

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <http://www.researchgate.net/publication/274386576>

# Análisis de la viabilidad de la población española de visón europeo (*Mustela lutreola*) Aplicación del programa VOR-TEX 9

TECHNICAL REPORT · JANUARY 2012

DOI: 10.13140/RG.2.1.4162.3768

CITATION

1

READS

46

5 AUTHORS, INCLUDING:



**Santiago Palazón**

Generalitat de Catalunya

117 PUBLICATIONS 548 CITATIONS

SEE PROFILE



**Giulia Santulli Sanzo**

University of Barcelona

9 PUBLICATIONS 103 CITATIONS

SEE PROFILE



**Mireia Plaza**

Spanish National Research Council

2 PUBLICATIONS 7 CITATIONS

SEE PROFILE



**Yolanda Melero**

Autonomous University of Barcelona

24 PUBLICATIONS 115 CITATIONS

SEE PROFILE

Noviembre 2012

Análisis de la Viabilidad de la Población  
española de visón europeo (*Mustela lutreola*)

Aplicación del Programa VORTEX 9.99b





# Análisis de la Viabilidad de la Población española de visión europeo (*Mustela lutreola*)

Aplicación del Programa VORTEX 9.99b

Informe Final

Presentado por la Asociación Visión Europeo a  
Imedea-CSIC

Noviembre 2012

**Autores:**

Santiago Palazón Miñano  
Giulia Santulli-Sanzo  
Mireia Plaza Cusiné  
Yolanda Melero Cavero  
Joaquim Gosálbez Noguera.

## ÍNDICE

- **Introducción**

- El visón europeo
- Conservación del visón europeo
- Programa VORTEX

- **Parámetros de entrada para el modelo genérico**

- Nombres de los escenarios
- Descripción de la especie
- Etiquetas estado de las variables
- Dispersión
- Sistema de reproducción
- Ratios reproductivos
- Ratios de mortalidad
- Catástrofes
- Monopolización de la reproducción
- Tamaño inicial de la población
- Capacidad de carga
- Harvest
- Suplementación
- Manejo genético
- Box 2

- **Resultados**

- Primera simulación
- Segunda simulación
- Tercera simulación
- Cuarta simulación
- Otras simulaciones

- **Resumen y Conclusiones**

- **Anexo 1.** Tablas y Gráficas de la primera y tercera simulación: 10 años.
- **Anexo 2.** Tablas y Gráficas de la primera y tercera simulación: 20 años.
- **Anexo 3.** Tablas y Gráficas de la primera y tercera simulación: 50 años.
- **Anexo 4.** Tablas y Gráficas de la segunda y cuarta simulación.
- **Anexo 5.** Tablas y Gráficas de la quinta y séptima simulación: 10 años.
- **Anexo 6.** Tablas y Gráficas de la quinta y séptima simulación: 10 años.
- **Anexo 7.** Tablas y Gráficas de la quinta y séptima simulación: 10 años.
- **Anexo 8.** Tablas y Gráficas de la sexta y octava simulación.



## Introducción

### El visón europeo

El visón europeo (*Mustela lutreola*) es un carnívoro mustélido, generalista en la dieta y especialista en el hábitat (bosques riparios y zonas húmedas de Europa). Es de tamaño medio; las hembras pesan entre 450 y 600 gramos, y los machos entre 750 y 1050 gramos, presentado dimorfismo sexual en el tamaño (Palazón 2010). El celo tiene lugar entre marzo y abril. La gestación dura entre 40 y 42 días. No presenta implantación diferida del óvulo fecundado. Los partos tienen lugar entre principios de mayo y finales de junio. A los tres meses casi alcanzan el tamaño de adulto y comienzan a independizarse de la madre.

Hace más de un siglo, el visón europeo era una especie ampliamente distribuida por casi toda Europa. Actualmente su rango está reducido a tres poblaciones aisladas entre sí (Rusia, Rumania y Europa Occidental –España y Francia–) (Palazón et al. 2003). La población rusa está dividida en varias subpoblaciones, siendo en muchos casos desconocida su conectividad y su situación actual. Cada vez es más frecuente la presencia de visón americano allí donde se suponía la existencia de la especie autóctona. La población rumana se halla en el delta del río Danubio, siendo su estatus poco conocido, pero amenazada por el visón americano por el norte. La población occidental se halla separada en dos, la francesa al norte y la española al sur. Además, la población española se encuentra casi fragmentada (mediterránea y atlántica), con un intercambio mínimo de individuos y de genes. Así que no se puede determinar si es una metapoblación.

En noviembre de 2011 el visón europeo se catalogó en “**Peligro Crítico**” por la UICN (<http://www.iucnredlist.org/apps/redlist/details/14018/0>); también está incluido en el Catálogo de la Directiva Hábitat en el anexo II del Convenio de Berna. En España está catalogado “En Peligro de Extinción” desde 2011 y está incluido en el Libro Rojo de los Mamíferos Terrestres de España. El Gobierno de La Rioja y las Diputaciones Forales de Álava, Guipúzcoa y Vizcaya tienen sendos planes de recuperación de la especie.

### Conservación del visón europeo

La biología de la conservación tiene dos objetivos principales: la evaluación y la gestión de la biodiversidad, a nivel de poblaciones, de comunidades y de ecosistemas.

La evaluación implica definir el estado actual de una población, prediciendo su futuro e identificando algunas amenazas para su persistencia. Por ejemplo, una evaluación debe implicar la estima del número de individuos de la población, prediciendo los números futuros, y evaluando el papel de la pérdida de hábitat y la fragmentación de este, en el estatus actual de la población y su futuro predicho (Lande 1988). La gestión implica identificar e implementar soluciones para asegurar su persistencia (por ejemplo determinar dónde y cómo se establece un área protegida) (Diamond 1976). La evaluación y la gestión son objetivos complementarios esenciales para la conservación efectiva, intentando prevenir la extinción de la población, que posee diferentes componentes estocásticos que afectan a la dinámica poblacional.

El Análisis de Viabilidad de la Población (PVA) es actualmente utilizado para describir procesos y se utilizad como una herramienta cuantitativa para estimar la probabilidad que una población, o conjunto de poblaciones, persistirá durante un tiempo en un medio ambiente particular (Beissinger & McCullough 2002). Thompson (1991) sugirió tres categorías para PVAs:

1. Reglas generales, tales como el tamaño viable mínimo de la población.
2. Aproximaciones analíticas, tales como los modelos de nacimiento y muerte, y los modelos genéticos.
3. Aproximaciones de simulación, las cuales han sido el método más comúnmente empleado desde la generalizada disponibilidad de ordenadores potentes.

La probabilidad acumulativa de extinción o de casi extinción. La “casi extinción” refleja el hecho que una especie puede darse por extinta aunque todavía existan individuos vivos de la especie; por ejemplo si sólo quedan individuos del mismo sexo de una especie con reproducción sexual, o el número de individuos que quedan está por debajo de un número crítico.

El tiempo medio hasta un umbral relevante (tiempo de reducción hasta el 50% de la población), o probabilidad de alcanzar un umbral con un periodo definido de tiempo.

La Lista Roja de la IUCN, clasifica a las especies “en peligro crítico” si existe una probabilidad proyectada de reducción mayor o igual al 80% de la población dentro de los siguientes 10 años o tres generaciones, cualquiera que sea el plazo más largo.

Una población de visones necesita una distancia mínima de cuenca ocupada para que pueda sobrevivir a medio plazo. Una población compuesta por pocos individuos es poco viable y su probabilidad de desaparecer por acción de diversos factores (genéticos, demográficos, estocásticos, accidentales, epizootias, etc.) es elevada. Esta es la definición de Población Mínima Viable (MVP) (Shaffer 1981, Soule 1987).

El efecto más importante del tamaño pequeño de una población es la pérdida de variabilidad genética, que produce depresión endogámica (*inbreeding depression*). La reproducción entre individuos cercanamente emparentados produce la expresión de material genético deletéreo, con lo que se puede reducir la fertilidad, puede aumentar el número de abortos, o el número de nacimientos de crías con problemas físicos y con problemas de desarrollo (Primack 2000). Existe una baja variación genética en la población española de visón europeo (Michaux et al. 2005). Los impactos sobre las pequeñas poblaciones son procesos estocásticos, aleatorios o probabilísticos. La extinción de la mayoría de poblaciones ocurre, a menudo, no debido a la continuación de las causas que produjeron el declive inicial, sino a la mala suerte (azar). Los nacimientos, las muertes, la dispersión, las enfermedades y epizootias, la determinación del sexo, y la transmisión de genes entre generaciones son todos fenómenos probabilísticos.

Existen ya un gran número de estudios sobre el efecto de la reducción del tamaño poblacional en diversas especies de mamíferos, como por ejemplo:

- Oso pardo *Ursus arctos* (Shaffer 1983, Suchy et al. 1985, Servheen 1989, Boyce 1995, Naves et al. 1999, Wiegand et al. 1998, Herrero et al. 2000).
- Turón de pies negros *Mustela nigripes* (Pettus 1985, Groves & Clark 1986, Ballou 1997, Harris et al. 1989, Lacy & Clark 1989).
- Nutria euroasiática *Lutra lutra* (Wansink & Ringenaldus 1991, Ruiz-Olmo 1995).
- Marta americana *Martes americana* (Lacy & Clark 1993).
- Tigre *Panthera tigris* (Keney et al. 1995).
- Jaguar *Panthera onca* (Eizirik et al. 2002).
- Puma *Felis concolor* (Seal 1992, Seal & Lacy 1989).
- Lobo etíope *Canis simensis* (Mace & Sillero-Zubiri 1997).



- Elefante africano *Loxodonta africana* (Ambruster & Lande 1993).
- Elefante asiático *Elephas indicus* (Ambruster et al. 1999).
- Rinoceronte negro *Diceros bicornis* (Foose et al. 1993).
- Gorila de montaña *Gorilla gorilla beringei* (Akçakaya & Ginzburg 1991, Harcourt 1995a)
- Taruka *Hippocamelus antisensis* (Barrio 2007).
- Huemul del sur *Hippocamelus bisulcus* (García et al. 2008).

### **El Programa Vortex**

VORTEX (Lacy 1993) es un **modelo de simulación estocástica** (Monte Carlo) de los acontecimientos demográficos (proceso de extinción) de una población, hecho para el Análisis de Viabilidad de las Poblaciones (PVA). Es un modelo que puede hacer predicciones de cómo estará en un futuro una especie/población determinada, de acuerdo con los datos que actualmente se manejan de ella. Además de VORTEX existen varios modelos en el mercado, como son RAMAS/STAGE (Ferson 1990), RAMAS/GIS (Akçakaya 1997), PUMA (Beier 1993) y ALEX (Possingham & Davies 1995).

En el presente estudio se utiliza para modelar las interacciones entre algunos parámetros poblacionales y la historia natural del visón europeo.

El programa VORTEX, versión 9.99, de R.C. Lacy ©1992 Chicago Zoological Society ha sido creado por el UICN/SSC Captive Breeding Specialist Group. El manual es de Lacy & Kreeger (1992), Lacy (1993, 1993/4) y Miller & Lacy (1999). El programa se fundamenta en el Análisis de Viabilidad de la Población (Ballou 1992, Lacy 1992).

VORTEX es un programa potente, fácilmente manejable, disponible y testado continuamente en diferentes especies y poblaciones. El programa realiza un análisis estocástico para explorar cuáles parámetros demográficos son los más sensibles a diferentes opciones de manejo, y para probar los efectos de diferentes escenarios de manejo específicos para el hábitat.

El programa VORTEX realiza simulaciones tipo Monte Carlo de los efectos de las fuerzas determinísticas, demográficas, medioambientales y de los efectos genéticos estocásticos en poblaciones silvestres. VORTEX modela la dinámica de poblaciones como eventos discretos secuenciales (por ejemplo los nacimientos, las muertes, la proporción de sexos de las crías, las catástrofes, etc.) que ocurren según las probabilidades definidas. La probabilidad de un suceso se modela como variables constantes o aleatorias con distribuciones específicas. El programa simula una población a través de la serie de eventos que describen el ciclo de vida típico de organismos diploides de reproducción sexual.

VORTEX no pretende dar respuestas absolutas, ya que está proyectando estocásticamente las interacciones entre los distintos parámetros que se utilizaron de entrada en el modelo, y por los procesos aleatorios que suceden en la naturaleza. La interpretación de los resultados depende de nuestro conocimiento de la biología de la especie (visón europeo), de la ecología de la población (norte de España), de las condiciones medioambientales que afectan a la especie, y de los posibles cambios futuros de esas condiciones.

Para una más detallada explicación de VORTEX y su uso en el análisis de viabilidad de las poblaciones, se pueden consultar Miller and Lacy (2003) y Lacy (2000).



Utilizando los datos demográficos disponibles, se ha propuesto específicamente realizar las siguientes tareas:

- Construir un modelo genérico (base) de la población de visión europeo en España, para poder estudiar los factores demográficos principales que afectan a la población.
- Construir un modelo de la población del visión europeo para su conservación en España.
- Estimar el tamaño poblacional mínimo viable para España, y la población occidental.
- Determinar la tendencia poblacional y la probabilidad de extinción de la población española y occidental bajo las condiciones actuales.
- Explorar diferentes opciones de manejo como el incremento o la disminución de los efectos de las actividades antropogénicas.

Las fluctuaciones en el tamaño de una población pueden proceder de algunos efectos estocásticos. La variación demográfica resulta de la naturaleza probabilística de los procesos de nacimientos y muertes. El programa simula estos procesos de nacimientos y muertes y, la transmisión de genes a través de generaciones.

El programa VORTEX predice el tiempo de extinción y el tamaño poblacional final bajo una serie de condiciones que se fijan en función de las características de la población o que se establecen para predecir rangos de variación.

La variación medioambiental (EV) es la fluctuación de los ratios de nacimiento y muerte. Es un parámetro difícil de obtener. Seguramente estará subestimado en este modelo simple. Las fuentes de la EV son extrínsecas a la propia población, como el tiempo meteorológico, las poblaciones de los predadores y de las presas, los parásitos, etc. Se considera que la variación medioambiental es concordante con la reproducción y con la mortalidad (buenos años en la reproducción son buenos años en la supervivencia).

Las probabilidades de mortalidad y reproducción son específicas del sexo. La fecundidad es asumida como independiente de la edad, después que un animal alcanza la edad reproductora.

El programa VORTEX posee una serie de limitaciones por arriba: 10.000 simulaciones, 2.000 años, 50 poblaciones, 25 tipos de catástrofes, 250 años de edad máxima, 50 crías por camada, 30.000 individuos de población inicial y 60.000 individuos de capacidad de carga.

En resumen, el programa VORTEX es más apropiado y puede ser necesario para una especie o una población que presente las siguientes características:

- Baja fecundidad.
- Larga esperanza de vida.
- Organismos diploides.
- Cambios importantes en la variación genética.
- Poblaciones locales de  $(N) < 500$ .
- Menos de 20 poblaciones modeladas.
- Tasas estimables de fecundidad y supervivencia específica por edades.
- Tasas de fecundidad y supervivencia dependientes de la edad.
- Acontecimientos catastróficos modelados.
- Reproducción polígama y monógama.
- Algunos adultos son excluidos de la reproducción.
- Distribución no aleatoria de la fecundidad.



- La población inicial no posee una distribución de edades estable.
- Sex-ratio desigual.
- Tendencias proyectadas en la calidad del hábitat y del área.
- Manejo de la población, suplementación o translocación.
- Aves, Mamíferos y Reptiles.
- Suficiente tiempo para realizar las simulaciones.

## **Parámetros de entrada para el modelo genérico**

Para la construcción del modelo genérico se han utilizado los mejores estimadores de los parámetros demográficos disponibles de la población de visón europeo: se han utilizado los datos propios de referencias de varios estudios realizados por nuestro equipo (Gómez & Palazón 2008, Gómez et al. 2007a, 2007b, 2008a, 2008b, 2009a, 2009b, 2010, 2011a, 2011b, 2011c, Palazón 1998, Palazón & Gómez 2009, Palazón et al. 2005, 2006, 2007, 2008) y otros equipos en España. En este modelo la población no se consideró libre de efectos antropogénicos. Todas las simulaciones fueron realizadas utilizando VORTEX versión 9.99b.

Se proporciona el sumario de los valores de los parámetros utilizados en el modelo básico VORTEX para la estima de la viabilidad de la población española de visón europeo. Se indican los parámetros con los valores fijos, que se mantienen constantes para todas las simulaciones. Y se indican también los parámetros que poseen valores variables para cada una de las simulaciones.

### **Parámetros del escenario**

#### **Número de iteraciones**

Para cada escenario se han realizado 1.000 iteraciones independientes.  
*Número de iteraciones: 1.000*

#### **Número de años**

La esperanza de vida de los visones europeos en vida silvestre se considera de 3-4 años. En cautividad se conocen casos de hasta 11 años (Maran unpubl.), pero en la naturaleza, se conoce casos en España de visones que han vivido hasta el 5º año (Gómez et al. 2009a, 2011, Palazón 2012). La población se ha modelado a los 10, 20 y 50 (lo que equivale aproximadamente a 2-4, 5-7 y 12-16 generaciones, respectivamente) años, para poder observar las tendencias poblacionales a largo plazo. Se descartó 100 años, pues el objetivo de este modelo es dar una respuesta a corto plazo a la situación actual de la población española.

VORTEX estima el resultado como probabilidad de supervivencia y probabilidad de extinción de la población o poblaciones en el año 10, en el año 20 y en el año 50.

Y = año.

*Número de años: 10; 20; 50*

Debido a los resultados obtenidos se ha realizado posteriormente dos simulaciones complementarias a los 5 y 8 años, con el objetivo de estimar la probabilidad de extinción y la probabilidad de supervivencia por



debajo de los 10 años, especialmente cuando la capacidad de carga del medio (K) es de -18%. A los 10 años la probabilidad de extinción es en este caso 0, pues la población se habría extinguido anteriormente.

*Número de años: 5; 8*

### **Definición de extinción**

En el modelo se considera que la población se extingue cuando no quedan individuos o solo sobreviven ejemplares de un mismo sexo. También se ha definido un escenario en que la población se considera extinguida cuando quedan menos de 50 individuos ( $N < 50$ )

0 = sólo un sexo.

P = población.

*Definición de extinción: queda un solo sexo; quedan menos de 50 visones*

### **Número de poblaciones**

En principio se ha considerado a la población española, separada de la francesa, como una población única. Pero en otro escenario se ha dividido el área de distribución en tres zonas geográficas claramente diferenciadas: cantábrica, mediterránea occidental y mediterránea oriental. Existe un escaso número de ejemplares que se mueven entre ambas; por tanto se puede considerar como una metapoblación, con tres subpoblaciones que se intercambian un pequeño número de individuos y de material genético.

*Número de poblaciones: 1; 3*

### **Definición de viabilidad**

Se considera que la población es viable si tiene una probabilidad de extinción (PE) menor al 10% en los años 10, 20 y 50 de la simulación.

*Definición de viabilidad:  $PE < 10\%$  en 100 años.*

### **Descripción de la especie**

#### **Depresión por consanguinidad**

Se cree que la consanguinidad tiene un efecto importante en la reproducción y en la supervivencia de las poblaciones, especialmente en las de tamaño reducido. La depresión por consanguinidad es la reducción en el “fitness” de una especie o una población cuando los individuos nacen de reproducciones entre parientes cercanos. Puede causar la reducción en la supervivencia (de crías, subadultos y adultos), en la fertilidad, en la fecundidad, en el número de camadas y de crías; además puede causar problemas fisiológicos como la disminución en el crecimiento, la resistencia a enfermedades, la resistencia al estrés, la eficiencia metabólica, etc. (Lacy 1997). VORTEX incluye la posibilidad de modelar estos efectos detrimentales como la reducción en la supervivencia de las crías durante el primer año de vida.

I es el nivel o porcentaje de consanguinidad de la población. G es el porcentaje inicial de la diversidad de genes.

*Depresión por consanguinidad: Si*



### **Equivalentes letales**

Como no se conoce este dato en la población española de visón europeo, el efecto de la consanguinidad se ha modelado como 3,14 equivalente letales, que es el valor medio estimado por los análisis de las poblaciones cautivas de 40 especies de mamíferos (Ralls et al. 1988), con 50% (cuando  $N \leq 1000$ ) o 100% (cuando  $N > 1000$ ) del efecto de la consanguinidad debido a los alelos letales recesivos.

*Equivalentes letales: 3,14*

### **Porcentaje de alelos letales recesivos**

El porcentaje de la carga (load) genética debido a alelos letales es de 50,00.

*Porcentaje alelos letales recesivos: 50%*

### **EV Concordancia de la reproducción y la supervivencia**

La variación medioambiental (EV) es la variación anual en las probabilidades de reproducción y supervivencia que surge de la variación aleatoria en las condiciones medioambientales.

### **EV Correlación entre poblaciones**

Cuando la EV es completamente independiente entre las poblaciones, este valor es 0,0. Cuando la EV en la reproducción y en la supervivencia está completamente sincronizada entre las tres subpoblaciones de visón europeo, este valor es 1,0. Como las condiciones ambientales entre las tres zonas (subpoblaciones) son diferentes, especialmente entre las vertientes cantábrica y mediterránea, se considera que este valor es de 0,5.

*EV Correlación entre poblaciones: 0,5*

### **Número de catástrofes**

Las catástrofes son extremos de variaciones medioambientales que tienen un fuerte impacto sobre la supervivencia y la reproducción. Se han considerado 2 catástrofes: las inundaciones y las sequías. Otra catástrofe como la presencia del visón americano (competencia ecológica, desplazamiento del hábitat y del territorio, y transmisión de enfermedades) se ha considerado en el apartado “Capacidad de carga”.

*Número de catástrofes: 2*

### **Etiquetas y variables de estado**

#### **Estado global de las variables**

Según el programa VORTEX las variables de estado describen características de la población, por ejemplo como medidas de la calidad o idoneidad del hábitat. En el caso de la población española de visón europeo la calidad o idoneidad del hábitat viene determinada especialmente por la presencia y por la densidad de visón americano en los sistemas fluviales. Esta medida viene determinada por el porcentaje del área del visón europeo ocupado recientemente por el visón americano en cada una de las tres



subpoblaciones. En toda la población el porcentaje es de 14,3; en la subpoblación cantábrica es de un 27,1%, en la subpoblación mediterránea occidental de un 25,5% y en la mediterránea oriental de un 1,1% (ver Capacidad de carga).

### **Dispersión**

En el caso de una metapoblación, con tres subpoblaciones, algunos parámetros ayudan a definir el sistema de dispersión de individuos entre las subpoblaciones de visón europeo. Durante la dispersión, especialmente cuando la realizan los ejemplares subadultos, los visones europeos poseen una elevada probabilidad de mortalidad, pues recorren territorios desconocidos, atraviesan carreteras, son más detectables por los predadores, etc. Una tasa de 1,00 significa que existe un 1% de probabilidad que un individuo migre de una población a otra.

### **Edad de los más jóvenes**

Los visones europeos, tanto machos como hembras, se dispersan en su primer año de vida (Año 0). Normalmente los machos tienen una capacidad mayor de dispersión, pero las hembras también se dispersan.

*Edad de dispersión de los más jóvenes: 1 año*

### **Edad de los más viejos**

Cada año los visones continúan dispersándose, especialmente aquellos que no poseen territorios estables o aquellos que pierden su territorio.

*Edad de dispersión de los más viejos: 5 años*

### **Sexos que se dispersan**

Se dispersan tanto los machos como las hembras (en menor porcentaje) en el caso del visón europeo.

