

# Monitoreo de la Biodiversidad

# Monitoreo de la Biodiversidad

- ❖ ¿Qué es monitoreo?
- ❖ Tipos de monitoreo
- ❖ Características de los diferentes tipos de monitoreo
- ❖ Ejemplo de monitoreo (Caso de Estudio)

# ¿Qué es Monitoreo?

## Definición 1

La medición de características ambientales sobre un período extenso de tiempo para determinar el estado o tendencia de algún aspecto de la calidad ambiental.

## Definición 2

La colecta y análisis de observaciones o mediciones repetidas para evaluar los cambios de una condición y el progreso hacia alcanzar un objetivo de manejo.

## Definición 3

Colección sistemática y usualmente repetida de información, típicamente usada para darle seguimiento al estado de una variable o sistema.

# 2 tipos de Monitoreo

## 1. Monitoreo de Vigilancia o Supervisión\*

Evaluación de cambios a largo plazo en poblaciones o comunidades biológicas

\* Algunos autores sólo consideran este tipo de monitoreo como un paso previo y necesario para realizar el 2ndo tipo de monitoreo.

## 2. Monitoreo enmarcado en manejo adaptativo

Monitoreo que mide el éxito o progreso hacia un objetivo y provee la evidencia para la continuación o el cambio de una acción de manejo existente

- En muchos casos los dos tipos de monitoreo se complementan

# Otras formas de colección de datos que no son consideradas monitoreo

➔ **Inventario** (Medidas en un punto en el tiempo)

➔ Lista de especies, etc.

➔ **Estudios de historia natural**

➔ Estimaciones de abundancia o densidad sin ningún propósito de monitoreo (estudios puntuales), hábitos alimentarios, áreas de acción, uso de hábitat.

# 3 preguntas básicas para establecer un Programa de Monitoreo

- ➔ ¿Por qué crear un programa de monitoreo (o por qué coleccionar los datos)?
  - ➔ Objetivos del monitoreo
    - ➔ Identificar el estado del sistema (tendencia poblacional)
    - ➔ Proveer información sobre la respuesta del sistema a acciones de manejo (manejo adaptativo)
- ➔ ¿Qué tipo de datos coleccionar?
  - ➔ ¿Cuáles especies o grupos de especies se van a monitorear?
  - ➔ ¿Qué tipo de información se va a coleccionar?
    - ➔ Densidad, tasa de supervivencia, productividad, tasa de ocurrencia
- ➔ ¿Cómo se van a coleccionar y analizar los datos?
  - ➔ Diseño del monitoreo
    - ➔ Método de muestreo, localización de los puntos de muestreo, tamaño de muestra, tipo de análisis de los datos

# ¿Por qué crear un programa de monitoreo?

1. ¿Es para detectar un cambio en el largo plazo de alguna característica de la población?
  - ✓ Identificar el estado del sistema
  - ✓ Tendencia poblacional
2. ¿Es para guiar acciones de manejo sobre poblaciones o hábitats?
  - ✓ Proveer información sobre la respuesta del sistema a acciones de manejo (manejo adaptativo)

Un error común en el diseño de programas de monitoreo es no establecer objetivos claros explícitamente. El diseño y éxito de un programa de monitoreo requiere de objetivos claros.

# Midiendo cambios a largo plazo

- ❖ Cambios en una población a largo plazo: significa medir cambios en la abundancia en un área definida.
- ❖ La pregunta es: ¿Cuál es la tasa y dirección del cambio poblacional?
- ❖ El objetivo de detectar un cambio no excluye que más tarde se pueda investigar otros aspectos como la correlación de los cambios con características climáticas, cambios de hábitat u otros factores que puedan influenciar los cambios.
- ❖ El monitoreo de cambios poblacionales a largo plazo puede proveer:
  - Estimados de cambios en la abundancia de la población.
  - Un mecanismo de alerta de problemas en la población.

