



Javier Cañón

Selección genómica en programas de selección genética

Información genómica al servicio de la conservación de los recursos genéticos animales



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO

Genética mendeliana

Citogenética

Genética molecular

Genómica

Localización de genes
Mapas genéticos y físicos
Secuenciación completa del genoma
Caracterización de los "OMAS"

Genética de poblaciones

Genética cuantitativa





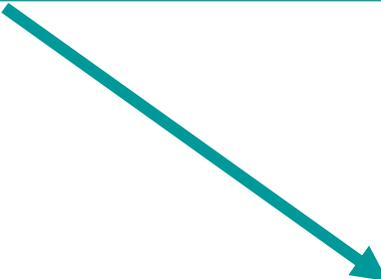
Genómica

Localización de genes
Mapas genéticos y físicos
Secuenciación completa del genoma
Caracterización de los "OMAS"



Genómica estructural

Localización de genes
Mapas genéticos y físicos
Secuenciación completa del genoma



Genómica funcional

Caracterización de los "OMAS":
Transcriptoma
Proteoma
Metaboloma
Interactoma
Localizoma

Genómica

```
graph TD; A[Genómica] --> B[Genómica estructural]; A --> C[Genómica funcional]; B --> D[Mapas Genómicos]; D --> E[Localización de Genes];
```

The diagram illustrates the structure of Genomics. At the top is 'Genómica'. Two arrows point downwards from it: one to 'Genómica estructural' and another to 'Genómica funcional'. From 'Genómica estructural', an arrow points down to 'Mapas Genómicos', which then points down to 'Localización de Genes'. 'Genómica funcional' lists several sub-fields: Transcriptoma, Proteoma, Metaboloma, Interactoma, and Localizoma. The background features a DNA double helix and molecular models.

Genómica estructural

Localización de genes
Mapas genéticos y físicos
Secuenciación completa del genoma

Mapas Genómicos

Localización de Genes

Genómica funcional

Caracterización de los "OMAS":
Transcriptoma
Proteoma
Metaboloma
Interactoma
Localizoma

Aplicaciones de los Mapas Genómicos

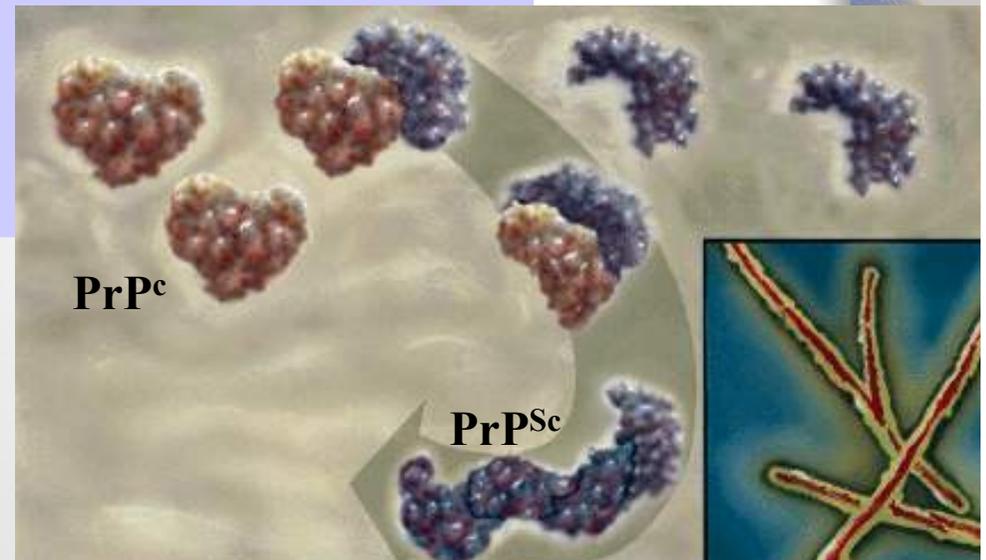
Localización de genes

Ej.: QTL → Mutación causal

Aplicaciones de los Mapas Genómicos

Localización de genes

Ej.: *PrP*



Aplicaciones de los Mapas

Localización de genes

npg © 1997 Nature Publishing Group <http://www.nature.com/naturegenetics>

letter

A deletion in the bovine myostatin gene causes the double-muscled phenotype in cattle

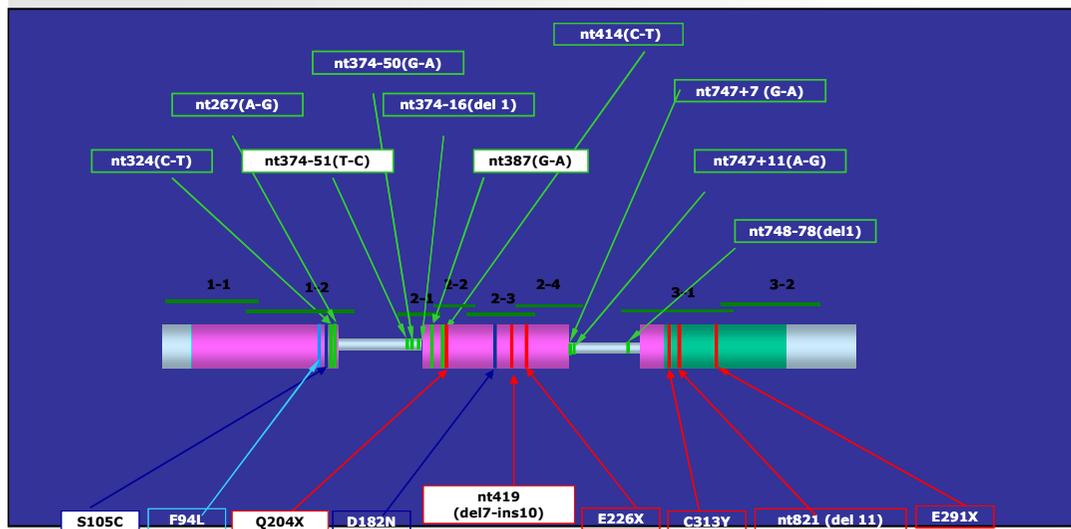


fig. 1 Double-muscled Belgian Blue animal homozygous for the *nt821del(11)* deletion in the myostatin gene.

Aplicaciones de los Mapas

Barridos genómicos

This year has seen an explosion of publications reporting results of genome-wide association studies (GWAS). The ability of these studies to deliver what has been promised for some time can be traced back to the availability of both the human genome sequence and the HapMap, as well as improvements in genotyping technologies; for example, see *Nature Review Genetics* **7**, 632–644 (2006) and *Nature* **447**, 655–660 (2007).



technologies; for example, see *Nature Review Genetics* **7**, 632–644 (2006) and *Nature* **447**, 655–660 (2007).

So far, the most impressive results of GWAS have been in type 2 diabetes, Crohn disease, prostate cancer and some neurological diseases. In a Progress article on page 657, Timothy Frayling discusses GWAS of genetic variants that predispose towards type 2 diabetes, focusing on six recent studies. As he points out, in many ways the impressive success has been surprising in this case — by comparison with other complex diseases,

Aplicaciones de los Mapas Genómicos

Selección asistida por marcadores

Copyright © 1990 by the Genetics Society of America

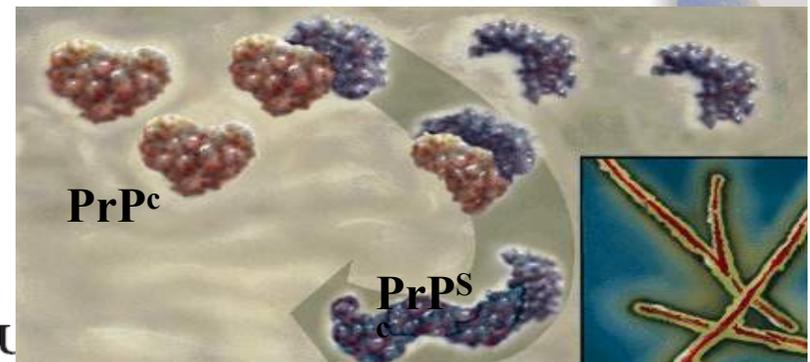
I Efficiency of Marker-Assisted Selection in the Improvement of Quantitative Traits

Russell Lande* and Robin Thompson†

Copyright © 2001 by the Genetics Society of America

Prediction of Total Genetic Value U

I
T. H. E. Meuwissen,* B. J. Hayes† and M. E. Goddard†‡



Genómica

```
graph TD; A[Genómica] --> B[Genómica estructural]; B --> C[Secuenciación completa del genoma]; C --> D[Mapas densos de marcadores]; D --> E[Selección asistida por marcadores]; E --> F[Selección genómica];
```

The diagram is a vertical flowchart. At the top is a teal rounded rectangle containing the word 'Genómica' in blue. A teal arrow points down to another teal rounded rectangle containing 'Genómica estructural' in blue. Below this, a brown arrow points down to the text 'Secuenciación completa del genoma' in brown. Another brown arrow points down to 'Mapas densos de marcadores' in brown. A third brown arrow points down to 'Selección asistida por marcadores' in brown. Finally, a fourth brown arrow points down to 'Selección genómica' in brown. The background features a decorative border on the right side consisting of a series of blue and white spheres, and some faint molecular structures on the left.

Genómica estructural

Secuenciación completa del genoma

Mapas densos de marcadores

Selección asistida por marcadores

Selección genómica

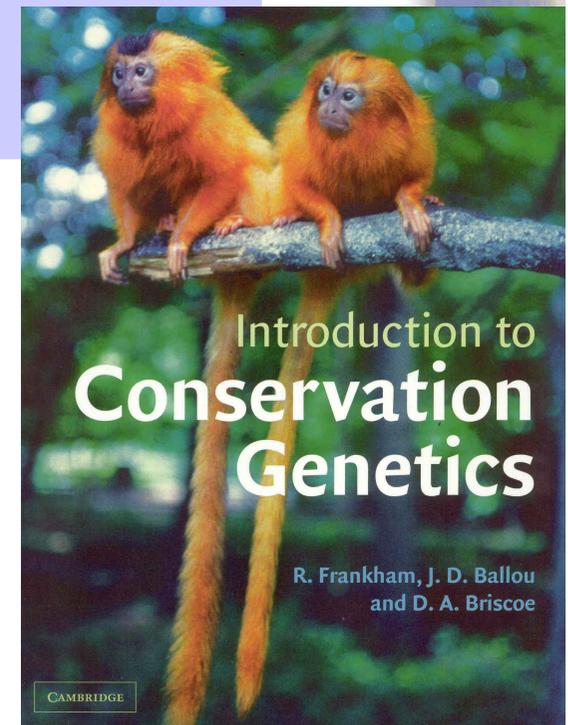
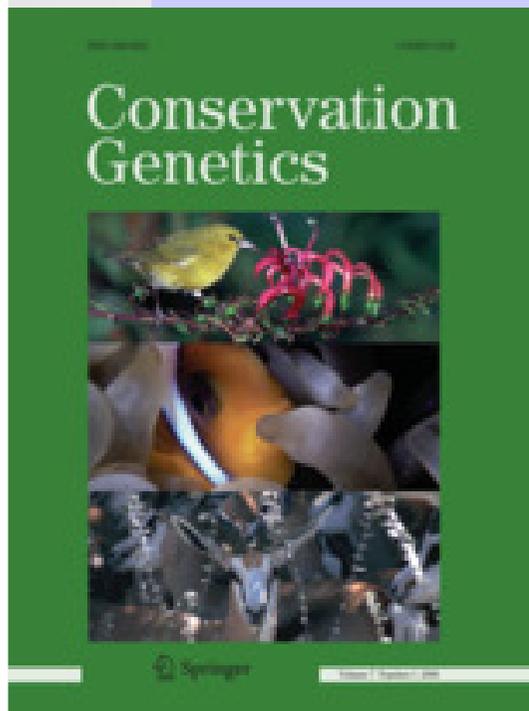


