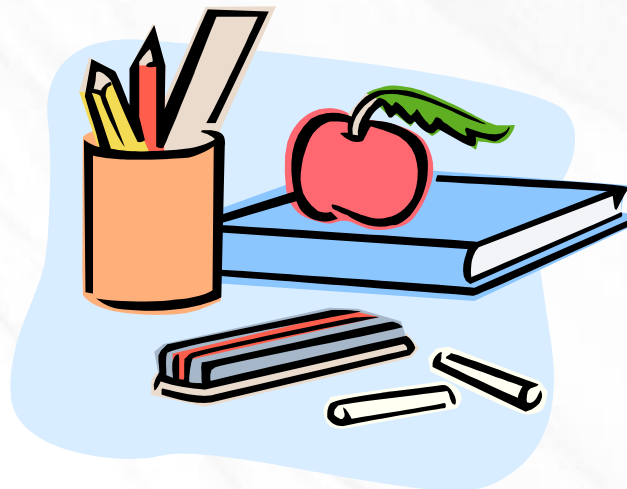


BIOL3349-Genética

Módulo 1: Probabilidad



Metas

El propósito de este módulo es que puedas repasar algunos de los conceptos claves de probabilidad y estadística. El uso de estos conceptos es importante para el curso de genética.

Específicamente, se espera que al finalizar este módulo seas capaz de...

1. Definir los siguientes conceptos: probabilidad, frecuencia, espacio muestral, evento, resultado.

1. Determinar la probabilidad de un evento.

1. Aplicar la ley del producto y de la suma a problemas genéticos.



Conceptos básicos (1)

Un experimento es un proceso que resulta en un producto que no se puede predecir con completa certeza.

En el metodo científico, todo experimento se hace basado en una predicción/hipótesis, pero no podemos decir exactamente que resultará del experimento.



Conceptos básicos (2)

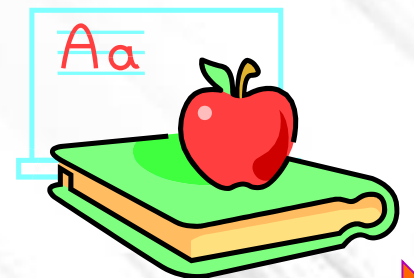
En genética las probabilidades se derivan de:

- ♦ eventos al azar en la producción de gametos en meiosis
- ♦ unión al azar de los gametos en la fertilización.



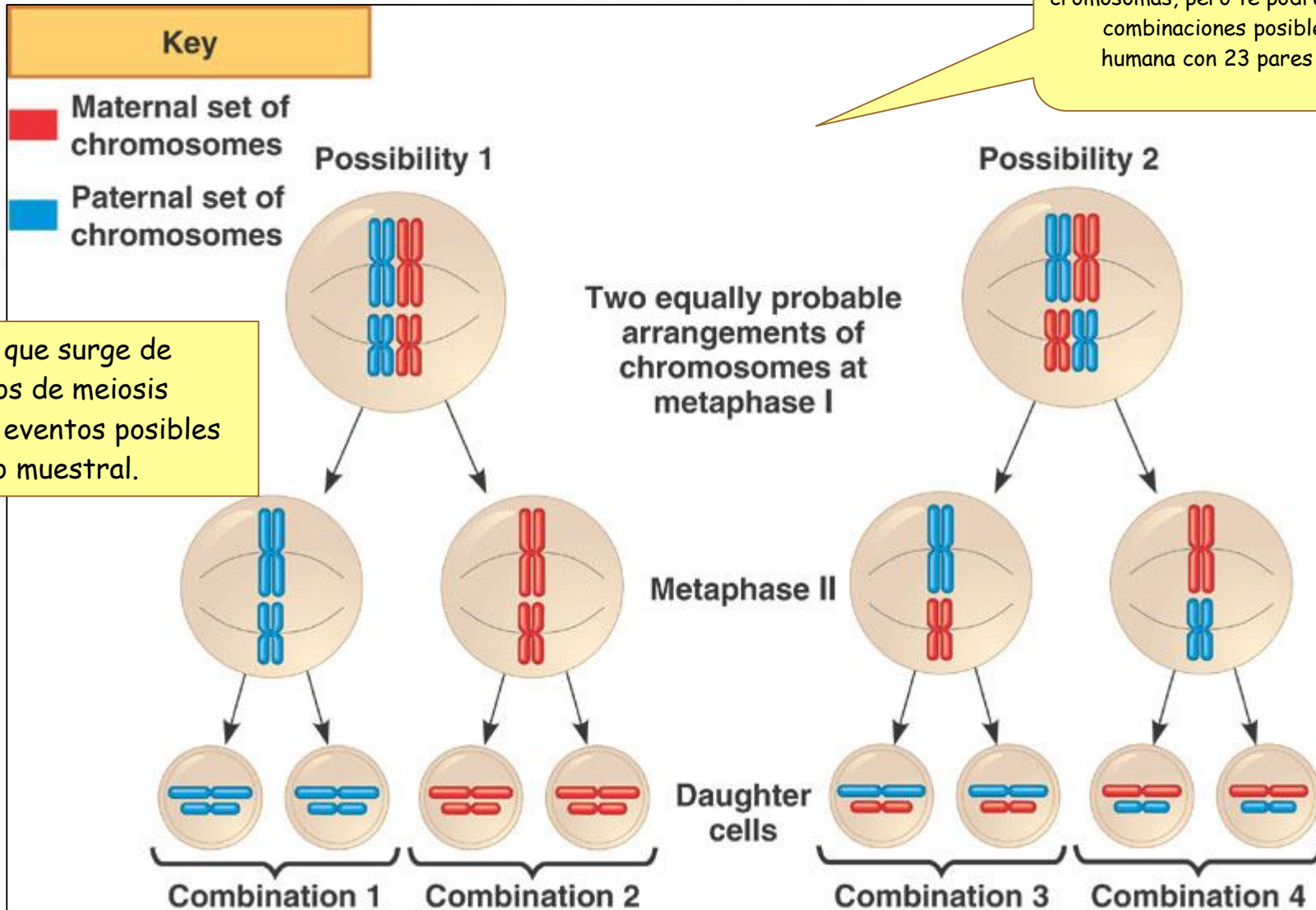
Conceptos básicos (3)