# Midiendo cambios a largo plazo

- ❖ Razones para monitorear cambios poblacionales
  - Conocer la condición del sistema.
  - Una vez que los cambios fueron detectados se pueden desarrollar investigaciones y acciones de manejo para entender o darle solución al problema.
  - La premisa de este tipo de monitoreo es: se debe tener información del recurso para poder conservarlo

# Midiendo cambios para guiar acciones de manejo (Manejo Adaptativo)

- ❖ Si el objetivo es evaluar, regular, guiar o investigar el éxito de acciones de manejo entonces se deben coleccionar los datos apropiadamente para:
  - ✓ Evaluar el éxito de las acciones.
  - ✓ Aprender sobre como mejorarán las acciones de manejo a través del tiempo.
- ❖ Sin embargo, se debe tener en cuenta de la complejidad, costo y tamaño de muestra necesario para llevar a cabo este tipo de monitoreo.

El monitoreo a largo plazo o monitoreo de vigilancia o estado (status monitoring) no es apropiado para los objetivos específicos del monitoreo enmarcado en manejo adaptativo.

# Midiendo cambios para guiar acciones de manejo (Manejo Adaptativo)

- ❖ Hay 2 aproximaciones para evaluar acciones de manejo y su efecto en poblaciones de vida silvestre:
  - ❖ Investigaciones cortas (tradicional)
  - ❖ Manejo adaptativo
- ❖ Hay muchas maneras de realizar el monitoreo para guiar acciones de manejo y algunos de los factores que determinan estas diferentes estrategias son:
  - ❖ Presupuesto
  - ❖ El número de sitios que se tiene disponibles para controles/manejo/manipulación
  - ❖ La especie en estudio
  - ❖ La pregunta que se quiere responder
  - ❖ Las condiciones físicas en el área de estudio (clima, terreno) y el personal disponible

# Midiendo cambios para guiar acciones de manejo (Manejo Adaptativo)

- ❖ En el monitoreo enmarcado en manejo adaptativo, una vez que el manejo cesa o no se requiere más información, el monitoreo cesa.
- ❖ En el monitoreo de vigilancia, la necesidad del monitoreo es constante y desaparece cuando la información sobre la población no es requerida.

# Midiendo cambios para guiar acciones de manejo (Manejo Adaptativo)

## ❖ Situaciones en las que el manejo adaptativo puede funcionar bien:

- Los objetivos de manejo son simple y claros.
- Las acciones de manejo son pocas y probablemente permanecen disponibles por un período largo de tiempo bajo completo control del manejador.
- La relación entre las opciones de manejo y especies es directa.
- Hay oportunidades para establecer un número elevado de sitios con tratamiento.
- Los resultados del manejo son aparentes en corto tiempo.
- Las acciones de manejo pueden ocurrir al mismo tiempo en un buen número de sitios.
- Monitoreo de los resultados toma poco tiempo.
- Hay personas calificadas para diseñar el programa y analizar los datos.
- Hay recursos para implementar el programa.

## ❖ Situaciones donde el manejo adaptativo no va a funcionar:

- Objetivos de manejo para muchas (demasiadas) especies.
- No hay opciones de manejo o estas pueden cambiar y no están bajo control del manejador.
- El número de sitios disponibles para manejo es bajo.
- Los resultados de los tratamientos son aparentes en el largo plazo.
- El monitoreo de los resultados puede tomar mucho tiempo.
- No hay personal calificado para el diseño de la colecta y análisis de los datos.
- No hay recurso disponibles.

# Monitoreo enmarcado en Manejo Adaptativo

## Monitoreo:

Colecta y análisis de observaciones o mediciones repetidas para evaluar cambios de una condición y el progreso hacia alcanzar un objetivo de manejo.

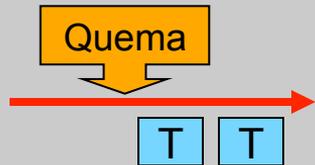
- Buenos objetivos son cruciales para un programa de monitoreo exitoso.
- El manejo es implementado para alcanzar el/los objetivo/s establecidos.
- El monitoreo es diseñado para determinar si el/los objetivo/s son alcanzados.
- El manejo es modificado si el monitoreo revela fallas para alcanzar el/los objetivo/s.
- El/los objetivo/s son la base fundamental de todo programa de monitoreo.