Genética de la Conservación

Mantenimiento de la diversidad genética
entre y dentro de poblaciones

Genética de la Conservación

Disciplina emergente



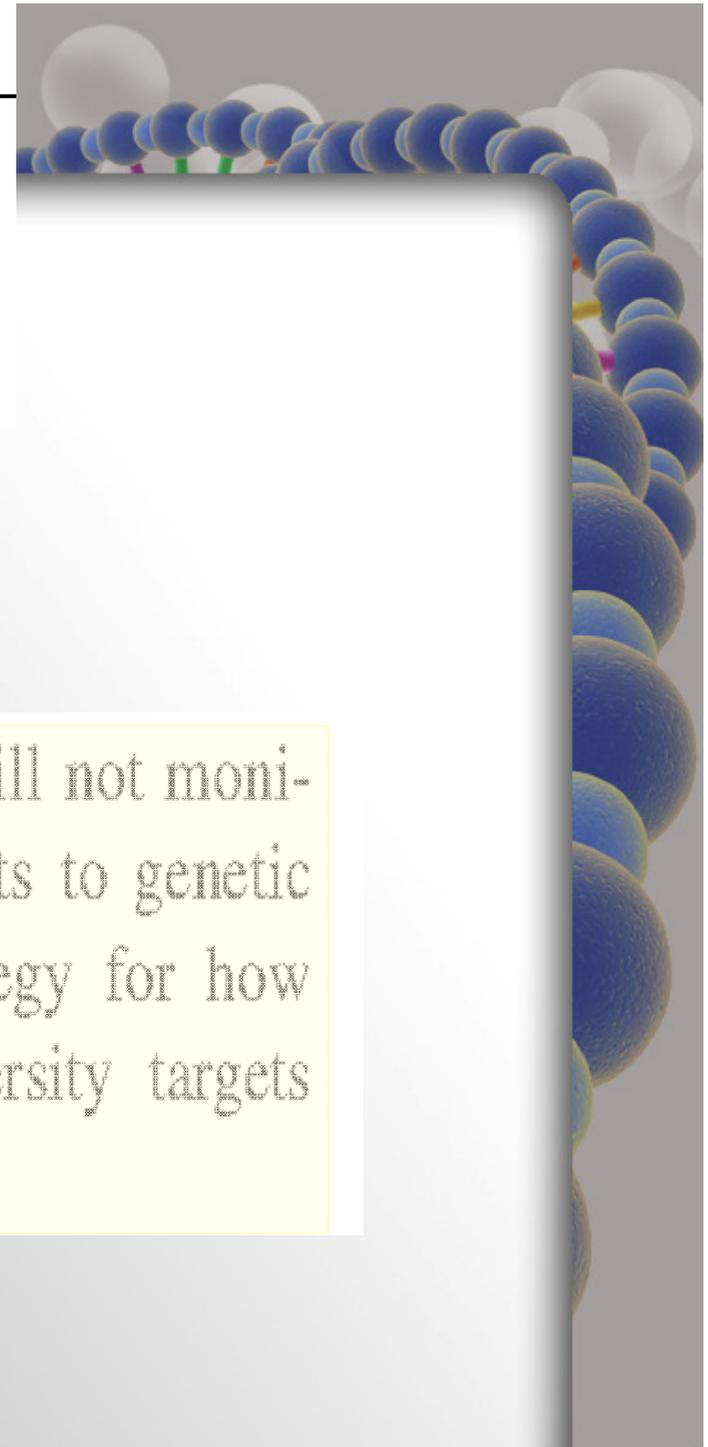
Genetic diversity is overlooked in international conservation policy implementation

Linda Laikre

Abstract The importance of genetic variation for maintaining biological diversity and evolutionary processes has been recognized by researchers for decades. This realization has prompted agreements by world leaders to conserve genetic diversity, and this is an explicit goal of the Convention on Biological Diversity (CBD). Nevertheless, very limited action has been taken to protect genetic diversity on

However, gene level diversity is still not monitored, indicators that can help identify threats to genetic variation are missing, and there is no strategy for how genetic aspects can be included in biodiversity targets beyond 2010.

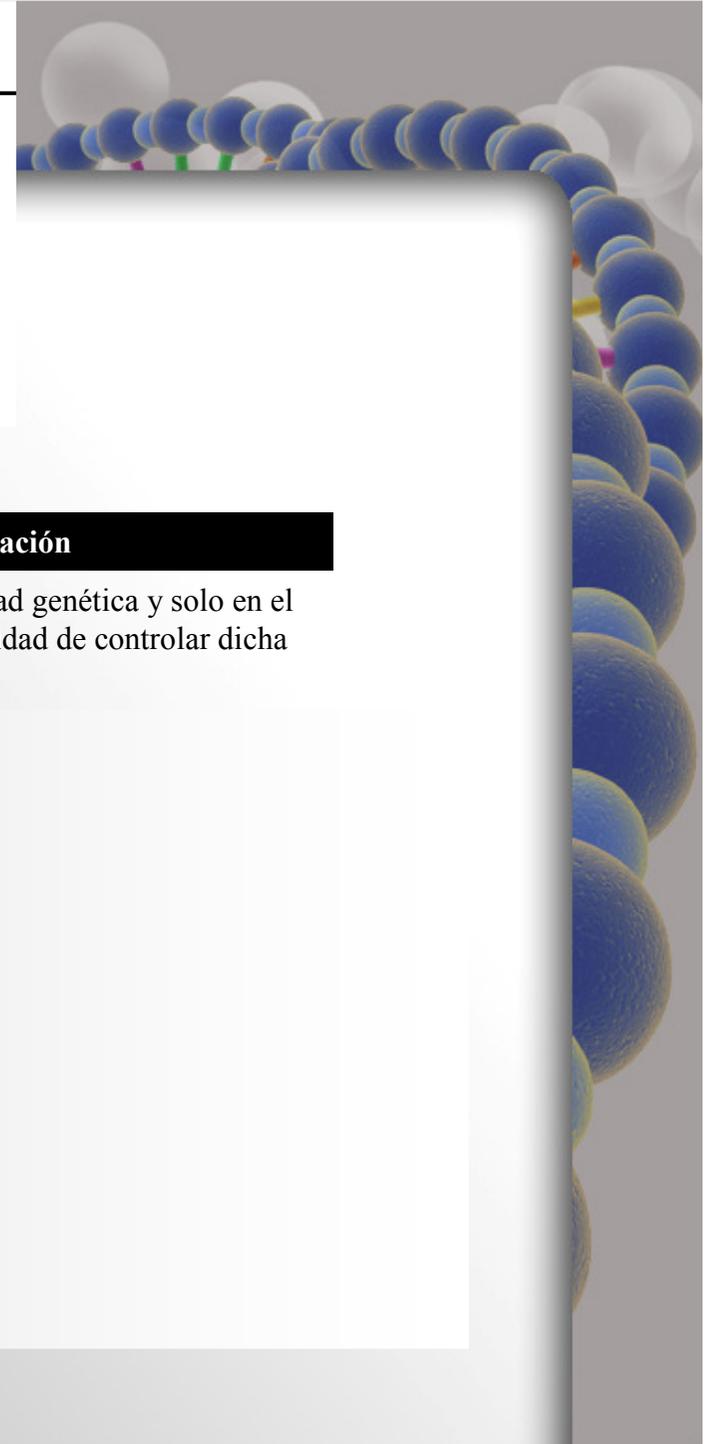
conservation geneticists worldwide to become involved in policy and practical conservation work beyond the universities and research institutions.



Genetic diversity is overlooked in international conservation policy implementation

Linda Laikre

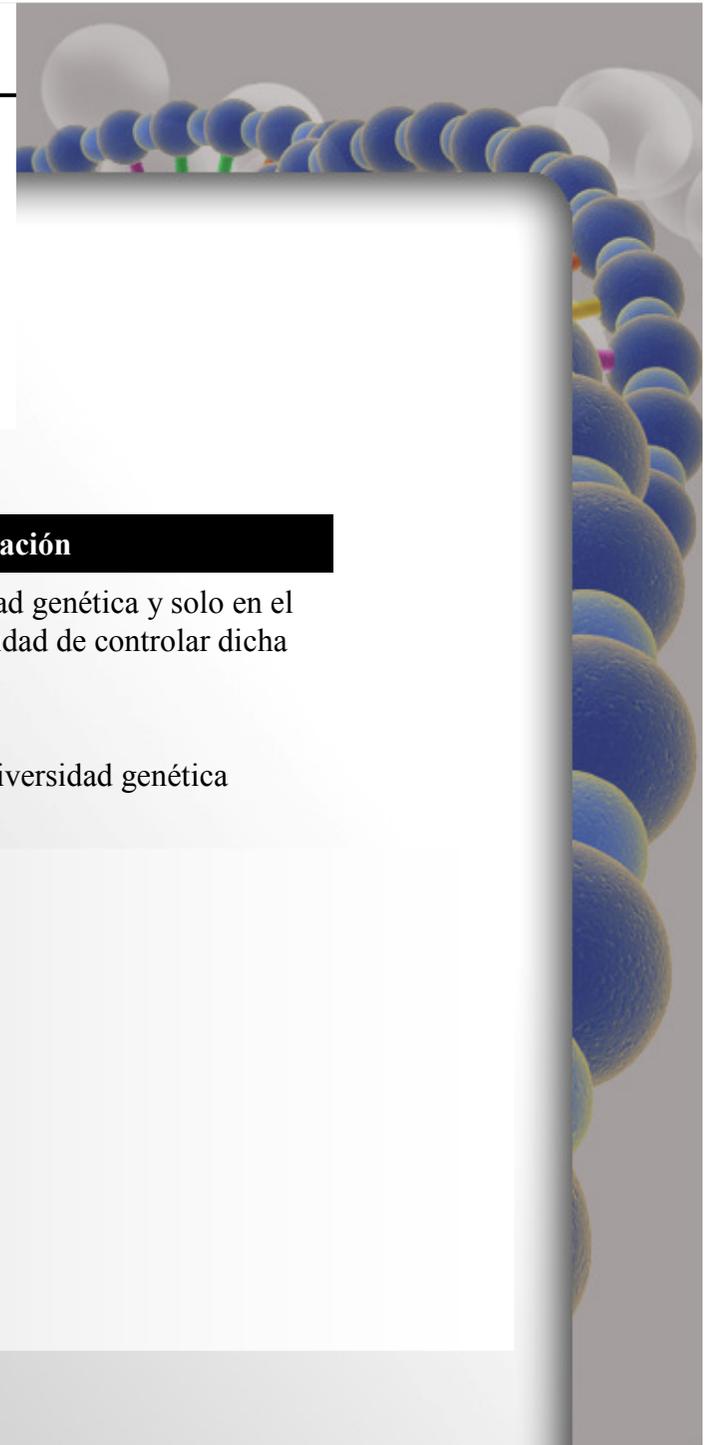
Institución/Acción	Observación
Estrategias Nacionales de Biodiversidad y Planes de Acción (NBSAPs)	30 % no incluyen diversidad genética y solo en el 20 % se reconoce la necesidad de controlar dicha diversidad



Genetic diversity is overlooked in international conservation policy implementation