*Sexos que se dispersan: Machos y hembras*

### **Poblaciones**

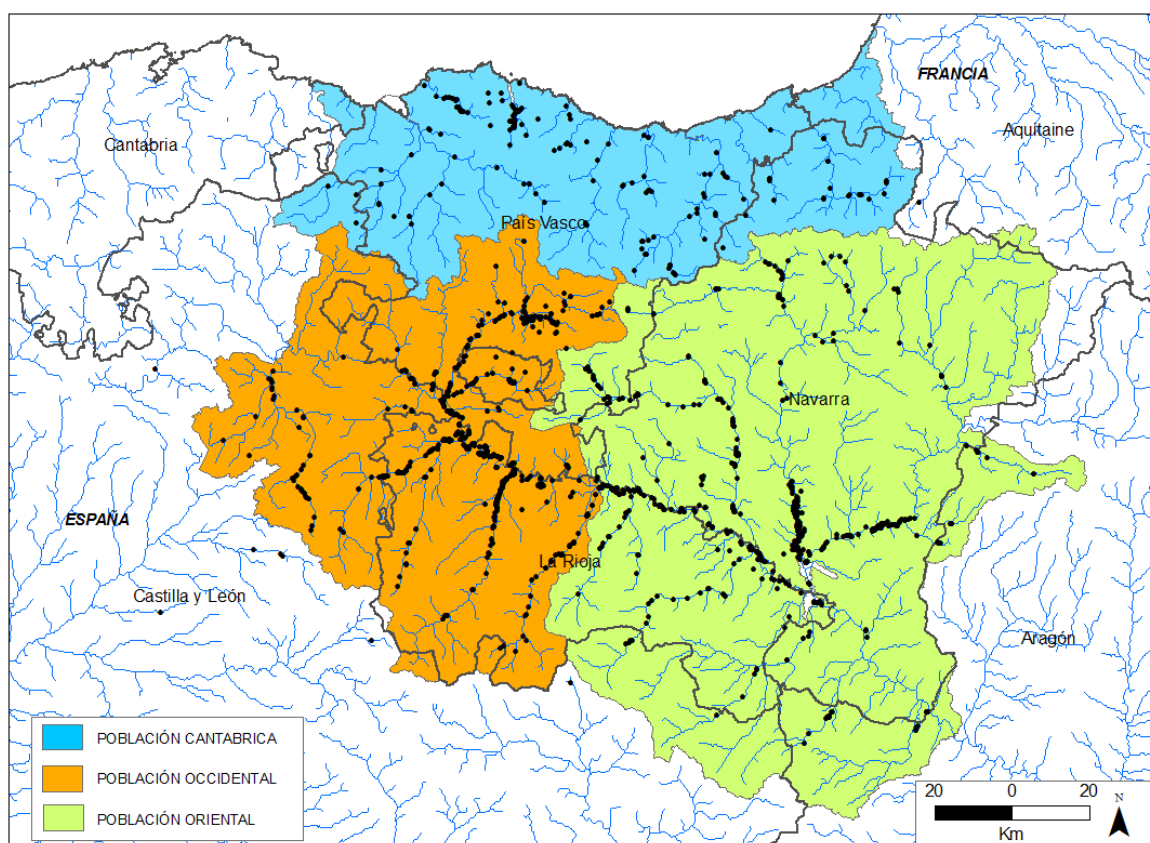
Se considera una única población española aislada, sin migración, e incluida en el modelo. La población de España se halla separada de la población del suroeste de Francia, o al menos la comunicación es casi nula, seguramente debido a la presencia actual en la zona de visón americano. Por tanto no existe intercambio de individuos ni de genes con la población francesa.

En algunos escenarios se ha considerado dividir la “metapoblación” en tres subpoblaciones (Figura 1):

- Cantábrica (1): que abarca todas las cuencas atlánticas de Navarra, Gipúzkoa, Bizkaia, Álava y Burgos. Se puede dividir aún más en: Cantábrica occidental (Bizkaia, Álava y Burgos) y Cantábrica oriental (Gipúzkoa y Navarra).

- Mediterránea occidental (2): que abarca las cuencas que van a parar al río Ebro, de Burgos, centro y occidente de Álava, occidente de La Rioja, y las cuencas que van a parar al Duero en Burgos y Soria. Se incluye el río Ebro desde el municipio de Oña (Burgos) hasta Logroño. Se puede dividir aún más en: Noroeste Ebro, Ebro occidental (hasta Logroño) y Suroeste Ebro.
- Mediterránea oriental (3): que abarca las cuencas que van a parar al río Ebro, de oriente de Álava, Navarra, oriente de La Rioja, norte de Soria y oeste de Zaragoza. Se incluye el río Ebro, desde Logroño hasta el municipio de Gallur (Zaragoza). Se puede dividir aún más en: Nordeste Ebro, Ebro oriental (desde Logroño) y Surdeste Ebro.

*Número de poblaciones: 1; 3.*



**Figura 1.** Área de distribución del visón europeo en España, dividida en 3 subpoblaciones: cantábrica (en azul), mediterránea occidental (en naranja) y mediterránea oriental (en verde). Se representan las citas de visón europeo (puntos negros) que se manejan (datos propios no publicados) en el presente estudio.

### **Dispersión entre poblaciones**

En el caso de considerar una metapoblación con tres subpoblaciones, conectadas entre sí pero de forma débil. No existen datos de animales que hayan sido citados o capturados en la vertiente cantábrica y posteriormente en la vertiente mediterránea, o viceversa. Sí existen datos de ejemplares atropellados en o cerca de puertos de montaña entre las dos vertientes mencionadas. En cambio existen datos de ejemplares citados o capturados en las dos subpoblaciones mediterráneas, además de encontrar ejemplares atropellados en puertos de montaña que conectan ríos mediterráneos, todos ellos afluentes del Ebro. El mismo Ebro permite el paso de ejemplares del oeste al este mediterráneo y viceversa. Entre el alto Zadorra (Álava) y el alto Arakil (Navarra) se producen intercambios. También entre afluentes del Zadorra (Álava) y el alto Ega (Álava y Navarra) se producen estos intercambios. Estos son ejemplos que indican que la conexión es escasa pero existe, aunque con un distinto nivel de intercambio de ejemplares y genes. En el modelo se ha estimado:

- 5 % de intercambio entre las zonas (1) y (2).
- 5 % de intercambio entre las zonas (1) y (3).
- 10 % de intercambio entre las zonas (2) y (3).

*Dispersión entre Cantábrico y Mediterráneo: 5%*

*Dispersión entre Mediterráneo oriental y occidental: 10%*

### **Sistema de Reproducción**

El visón europeo es una especie polígama. Un macho residente, con un territorio estable, mantiene un área de actividad de forma lineal (a lo largo de un curso fluvial) grande, de entre 7 y 17 km, donde pueden encontrarse varias (entre 2 y 4) hembras residente, con 2-5 km de territorio lineal (Palazón & Ruiz-Olmo 1992, Palazón 1998, Palazón & Ruiz-Olmo 1998, Garín et al. 2002, Zabala & Zuberogoitia 2003). Esta área puede ser recorrida en el transcurso de pocos días. Existen datos de machos que recorren hasta 4 kilómetros en un día (Palazón 1998).

*Sistema de Reproducción: Polígamo.*

### **Edad de la Primera Reproducción**

VORTEX considera la edad de la primera reproducción como la edad a la cual se tiene la primera camada, que no siempre coincide con la madurez sexual. En el visón europeo ambos sexos alcanzan su madurez sexual al año siguiente de su nacimiento, con 10 meses de edad. No todos los machos primerizos se reproducen (<50%) debido a la competencia sexual que se establece por buscar, conseguir y copular a las hembras, pero casi todas las hembras primerizas, que alcanzan la madurez sexual, se pueden reproducir, pues pueden ser copuladas por uno o varios machos, que han podido copular con otras hembras anteriormente (>70%). En el modelo se ha estimado un porcentaje bajo (70%), medio (80%) y alto (90%).

Se considera el año de nacimiento como año 0. Se estima que los visones nacen entre mayo y junio, así que día promedio de nacimiento es el 1 de junio (Palazón 2011). A partir de esta fecha se puede estimar la edad de los visones (más ajustado en meses de vida que en años). Durante 3 meses (junio-agosto) se hallan con la madre, alimentándose primero de leche y después de presas, creciendo y desarrollándose – abren los ojos, les crece el pelo, les salen los dientes definitivos, etc.-. A los 3-4 meses alcanza casi el



tamaño adulto, pero todavía no son adultos. Entre septiembre y diciembre son subadultos y se hallan en plena dispersión, después de independizarse de la madre. Al siguiente año, que comienzan con 7 meses de edad y cuando llega el celo, con 9-10 meses, ya son adultos. En resumen, alcanzan la madurez sexual antes de cumplir un año. La primera reproducción, tanto de machos como de hembras, se produce durante el segundo año de vida, que se define como Año 1. Los siguientes años serán Año 2, Año 3, Año 4, etc.

*Edad de Primera Reproducción: 1 año (hembras), 1 año (machos).*

### **Edad de senescencia reproductiva**

VORTEX asume que los animales pueden reproducirse (a una tasa normal) a lo largo de su vida adulta, y no considera la senescencia reproductiva. Los individuos son eliminados del modelo una vez que cumplen su edad máxima de reproducción. Esto es probablemente bastante realista para el visón europeo. Se estimó en base a la longevidad máxima en vida silvestre de 5-6 años (Gómez et al. 2007b, 2008b, 2009, 2011c, Palazón et al. 2007, Palazón 2011). En cautividad, los machos pueden reproducirse hasta los 6 años; con 7 años descende de forma importante la fecundidad de los machos. En las hembras, 5 años es el máximo de edad reproductora (Maran, pers. com.).

*Edad de senescencia reproductiva: 5*

### **Máximo número de camadas por año**

El visón europeo sólo cría una vez al año. Únicamente tiene una camada anual.

*Máximo número de camadas por año: 1*

### **Máximo número de crías por camada**

Según Youngman (1982) y Camby (1990) el promedio de las camadas es de 4,70 crías al nacer, con un rango de 2-7, pero con una mayor frecuencia de 4-5 (Youngman 1982). Según otros autores, la media es de 4,35 (SD = 1,158). Datos más recientes, pero de ejemplares en cautividad, indican que las camadas de los visones europeos son de entre 2 y 6 crías, con una media de 3,6 y SD = 1,123 (Maran, datos propios) (Tabla 3).

Datos también recientes y procedentes de visones en cautividad, casi el 90% de las camadas en España se hallan en el intervalo 2-4 crías, siendo 5 el número máximo de crías en España (Podra & Palazón 2012).

*Máximo número de crías por año: 5*

### **Proporción de sexos en el nacimiento**

Se asume que la proporción de sexos en el momento del nacimiento es del 50%. No existen evidencias que sugiera una proporción de sexos no equitativa. Según los datos del programa de cría en cautividad en España no existen diferencias significativas en el sex-ratio ( $X^2 = 0,82$ ;  $p < 0,25$ ). Nacen el mismo número de machos que de hembras (Tabla 1).

*Proporción de sexos al nacimiento: 1:1; 50 %.*



**Tabla 1.** Número de crías machos y hembras, nacidas en el programa de cría en cautividad en España.

Año	Nº partos	Nº crías	Nº machos	Nº hembras	Sex-ratio
2005	5	18	6	12	0,50
2006	9	31	12	19	0,63
2007	8	22	11	11	1,00
2008	3	6	2	4	0,50
2009	5	17	10	7	1,43
2010	3	5	4	1	4,00
2011	3	5	3	2	1,50
2012	1	4	1	3	0,33
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>108</b>	<b>49</b>	<b>59</b>	<b>0,83</b>

### Reproducción dependiente de la densidad

¿Cambia la tasa de reproducción del visón europeo con el tamaño de la población? No se conoce, por tanto no se ha considerado.

### Porcentaje de cría en baja densidad

Lo más posible es que en bajas densidades debe existir una menor proporción de hembras que se reproduzcan; por ejemplo debido a la dificultad de encontrarse dos individuos de sexo contrario para copular –efecto Allee-. A pesar de ello, no se conoce este dato, por tanto no se ha considerado

### Porcentaje de cría capacidad de carga

No se conoce, por tanto no se ha considerado

### Efecto Allee

No se conoce, por tanto no se ha considerado

### Parámetro Stepness

No considerado

### Ratios reproductivos

#### Porcentaje de hembras que se reproducen

Considerando que a mayor densidad de animales existe una mayor competencia por las presas y por las parejas sexuales, el programa VORTEX utiliza un modelo denso-dependiente en el que la proporción de

hembras adultas reproductoras está en función de la densidad poblacional. Realmente no se conoce si esta especie es denso-dependiente (serían necesarios nuevos estudios) pero es difícil de creer que no lo sea. Según el modelo VORTEX, a tamaños poblacionales menores al 80% de la capacidad de carga (K), la mitad de las hembras adultas se reproducen; por encima del 80% de la K, la proporción de hembras adultas reproductoras decrece desde el 50 hasta el 30%. Para introducir estos datos en el modelo se utilizó la fórmula que aparece en el Box 1.

No existen datos suficientemente potentes para determinar el porcentaje de hembras que se reproduce y que producen descendencia. Según los datos que se manejan (número de crías pequeño, edad reproductora breve, etc.), este porcentaje debería ser más elevado que lo indicado en el Box 1 (modelo teórico de VORTEX). Según Sidorovich (1997: Mustelids in Belarus) el 100% de las hembras acaban preñadas después de la época de celo. Igual es un poco exagerado este dato de Bielorrusia, pero contando que todas las hembras disponibles (no enfermas y no excesivamente viejas) quedan preñadas al final de la época de celo (todas las hembras que sobreviven en esta época son adultas reproductivamente); además, la competencia sexual entre los machos produce que estos copulen, o intenten copular, con todas las hembras de un territorio.

Se podrían hacer varias versiones, considerando un porcentaje bajo (70%), medio (80%) y alto (90%), de hembras reproductoras, por ejemplo.

*Porcentaje de hembras que contribuyen a la reproducción. 70%; 80%; 90%*

**Box 1.** Ecuación (según el modelo VORTEX) utilizada en el modelo base para estimar la densodependencia en el porcentaje de hembras reproductoras. Porcentaje de hembras reproductoras =  $(50 - ((50 - 20) * ((N/K)^{16})))$  (no considerado).

El porcentaje de hembras adultas que se reproducen cada año (P) (valor variable) es de entre 50 y 75 % (SD = ¿?) (F = número de hembras adultas en la población).

- P (N) = proporción de hembras adultas que participan en la reproducción cuando el tamaño de la población es N.  

$$P(N) = (P(0) \cdot [1 - (N/K)^B] + P(K) \cdot (N/K)^B \cdot N / (A + N))$$
- P(0) = proporción de hembras adultas en las poblaciones de tamaño mínimo, cercanas a cero (en ausencia de efecto Allee).
- P(K) = proporción de reproducción cuando la población ha alcanzado la capacidad de carga K.
- B → controla el descenso de la reproducción en poblaciones de tamaño grande.
- A → define el efecto Allee (muy pequeñas poblaciones causan una reducción en la reproducción).
- La probabilidad de reproducción/ breeding =  $50 + ((A > 5) \cdot A \cdot (-5)) \rightarrow 5\%$  de decremento en la reproducción cada año después de la edad 5.

## EV en el porcentaje de hembras que se reproducen

La variación ambiental en la reproducción está modelado en VORTEX como la desviación estándar para el porcentaje de hembras que se reproducen y producen descendencia.

EV: 30%

### Distribución de las camadas por año

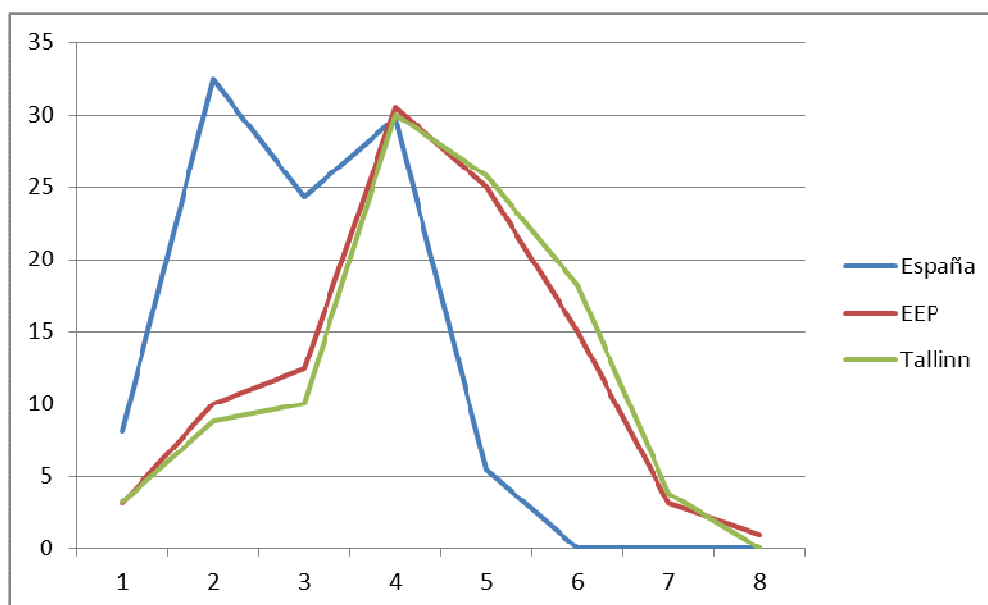
Existe un solo evento reproductor por hembra y por año.

*Distribución de las camadas por año: 100*

### Distribución del número de crías por parto o camada

Los datos de los programas de crías de visión europeo en Estonia, en España y el de la EEP indican que la distribución del número de crías en los partos sigue una distribución normal (ver Figura 2).

*Distribución del número de crías: normal.*



**Figura 2.** Comparación del número de las crías por camada de visión europeo, entre Estonia (Tallinn) (hasta el año 2010), el programa EEP entero (hasta el año 2010) y España (2005-2012) (Maran unpubl.; Podra & Palazón 2012).

### Media y desviación estándar del número de crías por parto o camada

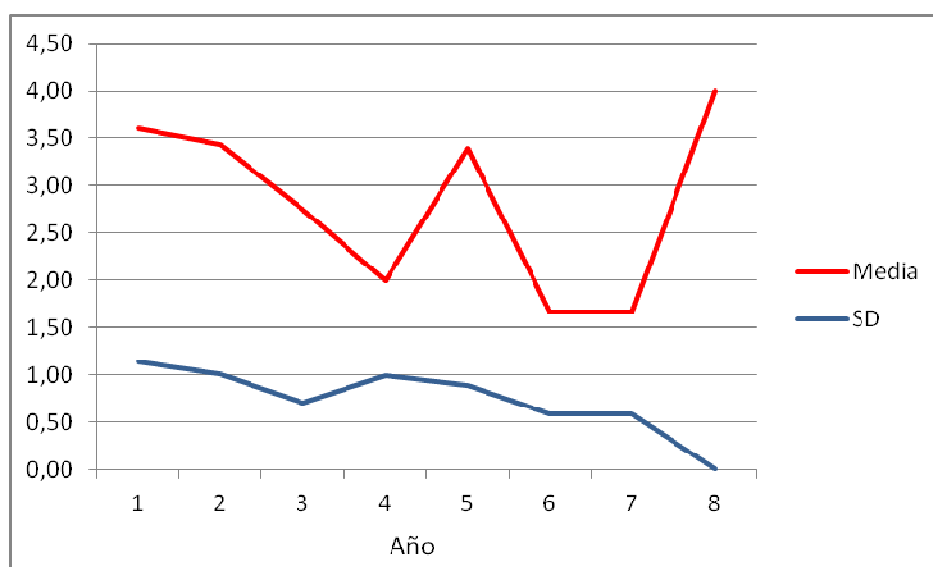
Según los datos del programa de cría en cautividad en España (2005-2012), la media es de 2,92 crías por camada (SD = 1,09) (Tablas 2, 4 y 5, Figura 3). Pero si se incluyen exclusivamente los datos de los tres primeros años del programa de cría en cautividad en España, la media es de 3,23 crías por camada (SD = 0,97). Hasta los datos de 2009, la media es de 3,13 crías por camada (SD = 1,01). Estos datos parecen indicar que la edad de los padres (tanto la de los machos como la de las hembras) está afectando a la medida de la camada (Tablas 4 y 5) (Podra & Palazón 2012).

*Media del número de crías por parto/camada: 2,92*

*Desviación estándar: 1,09*

**Tabla 2.** Número de crías (media y desviación estándar) a lo largo de los 8 años del programa de cría en cautividad en España.

Año	Nº partos	Nº crías	Nº crías/parto	
			Media	SD
2005	5	18	3,60	1,14
2006	9	31	3,44	1,01
2007	8	22	2,75	0,71
2008	3	6	2,00	1,00
2009	5	17	3,40	0,89
2010	3	5	1,67	0,58
2011	3	5	1,67	0,58
2012	1	4	4,00	0,00
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>108</b>	<b>2,92</b>	<b>1,09</b>



**Figura 2.** Número de crías (media y desviación estándar) a lo largo de los años del programa de cría de visión europeo en España (Podra & Palazón 2012).

### Distribución del número de crías por parto o camada

Las camadas de los visones europeos son de entre 2 y 6 crías (Maran, datos propios) y de entre 2 y 7 crías, con una mayor frecuencia de 4 ó 5 (Youngman 1982). En España, los valores más repetidos son 2, 3 y 4 crías por camada (Podra & Palazón 2012) (Tabla 3).

**Tabla 3.** Distribución del número de crías por año (1 camadas por año) y hembra en España (Datos propios no publicados):

Nº crías/camada	1	2	3	4	5
Nº de camadas	3	12	9	11	2
% de camadas	8,11	32,41	24,33	29,74	5,41

% de camadas con 1 cría: 8,11%

% de camadas con 2 crías: 32,41%

% de camadas con 3 crías: 23,33%

% de camadas con 4 crías: 29,74%

% de camadas con 5 crías: 5,41%

**Tabla 4.** Número de crías (media y desviación estándar) según la edad de la hembra progenitora.

Edad Hembras	Nº partos	Nº crías	Nº crías/parto	
			Media	SD
Año 1	10	32	3,20	1,23
Año 2	10	32	3,20	1,03
Año 3	8	23	2,88	0,83
Año 4	4	9	2,25	0,50
Año 5	4	11	2,75	1,50
Año 6	1	1	1,00	0,00
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>108</b>	<b>2,92</b>	-

**Tabla 5.** Número de crías (media y desviación estándar) según la edad del macho progenitor.

Edad Machos	Nº partos	Nº crías	Nº crías/parto	
			Media	SD
Año 1	8	29	3,63	1,19
Año 2	11	34	3,27	0,65
Año 3	3	6	2,00	0,00
Año 4	6	16	2,67	1,21
Año 5	3	11	3,67	0,58
Año 6	3	5	1,67	0,58
Año 7	3	5	1,67	0,58
<b>Total</b>	<b>37</b>	<b>108</b>	<b>2,92</b>	-

### Ratios de mortalidad

Se ha estimado que durante los primeros meses de edad y los meses de dispersión, la mortalidad de las crías y de los subadultos es elevada (entre el Año 0 y el Año 1), y disminuye entre el Año 1 y el Año 2. Durante la etapa de dispersión (Año 0: agosto-diciembre; Año 1: enero-febrero), se estima que los machos subadultos sufrirán una mayor mortalidad que las hembras debido a que se dispersan en una

mayor proporción y a que son menos aceptados por otros ejemplares con áreas de actividad establecidas. Se estima que después de llegar a la edad adulta, tanto machos como hembras tendrán una mortalidad reducida al haber logrado establecer su territorio, pero a partir de los 4-5 años de edad se incrementará la mortalidad de ambos sexos por causa asociadas a la edad, como problemas de dentición y lesiones por peleas. En cautividad, los visones europeos en Estonia mueren más a menudo en la transición primavera-verano (mayo-junio), después del celo (Maran & Podra unpubl.). Para introducir estos datos en el modelo VORTEX utiliza la fórmula: Mortalidad clase 4 (Año 4) en adelante =  $6 + ((A > 4) * 5 * (A - 4))$ , para las hembras y  $y = 6 + ((A > 4) * 3,25 * (A - 4))$  para los machos.