Todos los posibles resultados (outcomes) de un experimento se conocen como el **espacio muestral**.



Observa cuidadosamente este diagrama que ilustra la meiosis y en particular el principio del sorteo independiente.

Aquí solamente se ilustran dos cromosomas, pero te podrás imaginar todas las combinaciones posibles en una célula humana con 23 pares de cromosomas.



La variación que surge de estos eventos de meiosis aumenta los eventos posibles en el espacio muestral.



Conceptos básicos (4)

Un subconjunto del espacio **espacio muestral** es un **evento**.

- Los eventos se clasifican como simple y no simple.
 - Es simple cuando no se puede descomponer en componentes más simples.
- El espacio muestral se compone de todos los eventos **simples** posibles.

Ejemplos de eventos simples:

- Al tirar un dado, el espacio de muestra es $\{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$
- Al tirar una moneda $\{\text{cara}, \text{cruz}\}$
- Al formarse un gameto en un macho $\{\text{cromosoma X o cromosoma Y}\}$
- Al formarse un gameto en una hembra $\{X\}$



Frecuencia

- La frecuencia de un evento A:

$$F(A) = \frac{\text{Numero de veces que aparece } A}{\text{Numero de veces que se realiza el experimento}}$$

Frecuencia (cont.)

Ejemplo: quieres determinar la frecuencia de individuos con ojos marron en tu salon de clases.

$$F(M) = \frac{\text{numero de personas con ojos marron}}{\text{total de personas en el salon de clases}}$$

Definición de Probabilidad

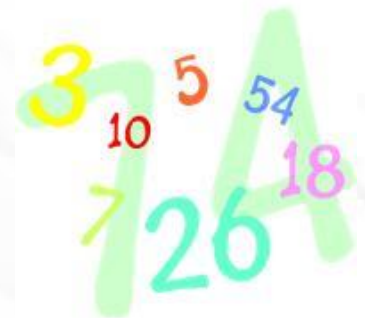
Suponga que un experimento dado tiene n eventos simples distintos, **cada uno tiene la misma posibilidad de ocurrir**. Si el evento A puede ocurrir en s de estas n formas, entonces, $P(A) = s/n$.

- $P(A)$ = probabilidad de que ocurra evento A
- s = número de veces que A se repite en el espacio muestral
- n = número total de eventos en el espacio muestral

Probabilidad

- ◆ Cada evento en el espacio muestral tiene una probabilidad de ocurrir.
- ◆ La probabilidad es una medida cuantitativa de cuán posible es que un evento ocurra.
- ◆ La probabilidad puede denotarse de diferentes formas, por ejemplo, $P(A)$ es la probabilidad de que evento A ocurra.