# Monitoreo Observacional y Experimental

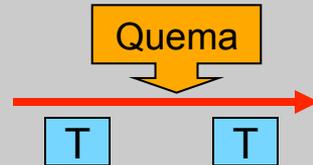
- No monitoreo



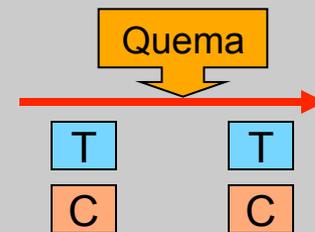
- Sólo Post-monitoreo  
- No hay control  
- No hay réplicas



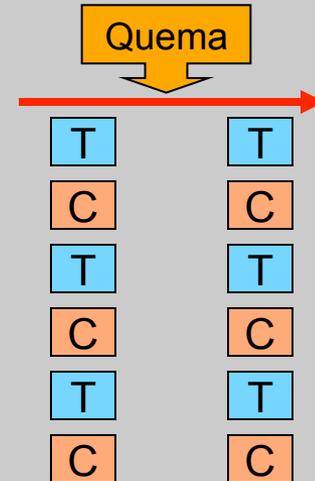
- Pre & post-monitoreo  
- No hay control  
- No hay réplicas



- Pre & post-monitoreo  
- Control & tratamiento  
- No hay réplicas



- Pre & post-monitoreo  
- Control & tratamiento  
- Réplicas



← Observacional

→ Experimental

**T** = unidad donde el tratamiento es aplicado

**C** = unidad control

# ¿Qué se va a medir?

## Escogiendo una especie o un conjunto de especies

- ❖ Cómo los recursos son limitados se debe escoger una o un conjunto limitado de especies.
  - La decisión de que medir va a influenciar:
    - El marco de muestreo
    - Número de parcelas o tamaño de muestra
    - Costos
    - Número y tipo de personal necesario
    - Técnica de monitoreo
    - Otros factores

# ¿Qué se va a medir?

## Factores Políticos y Filosóficos

- ❖ El monitoreo requiere un compromiso de recursos a largo plazo.
- ❖ Como los recursos son limitados se debe pensar muy bien a que especies se van a dedicar los recursos:
  - ¿Están las especies relacionadas con las acciones de manejo?
  - ¿Son las especies de importancia local, regional, nacional o internacional?
  - ¿Es la región donde se realizará el monitoreo importante para la especie?
  - ¿Los datos colectados serán parte de una estrategia regional más grande?
  - ¿Están siendo las especies monitoreadas por otro programa existente?

# ¿Qué se va a medir?

## Factores Biológicos

### Abundancia

- ❖ Una especie abundante (y fácil de detectar) requiere menos esfuerzo que una especie rara.
- ❖ Una especie poco común puede presentar más dificultades para ser monitoreada (muchos ceros en las unidades de muestreo).
- ❖ Siendo las demás condiciones iguales, el monitoreo de especies abundantes es más fácil.

# ¿Qué se va a medir?

## Factores Biológicos

### Detectabilidad

- ❖ La detectabilidad es la probabilidad de localizar, identificar y contar individuos de una especie que está presente en una unidad de muestreo en el momento del muestreo.
- ❖ Todo lo demás en iguales condiciones, es mejor monitorear especies que son más fáciles de encontrar y más consistentemente detectable.
- ❖ Para la mayoría de las especies la detectabilidad varía en espacio y tiempo.
- ❖ La variación en detectabilidad puede sesgar los estimados y debe ser tomada en cuenta en programas de monitoreo.

# ¿Qué se va a medir?

## Factores Biológicos

### Variabilidad en los conteos

- ❖ La habilidad para detectar cambios está afectada por la variabilidad de los conteos de año a año.
- ❖ Una alta variabilidad compromete la capacidad para detectar tendencias.
- ❖ La variabilidad también influye sobre el esfuerzo de muestreo (número de unidades de conteo, el tiempo de conteo en cada unidad y el número de réplicas en una estación) necesario para detectar la tendencia estipulada por el programa de monitoreo.
- ❖ Si hay un elevada variabilidad se requieren más muestras.

# ¿Qué se va a medir?

## Factores Biológicos

### Técnicas disponibles para obtener resultados no sesgados

- ❖ El sesgo en los estimados poblacionales puede resultar en conclusiones falsas con respecto a la trayectoria de los cambios poblacionales.
- ❖ En muchos casos se han desarrollado tipos de muestreos específicos (p.ej., captura-recaptura) que proporcionan estimados no sesgados si se escoge el modelo apropiado.
- ❖ En igualdad de otras condiciones, se debe escoger a especies para las que se han desarrollado protocolos de muestreos que proporcionan estimados no sesgados.