El porcentaje anual de mortalidad de hembras se distribuye (Maran, datos propios):

- edad 0 (1º año): 50 % -jóvenes y subadultos-	SD = 16,67
- edad 1 (2º año): 20 %	SD = 6,67
- edad 2 (3º año): 20 %	SD = 6,67
- edad 3 (4º año): 30 %	SD = 10,00
- edad 4 (5º año): 50 %	SD = 16,67
- edad 5 (6º año): 80 %	SD = 26,67
- edad 6 (7º año): 99 %	SD = 33,00
	SD media = 16,62

El porcentaje anual de mortalidad de machos se distribuye (Maran, datos propios):

- edad 0 (1º año): 50 % -jóvenes y subadultos-	SD = 16,67
- edad 1 (2º año): 20 %	SD = 6,67
- edad 2 (3º año): 20 %	SD = 6,67
- edad 3 (4º año): 30 %	SD = 10,00
- edad 4 (5º año): 50 %	SD = 6,67
- edad 5 (6º año): 80 %	SD = 6,67
- edad 6 (7º año): 99 %	SD = 33,00
	SD media = 16,62

Estos porcentajes (hembras y machos) se han elaborado con los datos obtenidos en España (Informes LIFE, Base de datos de atropellos) y con la estructura de edad que se conoce de países del oriente europeo (Danilov-Tumanov 1976, Sidorovich 1997).

Según estudios en Europa (Youngman 1982), de una media de 4,7 crías al nacer, quedan 3,5 crías al independizarse (3-4 meses después). Lo que significa un 25 % de mortalidad juvenil y un 75 % de supervivencia juvenil (Youngman 1982, Camby 1990). Si en el periodo de dispersión –individuos subadultos- la mortalidad es también del 25%, como resultado, al final del año 0, existe un 50 % de mortalidad y un 50 % de supervivencia.

Según Sidorovich (1997) el número promedio de los embriones es 4, el de crías con edad de menos de 2 semanas es de 3,8 (5% de mortalidad), y el de crías con edad de más de 1 mes solamente es de 2,3 (39,5% de mortalidad). La mortalidad acumulada hasta el primer mes de vida sería del 42,5%.

La mortalidad media (> 2º año) es del 42,5% (SD = 2,21).

En el caso de España, si la media es de 2,92 crías al nacer y quedan 2,4 crías al independizarse, se estima un 25% de mortalidad, como lo estimado por algunos autores europeos (Podra & Palazón 2012).

Aplicando el paquete estadístico R (RCapture) sobre los datos generales de toda el área de distribución del visón europeo en España, adultos y subadultos conjuntamente, con datos de 2005-2011, la supervivencia media es de 0,4 y la mortalidad media es de 0,6, de un año para otro (datos propios no



publicados). O sea, que de los visones que hay después de la época de reproducción, sólo el 40% llegan al siguiente año y están en disposición de reproducirse.

Si sólo se utilizan los datos obtenidos en estudio poblacional realizado en un área concreta (un tramo del río Ebro + tramo bajo del río Najerilla), adultos y subadultos conjuntamente, con datos de 2004-2011, la supervivencia media es de 0,55 y la mortalidad media es de 0,45 (datos propios no publicados).

Podemos concluir que la mortalidad máxima es de 0,6 y la mínima es de 0,45.

*Mortalidad de las hembras de 0 a 1: 50%*

*Desviación estándar de 0 a 1 debido a la EV: 15*

*Mortalidad de las hembras después del año 1: 45%*

*Desviación estándar de después del año 1 debido a la EV: 15*

*Mortalidad de los machos de 0 a 1: 50%*

*Desviación estándar de 0 a 1 debido a la EV: 15*

*Mortalidad de los machos después del año 1: 45%*

*Desviación estándar de después del año 1 debido a la EV: 15*

### **Correlación de la variación ambiental (EV) con las tasas de reproducción y supervivencia**

La variación ambiental es la variación anual en la reproducción y la supervivencia ocasionada por la variación aleatoria de las condiciones ambientales. Se estima que la variación ambiental no solo afecta a los visones europeos directamente, sino también a las poblaciones de presas, lo que a su vez afecta a la reproducción y a la supervivencia del visón europeo.

La correlación de la variación medioambiental (EV) entre las poblaciones es de 0,50.

La variación medioambiental (EV) es concordante con la reproducción y la mortalidad.

*Correlación de la variación ambiental (EV) con las tasas de reproducción y supervivencia: Si*

### **Catástrofes**

Las catástrofes son eventos medioambientales singulares que están fuera de la variación ambiental normal que pueden afectar a la reproducción y/o a la supervivencia de la especie. Las catástrofes son extremos de la EV (0 → 1).

Las catástrofes naturales pueden ser huracanes, inundaciones, enfermedades, sequías, o eventos similares. Estos eventos son modelados en VORTEX asignando una probabilidad anual de ocurrencia y un par de factores de severidad, describiendo su impacto en la mortalidad (a través de todas las clases de edades y sexos) y la proporción de hembras que se reproducen exitosamente en un año dado.

Se ha considerado que la población española de visón europeo está expuesta a dos tipos de catástrofes: las inundaciones y las sequías.

Para las inundaciones se determinó una frecuencia del 10% (1 cada 10 años) (P = probabilidad de un acontecimiento). La severidad de la catástrofe respecto a la reproducción es del 25% y respecto a la supervivencia es del 10%.

Para la sequía se determinó una frecuencia del 10% (1 cada 10 años) (P = probabilidad de un acontecimiento). La severidad de la catástrofe respecto a la reproducción es del 10% (Cantábrico) y del 20% (Mediterráneo) y respecto a la mortalidad es del 10% (Cantábrico) y del 20% (Mediterráneo).

Los procesos catastróficos se producen cada 10 años (n = 10).

*Catástrofes: Si (2)*





Otros tipos de catástrofes podrían ser:

1. Deriva genética y consanguinidad (imbreeding): no considerada.
2. Epizootias (enfermedad aleutiana del visón ADV, moquillo y otras): no consideradas debido al no conocimiento de cómo y con qué intensidad afectan estas enfermedades sobre la población de visón europeo en España.
3. Presencia de visón americano: no considerada como catástrofe, pues el efecto del visón americano sobre la población española de visón europeo se ha considerado como pérdida de la capacidad de carga (K) del medio.
4. Otro tipo de catástrofe, tratada como de baja intensidad: no considerada

Además de las posibles catástrofes, existen amenazas continuas sobre la población: contaminación del agua, mortalidad no natural –harvest- y, pérdida y fragmentación del hábitat.

### **Inundaciones**

Los valores son iguales en la población única o en las tres subpoblaciones de la metapoblación.

*Porcentaje de frecuencia: cada 10 años*

*Severidad de la inundación respecto a la reproducción: 0,75*

*Severidad de la inundación respecto a la supervivencia: 0,90*

### **Sequías**

Los valores son iguales en la población única y variable (cantábrica y mediterránea) en las tres subpoblaciones de la metapoblación.

*Porcentaje de frecuencia: cada 10 años*

*Severidad de la sequía respecto a la reproducción: 0,90 en Cantábrica; 0,80 en Mediterránea*

*Severidad de la sequía respecto a la supervivencia: 0,90 en Cantábrica; 0,80 en Mediterránea*

### **Monopolización de la reproducción de la hembra**

#### **Porcentaje de machos potencialmente reproductores**

En la época de reproducción, todos los machos que viven son adultos y por tanto maduros sexualmente. Todos los machos tienen la capacidad de transmitir sus genes a la siguiente generación.

*Porcentaje de machos potencialmente reproductores: 100%.*

#### **Porcentaje de machos que contribuyen (exitosos) a la reproducción**

Se ha considerado que una proporción modesta (sólo el 50%) de los machos adultos son reproductores potenciales (pool reproductor), ya que no todos los machos tienen acceso a una hembra, siendo los adultos de los Años 2, 3 y 4, con áreas de campeo actividad establecidas, los que normalmente contribuyen al pool genético de la descendencia. Se refleja la competencia entre machos por copular y fecundar a las hembras. Machos con Año 1 (su primera época reproductora) o con Año mayor de 4 (ya son considerados viejos) tienen muy difícil acceder a copular y fecundar las hembras.



M = número de machos adultos en las población.

Se podrían hacer varias versiones, considerando un pool reproductor de los machos bajo (40%), medio (50%) y alto (60%), por ejemplo. En los modelos realizados se ha optado por el porcentaje máximo del 60%.

*Machos que contribuyen a la reproducción: 40%; 50%; 60%*

### **Promedio de reproducciones exitosas**

Es el número medio de camadas que produce cada uno de los machos que contribuyen a la reproducción. En el modelo, si el 90% de las hembras se reproducen gracias al 60% de los machos, el promedio es de 1,5. Este promedio desciende en el caso del 80% de las hembras (1,33) y del 70% de las hembras (1,17)

*Promedio máximo: 1,5*

### **Tamaño Inicial de Población (N)**

Históricamente, desde el comienzo del estudio del visón europeo en España (1992), se ha estimado que la población española de visón europeo está formada por 500 individuos adultos (Palazón 2011). Este dato no es el resultado de ningún estudio sino que más bien responde a un dato arbitrario y “acordado” por casi todos los actores implicados en el estudio y la conservación del visón europeo en España.

### **Estima del tamaño de la población de visón europeo**

Para determinar el tamaño actual de la población española de visón europeo se han utilizado los datos (base de datos: Asociación Visión Europeo, TRAGSATEC, Administraciones de La Rioja, Álava, Bizkaia, Gipúzkoa, Castilla y León, Navarra y Aragón) recogidos a partir del año 2005 hasta el 2011 (Figura 3), años en los que el esfuerzo de captura (trampas noche) ha sido comparable entre ellos. Tanto el método de recogida de los datos como el esfuerzo de captura han sido sistemáticos.

Con el paquete estadístico R (RCapture) se ha estimado el tamaño poblacional. Este software utiliza la función GLM (General Linear Model) basada en las regresiones de Poisson. El software permite incorporar diferentes fuentes de variabilidad en los experimentos de captura-recaptura y en los estudios se han seleccionado cuatro tipos de modelos (ver Tabla 6):

M0 = ninguna fuente de variación.

Mt = efecto temporal: la probabilidad de captura varía entre las diferentes ocasiones de captura.

Mh = heterogeneidad entre unidades: la probabilidad de captura varía entre las diferentes unidades.

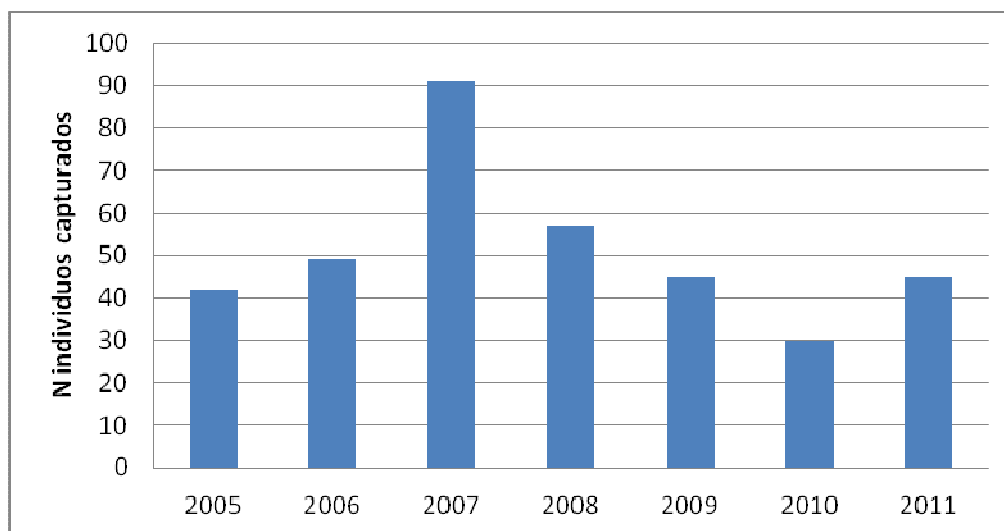
Mth = combinación del efecto temporal y la heterogeneidad.

Dentro de cada tipología se ha escogido el modelo con el mayor “fit” de los datos y el menor valor de AIC (Akaike Information Criteria).

El total de individuos capturados desde el 2005 hasta el 2011 fue de 356 visones. Y el promedio de la abundancia fue de 1.470,7 (tamaño de la población = 1.471 visones europeos) (Tabla 6). Dado que no se cuenta con datos específicos, se consideró que la población tiene una distribución estable de edades (datos propios, no publicados), que es modelada por el programa VORTEX (Tabla 7).

*Tamaño de la población (máxima) (N): 1.471*

*Desviación estándar del tamaño inicial de la población: 120,28*



**Figura 3.** Número de visones europeos capturados entre los años 2005 y 2011 en España.

**Tabla 6.** Resultados de las estimas de abundancia de la población de visón europeo en España (ver texto).

	Abundancia	Stderr	Desviación estándar	Df	AIC
<b>M0</b>	1.379,4	177,50	148,526	125	231,703
<b>Mt</b>	1.355,2	173,70	103,626	119	198,803
<b>Mh</b>	1.587,2	226,00	144,312	124	229,488
<b>Mth</b>	1.561,0	221,60	99,285	118	196,462
<b>Promedio</b>	<b>1.470,7</b>	<b>120,28</b>			

La densidad media (número de visones europeos por kilómetro de río) se ha estimado a partir del tamaño de la población estimado (2005-2011) y de los kilómetros de río ocupados por el visón europeo en su máxima distribución conocida (2.826 km):  $1.471 \text{ visones} / 2.826 \text{ km} = 0,52 \text{ visones/km de río}$ . Posiblemente este dato es un poco elevado, pues las zonas altas de los ríos tienen densidades menores que las zonas medias y bajas de los ríos (Gómez et al. 2007, 2011a, 2011c), pero es un dato aproximado. Por ejemplo, en La Rioja, el 90% de los visones son capturados por debajo de los 600 metros de altitud (Gómez et al. 2007, 2011c).

El tamaño inicial (la actual para incorporar al programa VORTEX) de la población se ha calculado a partir de los kilómetros de río con presencia actual -2011 y 2012- de visón europeo (2.228 km) (Tabla 8) y de la densidad media obtenida (0,52 VE/km) anteriormente:  $2.228 \text{ km} \times 0,52 \text{ visones/km} = 1.181 \text{ visones europeos}$  (ver Tabla 8)

*Tamaño Inicial de Población (N): 1.181*

Para estimar el tamaño inicial de las tres subpoblaciones:

- Tamaño inicial de la subpoblación cantábrica: 229 visones europeos (23,6%) a lo largo de 433 kilómetros fluviales.
- Tamaño inicial de la subpoblación mediterránea occidental: 293 visones europeos (30,2%), a lo largo de 552 kilómetros fluviales.
- Tamaño inicial de la subpoblación mediterránea oriental: 659 visones europeos (46,1%), a lo largo de 1.243 kilómetros fluviales.

El programa VORTEX reparte el número de ejemplares en las diferentes edades y por sexo (Tabla 7).

**Tabla 7.** Número de visones europeos (machos y hembras) que forman la población española y las tres subpoblaciones, separados por clases de edad.

	Población única	Subpoblación Cantábrica	Subpoblación Mediterránea Occidental	Subpoblación Mediterránea Oriental
<b>Hembras Edad 1</b>	216	62	79	178
<b>Hembras Edad 2</b>	130	29	37	84
<b>Hembras Edad 3</b>	78	14	18	40
<b>Hembras Edad 4</b>	48	6	9	19
<b>Hembras Edad 5</b>	29	4	4	9
<b>Total Hembras</b>	<b>591</b>	<b>115</b>	<b>147</b>	<b>330</b>
<b>Machos Edad 1</b>	216	62	79	178
<b>Machos Edad 2</b>	130	29	37	84
<b>Machos Edad 3</b>	78	14	18	40
<b>Machos Edad 4</b>	48	6	9	19
<b>Machos Edad 5</b>	28	3	3	8
<b>Total Machos</b>	<b>590</b>	<b>114</b>	<b>146</b>	<b>329</b>

### Capacidad de Carga (K)

La capacidad de carga (K) de un hábitat dado define el límite máximo del tamaño poblacional que puede soportar el hábitat, por encima del cual la mortalidad se distribuye aleatoriamente en todas las clases de edad para que la población vuelva a su valor K. Al considerar la reproducción densodependiente, se espera que la población se autorregule antes de llegar a K.

La capacidad de carga teórica se ha estimado a partir de los kilómetros de río con capacidad para admitir ejemplares de visón europeo (4.097 km) y la densidad media de visón europeo por kilómetro de río (0,52):  $4.097 \text{ km} \times 0,52 \text{ visones/km} = 2.130 \text{ visones}$  (capacidad de carga teórica).

La densidad media se ha calculado a partir de la población total estimada (1.471 visones) y de los kilómetros de río ocupados por el visón europeo en su máxima distribución conocida (2.826 km):

$$1.471 \text{ visones} / 2.826 \text{ km} = 0,52 \text{ visones/km de río.}$$

La capacidad de carga es el número de visones que pueden vivir en el medio, y depende del hábitat (disponibilidad de alimento y refugio) ( $N/K = \text{densidad de población}$ ):

- $(4.097 \text{ km de río}) \times (0,52 \text{ visones/km}) = 2.130 \text{ visones}$  como capacidad de carga (teórica). En el presente estudio se ha utilizado como capacidad de carga real, la distribución máxima alcanzada por el visón europeo en España, que son 2.826 km, con 1.471 visones.
- Según los estudios de Sidorovich (1997), la densidad de visones varía según la longitud de los ríos y de las cuencas donde habitan. En ríos de más de 100 km ( $X = 3,6$ ; rango = 2,0-6,1); en ríos de entre 10 y 100 km (rango = 1,9-10,0) y en río de entre 2 y 10 km ( $X = 2,5$ ; rango = 0-4,0). A más grande sea el río, mayor la densidad media de visones por kilómetro de río, pero los ríos de más 100 km no poseen una densidad alta (Sidorovich 1997).
- Según los estudios poblacionales realizados en los ríos Ebro y Najerilla (Palazón et al. 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 y 2010, Palazón 2011), la media en el Ebro es de 0,42 visones por kilómetro de río (rango: 0,27-0,90) y en el Najerilla de 1,33 (rango = 0,92-2,40). Las diferentes densidades estimadas en este estudio (Ebro: 0,27; 0,42; 0,90; Najerilla: 0,92; 1,33; 2,40 individuos/km), indican que la densidad media de toda el área de distribución del visón europeo es más cercana a 0,52 (o menor), ya que la zona del Najerilla es una zona de elevada densidad, poco representativa en el resto de la distribución.

No se acepta una tendencia proyectada en K (no se sospecha que la capacidad de carga vaya a aumentar del máximo estimado). La pérdida de hábitat puede hacer que la capacidad de carga (K) pueda descender.

Como el área de distribución del visón europeo en España se ha dividido en tres áreas claramente diferencias, cada una de estas posee un tamaño de hábitat disponible (kilómetros de río) y capacidades de carga diferentes (Tabla 8):

- Área Cantábrica (1): 668 km con capacidad (real) para acoger visones, el 22,8% del rango, con 336 visones de capacidad de carga.
- Área Mediterráneo Occidental (2): 855 km con capacidad (real) para acoger visones, el 29,2% del rango, con 430 visones de capacidad de carga.
- Área Mediterráneo Oriental (3): 1.303 km con capacidad (real) para acoger visones, el 44,5% del rango, con 655 visones de capacidad de carga.

En toda el área de distribución del visón europeo, en 10 años, el visón americano se ha expandido por 419 km de tramos fluviales, que comparado con los 2.926 km fluviales de máxima distribución del visón europeo, lo que significa un promedio del 14,3% del territorio, pero repartidos diferentemente por las tres áreas de estudio consideradas:

- En el área del Cantábrico, en 10 años, el visón americano se ha expandido por 186 km de tramos fluviales, que comparado con los 668 km fluviales de máxima distribución del visón europeo en esta vertiente, lo que significa el 27,8% del territorio.
- En el área del Mediterráneo occidental, en 10 años, el visón americano se ha expandido por 218 km de tramos fluviales, que comparado con los 855 km fluviales de máxima distribución del visón europeo en esta vertiente –oeste-, lo que significa el 25,5% del territorio.

- En el área del Mediterráneo oriental, en 10 años, el visón americano se ha expandido por 15 km (testimonial) de tramos fluviales, que comparado con los 1.303 km fluviales de máxima distribución del visón europeo en esta vertiente –este-, lo que significa el 1,15% del territorio.

**Tabla 8.** Capacidad de carga (número de visones) y distribución (kilómetros de río) máxima y actual de visón europeo en España. Además se indica la distribución (kilómetros de río) de visón americano en la zona de distribución del visón europeo. El rango de distribución se halla dividido en 8 zonas (Cantábrico: azul; Mediterráneo occidental: naranja; Mediterráneo oriental: verde; correspondencia con la Figura 4).

