendència (concepte d'al·lel recessiu).

Interpretació de l'experiment. Els dos al·lells distints per al color de la llavor presents en els individus de la primera generació filial, **no s'han barrejat ni han desaparegut**, simplement es manifestava només un dels dos. Quan l'individu de **fenotip groc i genotip Aa**, formi els gàmetes, se separen els al·lells, de tal forma que en cada gàmeta només haurà **un dels al·lells** i així pot explicar-se els resultats obtinguts.



Altres casos per a la segona llei. En el cas dels gens que presenten **herència intermèdia**, també es compleix l'enunciat de la segona llei. Si prenem dues plantes de flors roses de la primera generació filial (F_1) i les encreuem entre sí, s'obtenen plantes amb **flors blanques, roses i vermelles**, en la proporció $\frac{1}{4}$, $\frac{2}{4}$ i $\frac{1}{4}$ respectivament. També en aquest cas es manifesten els al·lells per al color vermell i blanc, que van romandre ocults en la primera generació filial.

3. Encreuament de prova

En el cas dels gens que manifesten herència dominant, no existeix cap diferència aparent entre els individus **heterocigòtics (Aa)** i els **homocigòtics (AA)**, doncs ambdós individus presentarien un fenotip groc. La prova del **retroencreuament**, o simplement **encreuament de prova**, serveix per a diferenciar l'individu homo del heterocigòtic. Consisteix a creuar el **fenotip dominant** amb la varietat **homocigota recessiva (aa)**. Si és **homocigòtic**, tota la descendència serà igual, en aquest cas es compleix la primera llei de Mendel. Si és **heterocigòtic**, en la descendència tornarà a aparèixer el caràcter recessiu en una proporció del 50%.

4. Tercera llei de Mendel

Enunciat de la llei. Llei de l'**herència independent de caràcters**. Fa referència al cas que es contemplin dos caràcters distints. Diu així: **"Els diversos caràcters s'hereten independentment els uns dels altres i es combinen a l'atzar en la descendència"**. Cadascun d'ells es transmet seguint les lleis anteriors amb independència de la presència de l'altre caràcter.

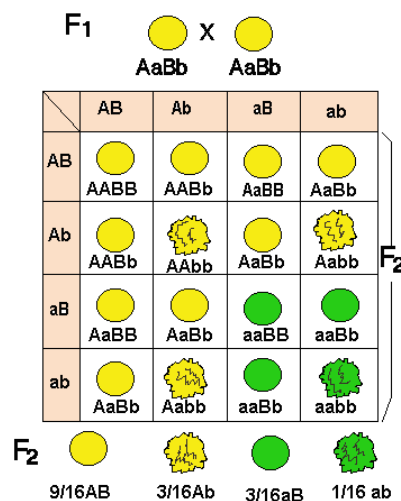
L'experiment. Mendel va creuar plantes de pèsols de **llavor groga i llisa** amb plantes de **llavor verda i rugosa** (Homocigòtiques ambdues per ambdós caràcters). Les llavors obtingudes en aquest encreuament eren totes **grogues i llises**, complint-se així la primera llei per a cadascun dels caràcters considerats, i revelant-nos també que els al·lells dominants per a aquests caràcters són els quals determinen el **color groc** i la forma **llisa**. Vist així, sembla que "grogos i llisos" és un mateix caràcter. Però, són possibles plantes grogues i rugoses? O verdes i llises? Es a dir; es poden independitzar aquestes dues característiques apareixent amb combinacions diferents a les originals? Per comprovar-ho Mendel va encreuar els individus

de la F_1 entre sí, i (sorpresa!), van aparèixer plantes amb llavors grogues i rugoses i també plantes amb llavors verdes i llises, apart de les formes inicials (anomenades parentals). A més, quan Mendel va contar tots el tipus de plantes van aparèixer en les proporcions 9 grogues i llises: 3 grogues i rugoses: 3 verdes i rugoses: 1 verdes i llises. Aquestes proporcions resulten de multiplicar de totes les formes possibles les proporcions $\frac{3}{4}$ grogues i $\frac{1}{4}$ llises per $\frac{3}{4}$ llises i $\frac{1}{4}$ rugoses, cosa que els matemàtics interpreten com a prova de la independència.

Interpretació de l'experiment.

Segons Mendel, les plantes obtingudes i que constitueixen la F_1 són **dihíbrides ($AaBb$)**.

Quan aquestes plantes de la F_1 formen gàmetes poden produir quatre tipus diferents (**AB, Ab, aB i ab**). Les possibles combinacions de gàmetes dels dos individus seran 16 (4×4), produint 4 fenotips diferents.



