

SEMINARIO 2. GENÉTICA DE POBLACIONES, MODELANDO LOS EFECTOS DE LA DERIVA Y LA SELECCIÓN NATURAL.

(mmoraga – gmanriquez 2011)

I. Introducción

El objetivo de la genética de poblaciones es el conocimiento de la composición genética de las poblaciones y de las fuerzas que determinan y cambian su composición. Las poblaciones naturales, incluyendo a las humanas, generalmente son genéticamente polimórficas, es decir dentro de la población se presentan dos o más alternativas genéticas (alelos diferentes) para un locus determinado, de modo tal que la alternativa menos frecuente no se puede explicar por la tasa de cambios producidos por mutaciones. En términos operacionales, se dice que un locus es polimórfico, cuando presenta al menos 2 alternativas alélicas, siendo la frecuencia del alelo menos frecuente superior al 1%. En contraposición se considera que un locus es monomórfico, cuando presenta sólo un alelo en toda la población.

Los factores que determinan, mantienen y modifican la frecuencia de los genes en las poblaciones, cumplen con los principios básicos de la herencia mendeliana. La distribución de las frecuencias genotípicas y génicas responde a modelos matemáticos sencillos que permiten predecir el comportamiento de estas frecuencias en una población que cumpla con ciertas premisas determinadas.

El equilibrio genético de Hardy-Weinberg, describe la mantención de las frecuencias genotípicas y génicas en una población en el curso de las generaciones y permite evaluar si una población natural se encuentra o no en equilibrio. Para que el modelo de Hardy-Weinberg se cumpla, la población debe tener algunas características determinadas. Los genes deben segregarse cumpliendo las leyes de Mendel; los cruzamientos entre los individuos deben ocurrir al azar (panmixia); el tamaño de la población debe ser infinitamente grande o al menos muy grande; no debe existir mutaciones nuevas en los alelos que se analizan; no debe haber aporte ni pérdida de genes debido a migraciones y por último los portadores de los diversos genotipos deben tener en promedio igual número de descendientes.

II. Objetivos

- a) Familiarizarse, discutir e integrar los conceptos generales de la genética de poblaciones: población mendeliana, frecuencias génicas y genotípicas, panmixia, mutación, selección, migración, deriva genética.
- b) Evaluar mediante simulaciones los factores que alteran las frecuencias genotípicas y génicas de las poblaciones.

III. Bibliografía

Griffiths AJF, Miller JH, Suzuki DT, Lewontin RC and Gelbart WM. "An Introduction to Genetic Analysis". WH Freeman and Company. N. Y. Fifth. Edition, 1999.

Acuña M. "Genética de Poblaciones". Capítulo 11. En Problemas de Genética, (Walker L. Ed. Gral.), Manuales Universitarios, Editorial Universitaria, 1998.

Ayala, F.J. y Krigler, J.A. "Genética Moderna" Ediciones Omega, S.A. Barcelona, 1984.

Fortin, C., G. Guillot, G. Lecointre et M-L Louarn-Bonnet (2009) *Guie critique de l'évolution*. Editions Belin, Paris (pp. 572).

Valenzuela C., Blanco R., Frías D. y Rothhammer F. "Genética de Poblaciones". En Elementos de Biología Celular