Zona	Km Capacidad para visón europeo	Km Distribución máxima de visón europeo (K)	Km Distribución actual de visón europeo	Km Distribución actual de visón americano
Cantábrico Occidental	399	220	117	146
Cantábrico Oriental	535	448	316	40
Mediterráneo Norte Occidental	412	296	148	168
Mediterráneo Sur Occidental + Duero	473+30=503	321+15=336	261+15=276	10
Ebro Occidental	223	223	128	40
Ebro Oriental	165	165	165	5
Mediterráneo Norte Oriental	1.581	904	844	5
Mediterráneo Sur Oriental	279	234	234	5
<b>TOTAL</b>	<b>4.097</b>	<b>2.826</b>	<b>2.228</b>	<b>419</b>

#### Capacidad de carga

1.471 visones: 336 en Cantábrico, 430 en Mediterráneo occidental, 655 en Mediterráneo oriental

#### Densidad media

0,52 visones / kilómetro de río

#### Desviación estándar en la capacidad de carga (K) debido a la EV

69,5 en Cantábrico; 88,9 en Mediterráneo occidental; 135,5 en Mediterráneo oriental

#### Cambio futuro en la capacidad de carga

Si



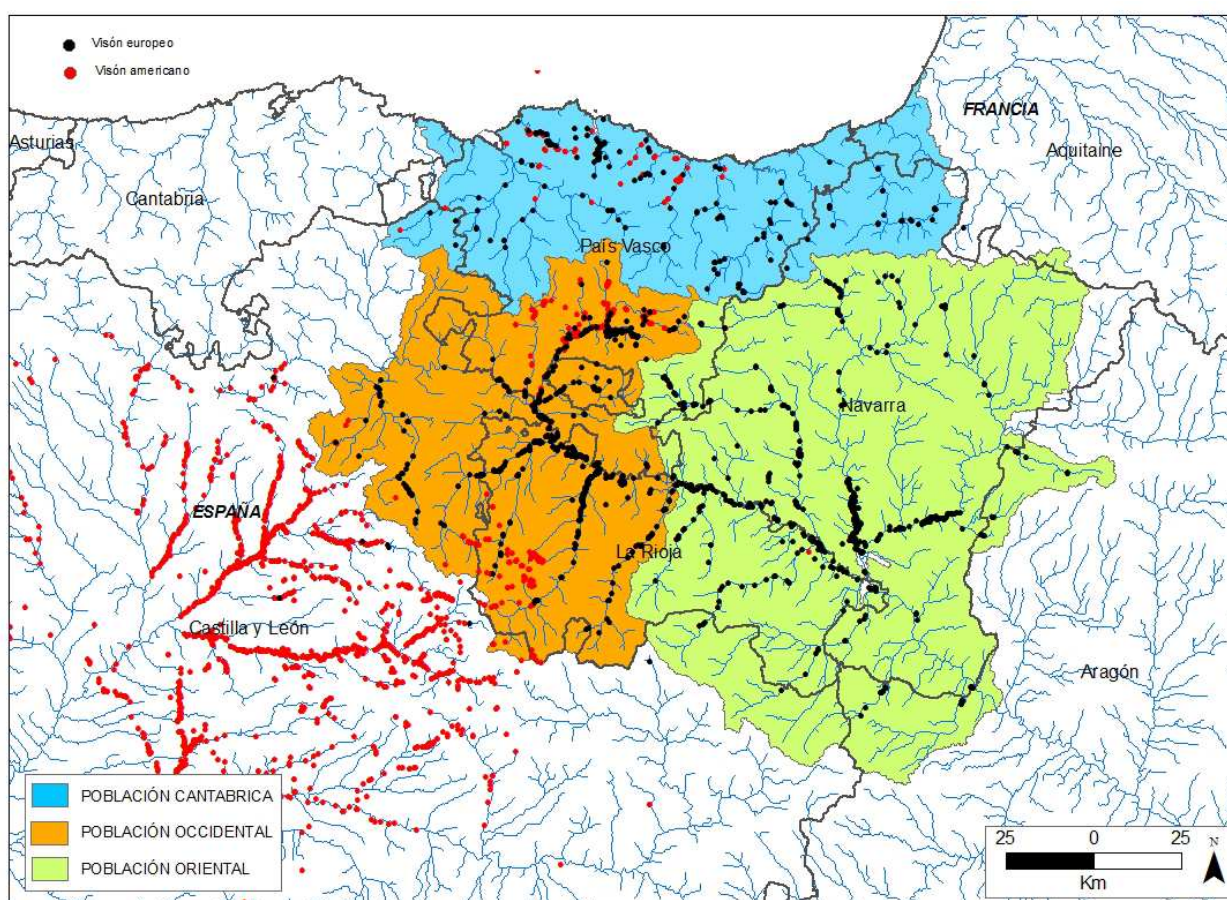
## Número de años

10

## Porcentaje anual del incremento o decremento

-18; 0; +8

(ver efecto del visón americano)



**Figura 4.** Área de distribución del visón europeo en España, dividida en 3 subpoblaciones: cantábrica (en azul), mediterránea occidental (en naranja) y mediterránea oriental (en verde). Se representan las citas de visón europeo (puntos negros) y de visón americano (puntos rojos).

## Efecto del visón americano

Con el objetivo de cuantificar el efecto de la presencia del visón americano sobre la población de visón europeo (por competencia ecológica) se ha seleccionado un “subset” de los datos recogidos de la población alavesa-riojana de visón europeo afectada por la expansión de población alavesa de visón americano (Figura 5). Ejemplares de la especie alóctona aparecieron a finales de los años 1990s (1996) en



la denominada “Llanada alavesa”; se extendieron aguas arriba y abajo del río Zadorra, llegando hasta el Ebro, hasta bien entrado en La Rioja (Figura 5). Desde el comienzo, esta población autóctona fue trampeada, pero su efecto sobre la población de visón europeo es apreciable. Para evaluar el efecto de la presencia de la especie invasora se ha subdividido el intervalo temporal 1997-2011 en:

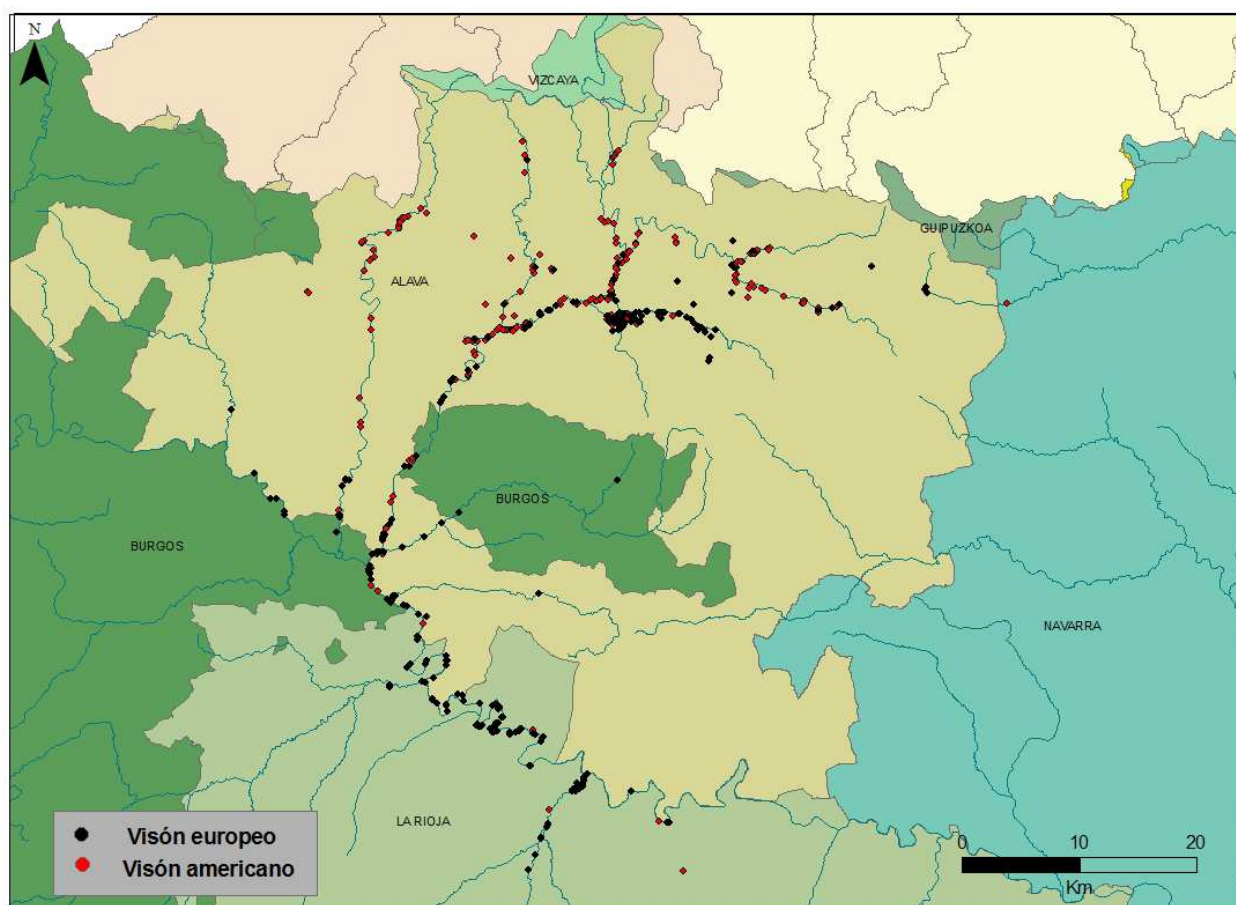
- I. 1997-1999: detección de la presencia de visón americano.
- II. 2000-2005: control fuerte y sistemático de visón americano.
- III. 2006-2011: control más débil de visón americano.

- En el periodo 1997-1999, la densidad de visón americano era baja y el control sobre esta especie era mínimo. Los trampeos eran esporádicos y no sistemáticos. Se capturaban más visones europeos que americanos (números estimados mediante el esfuerzo de captura -trampas noche-). Las capturas de visones europeos aumentaron progresivamente y las de visón americano se mantuvieron. En este periodo ( $n = 3$ ) el aumento de visón americano se ha estimado en un +30%, y el decremento del visón europeo se ha estimado en un -21%.
- En el periodo 2000-2005, se produce un fuerte control del visón americano, con números y sistemáticos trampeos. Las capturas de la especie autóctona aumentaron hasta 2004 y descendieron en 2005. Se capturaban menos visones europeos que americanos. Descendieron de forma significativa las capturas de visón europeo. En este periodo ( $n = 6$ ) el decremento de visón americano se ha estimado en un -27,5%, y el decremento del visón europeo se ha estimado en un -16%.
- En el periodo 2006-2010, se continuó controlando el visón americano, pero con menos intensidad. Se han mantenido las capturas de visón americano bajas hasta 2010, año en que aumentaron. Se capturaron más visones europeos que americanos. Las capturas de visones europeos aumentaron progresivamente y también las de visón americano, pero en menor número. En este periodo ( $n = 6$ ) el aumento de visón americano se ha estimado en un +170%, y el aumento del visón europeo se ha estimado en un +90%.

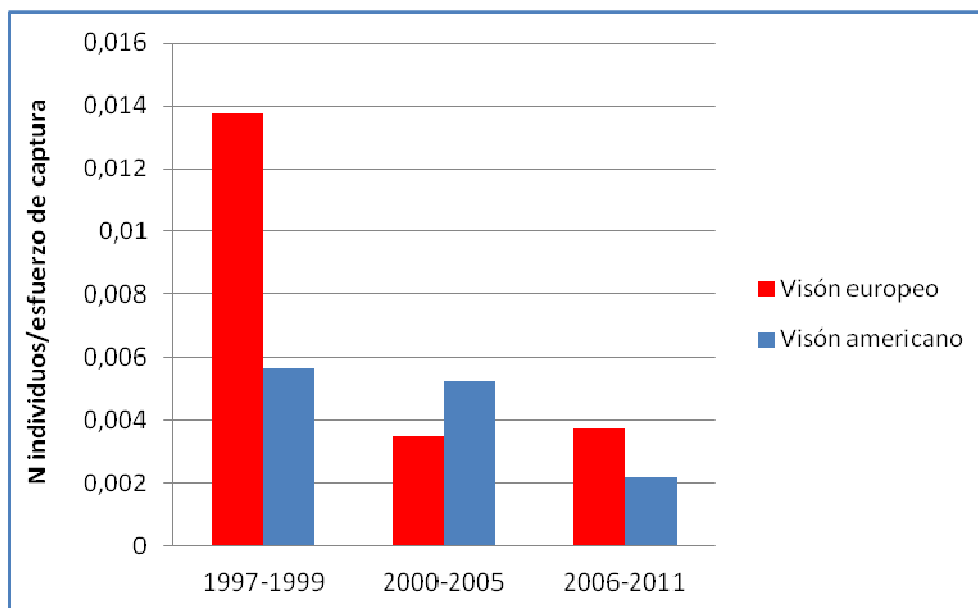
Para cada uno de los tres intervalos se ha calculado el número de individuos capturados por año comparado con el esfuerzo de captura (número de trampas noche) aplicado y el incremento/decremento anual de la población en el área de estudio (Figuras 6 y 7). En resumen, es la diferencia de un año respecto al año anterior.

El promedio (como mínimo) del efecto de la competencia del visón americano con el visón europeo es de un -18%; la población de visón europeo desciende un 18% anualmente (sin control de visón americano). En resumen, en tres años la población de visón europeo descendería hasta el 55%, y en seis años hasta el 30%.

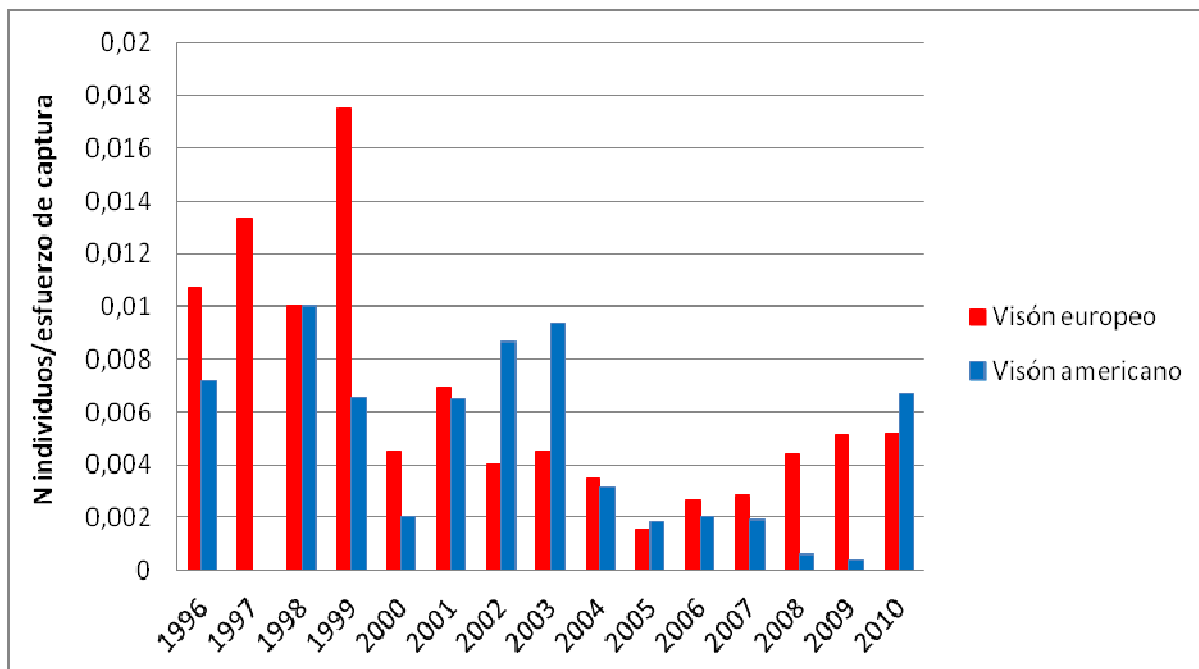
Por el contrario, si se produce un control (trampeo) fuerte y sistemático de visón americano dentro y en los alrededores inmediatos de la zona de distribución del visón europeo, la población de la especie autóctona se recuperaría en un 8% anual, especialmente cuando la subpoblación afectada es pequeña.



**Figura 5.** Distribución del visión europeo y del visión americano en el área de estudio (Álava y La Rioja alta) donde se ha cuantificado el efecto del visión americano sobre el visión europeo.



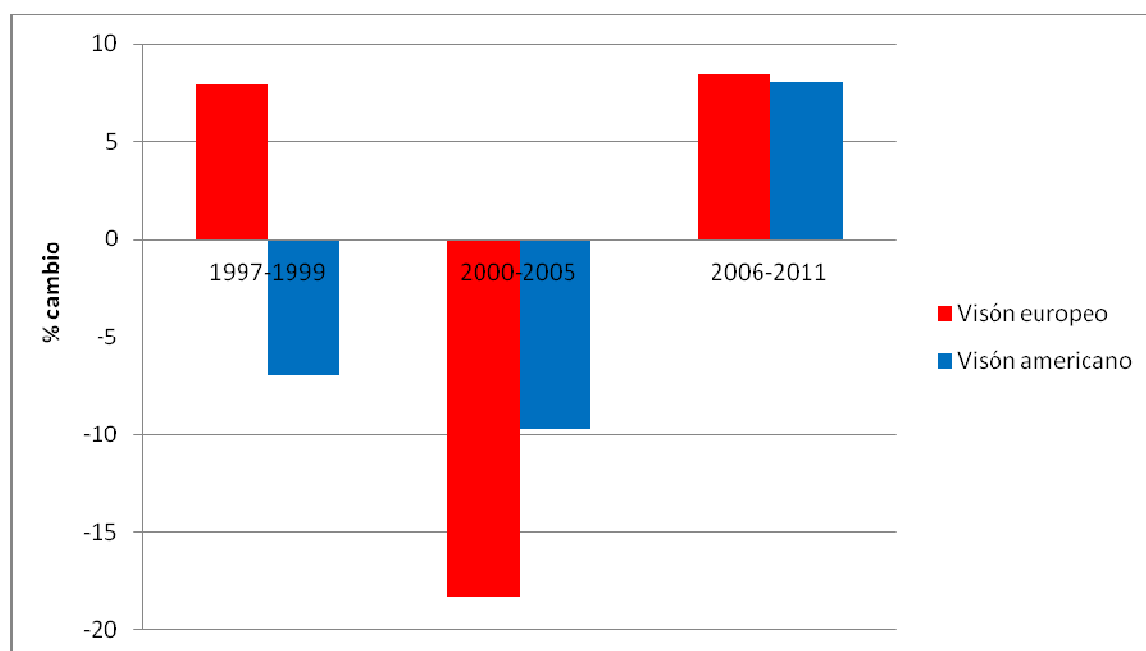
**Figura 6.** Número de individuos de visión europeo y de visión americano comparado con el esfuerzo de captura (número de trampas noche) capturados en los tres intervalos temporales definidos (ver texto) en el área de estudio, correspondiente a la provincia de Álava y La Rioja.



**Figura 7.** Número de individuos de visión europeo y de visión americano comparado con el esfuerzo de captura (número de trampas noche) capturados anualmente en el área de estudio, correspondiente a la provincia de Álava y La Rioja.

**Tabla 9.** Cambio porcentual promedio en las poblaciones de visión europeo y de visión americano en los tres intervalos temporales considerados.

	1997-1999	2000-2005	2006-2011
<b>Visión europeo</b>	7,905254385	-18,28092711	8,397111431
<b>Visión americano</b>	-6,913254073	-9,700474994	8,053559131



**Figura 8.** Cambio porcentual promedio en las poblaciones de visión europeo y de visión americano en los tres intervalos temporales considerados.

### Harvest

No existe “harvest” propiamente dicho en la población española de visión europeo. Es una población que desde su aparición en España en la década de 1950s, en la que se ha ido capturando visones de forma esporádica (Palazón 1998, Palazón et al. 2003) pero nunca se han capturado visones de forma sistemática, por su piel por ejemplo. Y desde los años 1980s no existen muertes de visones por capturas “en muerte” (Palazón et al. 2012). Aunque se puede considerar que los visones atropellados, ahogados, e incluso los visones retirados del medio natural para el programa de cría son “harvest”.

*Población “harvested”:* Si, atropellos.

Entre 1991 y 2011 (21 años) se ha recogido por muerte no natural (atropellos fundamentalmente) 162 individuos (media = 7,72; SD = 6,25 (Palazón et al. 2012). Si consideramos que una gran parte (50 %) de los visones muertos por causas antrópicas no se detectan, la media anual de “harvest” podría ser de 15,5 visones europeos atropellados por año. Como se atropellan más machos que hembras (harvest machos = 10,5 machos/año; harvest hembras = 5 hembras/año).



En el caso de capturar individuos en el futuro como fundadores de un programa de cría en cautividad, la cantidad sería mínima, y estaría dentro del total estimado.

**Primer año de “harvest”**

*1*

**Último año de “harvest”**

*10; 20; 50*

**Intervalo, en años, entre “harvest”**

*1*

**Criterio opcional**

*1*

**Hembras adultas “harvested”**

*5*

**Machos adultos “harvested”**

*10*

**Suplementación**

La suplementación en este estudio está referida a un programa de reforzamiento de la población española de visón europeo con ejemplares procedentes del Programa de cría en cautividad de visón europeo en España.

En el marco de este programa, en 2008 se liberaron 8 visones, 16 en 2009 y 3 en 2010 (Gómez & Palazón 2008, Palazón & Gómez 2009). Estos individuos son animales procedentes de los visones retirados del medio natural en 2004 y 2005 (Palazón et al. 2005). Por tanto, el programa VORTEX no los tiene en cuenta. Además, se trataba de un proyecto piloto de refuerzo poblacional en los Humedales de Salburua con una duración limitada en el tiempo.

Si continúa el programa de cría en cautividad con una regularidad en las reproducciones, se podría plantear algún programa de reintroducción/refuerzo en el futuro si se considerara necesario. Para que el programa VORTEX tuviera en cuenta esta suplementación deberían ser individuos no relacionados con la población española (Programa cría Estonia: EEP), que aumentarían la diversidad genética de nuestra población.

Los cálculos a la hora de suplementar la población son diferentes si el programa donante es el desarrollado en España o el desarrollado en Estonia, debido al diferente número promedio de crías de las hembras adultas y reproductoras.



Se ha recogido dos casos para no alargar el estudio, liberación de 4 hembras cada año y liberación de 6 hembras. En los programas de reforzamiento o reintroducción de visones europeos, la liberación se realiza mediante el traslado de hembras gestantes al lugar de suelta (en jaulones presuelta); allí dan a luz a las crías y se procede a la liberación de toda la familia; por este motivo es importante el número promedio de crías por cada hembra preñada.

Hembras procedentes del programa español: Promedio de crías = 3,0. Sex-ratio = 1:1.

- Si se liberan 4 hembras con sus crías (n=12), el número total sería de 16 individuos (4 adultos y 12 subadultos; 10 hembras y 6 machos), que serían todos adultos si todos sobrevivieran hasta el próximo año.
- Si se liberan 6 hembras con sus crías (n=18), el número total sería de 24 individuos (6 adultos y 18 subadultos; 15 hembras y 9 machos), que serían todos adultos si todos sobrevivieran hasta el próximo año.

Hembras procedentes del programa estonio y de la EEP: Promedio de crías = 4,0. Sex-ratio = 1:1.

- Si se liberan 4 hembras con sus crías (n=16), el número total sería de 20 individuos (4 adultos y 16 subadultos; 12 hembras y 8 machos).
- Si se liberan 6 hembras con sus crías (n=24), el número total sería de 30 individuos (6 adultos y 24 subadultos; 18 hembras y 12 machos).

El número de animales suplementados cada año, en caso de reintroducciones futuras puede ser entre 16 y 24 individuos cada año (donante España) o entre 20 y 30 individuos (donante EEP, Estonia) (Producción = ratio de suplementación).

### **Población suplementada**

*Si; No*

### **Primer año de suplementación**

*El segundo año: 2. Año 1 de la vida de un visón.*

### **Último año de suplementación**

*El sexto año: 6 (5 años de programa)*

### **Intervalo entre las suplementaciones**

*1 año*

### **Criterio opcional**

*1*

**Número de hembras adultas:**



En este apartado, debido al especial tipo de sueltas llevadas a cabo con los visones europeos, se ha considerado estimar todas las hembras liberadas (adultas y subadultas).

*Número de hembras adultas: 10; 15*

#### **Número de machos adultos:**

En este apartado, debido al especial tipo de sueltas llevadas a cabo con los visones europeos (no se liberan machos adultos), se ha considerado estimar todos los machos liberados (subadultos).

*Número de machos adultos: 6; 9*

Cuando se realiza una suplementación se debe tener en cuenta la mortalidad de los ejemplares liberados, siempre más elevada que la de los ejemplares nativos. Se estima del 50% durante el primer mes en Estonia (Maran et al. 2009), y del 75% después de 4-5 meses, en España (Gómez & Palazón, 2008, Palazón & Gómez 2009). En el caso de España, la presencia de visón americano afectó directamente a la supervivencia de los ejemplares europeos liberados (Palazón & Gómez 2009, Podra et al. Unpubl.).

#### **Gestión genética**

Como se está estimando una población salvaje de visón europeo, no se realiza ningún tipo de gestión genética, más común en poblaciones cautivas de especies amenazadas, tal y como ocurre en los programas de cría en cautividad de España, Estonia y la EEP.