1. La probabilidad se expresa como un número entre 0 y 1 inclusive.
2. La probabilidad de un evento que ocurrirá con certeza es 1.
3. La probabilidad de un suceso imposible es 0.



- ◆ La probabilidad de que un evento ocurra depende de cuán abundante sea este en el espacio muestral.
- ◆ La frecuencia de un evento debe ser proporcional a la probabilidad de que este ocurra.
- ◆ La frecuencia se acerca a la probabilidad de un evento cuando se hace el experimento muchas veces.
- ◆ Esa fue una ventaja de que Mendel utilizara un organismo como la planta de guisantes *Pisum sativum* que tiene un ciclo de reproducción relativamente corto y que genera grandes cantidades de individuos en la progenie.



Probabilidad/frecuencia...

Ejemplo:

- si en una bolsa tienes 10 bolas blancas y 5 rojas es mas probable que al sacar una bola esta salga blanca.
- En este caso la probabilidad de que salga una bola blanca es $10/15 \approx 0.67$
- La probabilidad de que salga roja es $5/15 \approx 0.33$



Piensa en esto...

¿Si tiras una moneda 10 veces, crees que te va a salir 5 veces cara y 5 veces cruz?

Lo mas seguro es que NO.

La probabilidad de que salga cara es $\frac{1}{2}$, la probabilidad de que salga cruz tambien, por lo tanto esperas que en tu experimento 50% de las monedas caigan cara y 50% caigan cruz.

Tienes que tirar la moneda MUCHAS veces para que la proporcion de cara/cruz sea cerca de 50%cara: 50% cruz como esperabas.

De la misma forma, si una pareja tiene 4 hijos, la proporcion esperada de 2 hembras y dos varones, no necesariamente se sostenga.



En resumen...

✓ La probabilidad de que un evento ocurra depende de la frecuencia de dicho evento en el espacio muestral.

Ejemplos

1-espacio muestral: bolsa con 20 bolas, dos blancas y 18 amarillas

Probabilidad de que saques una bola y salga blanca: $p=2/20=0.1$.

2-espacio muestral: dos tipos de espermatozoides X o Y.

Probabilidad de que Y sea el que fecunde el ovulo: $p=1/2=0.5$.

3-Un cruce entre dos individuos heterocigóticos (Aa) crea un espacio muestral de posibles genotipos de: $\frac{1}{4}$ AA, $\frac{1}{2}$ Aa, $\frac{1}{4}$ aa. La probabilidad de que al nacer un individuo este sea AA es $\frac{1}{4}$.



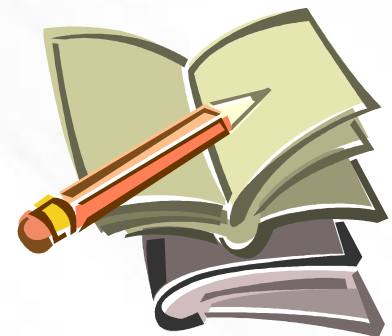
El resultado de un experimento puede ser la combinación de varios eventos.

Ejemplos de eventos combinados:

1-lanzar una moneda y un dado a la misma vez.

2-en un evento de fecundación evaluar la característica del sexo (hembra vs. macho) y otra característica como afectado vs. no afectado para una condición.

3-puedes evaluar varias fecundaciones y evaluar si todas salen hembra o todas salen macho.



Probabilidad de eventos combinados

- ◆ Para calcular la probabilidad de dos eventos A y B en un mismo resultado se aplican...
 - ✓ ley del producto
 - ✓ ley de la suma.



Un suceso que combina dos o mas eventos simples se define como un evento compuesto.

Los sucesos A y B son mutuamente exclusivos cuando ambos no pueden ocurrir a la vez.

Por ejemplo: Cuando lanzamos un dado una vez los eventos A -que salga un número par y B - que salga un número impar son mutuamente exclusivos. Mientras que si A fuera -que salga un número par y B - que salga el 1, 2 o 3, estos eventos no son mutuamente excluyentes.

➤ Dos eventos A y B NO pueden estar en el mismo resultado...

- son eventos mutuamente exclusivos (si ocurre uno, no puede ocurrir el otro)
- Para determinar la probabilidad de que A o B ocurra se aplica la ley de la suma.