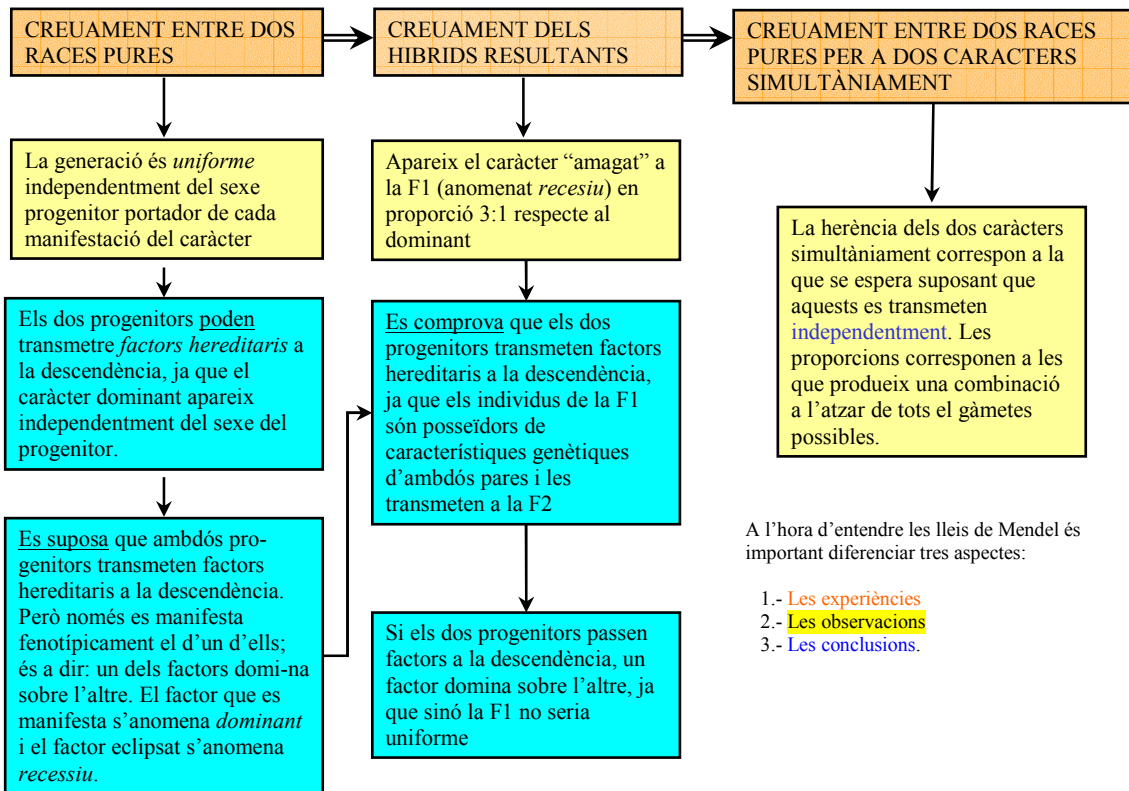
Podeu apreciar que els al·lels dels diferents gens es transmeten amb independència uns d'uns altres, ja que en la segona generació filial (F_2) apareixen pèsols **grocs i rugosos** i altres que són **verds i llisos**, combinacions que no s'havien donat ni en la generació parental (P), ni en la filial primera (F_1).

Observeu que els resultats obtinguts per a cadascun dels caràcters considerats per separat, responen a la segona llei.

Els resultats dels experiments de la tercera llei reforcen el concepte que els gens són independents entre sí. Per a aquesta interpretació va ser providencial l'elecció dels caràcters, doncs aquests resultats no es compleixen sempre, sinó solament en el cas que els dos caràcters a estudiar estiguin regulats per gens que es troben en diferents cromosomes. No es compleix quan els dos gens considerats es troben en un mateix cromosoma, és el cas dels **gens lligats**.

Queda per fer l'herència del sexe i lligada al sexe, herència de gens letals, l'herència multifactorial multifactorial.

INTERPRETACIÓ DE LES OBSERVACIONS DE MENDEL



Glossari elemental

- **Gen.** Unitat hereditària que controla cada caràcter en els éssers vius. A nivell molecular correspon a una secció de ADN, que conté informació per a la síntesis de una cadena proteínica (tot i no ésser una definició 100% vàlida)
- **Al·lel.** Cadascuna de les alternatives que pot tenir un gen d'un caràcter. Per exemple el gen que regula el color de la llavor del pèsol , presenta dos al·lels, un que determina color verd i altre que determina color groc. Per regla general es coneixen diverses formes al·lèliques de cada gen ; l'al·lel més estès d'una població es denomina "**al·lel normal o salvatge**", mentre que els altres més escassos, es coneixen com "**al·lels mutats**".
- **Caràcter qualitatiu.** És aquell que presenta dues alternatives clares, fàcils d'observar: blanc-vermell; llis-rugoso; ales llargues-ales curtes; etc. Aquests caràcters estan regulats per **un únic gen** que presenta dues formes al·lèliques (excepte en el cas de les sèries d'al·lels múltiples). Per exemple, el **caràcter color de la pell del pèsol** està regulat per **un gen** les formes al·lèliques del qual es poden representar per dues lletres, una majúscula (**A**) i altra minúscula (**a**).
- **Caràcter quantitatiu.** El qual té diferents graduacions entre dos valors extrems. Per exemple la **variació d'alçàries**, el **color de la pell**; la **complexió física**. Aquests caràcters depenen de l'acció acumulativa de molts gens, cadascun dels quals produeix un efecte petit. En l'expressió d'aquests caràcters influeixen molt els *factors ambientals*.
- **Genotip.** És el conjunt de **gens** que conté un organisme heretat dels seus progenitors. En organismes *diploides*, la meitat dels gens s'hereten del pare i l'altra meitat de la mare.
- **Fenotip.** És la manifestació externa del genotip, és a dir, la suma dels caràcters observables en un individu. El fenotip és el resultat de la interacció entre el **genotip** i l'ambient . L'ambient d'un **gen** ho constitueixen els altres gens, el citoplasma cel·lular i el mitjà extern on es desenvolupa l'individu.
- **Locus.** És el lloc que ocupa cada **gen** al llarg d'un **chromosoma** (el plural és *loci*).
- **Homozigot.** Individu que per a un gen donat té en cada cromosoma homòleg el mateix tipus d'al·lel, per exemple, **AA** o **aa** .
- **Heterozigoto.** Individu que per a un gen donat té en cada cromosoma homòleg un al·lel distint, per exemple, **Aa**.