# ¿Qué se va a medir?

## Factores Biológicos

### Sustitutos de especies

- ❖ Tradicionalmente se cuenta el número de adultos de una población. Sin embargo, muchas veces esto no es posible, especialmente sí:
  - ❖ La especie es poco común
  - ❖ La especie es difícil de detectar
  - ❖ Las técnicas disponibles son costosas
  - ❖ Existen factores de riesgos asociados al conteo directo de la especie
- ❖ En algunos casos se pueden usar sustitutos tales como hábitat o cobertura vegetal o especies asociadas más comunes.
- ❖ Sin embargo, se debe ser cauto con esta aproximación ya que no se está midiendo la abundancia de la especie de interés.

# ¿Qué se va a medir?

## Factores Biológicos

### Características a medir

- ❖ Hay 3 atributos poblacionales que pueden ser medidos en un programa de monitoreo:
  - Tamaño poblacional (número de animales vivos)
  - Fecundidad (tasa de nacimientos)
  - Supervivencia (tasa de mortalidad)
- ❖ El conteo de adultos es lo más usado en programas de monitoreo, pero también se puede contar, por ejemplo, el número de machos reproductores.
- ❖ Sin embargo, información sobre clases de edades juveniles, tasas de nacimiento y supervivencia proporcionan más información sobre lo que está pasando en la población, aunque coleccionar este tipo de información puede ser más costoso que coleccionar datos de conteo.

# ¿Qué se va a medir?

## Factores Biológicos

- ❖ El objetivo de monitoreo ideal debería tener las siguientes características:
  - ❖ Respuesta rápida: el objetivo debería tener una respuesta rápida a cambios ambientales importantes, tales como alteraciones realizadas por acciones de manejo.
  - ❖ Exactitud: El objetivo debería ser capaz de ser medido consistentemente y con precisión.
  - ❖ Correlación con el estado y condición de la población: Las fluctuaciones del objetivo medido debería reflejar confiablemente el estado y condición de los individuos de la población o al menos de los individuos más importantes para la viabilidad de la población.

# ¿Qué se va a medir?

## Factores Biológicos

### Especies claves o dominantes ecológicos

- ❖ Dentro de una unidad paisajística o región, algunas especies tiene un efecto desproporcionado sobre la ecología del área a través de su abundancia o biomasa, o a través de su capacidad para controlar la diversidad de especies del sistema mediante la modificación del hábitat.
- ❖ En algunos casos estas especies pueden ser las especies focales del monitoreo.

# ¿Qué se va a medir?

## Factores Biológicos

### Especies indicadoras

- ❖ Algunas especies pueden ser indicadoras de condiciones ambientales muy específicas.
- ❖ A veces puede ser apropiado monitorear un conjunto de especies que requiere condiciones ambientales muy específicas.
- ❖ Estas especies pueden proporcionar al manejador una idea de la salud del ecosistema que sería muy difícil de obtener de otra manera.

# ¿Dónde se va a medir?

- ❖ Las unidades de muestreo deben colocarse mediante un protocolo de muestreo probabilístico.
- ❖ Se debe estratificar si es posible. Esto permite lograr estimados más precisos.
- ❖ ¿Se deben muestrear las mismas unidades de muestreo a través del tiempo?
  - Si se quiere detectar cambios en el tiempo es mejor utilizar las mismas unidades de muestreo. Esto elimina la variación asociada con la localización de las unidades (variación espacial).
  - El usar las mismas unidades de muestreo hace la logística más fácil.
  - El usar las mismas unidades de muestreo requiere un tratamiento estadístico apropiado (medidas repetidas).
- ❖ Mapear los sitios que se muestrean (p.ej., ubicarlos con GPS)
- ❖ No todos los sitios debe ser visitados cada año. Diseño de paneles.
  - Requiere análisis estadístico apropiado.