*Gestión genética: No*



**Box 2.** Resumen de los parámetros demográficos de entrada para el modelo genérico VORTEX del visón europeo en España.

<b>Escenarios</b>				
Número de iteraciones	1.000			
Número de años	10	20	50	
Definición de extinción	1 sexo	<50		
Número de poblaciones	1	3		
<b>Descripción de la especie</b>				
Depresión endogámica	Si			
Equivalentes letales	3,14			
% letales recesivos	50			
EV	0,5			
Número catástrofes	2			
<b>Etiquetas y estado variables</b>	<b>Tramos de río con presencia de visón americano</b>			
	<b>Total</b>	<b>Cantábrico</b>	<b>Medit Oc.</b>	<b>Medit Or.</b>
Porcentaje de ocupación	14,3	27,1	25,5	1,1
<b>Dispersión</b>				
Año dispersión más jóvenes	1			
Año dispersión más viejos	5			
Sexos que se dispersan	M y H			
% supervivencia dispersantes	50			
Poblaciones	3			
Dispersión Cantábrico-Mediterráneo	5%			
Dispersión Medit. Occidental-Oriental	10%			
<b>Sistema reproductor</b>	Polígamo			
Edad 1ª reproducción hembras	1 año			
Edad 1ª reproducción machos	1 año			
Máxima edad reproducción	5 años			
Máximo nº camadas por año	1			
Máximo nº crías por camada	5			
Sex-ratio al nacer	50%			
Reproducción dependiente densidad	No			
% reproducción a baja densidad	No			
% reproducción capacidad de carga	No			
Efecto Allee	No			
Parámetro Steepness	No			
<b>Tasas de reproducción</b>				
% hembras en reproducción	70	80	90	
EV % reproducción	30	30	30	
Distribución camadas por año	100			
Distribución número crías	Normal			
Promedio número crías	2,92			
Desviación estándar número crías	0,87			
% camadas con 1 cría	8,11			
% camada con 2 crías	32,41			
% camadas con 3 crías	24,33			
% camadas con 4 crías	29,74			
% camadas con 5 crías	5,41			
<b>Tasas de mortalidad</b>				
% mortalidad hembras de 0 a 1 año	50			

**Box 2.** Resumen de los parámetros demográficos de entrada para el modelo genérico VORTEX del visón europeo en España (continuación).

SD de 0 a 1 año debido a EV	15				
% mortalidad anual hembras después año 1	45	60			
SD mortalidad hembras después año 1	15				
% mortalidad machos de 0 a 1 año	50				
SD de 0 a 1 año debido a EV	15				
% mortalidad anual machos después año 1	45	60			
SD mortalidad machos después año 1	15				
<b>Catástrofes</b>	<b>Total</b>	<b>Cantábrico</b>	<b>Medit Oc.</b>	<b>Medit Or.</b>	
Inundaciones					
% frecuencia	10	10	10	10	
Severidad sobre la reproducción	0,75	0,75	0,75	0,75	
Severidad sobre la supervivencia	0,9	0,9	0,9	0,9	
Sequías					
% frecuencia	10	10	10	10	
Severidad sobre la reproducción	0,85	0,9	0,8	0,8	
Severidad sobre la supervivencia	0,85	0,9	0,8	0,8	
<b>Monopolización del apareamiento</b>					
% machos pool reproductor	100				
% machos tienen descendencia	40	50	60		
Promedio	1,5				
<b>Tamaño inicial de la población</b>	<b>Total</b>	<b>Cantábrico</b>	<b>Medit Oc.</b>	<b>Medit Or.</b>	
Toda la población	1.181	229	293	659	
Hembras Edad 1	216	62	79	178	
Hembras Edad 2	130	29	37	84	
Hembras Edad 3	78	14	18	40	
Hembras Edad 4	48	6	9	19	
Hembras Edad 5	28	4	4	9	
Machos Edad 1	216	62	79	178	
Machos Edad 2	130	29	37	84	
Machos Edad 3	78	14	18	40	
Machos Edad 4	48	6	9	19	
Machos Edad 5	28	3	3	8	
<b>Capacidad de carga</b>	<b>Total</b>	<b>Cantábrico</b>	<b>Medit Oc.</b>	<b>Medit Or.</b>	
Capacidad de carga K	1.471	336	430	655	
Densidad media	0,52	0,52	0,52	0,52	
Desviación estándar en K debido a EV		69,5	88,9	135,5	
Cambio futuro en la capacidad de carga	Si	Si	No	Si	
Número de años	10	10	10	10	
% incremento o decremento anual	-18	0	+8		
<b>Harvest</b>					
Población harvested	Si				
Primer año de harvest	1				
Último año de harvest	10	20	50		
Intervalo años entre harvest	1				
Criterio opcional para harvest	1				
Hembras adultas harvested	5				
Machos adultos harvested	10				



**Box 2.** Resumen de los parámetros demográficos de entrada para el modelo genérico VORTEX del visón europeo en España (continuación).

<b>Suplementación</b>					
Población suplementada	Si	No			
Primer año suplementación	2				
Última año suplementación	6				
Intervalo	1				
Criterio opcional	1				
Número hembras adultas (de España)	10	15			
Número machos adultos (de España)	6	9			
Número hembras adultas (de Estonia)	12	18			
Número machos adultos (de Estonia)	8	12			
Manejo genético	No				

## Resultados

### Primera simulación

Esta primera simulación VORTEX se ha estimado a lo largo de 10, 20 y 50 años; la definición de extinción es que queda un único sexo; el porcentaje de hembras que contribuyen a la reproducción es de 70, 80 y 90%; la población española de visón europeo es una metapoblación con tres subpoblaciones; el porcentaje de incremento anual de la capacidad de carga (debido al visón americano) es de -18, de 0 y de +8%, y no se produce suplementación (Tabla 10) (ver Anexos 1, 2 y 3).

**Tabla 10.** Características variables utilizadas en la primera simulación VORTEX.

Número de años	10	20	50
Definición de extinción	Sólo 1 sexo		
Porcentaje de hembras que se reproducen	70	80	90
Número de poblaciones	3		
% anual incremento de la capacidad de carga	-18	0	+8
Suplementación	No		

Cuando la **capacidad de carga disminuye en un 18% anual**, debido a la presencia y a la competencia ecológica con el visón americano (cuya población no es controlada), la supervivencia de la población de visón europeo comienza a tender al cero a partir del cuarto año, llegando a cero al octavo año (Figuras 8, 9 y 10). Tanto a 10, a 20 como a 50 años, **en todos los casos** calculados por el programa **la probabilidad de supervivencia es cero** (Tabla 11). **La probabilidad de extinción de la especie aumenta a partir del cuarto año hasta llegar a su máximo entre el sexto y séptimo año** (Figuras 8, 9 y 10). Como paradoja queda que la probabilidad de extinción a los 10, 20 y 50 años también es cero, ya que el programa estima que la población ya está extinguida en el año 10.

Cuando la **capacidad de carga es estable** (para ello hay que seguir haciendo un control fuerte y sistemático del visón americano, evitando que colonice parte del territorio ocupado actualmente por el visón europeo), es importante entonces el efecto que ejercen los diferentes porcentajes de hembras que se reproducen y el número de años considerado (Tabla 11) sobre la probabilidad de supervivencia y la probabilidad de extinción. Por ejemplo cuando son un 90% las hembras que se reproducen se pasa de un 90,1% de probabilidad de supervivencia a los 10 años a un 9,4% a los 50 años (Tabla 11). Más allá del año 10 no se puede hablar de probabilidades de supervivencia mayores del 90%.

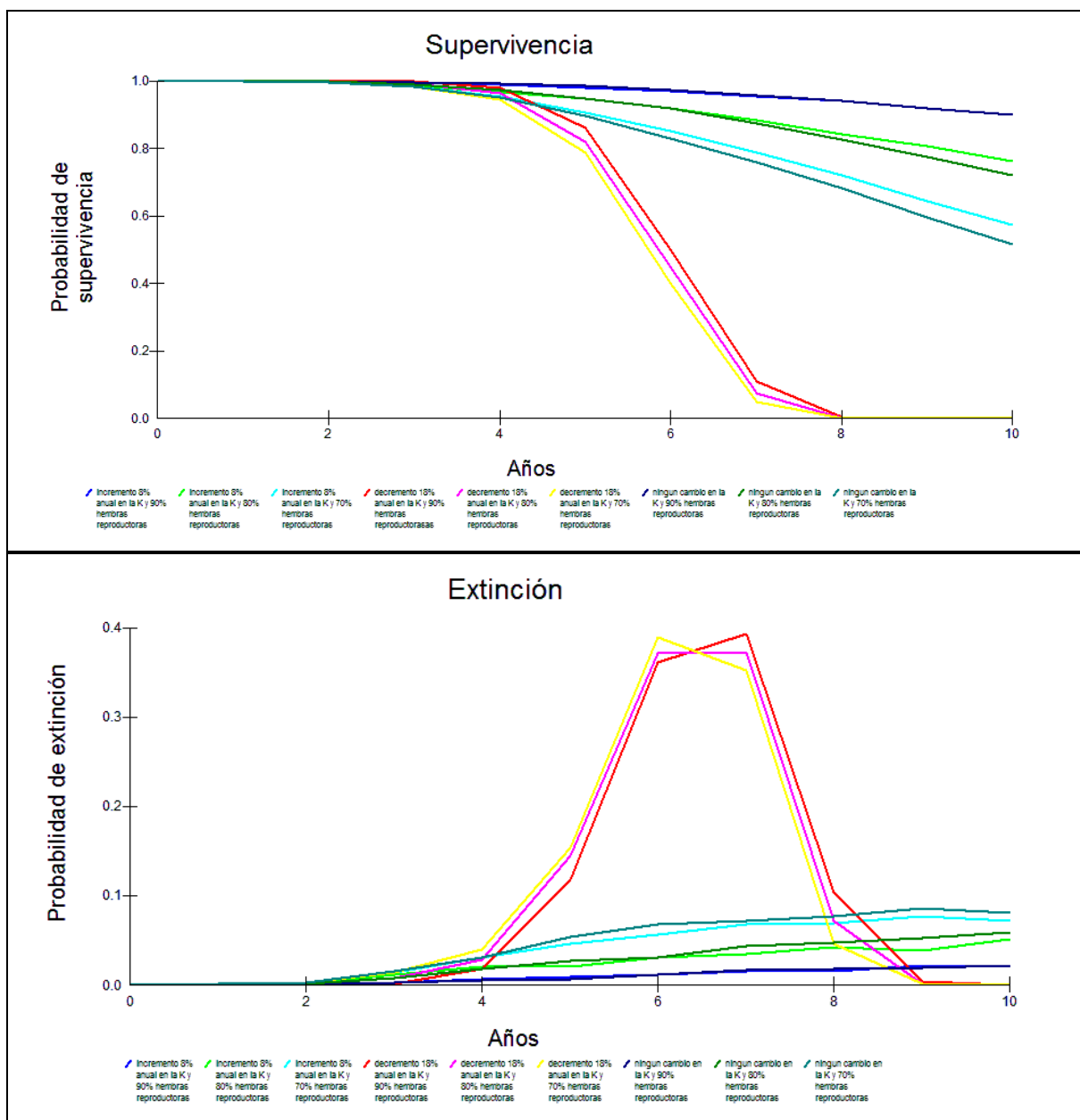
Cuando **la capacidad de carga es de un incremento del 8% anual** (aumentar fuertemente el esfuerzo de trampeo actual y casi erradicar las poblaciones alavesas y vizcaínas de visón americano) mejora levemente la probabilidad de supervivencia y la probabilidad de extinción. Por ejemplo cuando son un 90% las hembras que se reproducen se pasa de un 90,1% de probabilidad de supervivencia a los 10 años a un 34,2% a los 50 años (Tabla 11). Más allá del año 10 tampoco se puede hablar de probabilidades de supervivencia mayores del 90%.

En resumen, **a menor capacidad de carga, menor probabilidad de supervivencia y mayor probabilidad de extinción. Y a menor porcentaje de hembras que se reproducen, menor**

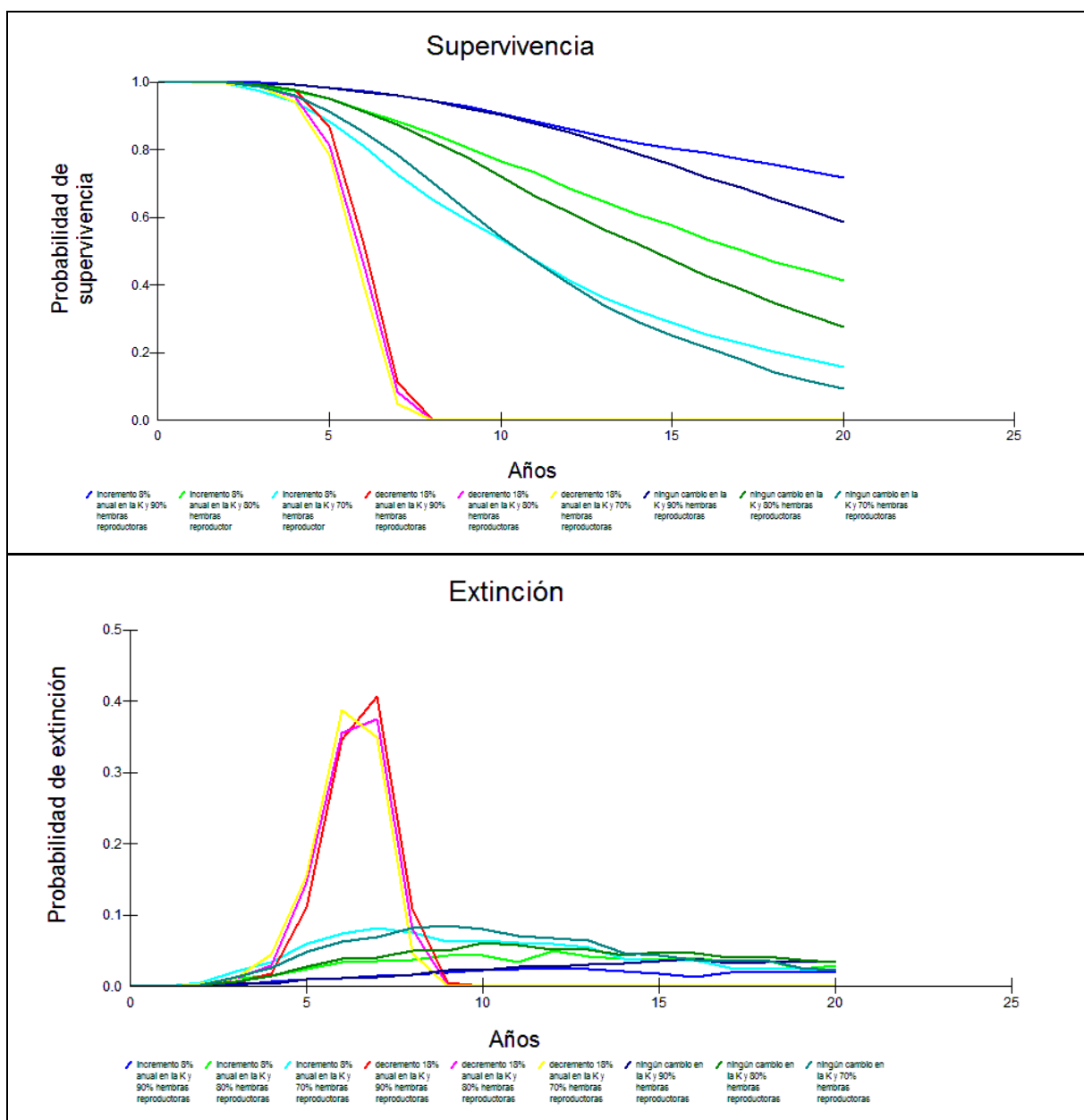
**probabilidad de supervivencia y mayor probabilidad de extinción.** Con el paso de los años, la probabilidad de supervivencia decrece de forma significativa.

**Tabla 11.** Probabilidad de supervivencia y de extinción de los 9 modelos obtenidos en la primera simulación VORTEX.

Escenario	Probabilidad de supervivencia			Probabilidad de extinción		
	año 10	año 20	año 50	año 10	año 20	año 50
3 subpoblaciones, incremento +8% en la K, 90% hembras reproductoras	<b>0.901</b>	0.716	<b>0.3417</b>	0.020	0.019	0.0127
3 subpoblaciones, incremento +8% en la K, 80% hembras reproductoras	0.761	0.4123	0.0387	0.051	0.0293	0.0033
3 subpoblaciones, incremento +8% en la K, 70% hembras reproductoras	0.572	0.157	0.004	0.071	0.0227	0.0003
3 subpoblaciones, decremento -18% en la K, 90% hembras reproductoras	0	0	0	0	0	0
3 subpoblaciones, decremento -18% en la K, 80% hembras reproductoras	0	0	0	0	0	0
3 subpoblaciones, decremento -18% en la K, 70% hembras reproductoras	0	0	0	0	0	0
3 subpoblaciones, ningún cambio en la K, 90% hembras reproductoras	<b>0.9013</b>	0.5863	<b>0.094</b>	0.022	0.0347	0.0057
3 subpoblaciones, ningún cambio en la K, 80% hembras reproductoras	0.7197	0.2757	0.0117	0.059	0.033	0.001
3 subpoblaciones, ningún cambio en la K, 70% hembras reproductoras	0.517	0.093	0	0.081	0.0217	0.000

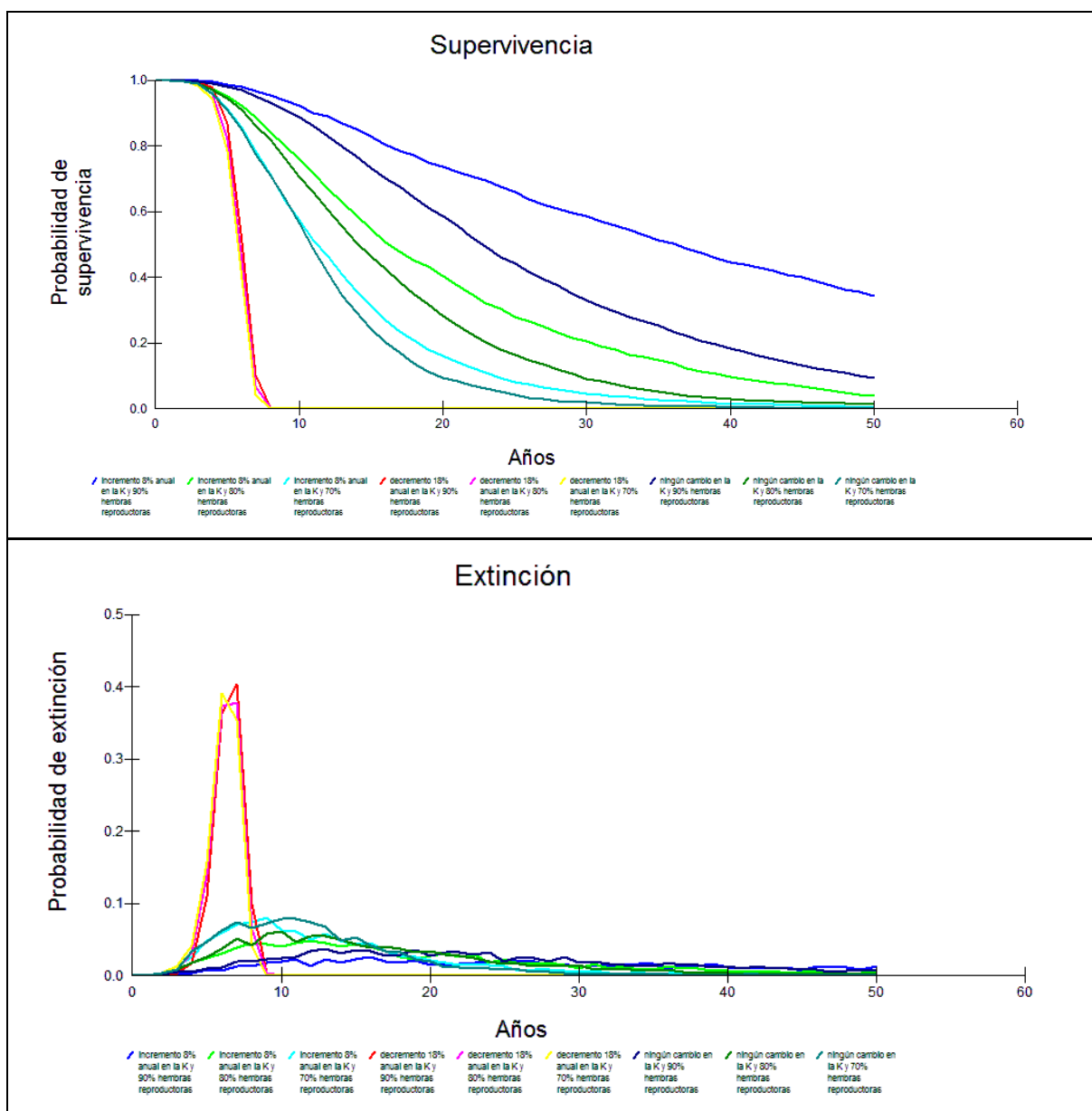


**Figura 8.** Promedio de la probabilidad anual de supervivencia y de la probabilidad anual de extinción de las tres subpoblaciones de visión europeo en un periodo de 10 años, calculado con un 70, 80 y 90% de hembras que contribuyen a la reproducción, y con tres valores de cambio anual en la capacidad de carga (+8%, -18% y 0%).



**Figura 9.** Promedio de la probabilidad anual de supervivencia y de la probabilidad de extinción de las tres subpoblaciones de visión europeo en un periodo de 20 años, calculado con un 70, 80 y 90% de hembras que contribuyen a la reproducción, y con tres valores de cambio anual en la capacidad de carga (+8%, -18% y 0%).





**Figura 10.** Promedio de la probabilidad anual de supervivencia y de probabilidad de extinción de las tres subpoblaciones de visión europeo en un periodo de 50 años, calculado con un 70, 80 y 90% de hembras que contribuyen a la reproducción, y con tres valores de cambio anual en la capacidad de carga (+8%, -18% y 0%).

## Segunda simulación

Esta segunda simulación VORTEX también se ha estimado a lo largo de 10, 20 y 50 años; la definición de extinción es que queda un único sexo; el porcentaje de hembras que contribuyen a la reproducción es de 70, 80 y 90%; la población española de visión europeo es una única población; el porcentaje de incremento anual de la capacidad de carga (debido al visión americano) es de -18, de 0 y de +8%, y no se produce suplementación (Tabla 12). Así pues, la única variación con la primera simulación es que en esta se trata a la población española de visión europeo como una población única, sin subpoblaciones (Tablas 10 y 12) (ver Anexo 4).

**Tabla 12.** Características variables utilizadas en la segunda simulación VORTEX.

Número de años	10	20	50
Definición de extinción	Sólo 1 sexo		
Porcentaje de hembras que se reproducen	70	80	90
Número de poblaciones	1		
% anual incremento de la capacidad de carga	-18	0	+8
Suplementación	No		

Con un decremento anual de la **capacidad de carga, del -18% anual** (sin control de visión americano), **la probabilidad de supervivencia es mínima y la probabilidad de extinción es máxima entre los 7 y 8 años** (Figuras 11, 12 y 13, Tabla 13); lo que significa que a los 10 años la población española de visión europeo desaparecería (la probabilidad de supervivencia es cero). A partir del sexto año, la probabilidad de supervivencia desciende hasta casi cero.

Con la **capacidad de carga estable** (fuerte control de visión americano), la población española de visión europeo llega a los mismos valores de probabilidad de extinción y de probabilidad de supervivencia más tarde que si se trata como una metapoblación, con tres subpoblaciones (Tablas 11 y 13). Por ejemplo, cuando son un 90% las hembras que se reproducen se pasa de un 97,0% de probabilidad de supervivencia a los 10 años a un 45,1% a los 50 años (Tabla 13), lo que es considerablemente mayor que en la primera simulación (Tabla 11). **A los 10 años, la probabilidad de supervivencia es muy elevada (79,2-97,0%)** independientemente del porcentaje de hembras que contribuyen a la reproducción. La probabilidad de extinción es cero a los 10 años, y algo mayor al año 20 y al año 50. Manteniendo el estatus actual de esfuerzo de trampeo hay tiempo suficiente para acometer medidas importantes para conservar a largo plazo la población española de visión europeo.