Linda Laikre

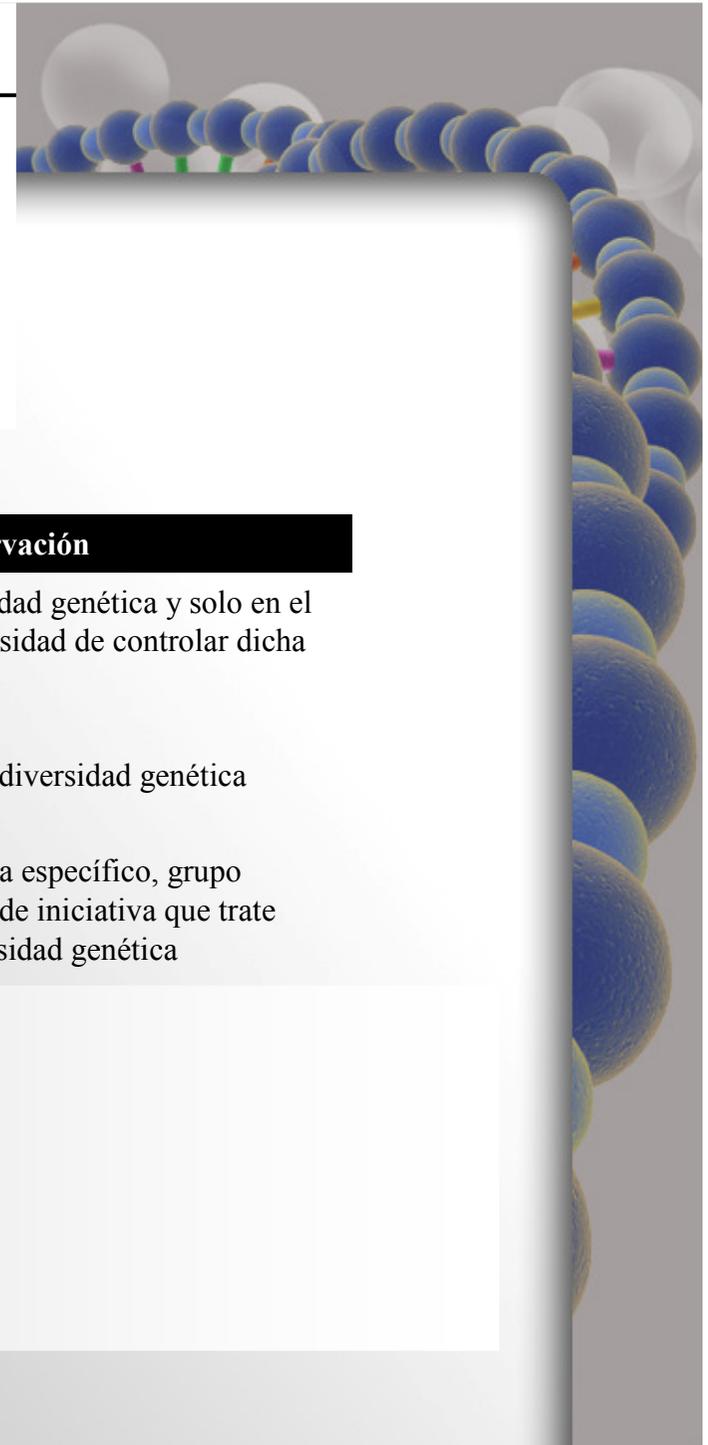
Institución/Acción	Observación
Estrategias Nacionales de Biodiversidad y Planes de Acción (NBSAPs)	30 % no incluyen diversidad genética y solo en el 20 % se reconoce la necesidad de controlar dicha diversidad
Centro de Seguimiento de la Conservación del Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas (UNEP-WCMC)	El centro no se ocupa de diversidad genética



Genetic diversity is overlooked in international conservation policy implementation

Linda Laikre

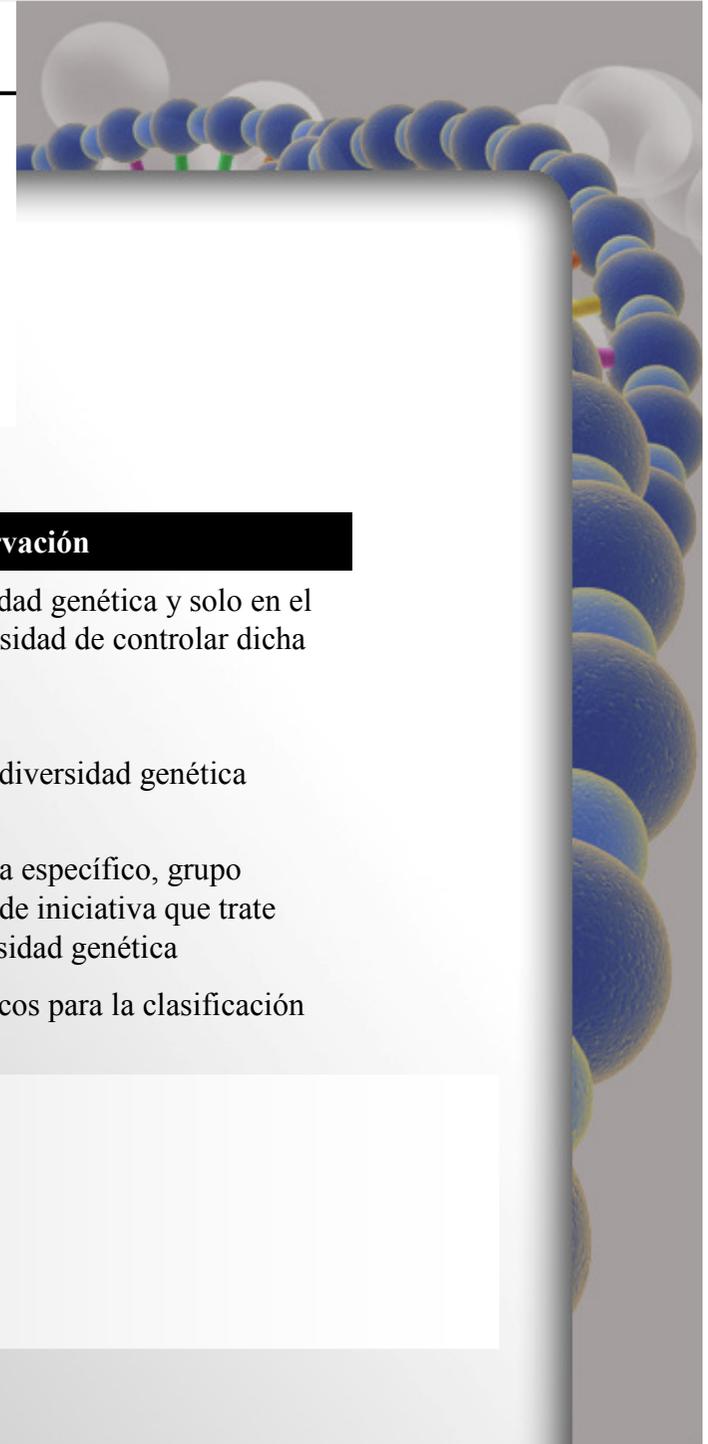
Institución/Acción	Observación
Estrategias Nacionales de Biodiversidad y Planes de Acción (NBSAPs)	30 % no incluyen diversidad genética y solo en el 20 % se reconoce la necesidad de controlar dicha diversidad
Centro de Seguimiento de la Conservación del Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas (UNEP-WCMC)	El centro no se ocupa de diversidad genética
Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN)	No tiene ningún programa específico, grupo especializado u otro tipo de iniciativa que trate específicamente de diversidad genética



Genetic diversity is overlooked in international conservation policy implementation

Linda Laikre

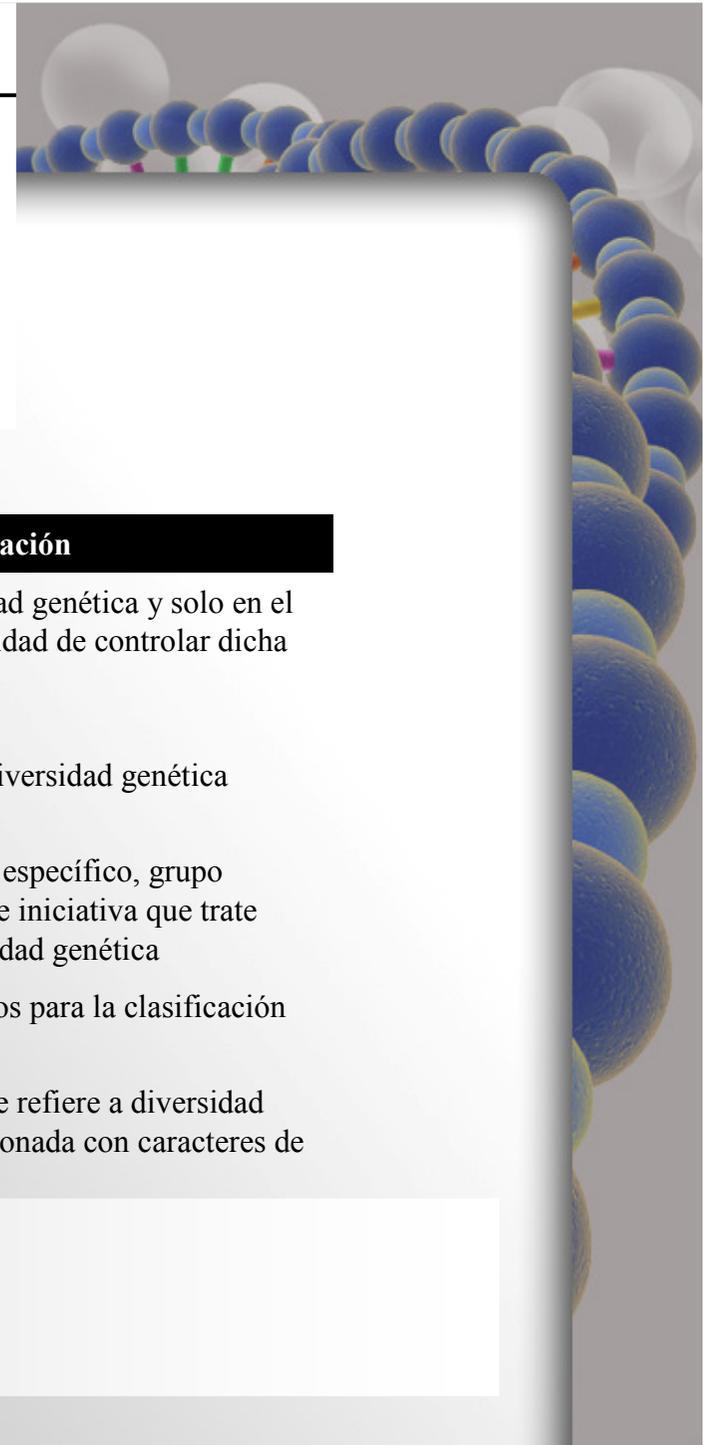
Institución/Acción	Observación
Estrategias Nacionales de Biodiversidad y Planes de Acción (NBSAPs)	30 % no incluyen diversidad genética y solo en el 20 % se reconoce la necesidad de controlar dicha diversidad
Centro de Seguimiento de la Conservación del Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas (UNEP-WCMC)	El centro no se ocupa de diversidad genética
Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN)	No tiene ningún programa específico, grupo especializado u otro tipo de iniciativa que trate específicamente de diversidad genética
Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN	No existe criterios genéticos para la clasificación del grado de amenaza



Genetic diversity is overlooked in international conservation policy implementation