# ¿Cómo se va a medir?

## Escogiendo la técnica de muestreo

- ❖ ¿Qué técnica de muestreo o conteo se va a escoger?
  - ❖ Existen muchas técnicas para muestrear poblaciones animales y vegetales.
- ❖ ¿Cuál debe ser el tamaño de la muestra?
  - ❖ Si se obtienen muy pocas muestras, puede que no se tengan datos suficientes para detectar un cambio.
  - ❖ Si se obtienen muchas muestras, se pueden malgastar recursos que se podrían usar de otra manera.
  - ❖ Estimar tamaño de muestra.

# Caso de Estudio

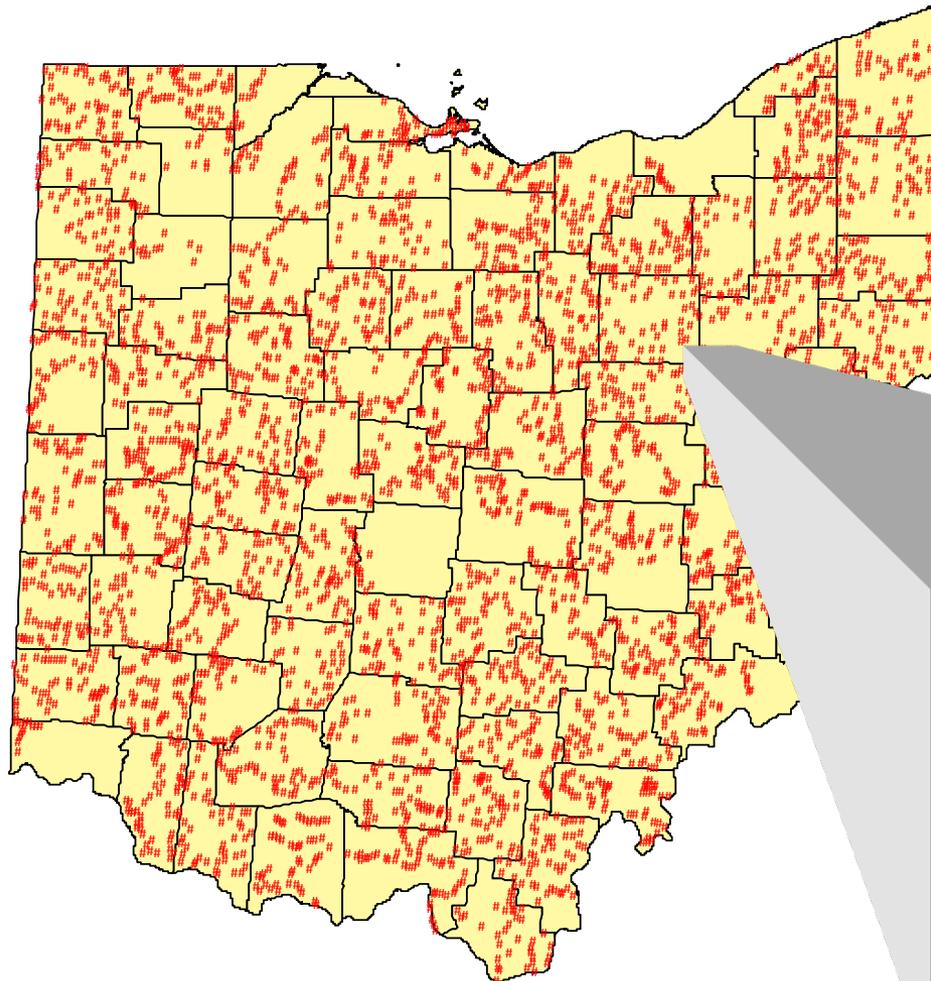
# Caso de Estudio: Monitoreo de Poblaciones de Codornices en Ohio, EE.UU.