Cuando la **capacidad de carga es de un incremento del 8% anual** (aumento del esfuerzo de trampeo actual de visión americano) **aumenta todavía más la probabilidad de supervivencia y desciende la probabilidad extinción**. Por ejemplo cuando son un 90% las hembras que se reproducen se pasa de un 96,6% de probabilidad de supervivencia a los 10 años a un 57,8% a los 50 años (Tabla 13). La probabilidad de extinción es cero a los 10 años, y es algo mayor al año 20 y al año 50. Si se aumenta el esfuerzo de control del visión americano, la probabilidad de supervivencia en cualquiera de los casos aumenta de forma considerable.

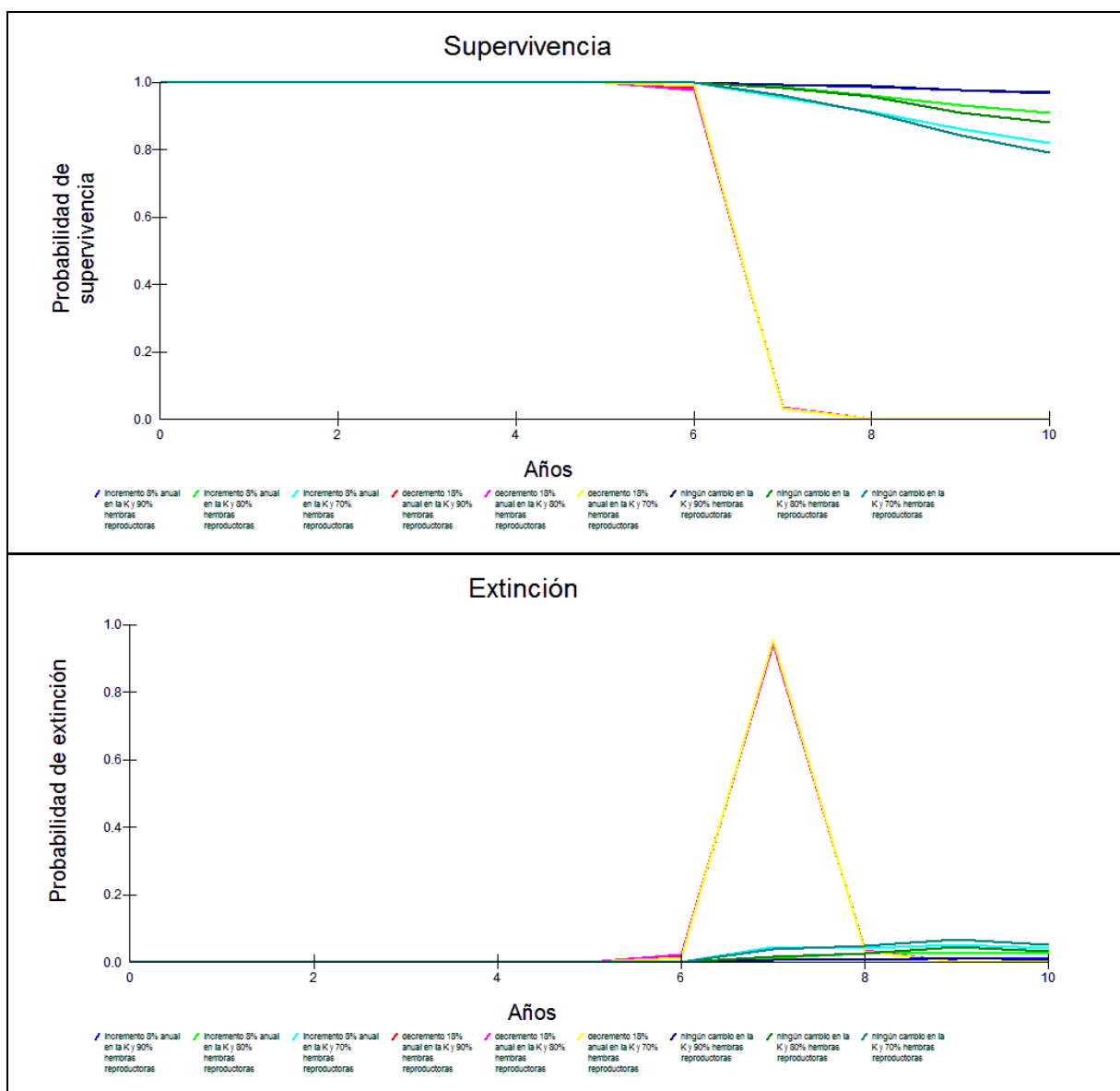
A los 20 años, la probabilidad de supervivencia está entre el 39,3% (70% hembras reproductoras y +8% capacidad de carga) y el 88,0% (90% hembras reproductoras y +8% capacidad de carga), sin considerar el

escenario de “no control de visión americano”. Y la probabilidad de extinción a los 20 años se mantiene en valores bajos, entre el 0,8% (90% hembras reproductoras y +8% capacidad de carga) y el 3,7% (70% hembras reproductoras y 0% capacidad de carga) (Tabla 13).

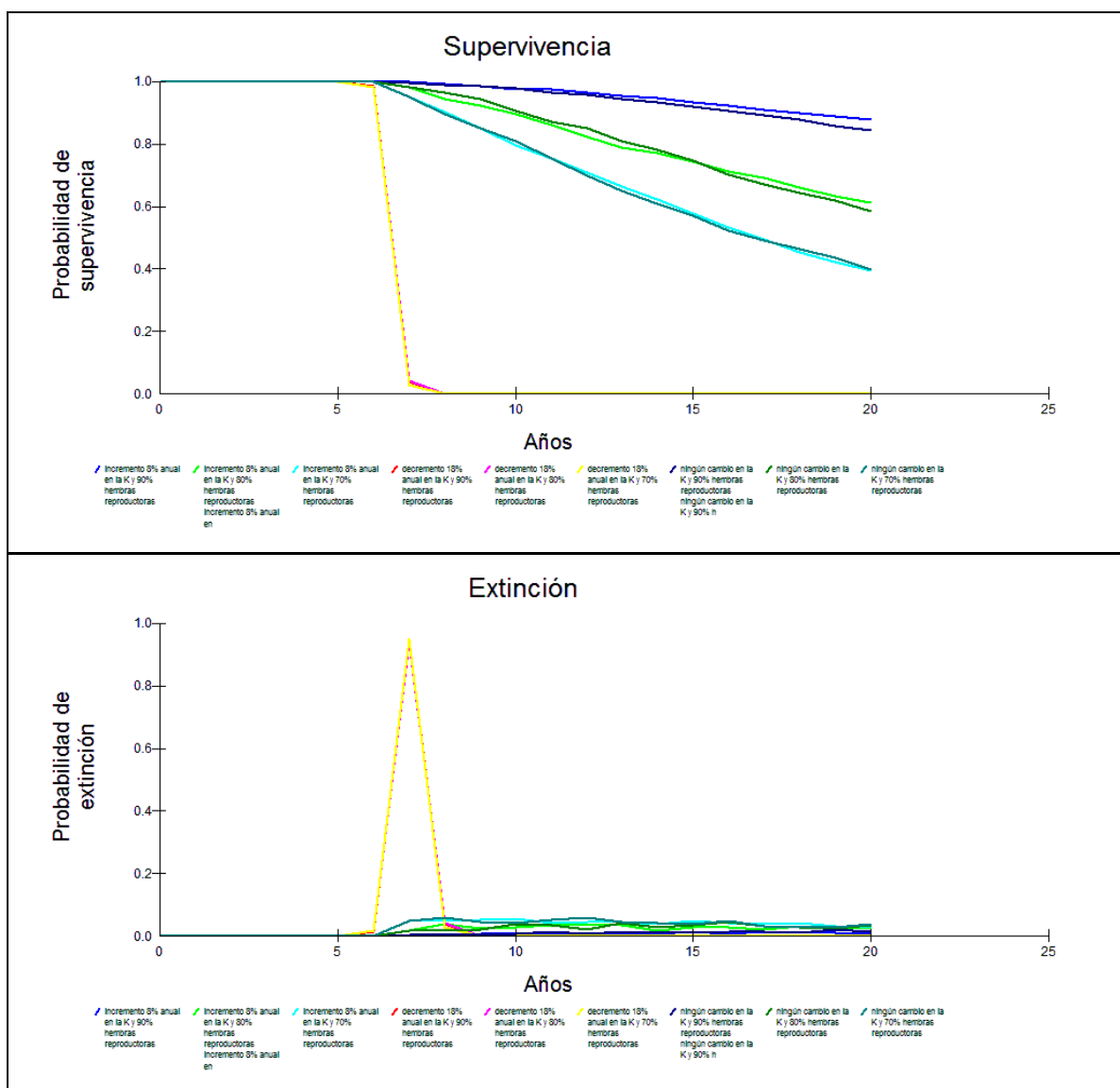
En resumen, **a menor capacidad de carga del medio, menor probabilidad de supervivencia y mayor probabilidad de extinción. Y a menor porcentaje de hembras que se reproducen, menor probabilidad de supervivencia y mayor probabilidad de extinción**, pero no es tan evidente como en la primera simulación. La probabilidad de supervivencia decrece de forma significativa con el paso de los años.

**Tabla 13.** Probabilidad de supervivencia y de extinción de los modelos obtenidos en la segunda simulación VORTEX.

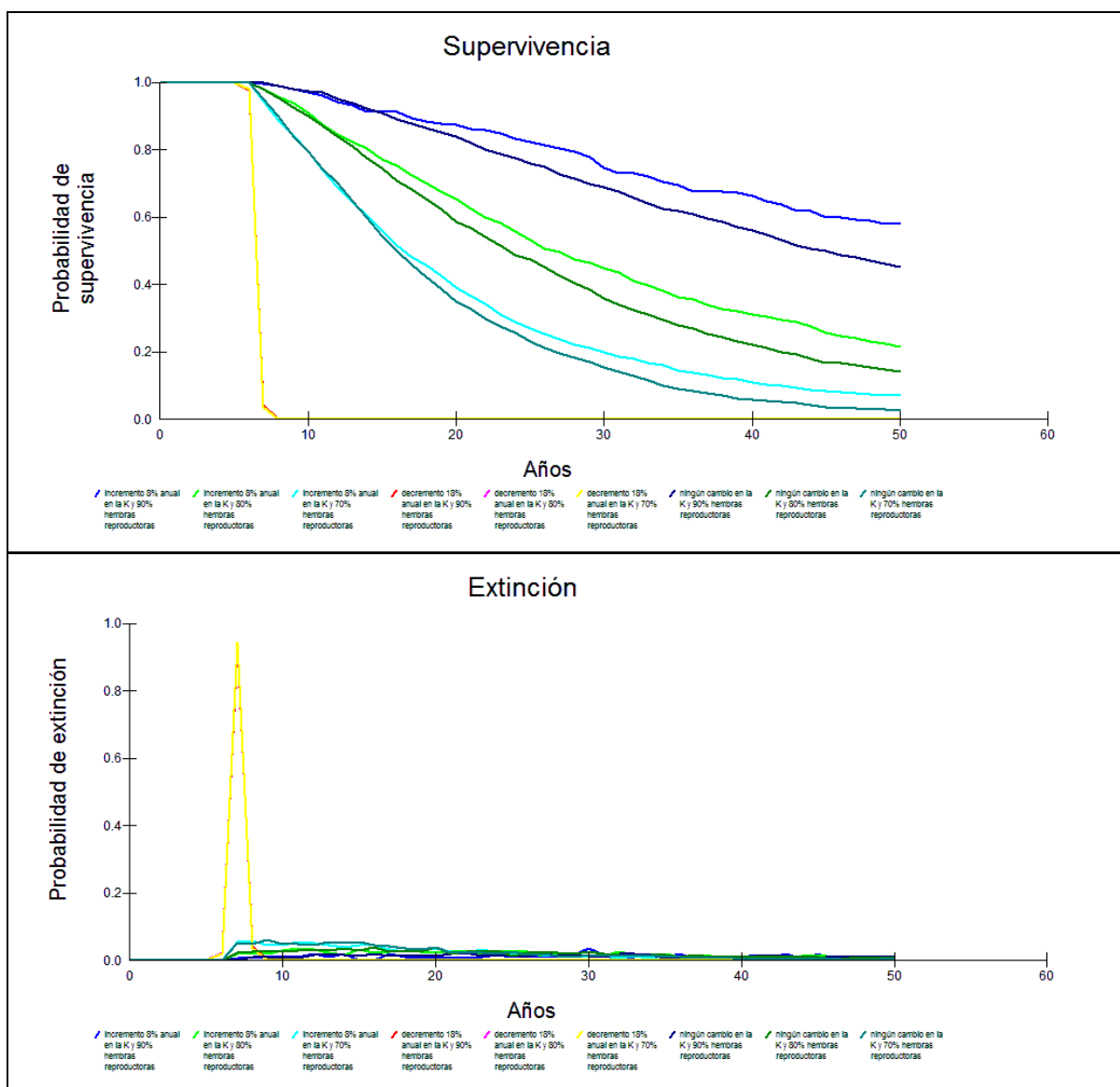
Escenario	Probabilidad de supervivencia			Probabilidad de extinción		
	año 10	año 20	año 50	año 10	año 20	año 50
1 población, incremento +8% en la K, 90% hembras reproductoras	<b>0.966</b>	<b>0.88</b>	<b>0.5784</b>	0	<b>0.008</b>	0
1 población, incremento +8% en la K, 80% hembras reproductoras	0.908	0.611	0.216	0	0.023	0.009
1 población, incremento +8% en la K, 70% hembras reproductoras	0.818	<b>0.393</b>	0.069	0	0.029	0.002
1 población, decremento -18% en la K, 90% hembras reproductoras	0	0	0	0	0	0
1 población, decremento -18% en la K, 80% hembras reproductoras	0	0	0	0	0	0
1 población, decremento -18% en la K, 70% hembras reproductoras	0	0	0	0	0	0
1 población, ningún cambio en la K, 90% hembras reproductoras	<b>0.97</b>	0.843	<b>0.451</b>	0	0.016	0.01
1 población, ningún cambio en la K, 80% hembras reproductoras	0.879	0.584	0.14	0	0.036	0.009
1 población, ningún cambio en la K, 70% hembras reproductoras	0.792	0.399	0.026	0	<b>0.037</b>	0.002



**Figura 11.** Promedio de la probabilidad anual de supervivencia y de la probabilidad de extinción en una población de visión europeo en un periodo de 10 años, calculados con un 70, 80 y 90% de hembras que contribuyen a la reproducción, y con tres valores de cambio anual en la capacidad de carga (+8%, -18% y 0%).



**Figura 12.** Promedio de la probabilidad anual de supervivencia y de la probabilidad de extinción en una población de visión europeo en un periodo de 20 años, calculados con un 70, 80 y 90% de hembras que contribuyen a la reproducción, y con tres valores de cambio anual en la capacidad de carga (+8%, -18% y 0%).



**Figura 13.** Promedio de la probabilidad anual de supervivencia y de la probabilidad de extinción en una población de visión europeo en un periodo de 50 años, calculados con un 70, 80 y 90% de hembras que contribuyen a la reproducción, y con tres valores de cambio anual en la capacidad de carga (+8%, -18% y 0%).

### **Tercera simulación**

Esta tercera simulación VORTEX se ha estimado a lo largo de 10, 20 y 50 años; la definición de extinción es que queda un único sexo; el porcentaje de hembras que contribuyen a la reproducción es de 70, 80 y 90%; el porcentaje de incremento anual de la capacidad de carga (debido al visón americano) es de -18, de 0 y de +8%, (Tabla 14) (ver Anexos 1, 2 y 3). Al igual que en la primera simulación, y a diferencia de la segunda simulación, en esta se trata a la población española de visón europeo como una metapoblación, con tres subpoblaciones (Tablas 10, 12 y 14). La variación con la primera y la segunda simulaciones es que en esta se produce una suplementación, una liberación anual de 16 ó 24 visones durante cinco años (Tablas 10, 12 y 14) (ver Anexos 1, 2 y 3).

**Tabla 14.** Características variables utilizadas en la tercera simulación VORTEX.

Número de años	10	20	50
Definición de extinción	Sólo 1 sexo		
Porcentaje de hembras que se reproducen	70	80	90
Número de poblaciones	3		
% anual incremento de la capacidad de carga	0	+8	
Suplementación	Si		
Número hembras suplementadas	10	15	
Número de machos suplementados	6	9	

En esta simulación se ha supuesto que con una suplementación de visones europeos, se realiza previamente y a lo largo de la suplementación un control de visón americano; por tanto no se ha modelado cuando la capacidad de carga disminuye en un 18% anual (no control de la población de visón americano).

Cuando la **capacidad de carga es estable** (control fuerte y sistemático del visón americano, evitando que colonice alguna parte del territorio ocupado actualmente por el visón europeo), es importante entonces el efecto que ejercen los diferentes porcentajes de hembras que se reproducen y el número de años considerado (Tabla 15) sobre la probabilidad de supervivencia y la probabilidad de extinción.

Por ejemplo cuando son un 90% las hembras que se reproducen se pasa de un 90,1% (sin suplementación, primera simulación –Tabla 11-) de probabilidad de supervivencia a los 10 años a un 96,7% (suplemento de 16 individuos) y a un 97,8% (suplemento de 24 individuos) (Tabla 15). Más allá del año 10 no se puede hablar de probabilidades de supervivencia mayores del 90%.

Cuando **la capacidad de carga es de un incremento del 8% anual** (aumento del esfuerzo actual de trampeo; casi erradicar las poblaciones alavesas y vizcaínas de visón americano) mejora levemente la probabilidad de supervivencia y la probabilidad de extinción. Por ejemplo cuando son un 90% las hembras que se reproducen se pasa de un 90,1% (sin suplementación, primera simulación –Tabla 11-) de probabilidad de supervivencia a los 10 años a un 97,62% (suplemento de 16 individuos) y a un 97,8% (suplemento de 24 individuos) (Tabla 15). Más allá del año 10 tampoco se puede hablar de probabilidades de supervivencia mayores del 90%.

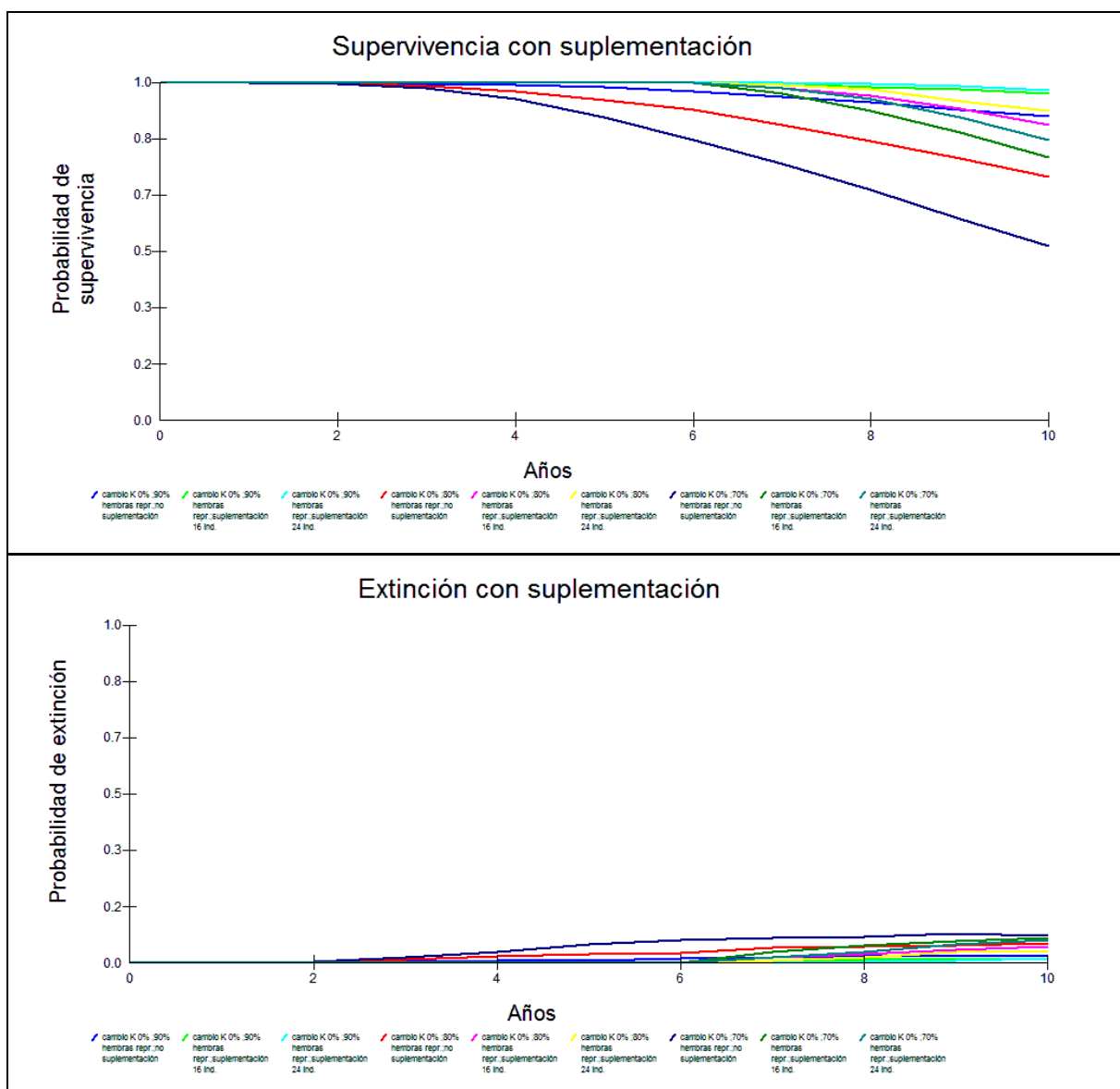
En resumen, **a mayor capacidad de carga, mayor probabilidad de supervivencia y mayor probabilidad de extinción. A menor porcentaje de hembras que se reproducen, menor probabilidad**



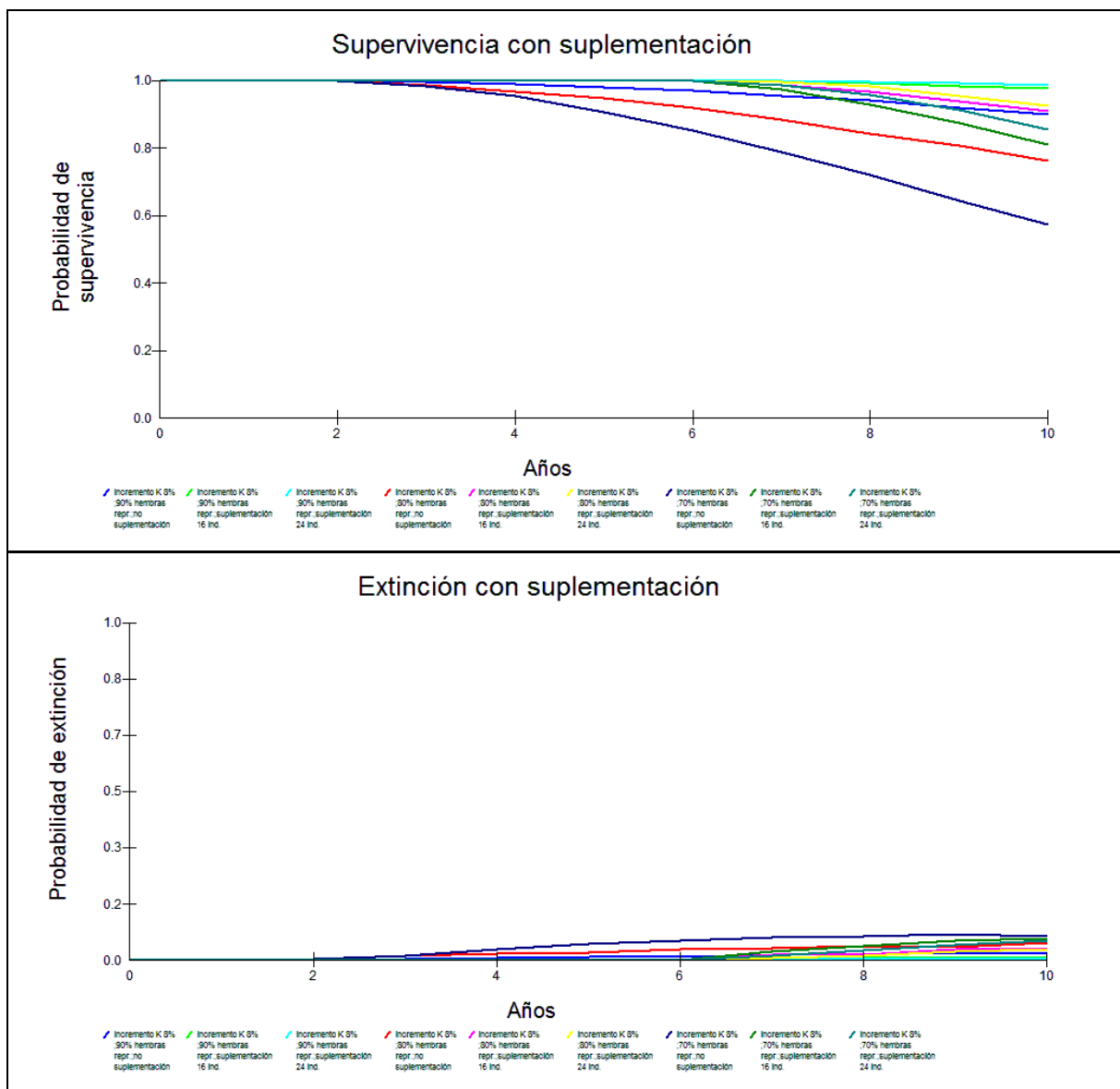
de supervivencia y mayor probabilidad de extinción. Con el paso de los años, la probabilidad de supervivencia decrece de forma significativa. La probabilidad de supervivencia aumenta con la suplementación, y a mayor sea el número de ejemplares liberados, más supervivencia.