Linda Laikre

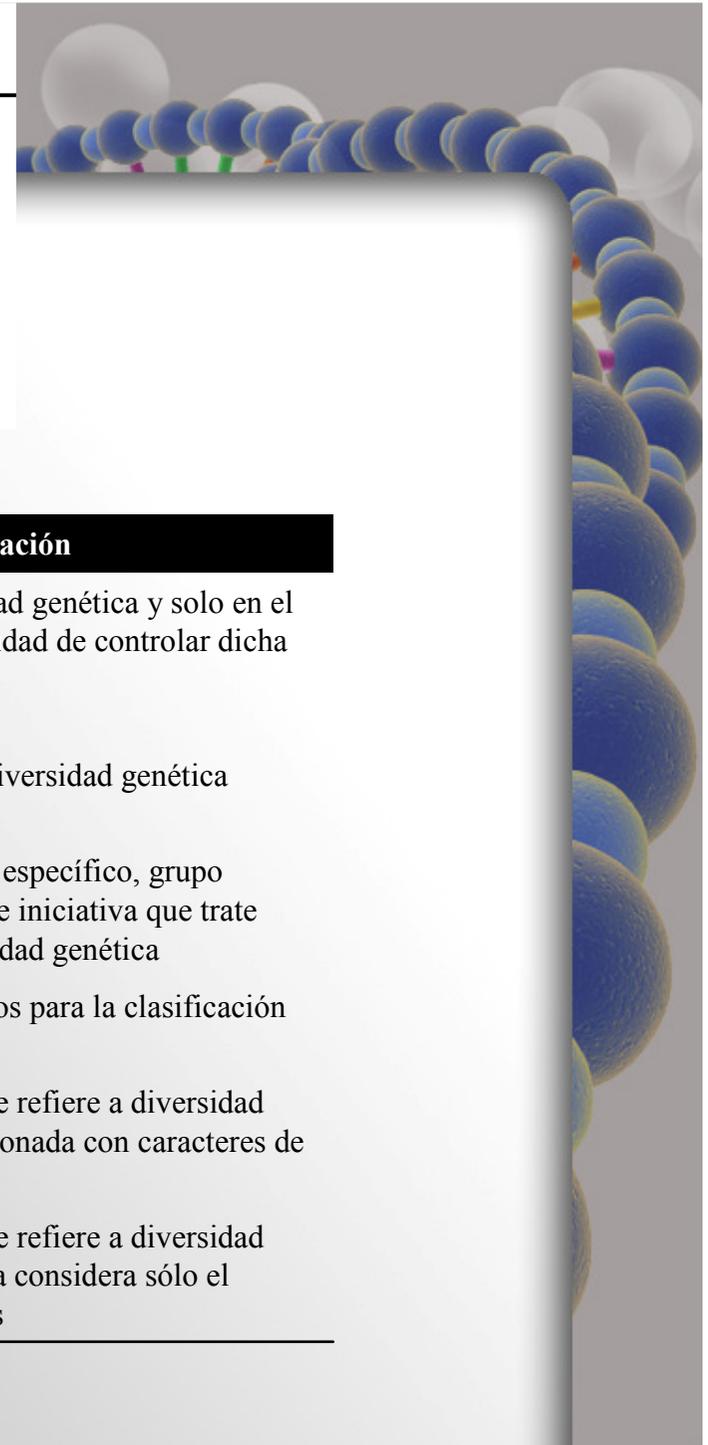
Institución/Acción	Observación
Estrategias Nacionales de Biodiversidad y Planes de Acción (NBSAPs)	30 % no incluyen diversidad genética y solo en el 20 % se reconoce la necesidad de controlar dicha diversidad
Centro de Seguimiento de la Conservación del Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas (UNEP-WCMC)	El centro no se ocupa de diversidad genética
Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN)	No tiene ningún programa específico, grupo especializado u otro tipo de iniciativa que trate específicamente de diversidad genética
Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN	No existe criterios genéticos para la clasificación del grado de amenaza
Indicadores de Biodiversidad Global	Sólo 1 de 22 indicadores se refiere a diversidad genética, y sólo a la relacionada con caracteres de importancia económica



Genetic diversity is overlooked in international conservation policy implementation

Linda Laikre

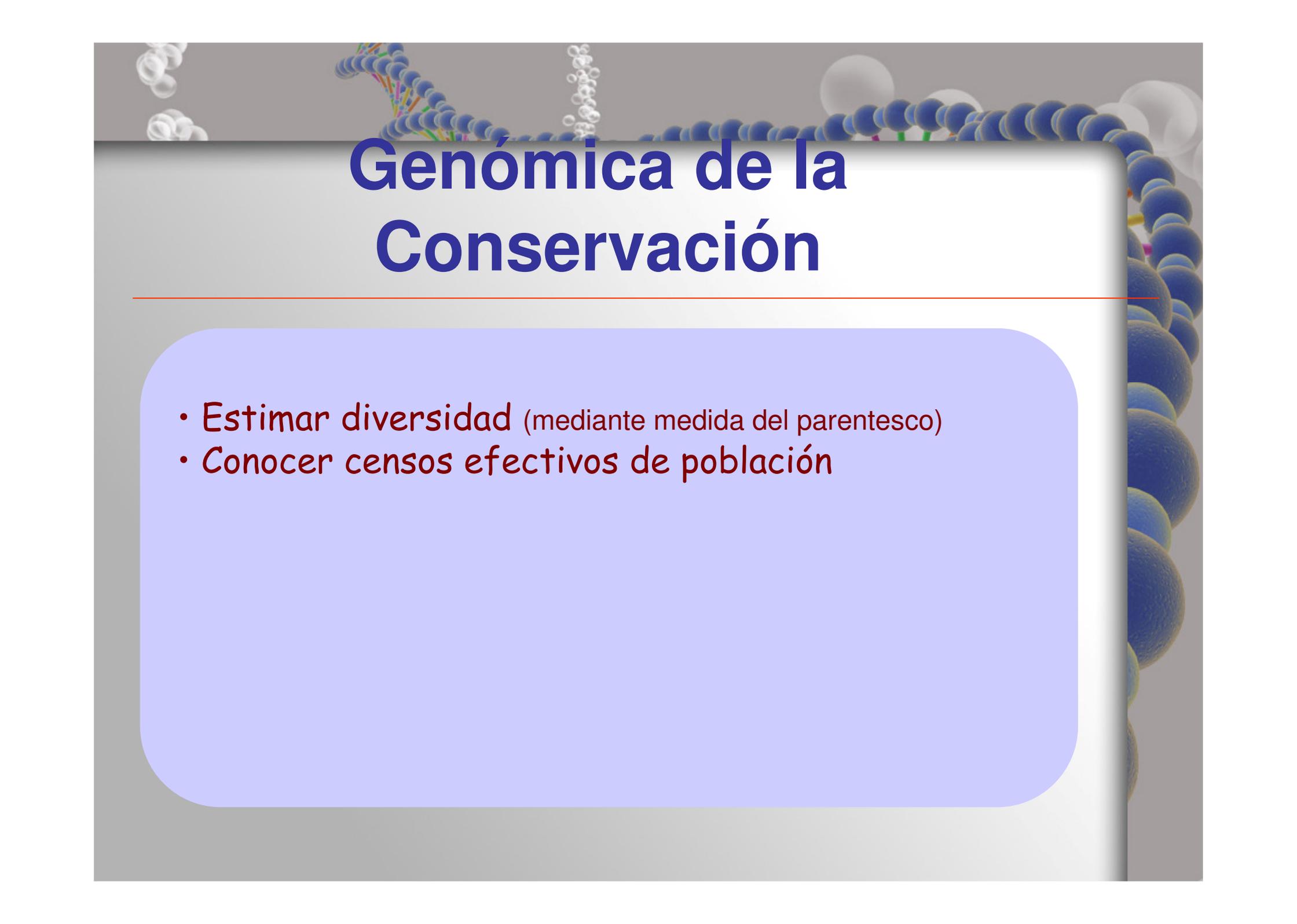
Institución/Acción	Observación
Estrategias Nacionales de Biodiversidad y Planes de Acción (NBSAPs)	30 % no incluyen diversidad genética y solo en el 20 % se reconoce la necesidad de controlar dicha diversidad
Centro de Seguimiento de la Conservación del Programa de Medio Ambiente de las Naciones Unidas (UNEP-WCMC)	El centro no se ocupa de diversidad genética
Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN)	No tiene ningún programa específico, grupo especializado u otro tipo de iniciativa que trate específicamente de diversidad genética
Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN	No existe criterios genéticos para la clasificación del grado de amenaza
Indicadores de Biodiversidad Global	Sólo 1 de 22 indicadores se refiere a diversidad genética, y sólo a la relacionada con caracteres de importancia económica
Racionalización de los Indicadores de la Biodiversidad Europea 2010	Sólo 1 de 26 indicadores se refiere a diversidad genética, que en la práctica considera sólo el número de razas ganaderas





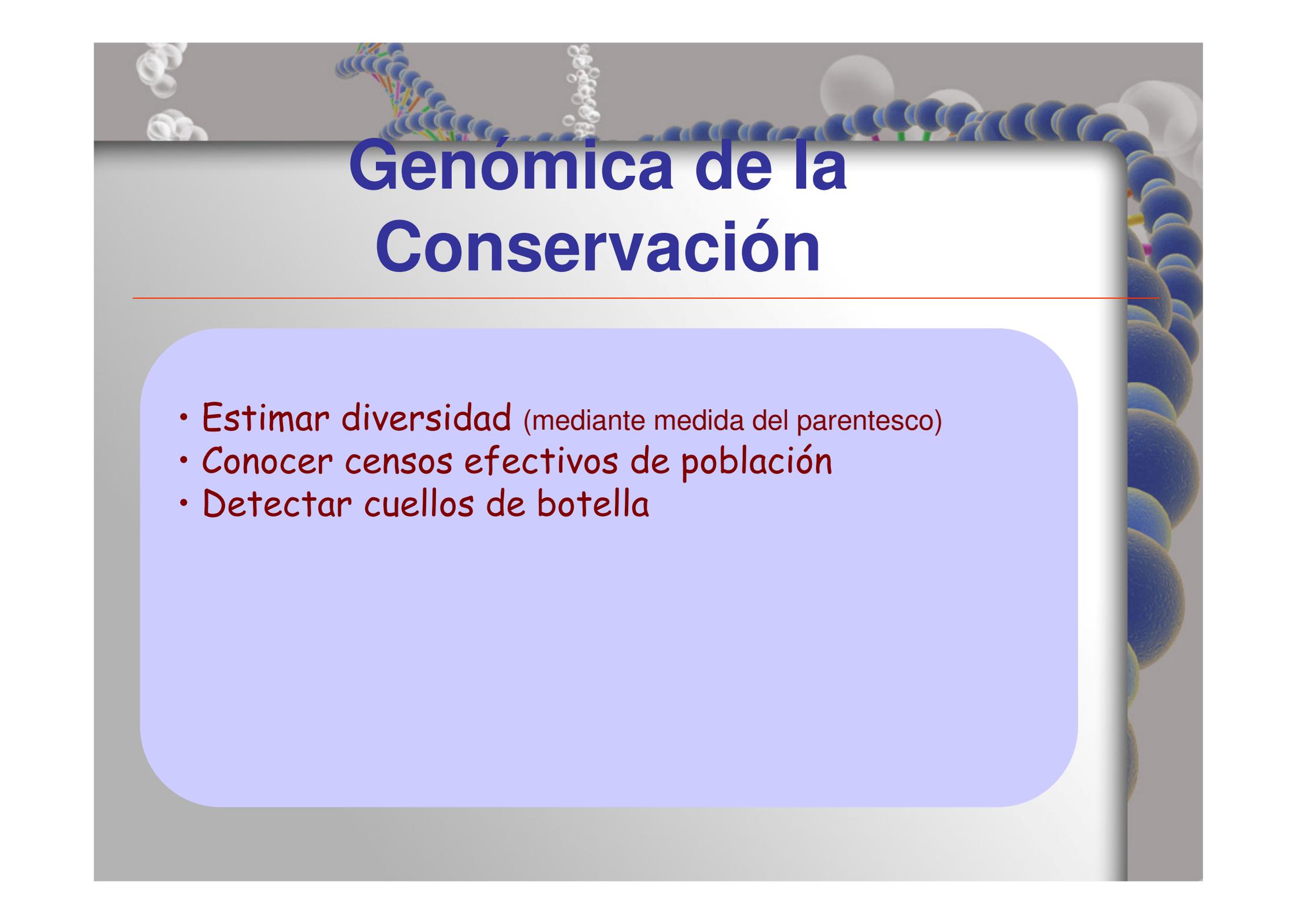
Genómica de la Conservación

- **Estimar diversidad** (mediante medida del parentesco)



Genómica de la Conservación

- **Estimar diversidad** (mediante medida del parentesco)
- **Conocer censos efectivos de población**



Genómica de la Conservación

- Estimar diversidad (mediante medida del parentesco)
- Conocer censos efectivos de población
- Detectar cuellos de botella