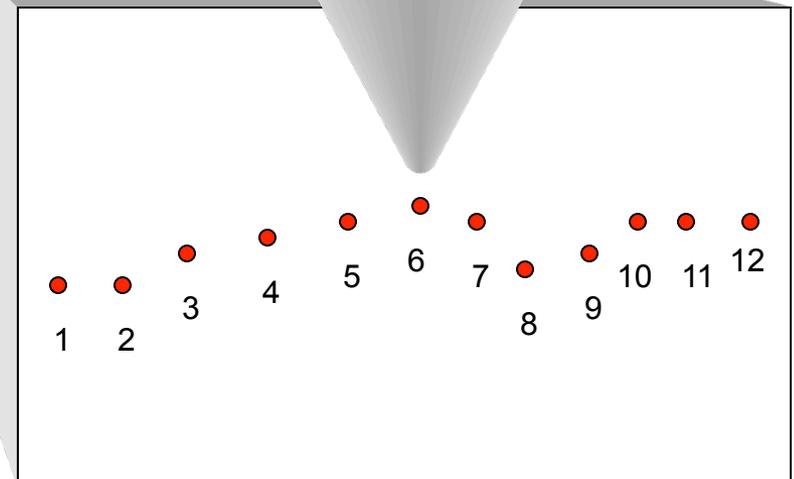
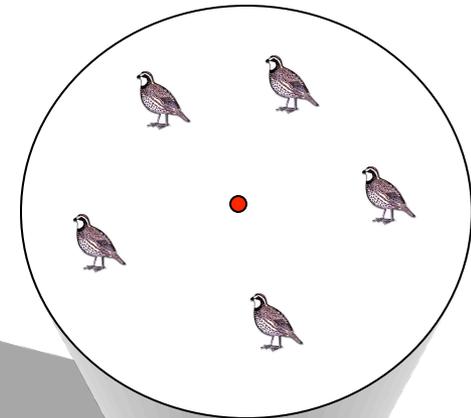
# Caso de Estudio: Monitoreo de Poblaciones de Codornices en Ohio, EE.UU.

- ➔ **¿Por qué medir?** (Por qué coleccionar los datos)
  - ➔ Objetivo del monitoreo
    - ➔ Identificar el estado del sistema (tendencia poblacional a largo plazo)
- ➔ **¿Que medir?** (Qué tipo de datos coleccionar)
  - ➔ Variable
    - ➔ Índice de abundancia
- ➔ **¿Cómo medir?** (Cómo coleccionar y analizar los datos)
  - ➔ Diseño de Monitoreo
    - ➔ Muestreo de conveniencia, Modelo de Poisson