La Regla de la suma se expresa de la siguiente forma:

$$P(A \text{ o } B) = P(A) + P(B) - P(A \text{ y } B)$$

○ si los eventos son mutuamente exclusivos

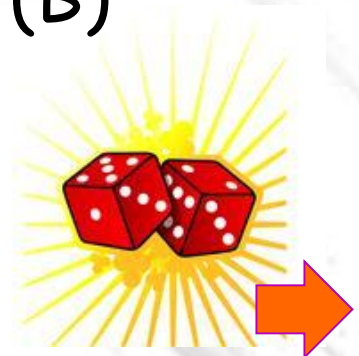
$$P(A \text{ y } B) = 0$$

- Dos eventos A y B son independientes...
- Si el que ocurra uno, no afecta la probabilidad de que ocurra el otro evento.
 - se aplica la ley del producto para calcular la probabilidad de que ambos ocurran en el mismo resultado.

La Regla de la multiplicación se expresa de la siguiente forma:

$$P(A \text{ y } B) = P(A) \times P(B/A)$$

si los eventos son independientes $P(B/A) = P(B)$



Mas ejemplos de eventos combinados:

1. ¿Cuál es la probabilidad de que al tirar dos monedas las dos salgan cara?

$P(A)=\text{cara}$

$P(B)=\text{cruz}$

La probabilidad de que una moneda salga cara no afecta la probabilidad de que la otra salga cara, se aplica la ley del producto.

En este caso el resultados es $P(A) \times P(A) = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = 1/4$

2. ¿Cuál es la probabilidad de que al tirar dos monedas ambas salgan cara o ambas salgan cruz?

En este caso se esta tratando de evaluar dos eventos del espacio muestral que son mutuamente exclusivos porque no pueden ocurrir a la misma vez.

En este caso el resultado es $P(A)P(A) + P(B)P(B) = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{1}{2}$



En genética utilizas la ley del producto o de la suma, dependiendo del tipo de pregunta que quieres contestar. Fíjate bien en el siguiente ejemplo:

¿Cuál es la probabilidad de que al cruzar una madre albina con un padre normal heterocigótico, la progenie sea un varón afectado?

En este caso estamos evaluando dos características diferentes: sexo de la progenie y albinismo. Estas son dos características independientes, se aplica la ley del producto.

La probabilidad de que la progenie sea masculina (XX) es $\frac{1}{2}$.

La probabilidad de que el individuo es afectado la obtienes conociendo el genotipo de los padres. Cuando cruzas madre albina aa y padre normal heterocigótico, la probabilidad de tener progenie afectada es $\frac{1}{2}$.

Por lo tanto la probabilidad de que la progenie sea XX aa : $p = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$.



Otro ejemplo de eventos combinados:

¿Cuál es la probabilidad de que al cruzar una madre albina con un padre normal heterocigótico, la progenie sea un varón afectado o hembra normal?

En este caso estamos evaluando dos eventos alternativos para el mismo resultado, o se da uno o se da el otro. Son eventos mutuamente exclusivos, utilizamos la ley de la suma.

Probabilidad de que sea varón afectado es $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

Probabilidad de que sea hembra normal es $\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$

Probabilidad de que sea varón afectado o hembra normal es $\frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$

Piensa... ¿Cuál sería el resultado de esta misma pregunta si el genotipo de los padres fuera Aa y Aa?



Ejercicios de práctica

Practica las siguientes preguntas. Haga el quiz al finalizar los tres modulos en BB.



1-¿Cuál es la probabilidad de que en una bolsa que tiene 10 bolas blancas y dos bolas rojas, al sacar una bola esta sea blanca?



2-

a. Si tiras una moneda y un dado cuál es la probabilidad de que salga cara en la moneda, y el seis en el dado?

b. Cuál será la probabilidad de que te caiga cara/dos o cara 1?

3-¿Cuál es la probabilidad de que un matrimonio entre dos individuos heterocigóticos para albinismo tengan en este orden: una progenie normal y dos progenies albinas?



4-La inhabilidad de saborear feniltiocarbamido (PTC) se hereda como una característica recesiva; también el pelo rojo.

¿Cuál es la probabilidad de que la primera progenie de un matrimonio entre dihíbridos sea una niña pelirroja, que pueda probar PTC?



Te felicito!!!

Ya terminaste el modulo de probabilidad
básica.