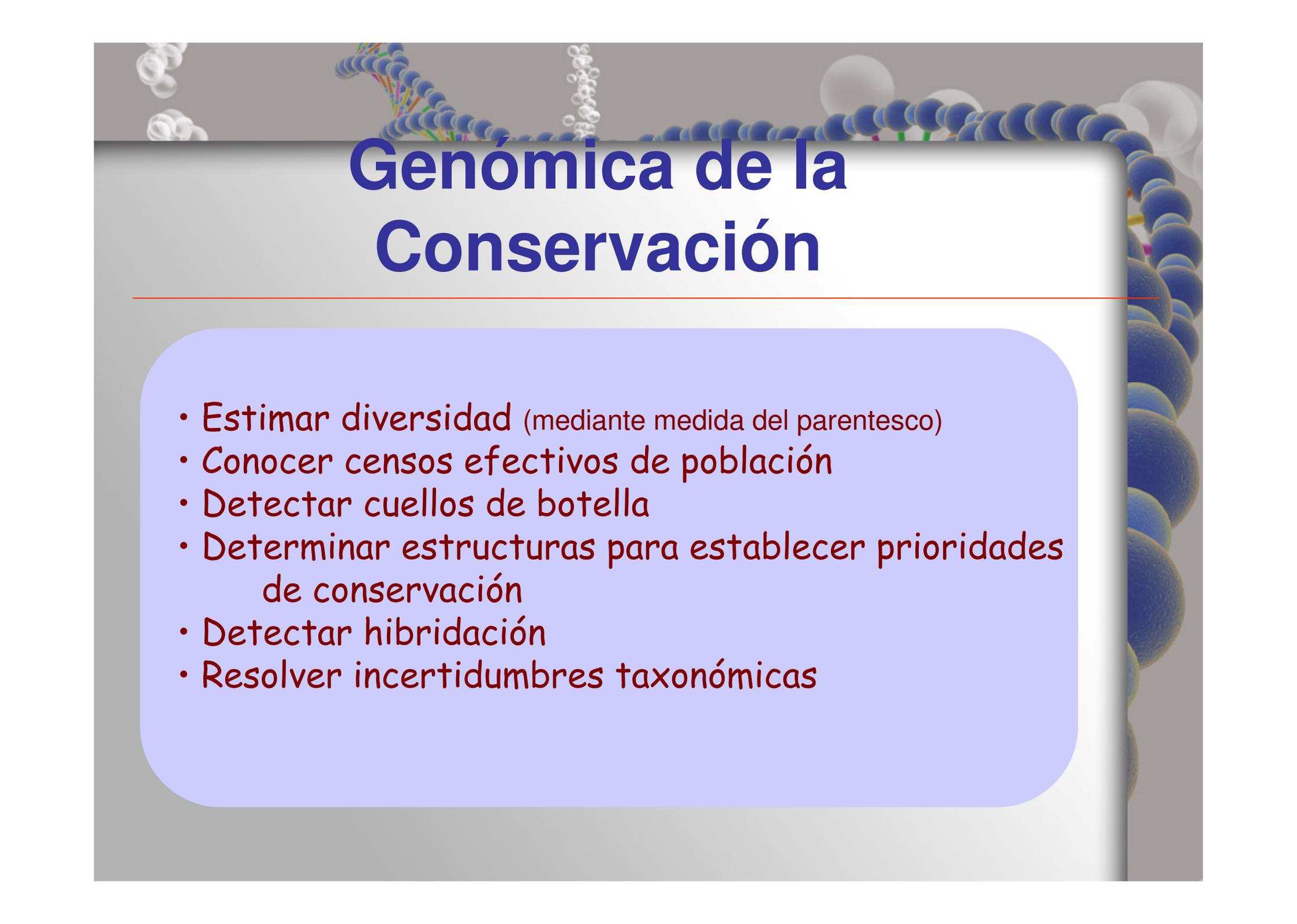
Genómica de la Conservación

- Estimar diversidad (mediante medida del parentesco)
- Conocer censos efectivos de población
- Detectar cuellos de botella
- Determinar estructuras para establecer prioridades de conservación



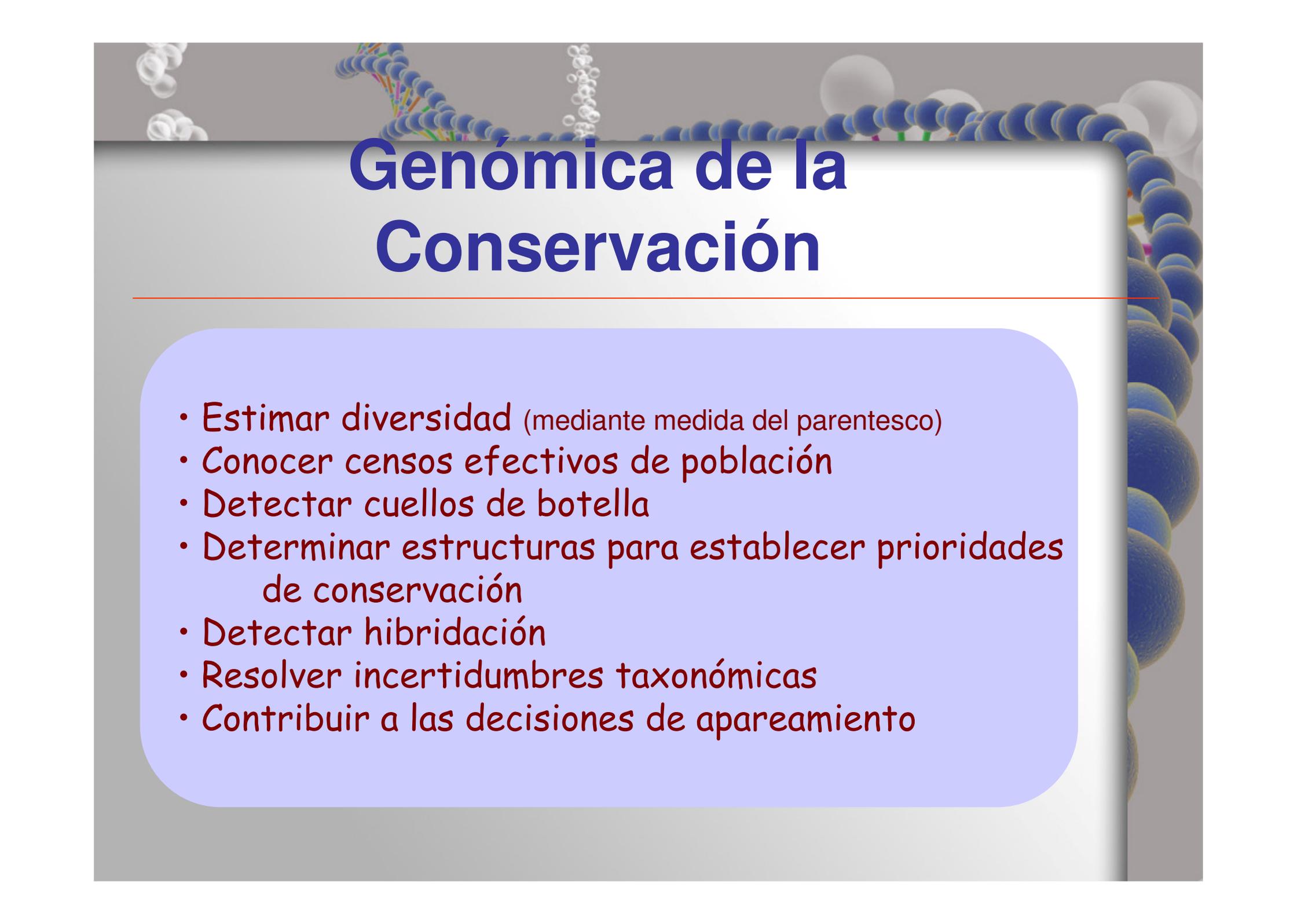
Genómica de la Conservación

- Estimar diversidad (mediante medida del parentesco)
- Conocer censos efectivos de población
- Detectar cuellos de botella
- Determinar estructuras para establecer prioridades de conservación
- Detectar hibridación



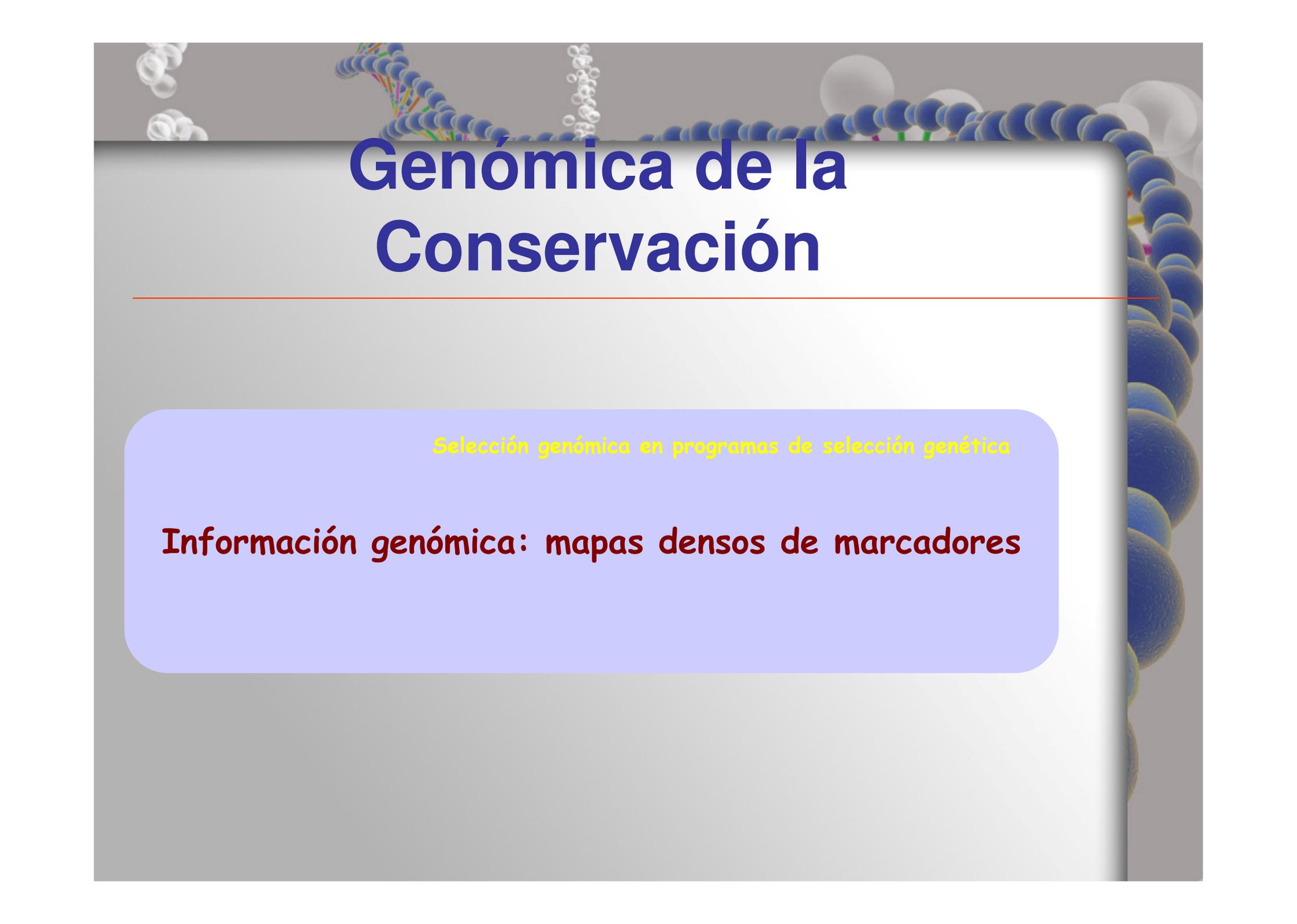
Genómica de la Conservación

- Estimar diversidad (mediante medida del parentesco)
- Conocer censos efectivos de población
- Detectar cuellos de botella
- Determinar estructuras para establecer prioridades de conservación
- Detectar hibridación
- Resolver incertidumbres taxonómicas



Genómica de la Conservación

- Estimar diversidad (mediante medida del parentesco)
- Conocer censos efectivos de población
- Detectar cuellos de botella
- Determinar estructuras para establecer prioridades de conservación
- Detectar hibridación
- Resolver incertidumbres taxonómicas
- Contribuir a las decisiones de apareamiento