**Tabla 15.** Probabilidad de supervivencia y de extinción de los modelos obtenidos en la tercera simulación VORTEX.

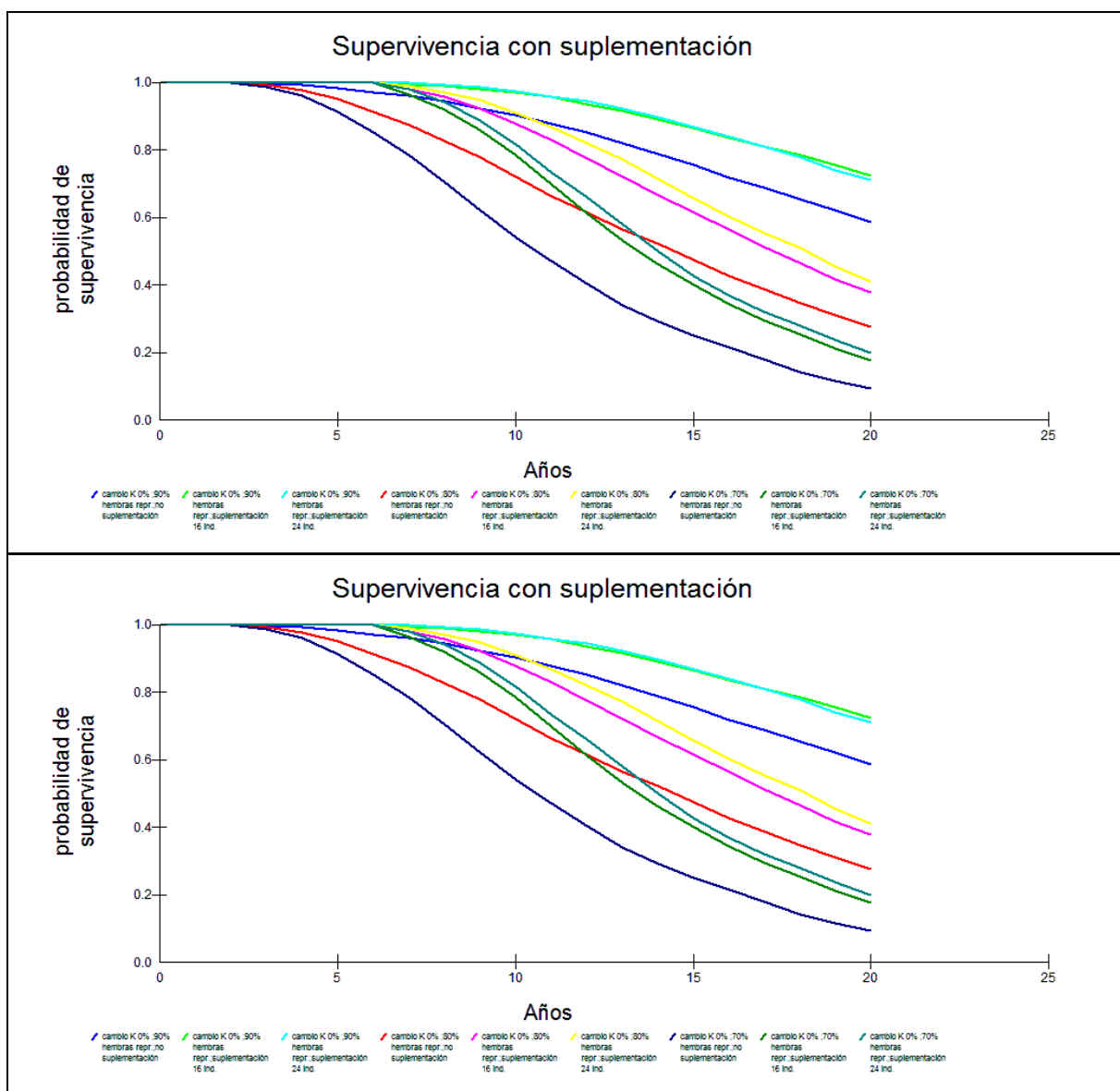
Escenario	Probabilidad de supervivencia			Probabilidad de extinción		
	año 10	año 20	año 50	año 10	año 20	año 50
3 subpoblaciones, incremento +8% en la K, 90% hembras reproductoras, suplementación de 16 individuos	<b>0.976</b>	0.816	0.488	0.008	0.019	0.488
3 subpoblaciones, incremento +8% en la K, 90% hembras reproductoras, suplementación de 24 individuos	<b>0.986</b>	0.847	0.514	0.006	0.018	0.514
3 subpoblaciones, incremento +8% en la K, 80% hembras reproductoras, suplementación de 16 individuos	0.909	0.519	0.098	0.031	0.036	0.098
3 subpoblaciones, incremento +8% en la K, 80% hembras reproductoras, suplementación de 24 individuos	0.9243	0.578	0.099	0.032	0.033	0.099
3 subpoblaciones, incremento +8% en la K, 70% hembras reproductoras, suplementación de 16 individuos	0.8093	0.253	0.013	0.065	0.028	0.013
3 subpoblaciones, incremento +8% en la K, 70% hembras reproductoras, suplementación de 24 individuos	0.854	0.279	0.017	0.059	0.035	0.017
3 subpoblaciones, ningún cambio en la K, 90% hembras reproductoras, suplementación de 16 individuos	<b>0.967</b>	0.722	0.117	0.012	0.035	0.117
3 subpoblaciones, ningún cambio en la K, 90% hembras reproductoras, suplementación de 24 individuos	<b>0.978</b>	0.712	0.121	0.012	0.029	0.121
3 subpoblaciones, ningún cambio en la K, 80% hembras reproductoras, suplementación de 16 individuos	0.873	0.379	0.009	0.048	0.038	0.009
3 subpoblaciones, ningún cambio en la K, 80% hembras reproductoras, suplementación de 24 individuos	0.915	0.408	0.012	0.033	0.046	0.012
3 subpoblaciones, ningún cambio en la K, 70% hembras reproductoras, suplementación de 16 individuos	0.779	0.175	0.000	0.075	0.038	0.000
3 subpoblaciones, ningún cambio en la K, 70% hembras reproductoras, suplementación de 24 individuos	0.831	0.197	0.001	0.067	0.040	0.001



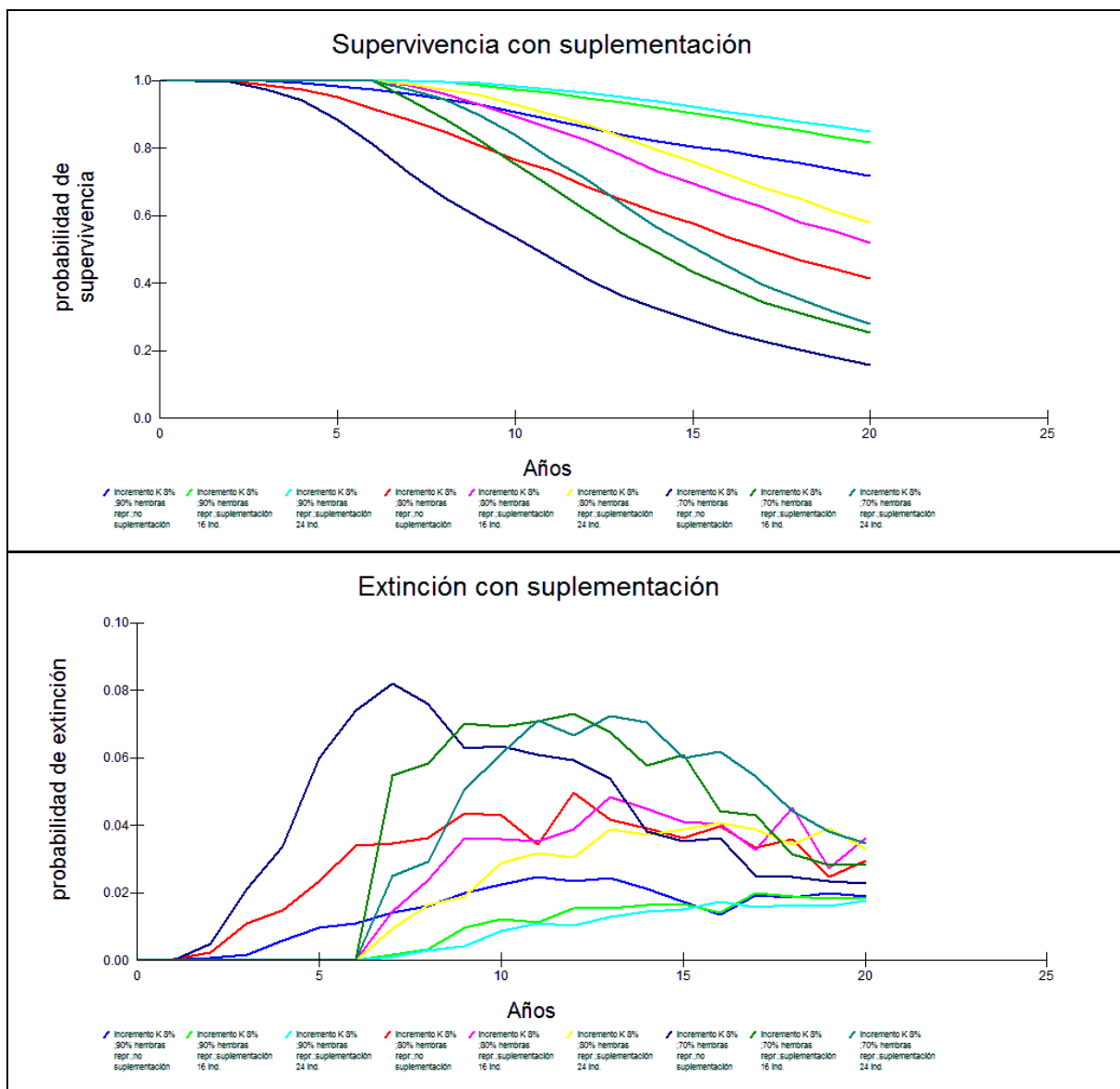
**Figura 14.** Promedio de la probabilidad anual de supervivencia y de la probabilidad de extinción en las tres subpoblaciones en un periodo de 10 años de la población de visión europeo, calculados con un 70, 80 y 90% de hembras que contribuyen a la reproducción, y con un valor de cambio anual en la capacidad de carga del 0%, y una suplementación anual de 16 y 24 visones durante cuatro años.



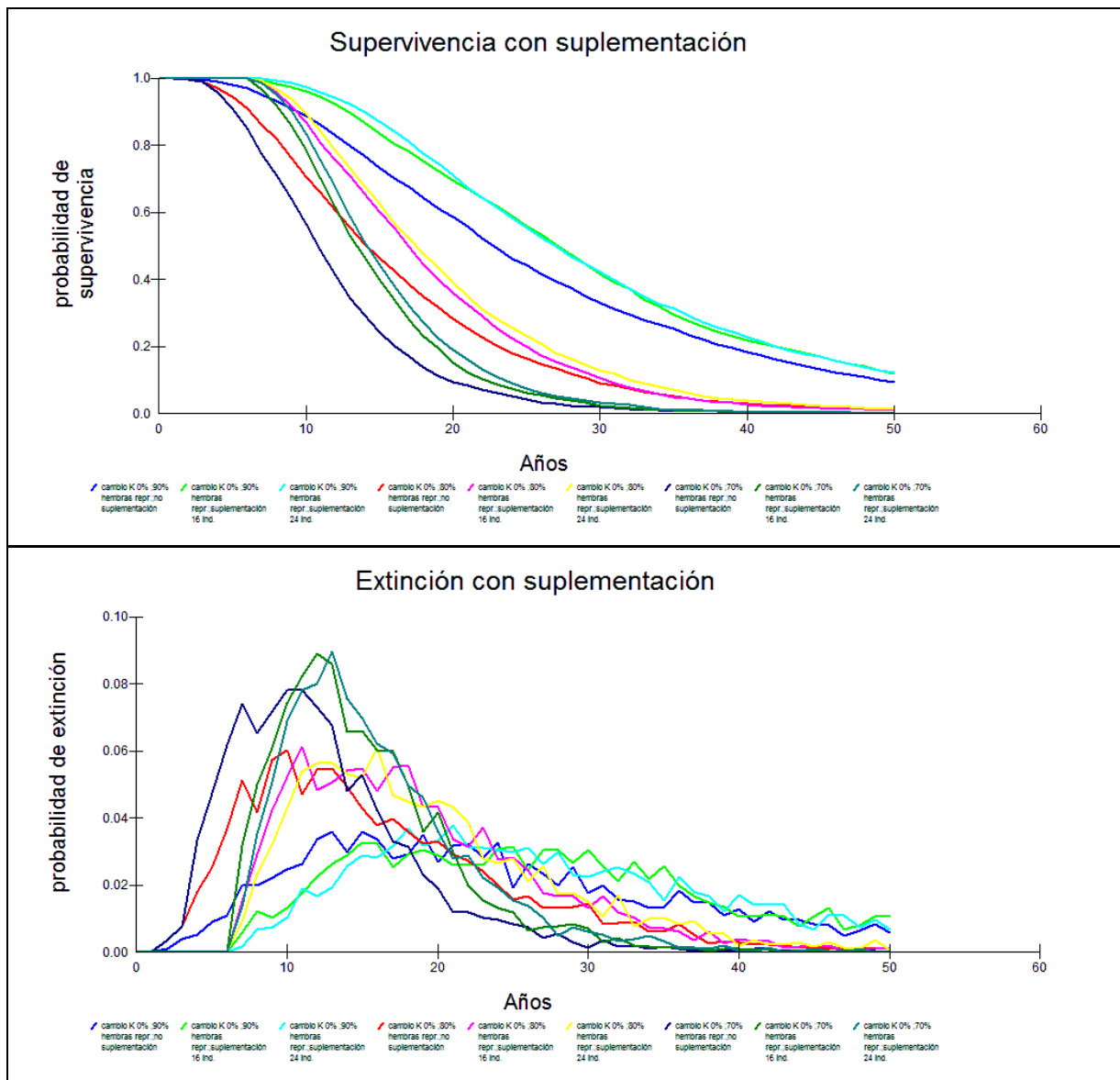
**Figura 15.** Promedio de la probabilidad anual de supervivencia y de la probabilidad de extinción en las tres subpoblaciones en un periodo de 10 años de la población de visión europeo, calculados con un 70, 80 y 90% de hembras que contribuyen a la reproducción, y con un valor de cambio anual en la capacidad de carga del +8%, y una suplementación anual de 16 y 24 visones durante cuatro años.



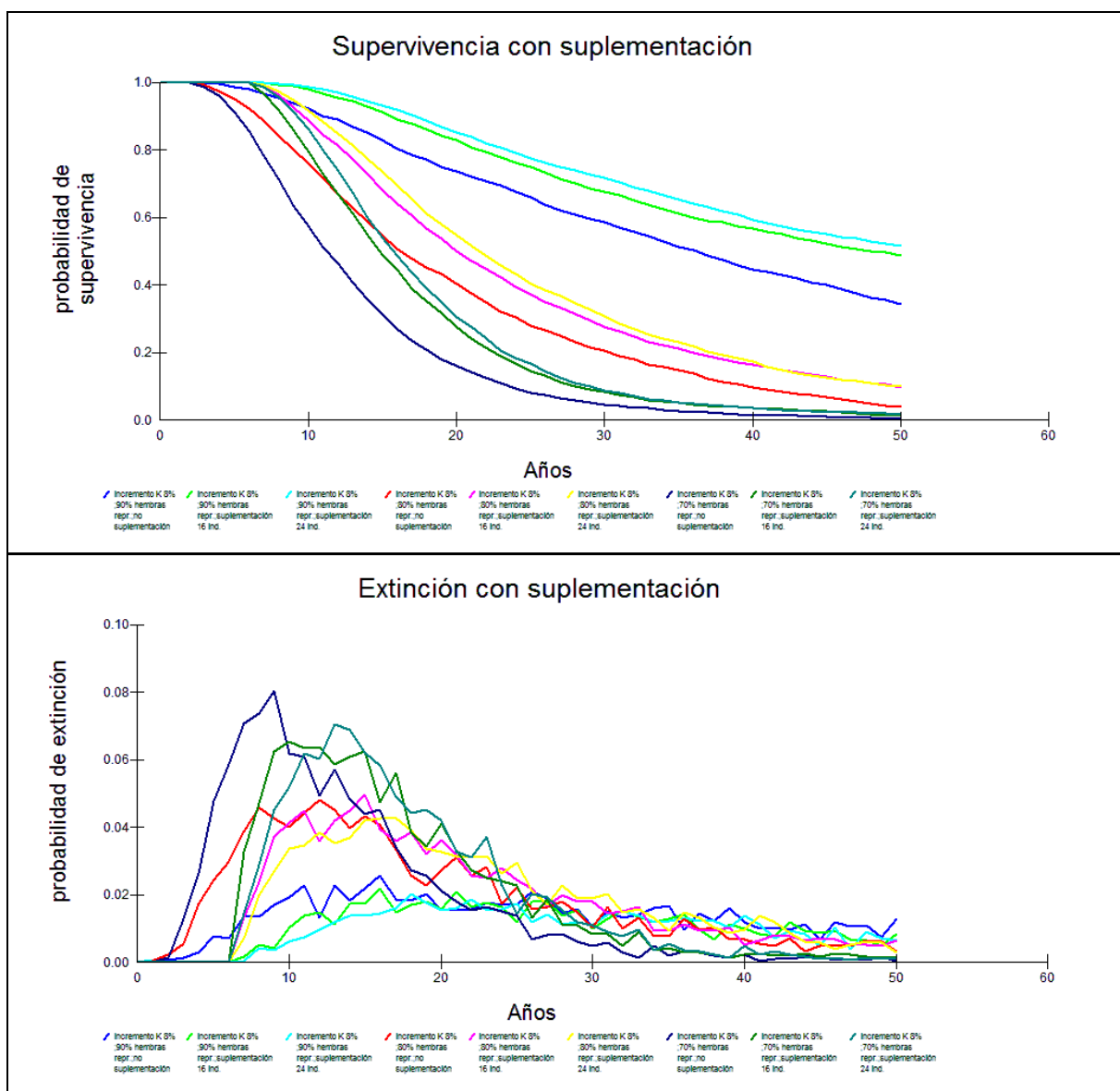
**Figura 16.** Promedio de la probabilidad anual de supervivencia y de la probabilidad de extinción en las tres subpoblaciones en un periodo de 20 años de la población de visión europeo, calculados con un 70, 80 y 90% de hembras que contribuyen a la reproducción, y con un valor de cambio anual en la capacidad de carga del 0%, y una suplementación anual de 16 y 24 visones durante cuatro años.



**Figura 17.** Promedio de la probabilidad anual de supervivencia y de la probabilidad de extinción en las tres subpoblaciones en un periodo de 20 años de la población de visión europeo, calculados con un 70, 80 y 90% de hembras que contribuyen a la reproducción, y con un valor de cambio anual en la capacidad de carga del +8%, y una suplementación anual de 16 y 24 visones durante cuatro años.



**Figura 18.** Promedio de la probabilidad anual de supervivencia y de la probabilidad de extinción en las tres subpoblaciones en un periodo de 50 años de la población de visión europeo, calculados con un 70, 80 y 90% de hembras que contribuyen a la reproducción, y con un valor de cambio anual en la capacidad de carga del 0%, y una suplementación anual de 16 y 24 visones durante cuatro años.



**Figura 19.** Promedio de la probabilidad anual de supervivencia y de la probabilidad de extinción en las tres subpoblaciones en un periodo de 50 años de la población de visión europeo, calculados con un 70, 80 y 90% de hembras que contribuyen a la reproducción, y con un valor de cambio anual en la capacidad de carga del +8%, y una suplementación anual de 16 y 24 visones durante cuatro años.



### Cuarta simulación

Esta segunda simulación VORTEX también se ha estimado a lo largo de 10, 20 y 50 años; la definición de extinción es que queda un único sexo; el porcentaje de hembras que contribuyen a la reproducción es de 70, 80 y 90%; la población española de visón europeo es una única población; el porcentaje de incremento anual de la capacidad de carga (debido al visón americano) es de -18, de 0 y de +8% (Tabla 16). Al igual que en la segunda simulación, y a diferencia de la primera y la tercera simulaciones, en esta se trata a la población española de visón europeo como una población única, sin subpoblaciones (Tablas 10, 12 y 16). La variación con la primera y la segunda simulaciones es que en esta se produce una suplementación, una liberación anual de 16 ó de 24 visones durante cinco años (Tablas 10, 12 y 16) (ver Anexo 4).

**Tabla 16.** Características variables utilizadas en la tercera simulación VORTEX.

Número de años	10	20	50
Definición de extinción	Sólo 1 sexo		
Porcentaje de hembras que se reproducen	70	80	90
Número de poblaciones	1		
% anual incremento de la capacidad de carga	0	+8	
Suplementación	Si		
Número hembras suplementadas	10	15	
Número de machos suplementados	6	9	

En esta simulación, como en la tercera, se ha supuesto que con una suplementación de visones europeos, se realiza previamente y a lo largo de la suplementación un control de visón americano; por tanto no se ha modelado cuando la capacidad de carga disminuye en un 18% anual (no control de la población de visón americano).

Cuando la **capacidad de carga es estable** (control fuerte y sistemático del visón americano, evitando que colonice alguna parte del territorio ocupado actualmente por el visón europeo), es importante entonces el efecto que ejercen los diferentes porcentajes de hembras que se reproducen y el número de años considerado (Tabla 17) sobre la probabilidad de supervivencia y la probabilidad de extinción.