# Rutas para el muestreo de codornices en Ohio (1984-2004)



**308 rutas establecidas**

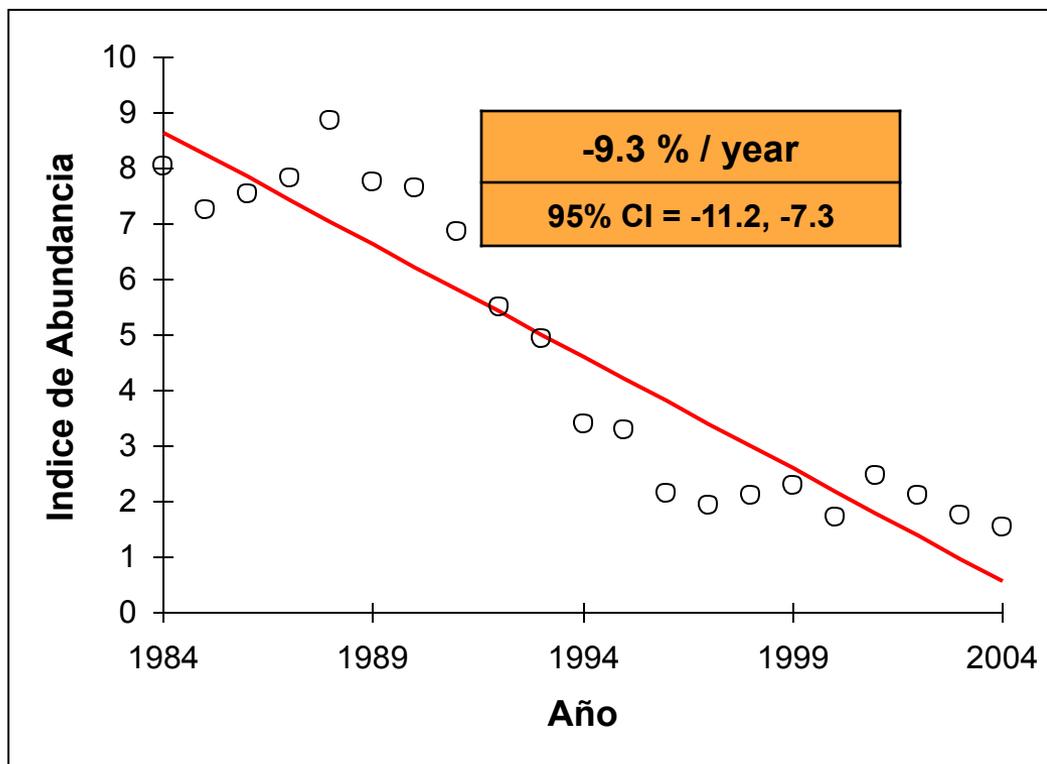


# Análisis de Tendencia Poblacional (1984 - 2004)



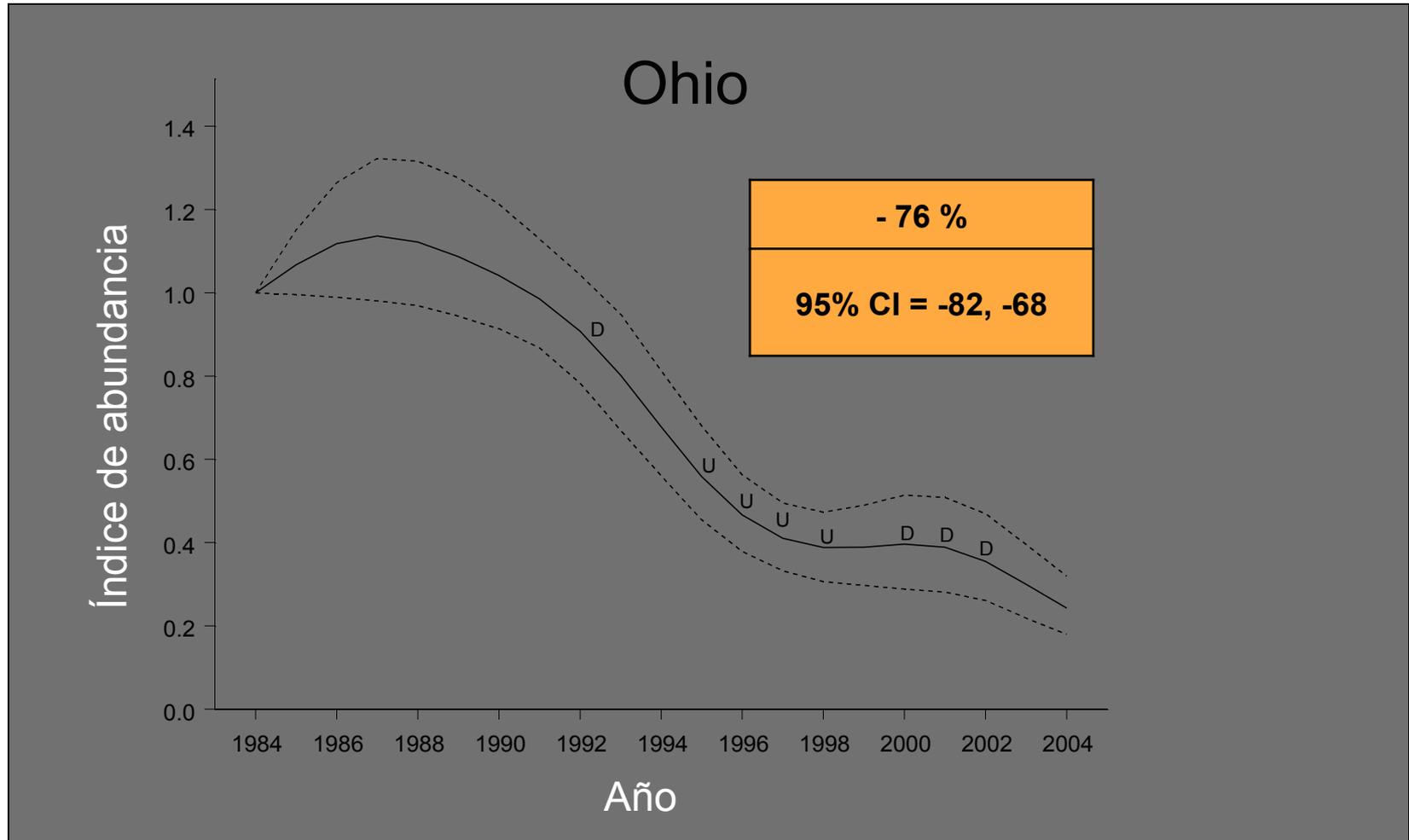
- ➔ 209 rutas seleccionadas para análisis de tendencia poblacional
- ➔ Tasa de cambio anual
  - ➔ Regresión de Poisson/Ecuación de estimación
- ➔ Trayectoria poblacional
  - ➔ Modelo aditivo generalizado (GAM)