IV. Actividades

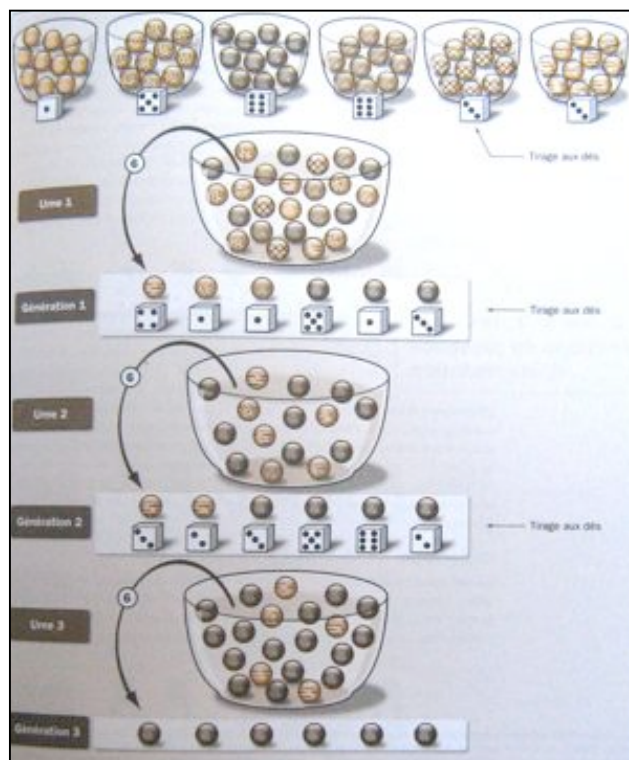
Actividad 1. Evaluando el efecto de la deriva en poblaciones de tamaño finito.

Evolución: *Modificación de las frecuencias génicas de una población y de su expresión fenotípica a través de las generaciones.*

En esta actividad se busca conocer el efecto de la deriva sobre las frecuencias génicas de poblaciones pequeñas, y determinar la relación entre deriva y tamaño poblacional.

1.1 Siga las indicaciones de su profesor para simular una población de tamaño pequeño valiéndose de los materiales proporcionados. Cada grupo cuenta con cuentas de collar de colores distintos que representan variantes fenotípicas en la población en un set de 6 vasos pequeños.

- Para iniciar la actividad valiéndose de un dado determine cuantos individuos (cuentas de collar) tomará de cada vaso (entre 1 y 6).
- Traslade las cuentas de collar según corresponda (número obtenido en el dado) al vaso de color (población) para generar su población de partida.
- Saque desde el vaso sin mirar 6 individuos y registre en la hoja que se le entregó los colores de las cuentas para la generación 1 (G1).
- Tire el dado para determinar el número de descendientes que producirá cada individuo.
- En un segundo vaso de color construya la población según los eventos reproductivos que usted generó.
- Saque nuevamente desde el vaso sin mirar 6 individuos y registre en la hoja que se le entregó los colores de las cuentas para la generación 2 (G2).
- Tire nuevamente el dado para determinar el número de descendientes que producirá cada individuo.
- En un tercer vaso de color construya la población según los eventos reproductivos que usted generó.
- Repita el procedimiento de la misma forma que en la ocasiones anteriores para obtener las generaciones 3 y 4 (G3, G4).



Discuta sus resultados con sus compañeros de grupo con la guía del profesor.

Se ha discutido el papel de la deriva como factor evolutivo. Proponga ahora cuales son las causas de la deriva; ¿eventos estocásticos? ¿selección natural? ¿migración?.

1.2 Con la ayuda del programa *Populus* su profesor simulará en pantalla poblaciones de tamaño finito. De este modo usted podrá observar el efecto del tamaño poblacional sobre las frecuencias génicas en poblaciones pequeñas.

¿qué ocurre con las frecuencias alélicas en el tiempo (generaciones) en poblaciones de tamaño medio (ejem. 200 a 500 individuos)?

¿qué ocurre con la heterocigosidad?

Si considera un número importante de simulaciones simultaneas:

¿qué sucede con los valores de frecuencias génicas promedio?

¿qué sucede con la varianza a lo largo de la generaciones? (Varianza= estadístico de dispersión que estima cuán lejos /mayor varianza/ o cerca /menor varianza/ del valor promedio se encuentran los miembros de la población).