Genómica de la Conservación

Selección genómica en programas de selección genética

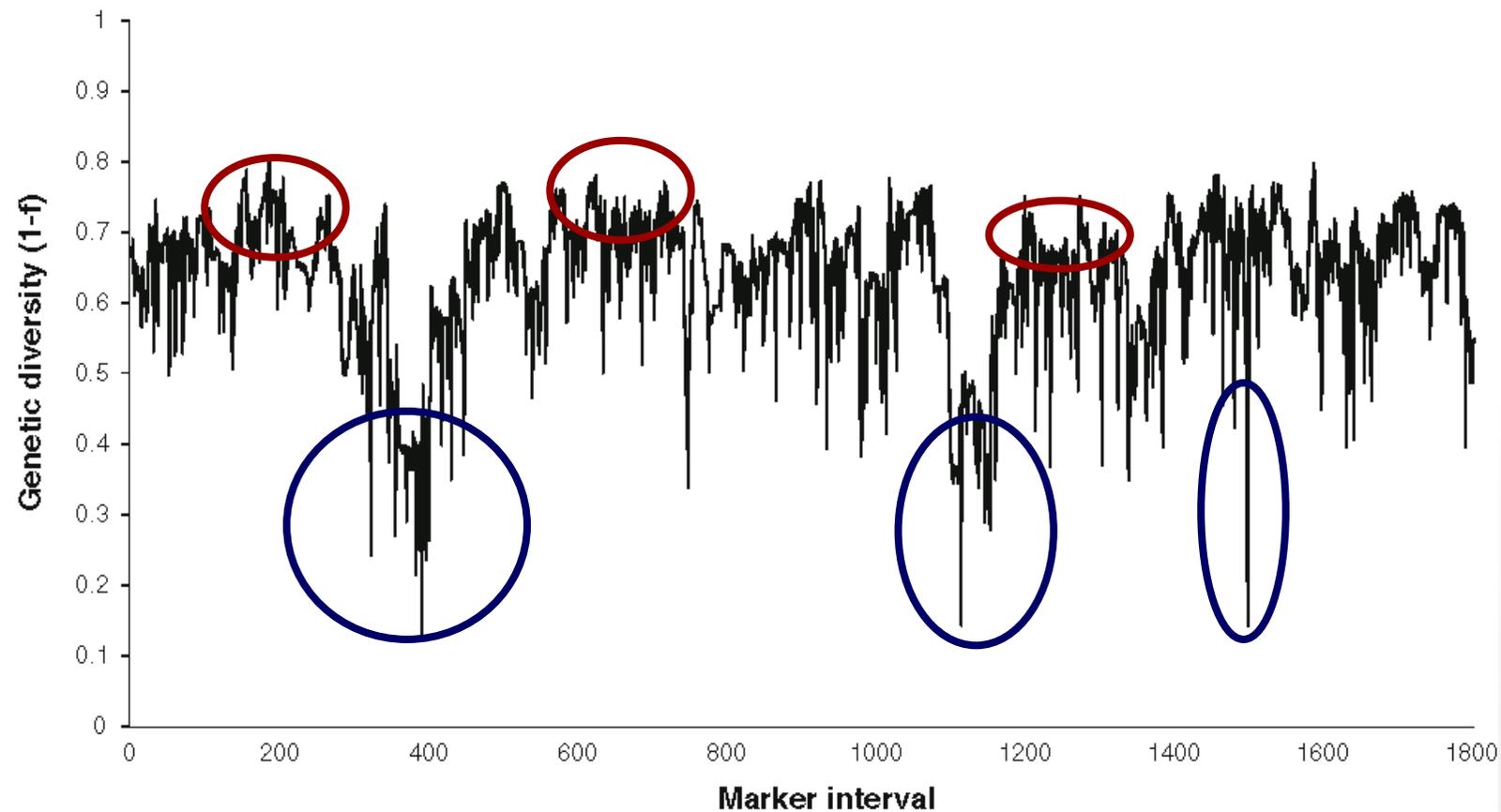
Información genómica: mapas densos de marcadores

Genómica de la Conservación

Estimar diversidad mediante medida del parentesco

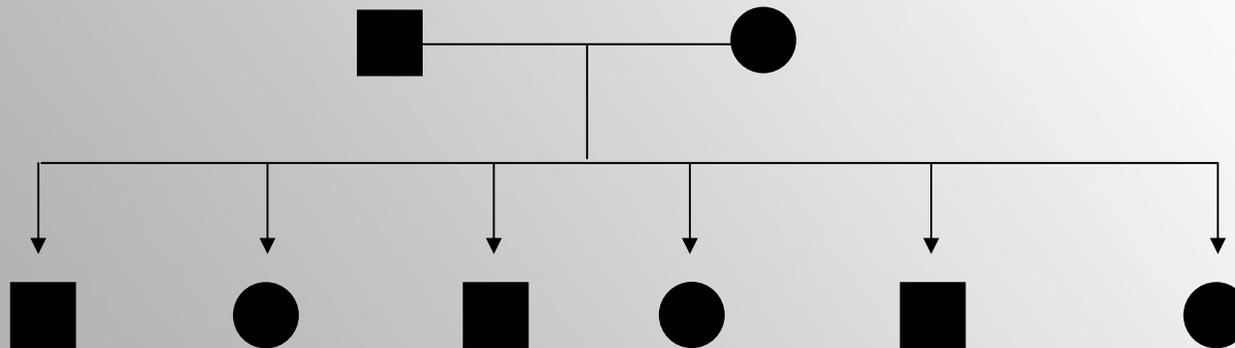
$$r = \sqrt{\frac{m}{n}}$$

Genómica de la Conservación



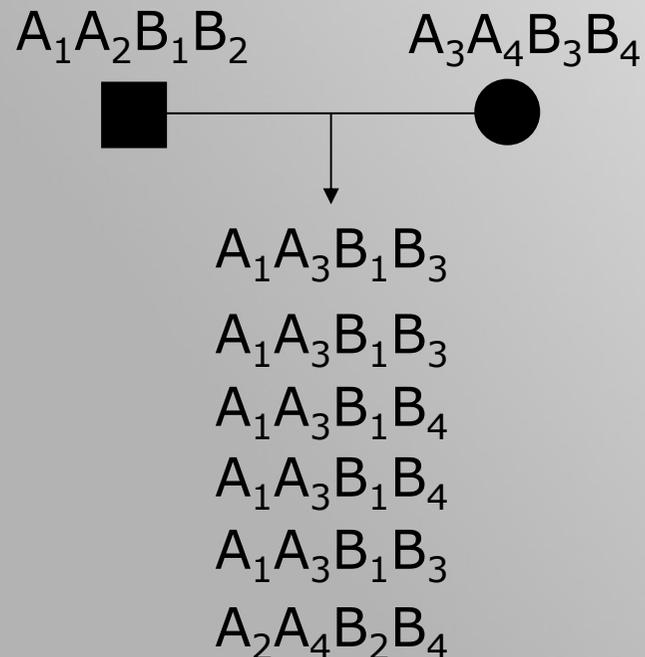
Genómica de la Conservación

Minimizar la pérdida de diversidad genética (Muestreo mendeliano, endogamia, deriva, y censo efectivo)



Genómica de la Conservación

Minimizar la pérdida de diversidad genética (Muestreo mendeliano, endogamia, deriva, y censo efectivo)



$$\text{frec}(A_1) = 0,25$$



$$\text{frec}(A_1) = 0,42$$

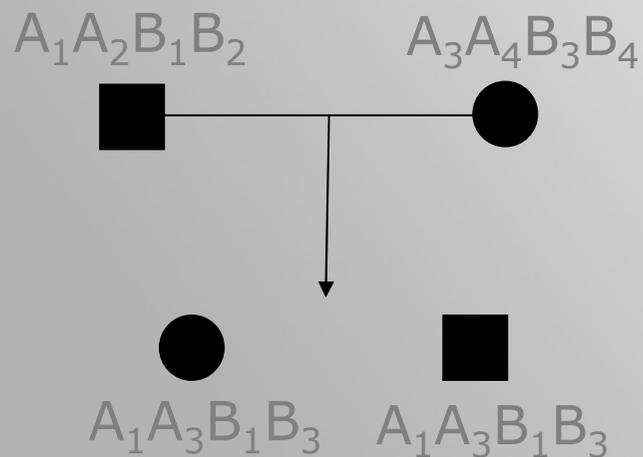
$$\text{frec}(B_4) = 0,25$$



$$\text{frec}(B_4) = 0,08$$

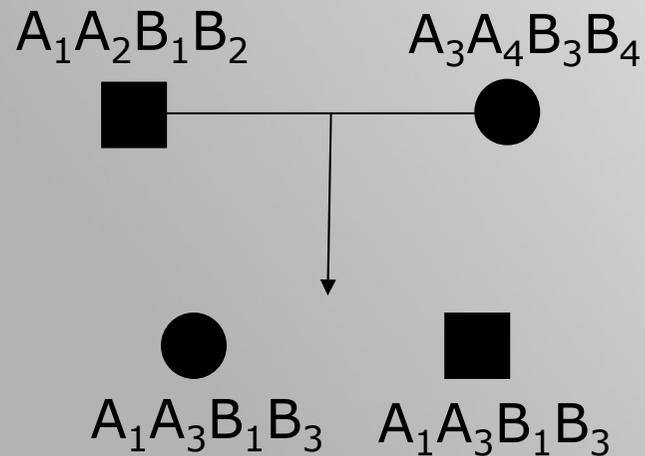
Genómica de la Conservación

Minimizar la pérdida de diversidad genética (Muestreo mendeliano, endogamia, deriva, y censo efectivo)



Genómica de la Conservación

Minimizar la pérdida de diversidad genética (Muestreo mendeliano, endogamia, deriva, y censo efectivo)



$$\text{frec}(A_1) = 0,25$$



$$\text{frec}(A_1) = 0,50$$

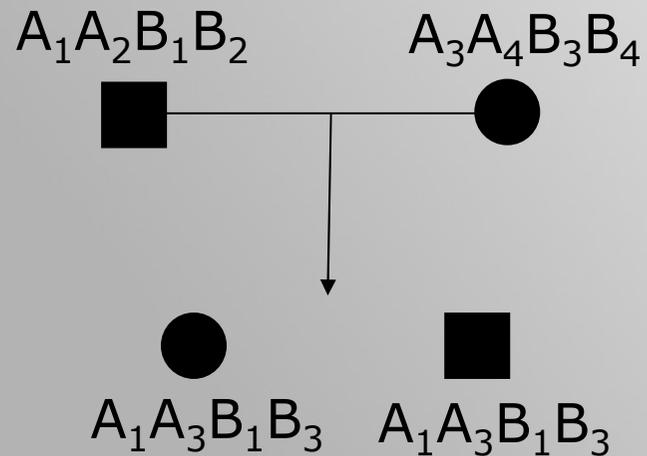
$$\text{frec}(B_4) = 0,25$$



$$\text{frec}(B_4) = 0,00$$

Genómica de la Conservación

Minimizar la pérdida de diversidad genética (Muestreo mendeliano, endogamia, deriva, y censo efectivo)



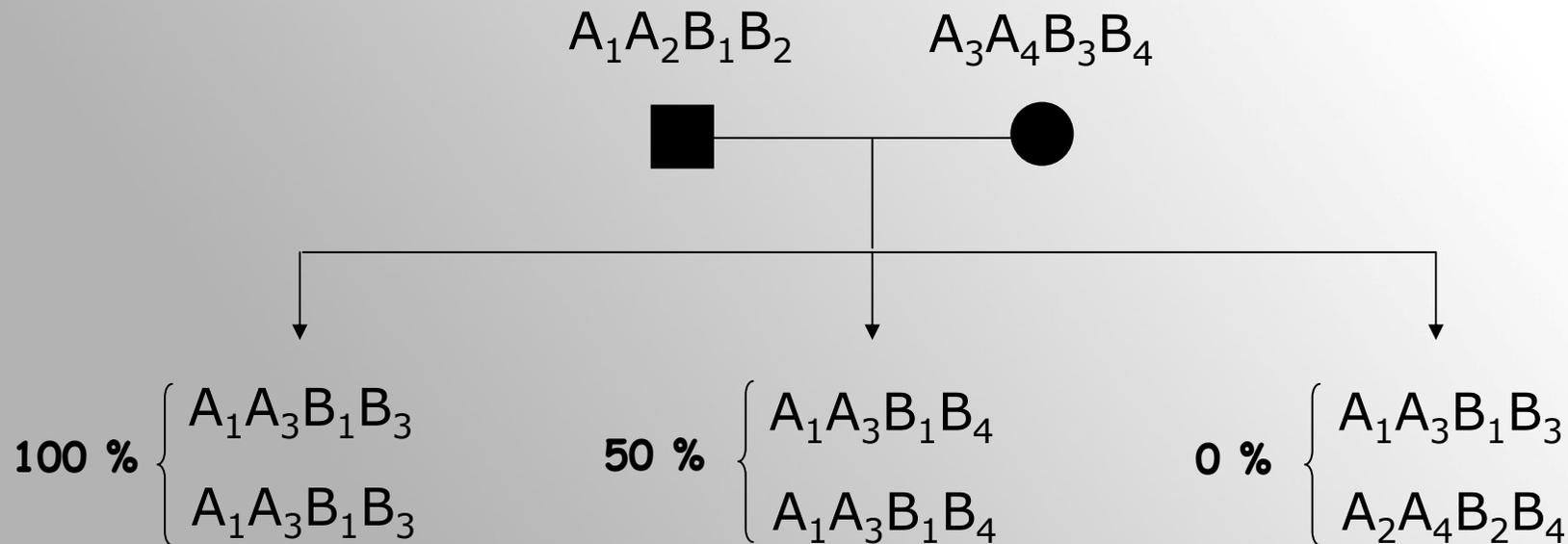
Riqueza alélica = 8



Riqueza alélica = 4

Genómica de la Conservación

Minimizar la pérdida de diversidad genética (Muestreo mendeliano, endogamia, deriva, y censo efectivo)