# Tendencia Poblacional de la Codorniz en Ohio, EE.UU. (1984-2004)



Método: Regresión de Poisson / Ecuación de Estimación

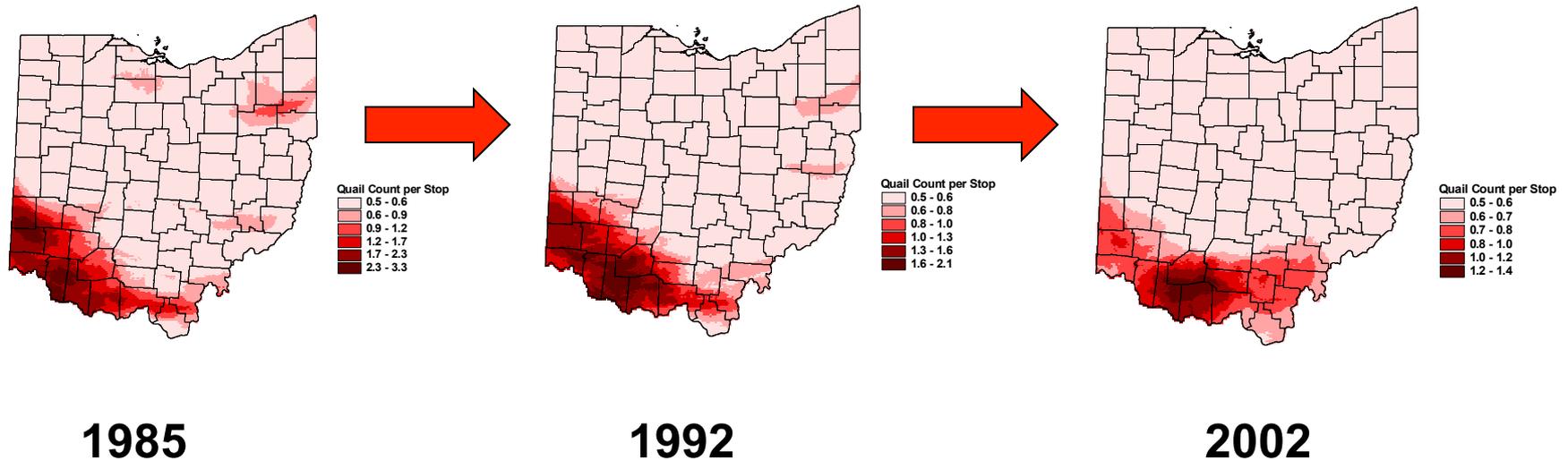
# Trayectoria Poblacional de la Codorniz en Ohio, EE.UU. (1984-2004)



Método: Modelo Aditivo Generalizado

# Abundancia de la Codorniz en Ohio

## Interpolación con el Método Kriging



# Posibles errores cuando se monitorea por un cambio en la población

	No hay cambio	Hay un cambio real
Sistema de Monitoreo detecta un cambio	Error de cambio detectado (Tipo I) $\alpha$	No error (Poder) $1 - \beta$
Sistema de Monitoreo no detecta un cambio	No error $(1 - \alpha)$	Error de cambio no detectado (Tipo II) $\beta$

# Tamaño de muestra requerido para monitorear codornices en Ohio

## Análisis de Poder Estadístico

Poder = 80%

Declinación en la población = 50%

Período de Tiempo = 20 años

	Nivel de Significancia ( $\alpha$ )			
Desvío Estándar	0.05	0.10	0.15	0.20
0.15	152	120	101	87

**Número de Rutas**

# Tamaño de muestra requerido para monitorear la población de codorniz en un área abierta a cacería

## Análisis de poder estadístico

Poder = 80%

Nivel de Significancia = 0.10



Porcentaje de Declinación	5 años	10 años	15 años	20 años
25%	93	111	172	172
50%	17	20	30	30
75%	5	5	8	8