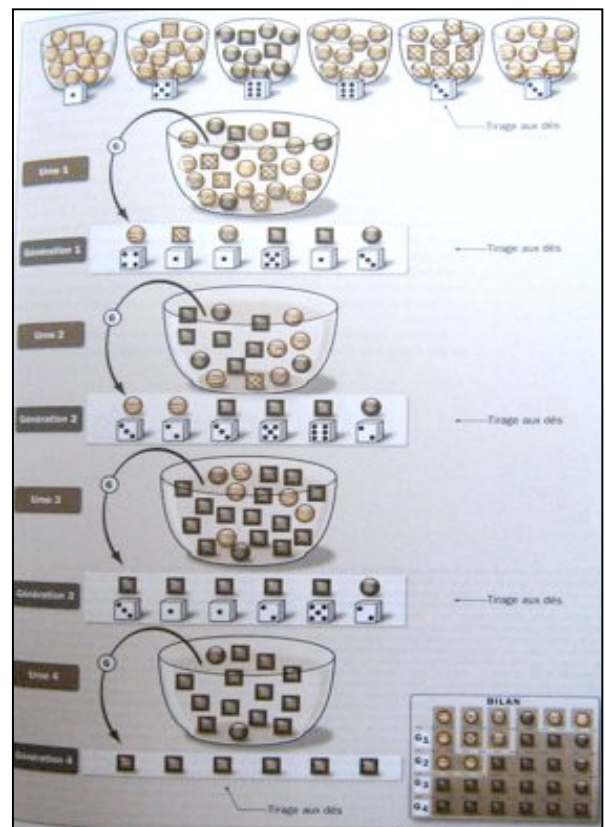
Actividad 2. Evaluando el efecto de la deriva sobre alelos surgidos de novo (mutantes) en poblaciones finitas.

Deriva: *Modificación de las frecuencias génicas y de su expresión fenotípica a través de las generaciones en poblaciones de reducido tamaño efectivo.*

En esta actividad se busca conocer el efecto de la aparición de nuevas variantes (alelos mutados) sobre las frecuencias génicas de poblaciones pequeñas, y determinar la relación entre deriva y mutación.

2.1 Siga las indicaciones de su profesor para simular una población de tamaño pequeño valiéndose de los materiales proporcionados. Cada grupo cuenta con cuentas de collar de colores distintos que representan variantes fenotípicas en la población en un set de 6 vasos pequeños. Para simular la aparición de mutantes en algunas de las variantes previas incluya una o dos cuentas de igual color pero punteadas en algunos de los seis vasos pequeños. La diferencia de esta simulación con la anterior consiste en que los individuos "mutantes" (alelos surgidos de novo) están representados en **menor** proporción que los alelos originales de cada población.

- Para iniciar la actividad valiéndose de un dado determine cuantos individuos (cuentas de collar) tomará de cada vaso (entre 1 y 6).
- Traslade las cuentas de collar según corresponda al vaso de color (población) para generar su población de partida.
- Saque desde el vaso sin mirar 6 individuos y registre en la hoja que se le entregó los colores de las cuentas para la generación 1 (G1).
- Tire el dado para determinar el número de descendientes que producirá cada individuo.
- En un segundo vaso de color construya la población según los eventos reproductivos que usted generó.
- Saque nuevamente desde el vaso sin mirar 6 individuos y registre en la hoja que se le entregó los colores de las cuentas para la generación 2 (G2).
- Tire nuevamente el dado para determinar el número de descendientes que producirá cada individuo.
- En un tercer vaso de color construya la población según los eventos reproductivos que usted generó.
- Repita el procedimiento de la misma forma que en la ocasiones anteriores para obtener las generaciones 3 y 4 (G3, G4).



2.2 Discuta sus resultados con sus compañeros de grupo con la guía del profesor.

¿Puede una mutación llegar a fijarse en un tiempo generacional breve ?

Considerando las tasas de mutación reales (10^{-6} a 10^{-8}) ¿qué esperaría que ocurriera si esta modelación se realizara con poblaciones de tamaño mayor (500 a 1000 habitantes) o infinitas ?

Actividad 3. Evaluando simultanea del efecto de la selección natural en presencia de mutación en poblaciones finitas.