Genómica de la Conservación

Minimizar la pérdida de diversidad genética (Muestreo mendeliano, endogamia, deriva, y censo efectivo)

$A_1A_2B_1B_2$ $A_3A_4B_3B_4$



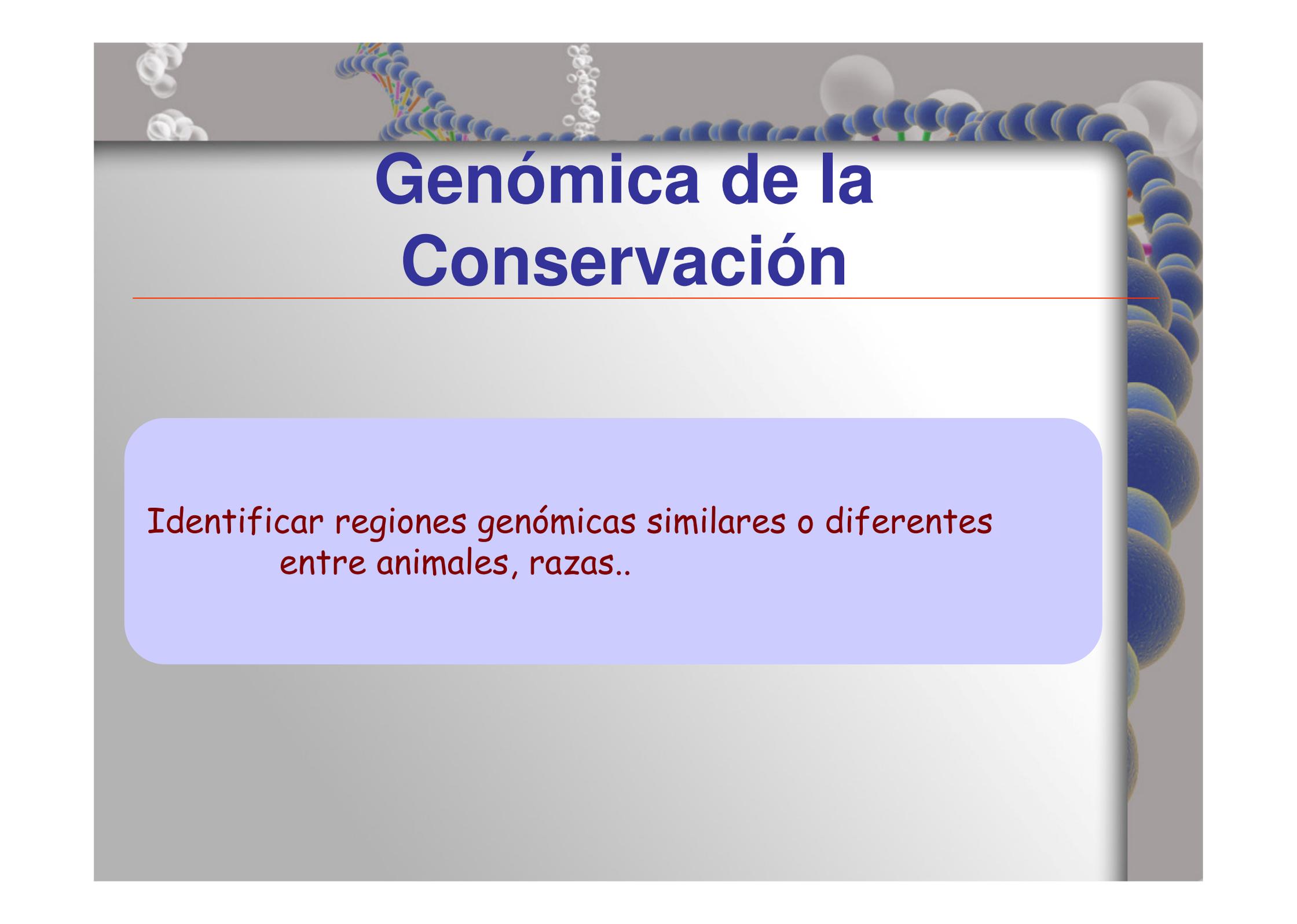
$A_1A_3B_1B_3$

$A_2A_4B_2B_4$

Riqueza alélica = 8



Riqueza alélica = 8

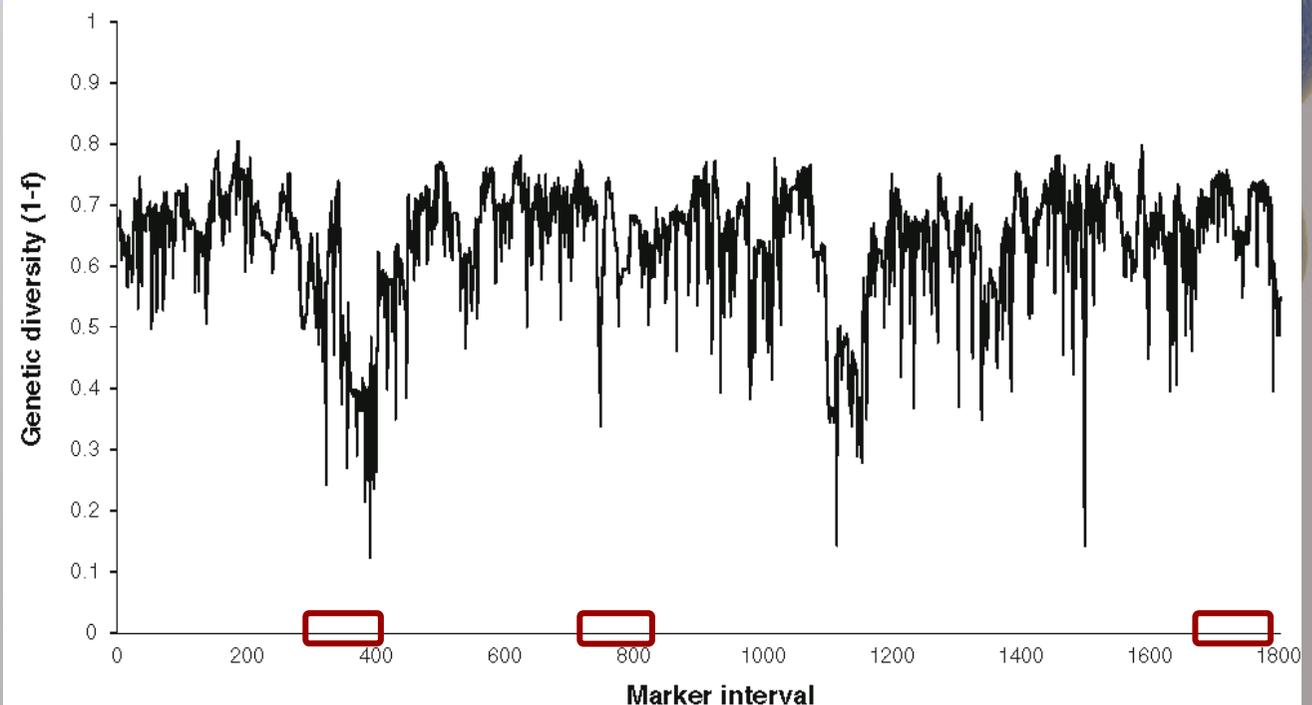


Genómica de la Conservación

Identificar regiones genómicas similares o diferentes entre animales, razas..

Genómica de la Conservación

Seguimiento de procesos implicados en generación y pérdida de diversidad

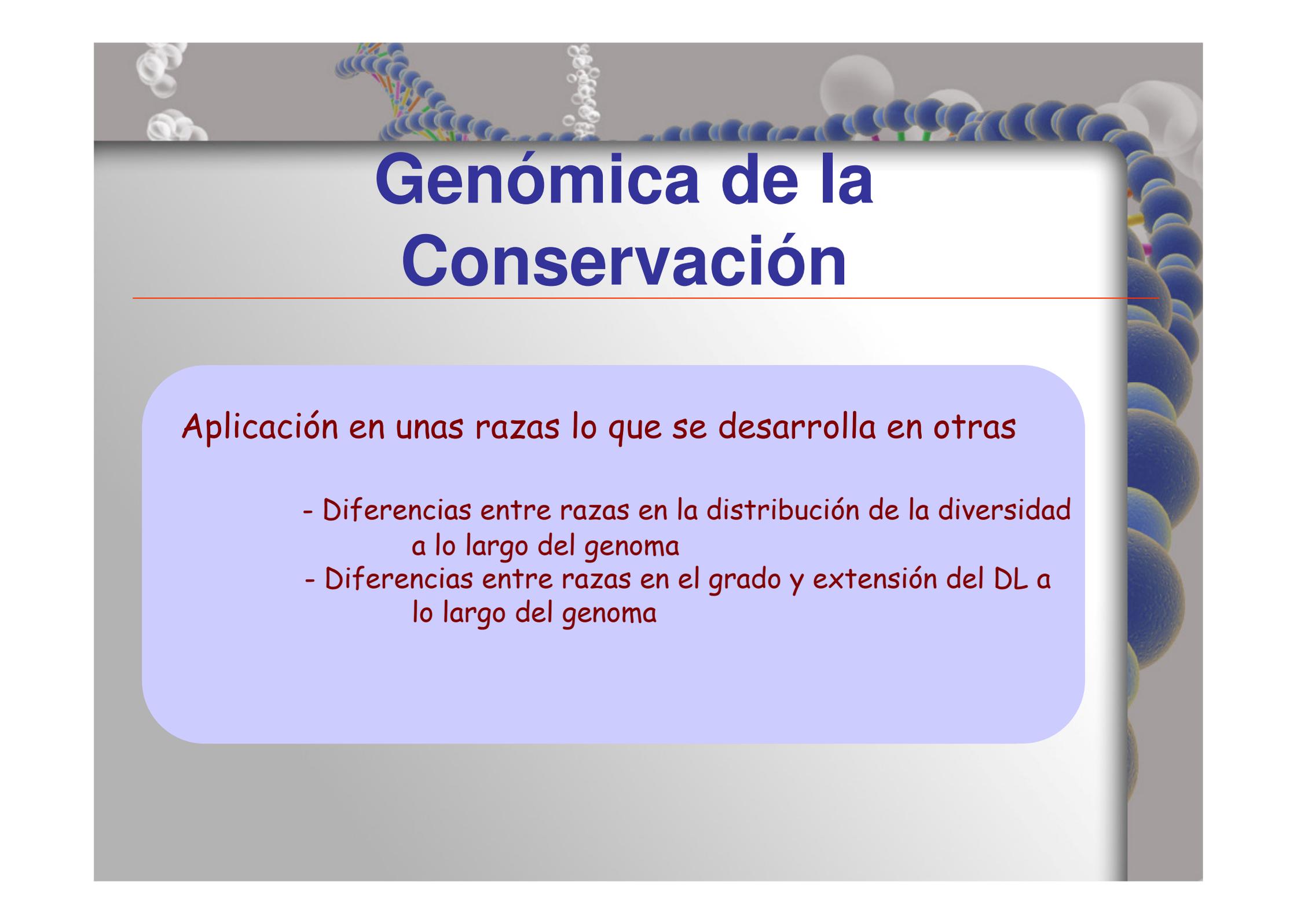




Genómica de la Conservación

Seguimiento de procesos implicados en generación y pérdida de diversidad:

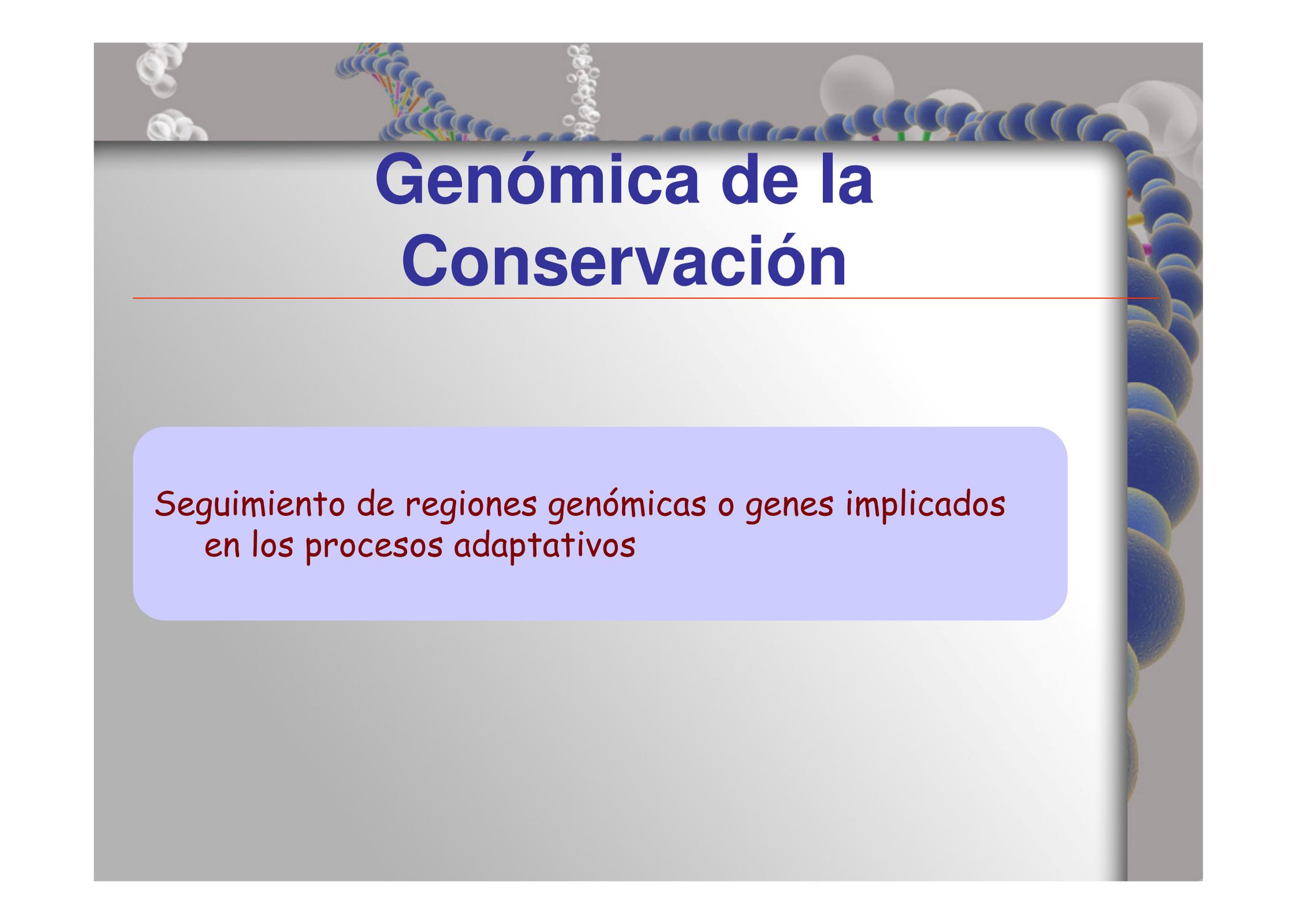
- Bancos de germoplasma (*ex-situ ex-vivo*)
- Conservación *in-vivo*, *ex-situ*
- Conservación *in-situ*



Genómica de la Conservación

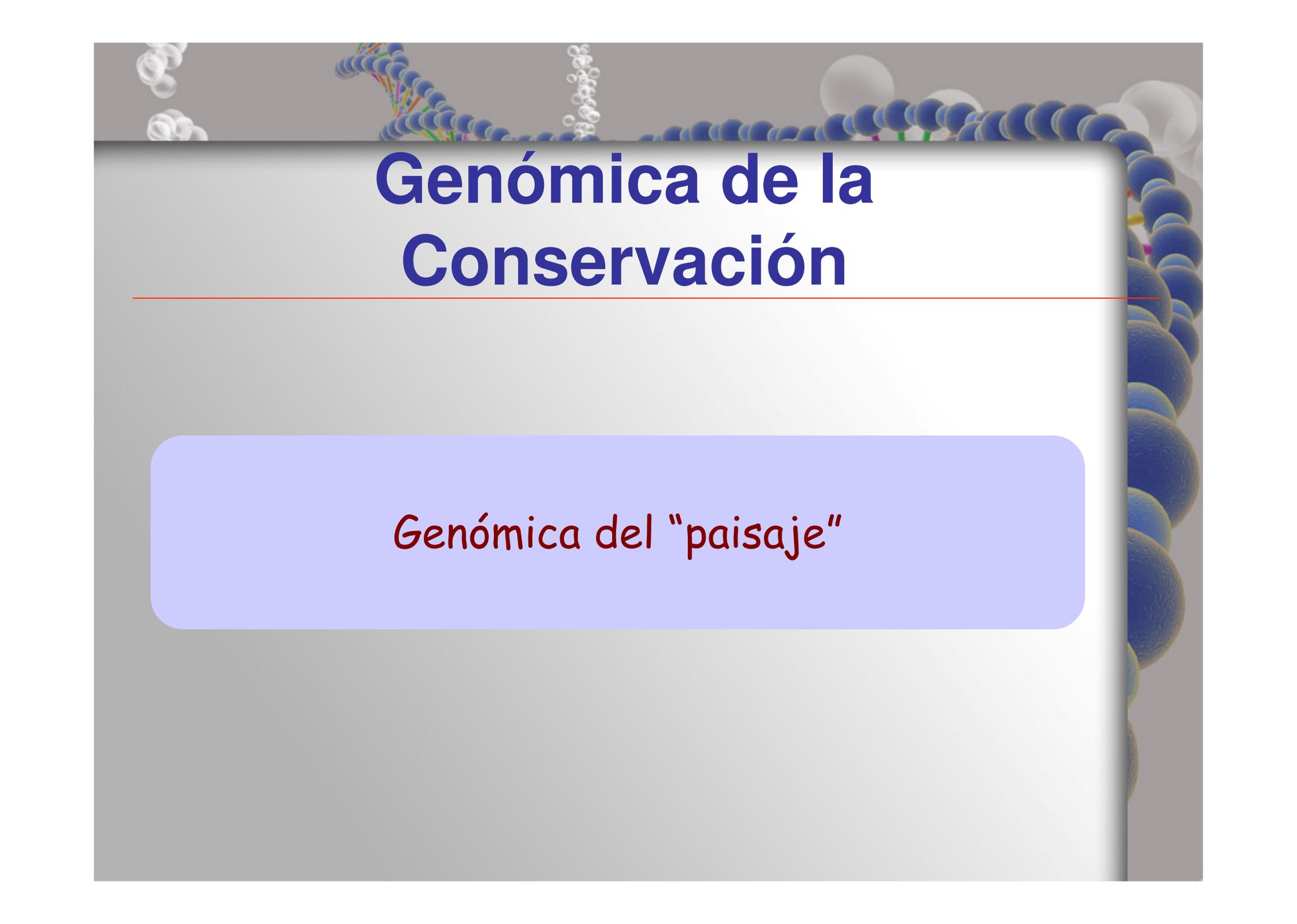
Aplicación en unas razas lo que se desarrolla en otras

- Diferencias entre razas en la distribución de la diversidad a lo largo del genoma
- Diferencias entre razas en el grado y extensión del DL a lo largo del genoma



Genómica de la Conservación

Seguimiento de regiones genómicas o genes implicados en los procesos adaptativos



Genómica de la Conservación

Genómica del "paisaje"

Genómica

Genómica estructural

Localización de genes
Mapas genéticos y físicos
Secuenciación completa del genoma

Genómica funcional

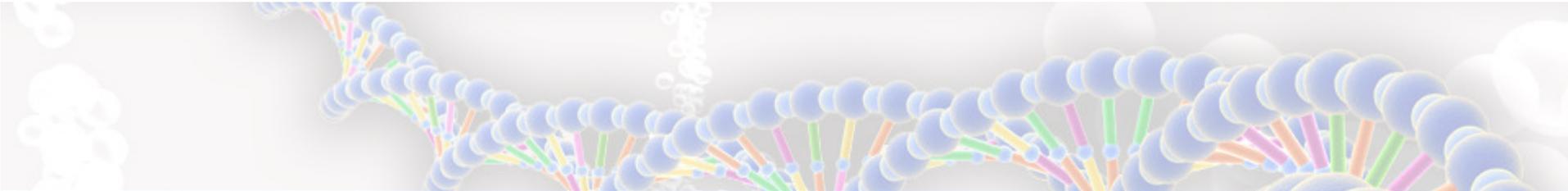
Caracterización de los "OMAS":
Transcriptoma
Proteoma
Metaboloma
Interactoma
Localizoma

Secuenciación genomas

Mapas densos de marcadores

Selección Genómica

Genómica de la conservación



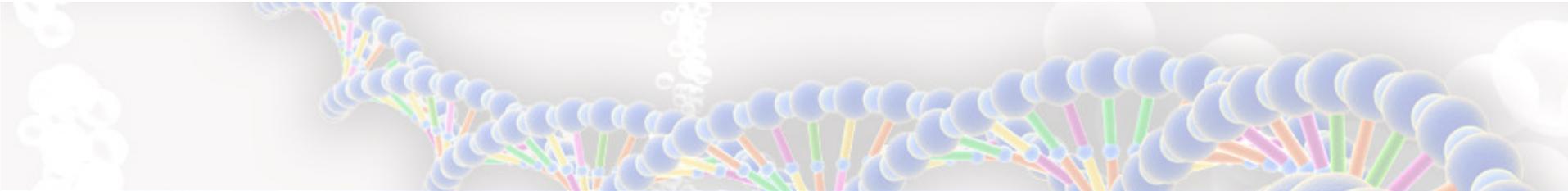
Gracias

por su atención



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DEL MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO



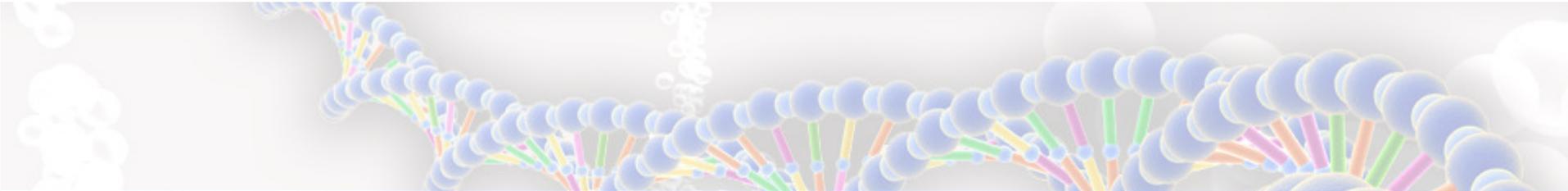
Gracias

por su atención



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DEL MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO



Gracias

por su atención



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DEL MEDIO AMBIENTE
Y MEDIO RURAL Y MARINO