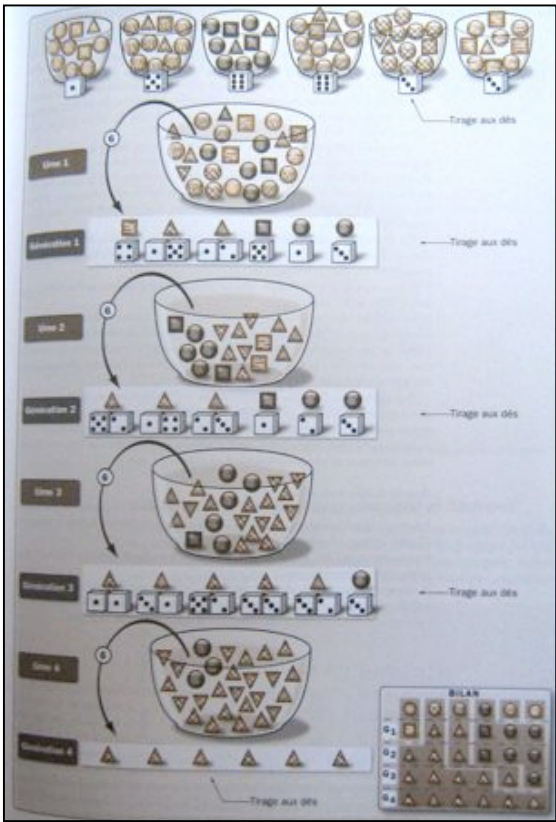
Selección natural Sobrevida y/o reproducción diferenciales debido a la presencia de variantes hereditarias, producidas al azar (mutaciones) que, en un contexto particular, resultan más favorables que otras.

La adecuación biológica (fitness darwiniano relativo) de un genotipo es la cantidad promedio de individuos de ese genotipo representados en las siguientes generaciones.

En esta actividad se busca conocer el efecto de la selección natural sobre las frecuencias génicas de poblaciones pequeñas, y determinar la relación entre selección y mutación.

3.1 Siga las indicaciones de su profesor para simular una población de tamaño pequeño valiéndose de los materiales proporcionados. Cada grupo cuenta con cuentas de collar de colores distintos que representan variantes fenotípicas en la población en un set de 6 vasos pequeños. Para simular la aparición de nuevas mutantes (mutantes ventajosas) en algunas de las variantes previas incluya una o dos cuentas de igual color pero punteadas en algunos de los seis vasos pequeños (elijas las que no ocupó en la actividad anterior). En este caso, en lugar de un dado estas cuentas "participarán" con dos dados en lugar uno por cada nueva tirada.

- Para iniciar la actividad valiéndose de un dado determine cuantos individuos (cuentas de collar) tomará de cada vaso (entre 1 y 6).
- Traslade las cuentas de collar según corresponda al vaso de color (población) para generar su población de partida.
- Saque desde el vaso sin mirar 6 individuos y registre en la hoja que se le entregó los colores de las cuentas para la generación 1 (G1).
- Tire el dado para determinar el número de descendientes que producirá cada individuo.
- En un segundo vaso de color construya la población según los eventos reproductivos que usted generó.
- Saque nuevamente desde el vaso sin mirar 6 individuos y registre en la hoja que se le entregó los colores de las cuentas para la generación 2 (G2).
- Tire nuevamente el dado para determinar el número de descendientes que producirá cada individuo.
- En un tercer vaso de color construya la población según los eventos reproductivos que usted generó.
- Repita el procedimiento de la misma forma que en la ocasiones anteriores para obtener las generaciones 3 y 4 (G3, G4).



3.2 Con la ayuda del programa *Populus* se simularan poblaciones de tamaño infinito y finito bajo diferentes condiciones de selección. De este modo usted podrá observar el efecto sobre las frecuencias genotípicas y génicas de diferentes magnitudes del valor adaptativo (fitness) relativo de los diversos genotipos.

Con ayuda del siguiente esquema, defina los conceptos de selección natural y adaptación como proceso y como resultado.