Por ejemplo cuando son un 90% las hembras que se reproducen se pasa de un 97,0% (sin suplementación, segunda simulación –Tabla 13-) de probabilidad de supervivencia a los 10 años a un 97,6% (suplemento de 16 individuos) y a un 97,5% (suplemento de 24 individuos) (Tabla 17). Más allá del año 10 no se puede hablar de probabilidades de supervivencia mayores del 90%.

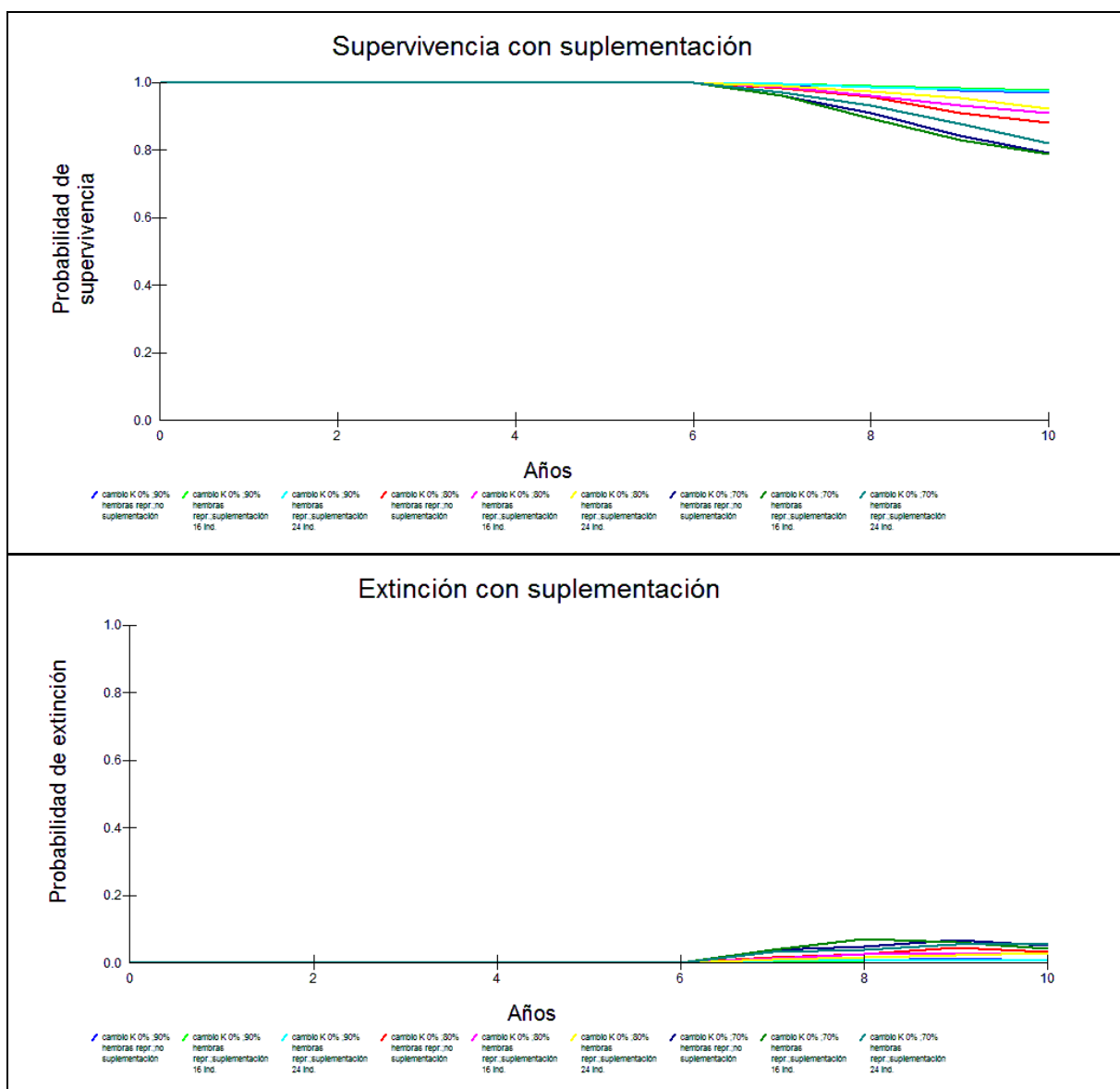
Cuando la **capacidad de carga es de un incremento del 8% anual** (aumento del esfuerzo actual de trampeo; casi erradicar las poblaciones alavesas y vizcaínas de visón americano) se mantiene la probabilidad de supervivencia y la probabilidad de extinción. Por ejemplo cuando son un 90% las hembras que se reproducen se pasa de un 96,6% (sin suplementación, segunda simulación –Tabla 13-) de probabilidad de supervivencia a los 10 años a un 96,8% (suplemento de 16 individuos) y a un 98,0% (suplemento de 24 individuos) (Tabla 17). Más allá del año 10 tampoco se puede hablar de probabilidades de supervivencia mayores del 90%.

**A los 10 años, la probabilidad de supervivencia es muy elevada (82,1-98,0%), la cual desciende a los 20 años (34,9-87,9%) y a los 50 años (6,3-61,5%).**

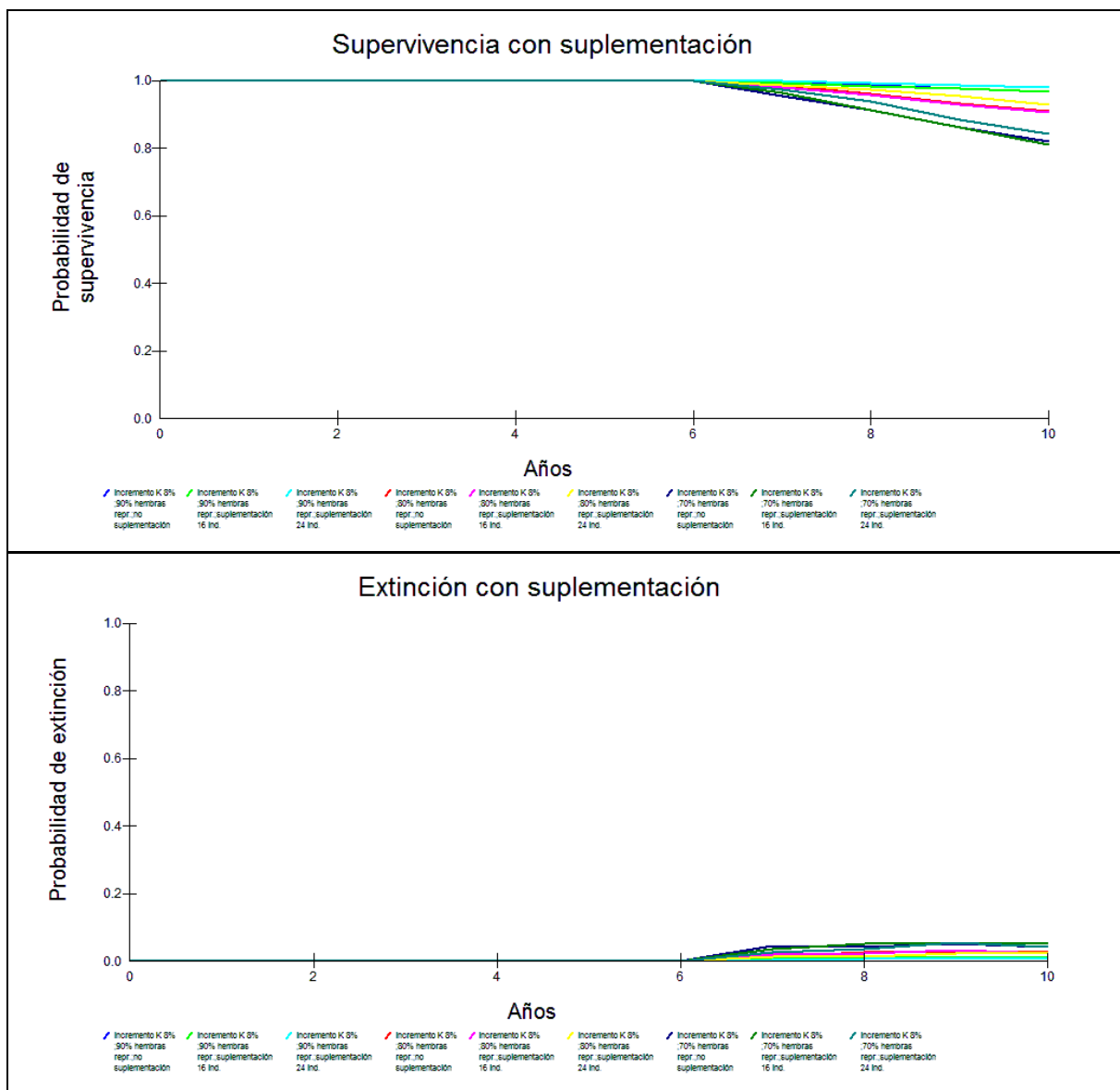
En resumen, **a mayor capacidad de carga, mayor probabilidad de supervivencia y mayor probabilidad de extinción. A menor porcentaje de hembras que se reproducen, menor probabilidad de supervivencia y mayor probabilidad de extinción.** Con el paso de los años, la probabilidad de supervivencia decrece de forma significativa. La **probabilidad de supervivencia aumenta con la suplementación, y a mayor sea el número de ejemplares liberados, más supervivencia. La probabilidad de supervivencia es mayor si se considera una única población, sin subpoblaciones.**

**Tabla 17.** Probabilidad de supervivencia y de extinción de los modelos obtenidos en la cuarta simulación VORTEX.

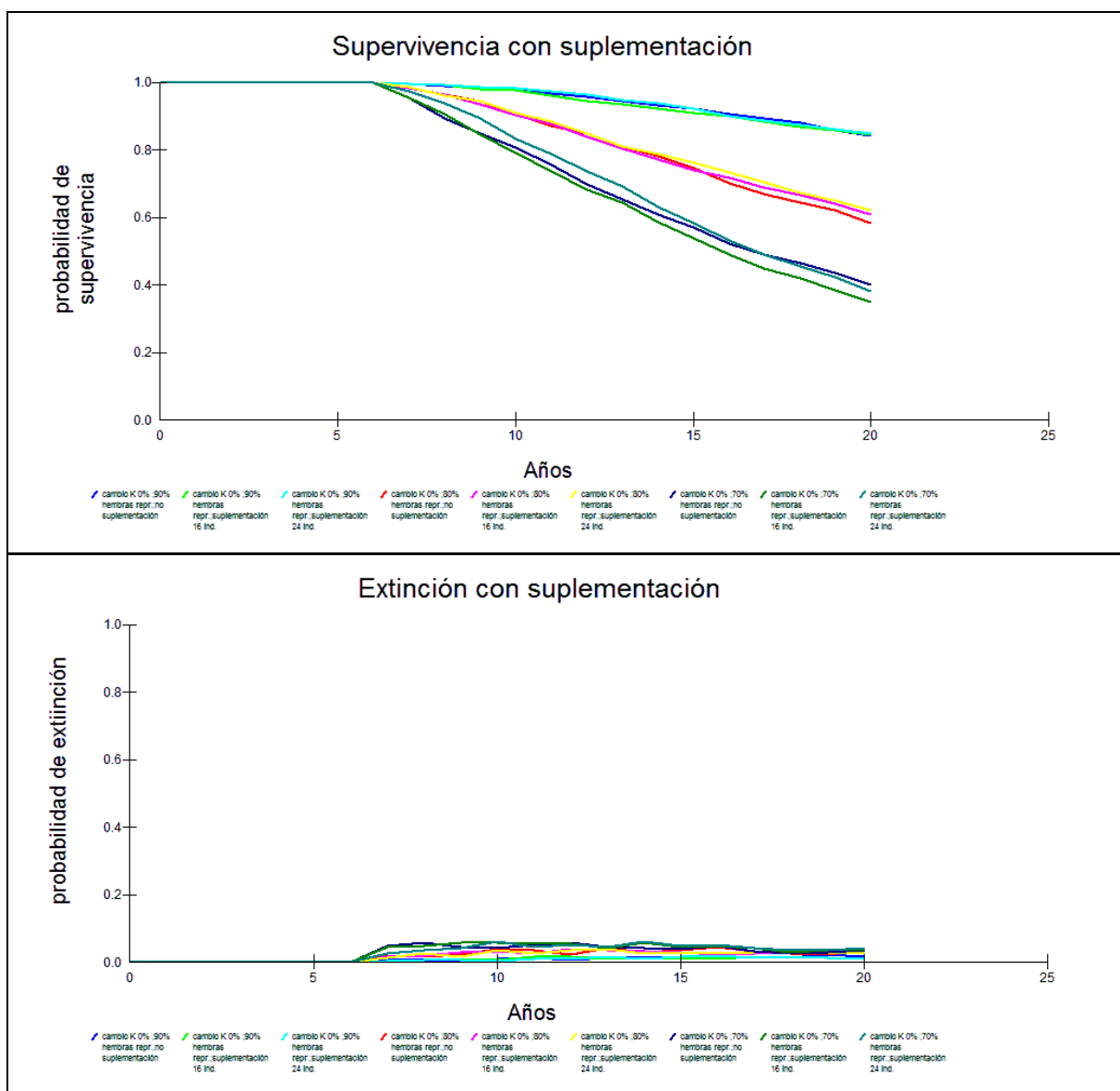
Escenario	Probabilidad de supervivencia			Probabilidad de extinción		
	año 10	año 20	año 50	año 10	año 20	año 50
1 población, incremento +8% en la K, 90% hembras reproductoras, suplementación de 16 individuos	<b>0.968</b>	0.879	0.615	0.008	0.008	0.002
1 población, incremento +8% en la K, 90% hembras reproductoras, suplementación de 24 individuos	<b>0.98</b>	0.875	0.612	0.007	0.014	0.006
1 población, incremento +8% en la K, 80% hembras reproductoras, suplementación de 16 individuos	0.905	0.628	0.229	0.022	0.027	0.007
1 población, incremento +8% en la K, 80% hembras reproductoras, suplementación de 24 individuos	0.929	0.651	0.22	0.025	0.024	0.002
1 población, incremento +8% en la K, 70% hembras reproductoras, suplementación de 16 individuos	0.809	0.452	0.068	0.053	0.029	0.001
1 población, incremento +8% en la K, 70% hembras reproductoras, suplementación de 24 individuos	0.841	0.439	0.063	0.043	0.028	0.005
1 población, ningún cambio en la K, 90% hembras reproductoras, suplementación de 16 individuos	<b>0.976</b>	0.846	0.615	0.007	0.011	0.016
1 población, ningún cambio en la K, 90% hembras reproductoras, suplementación de 24 individuos	<b>0.975</b>	0.85	0.612	0.006	0.01	0.008
1 población, ningún cambio en la K, 80% hembras reproductoras, suplementación de 16 individuos	0.908	0.608	0.229	0.024	0.032	0.005
1 población, ningún cambio en la K, 80% hembras reproductoras, suplementación de 24 individuos	0.923	0.622	0.22	0.03	0.027	0.01
1 población, ningún cambio en la K, 70% hembras reproductoras, suplementación de 16 individuos	0.789	0.349	0.068	0.042	0.034	0
1 población, ningún cambio en la K, 70% hembras reproductoras, suplementación de 24 individuos	0.821	0.38	0.063	0.057	0.041	0



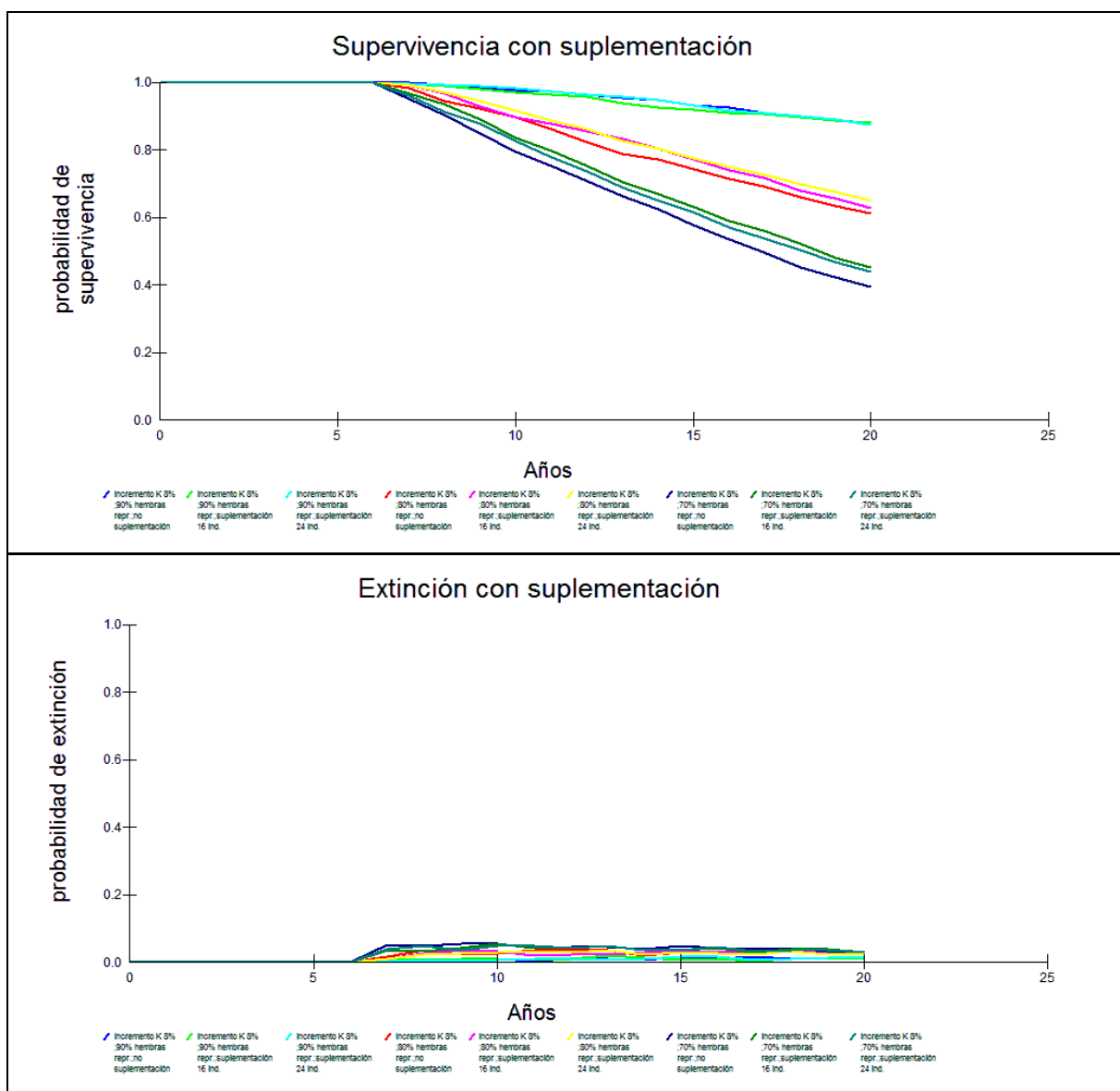
**Figura 20.** Promedio de la probabilidad anual de supervivencia y de la probabilidad de extinción en una población en un periodo de 10 años de la población de visión europeo, calculados con un 70, 80 y 90% de hembras que contribuyen a la reproducción, y con un valor de cambio anual en la capacidad de carga del 0%, y una suplementación anual de 16 y 24 visones durante cuatro años.



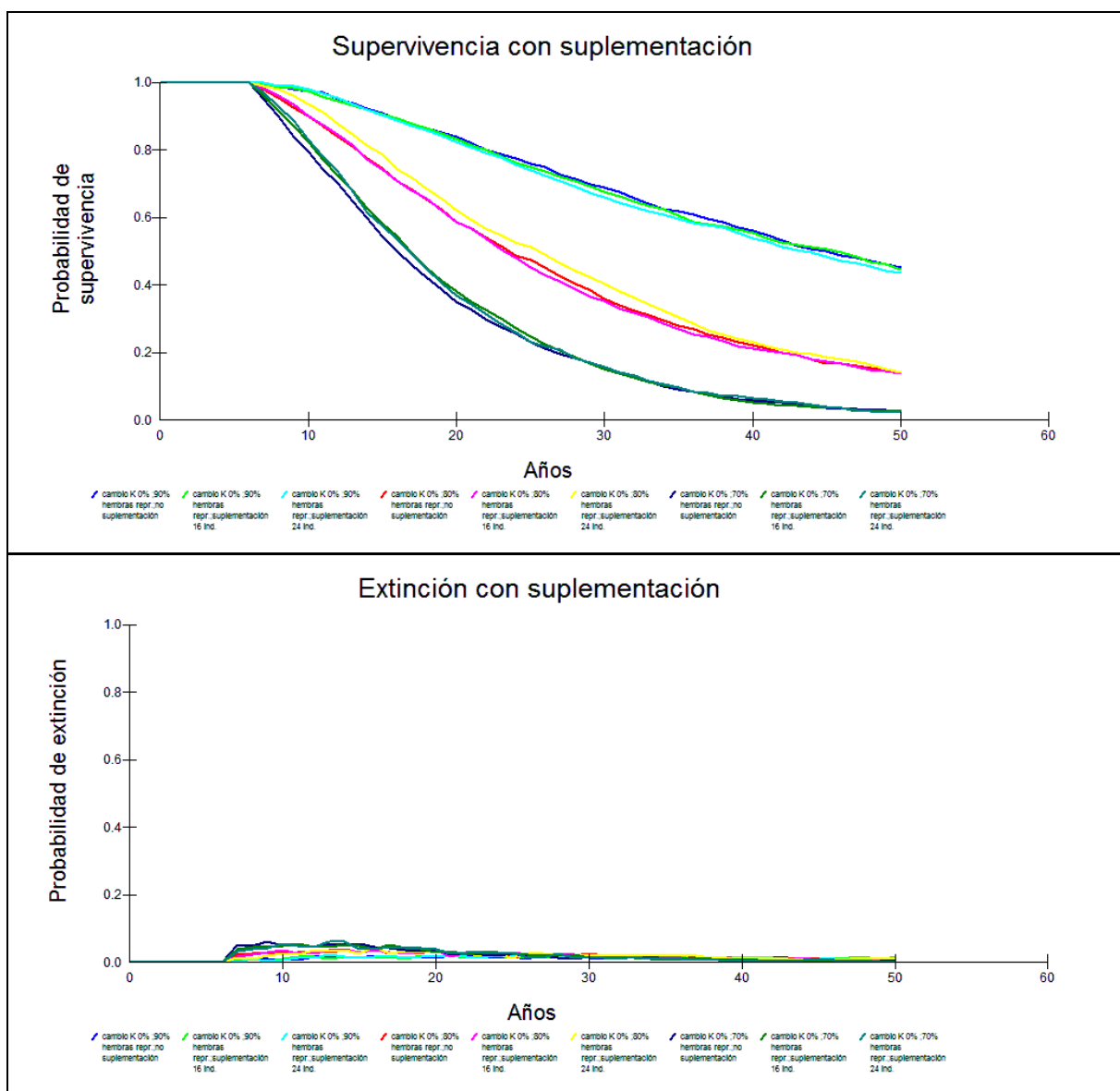
**Figura 21.** Promedio de la probabilidad anual de supervivencia y de la probabilidad de extinción en una población en un periodo de 10 años de la población de visión europeo, calculados con un 70, 80 y 90% de hembras que contribuyen a la reproducción, y con un valor de cambio anual en la capacidad de carga del +8%, y una suplementación anual de 16 y 24 visones durante cuatro años.



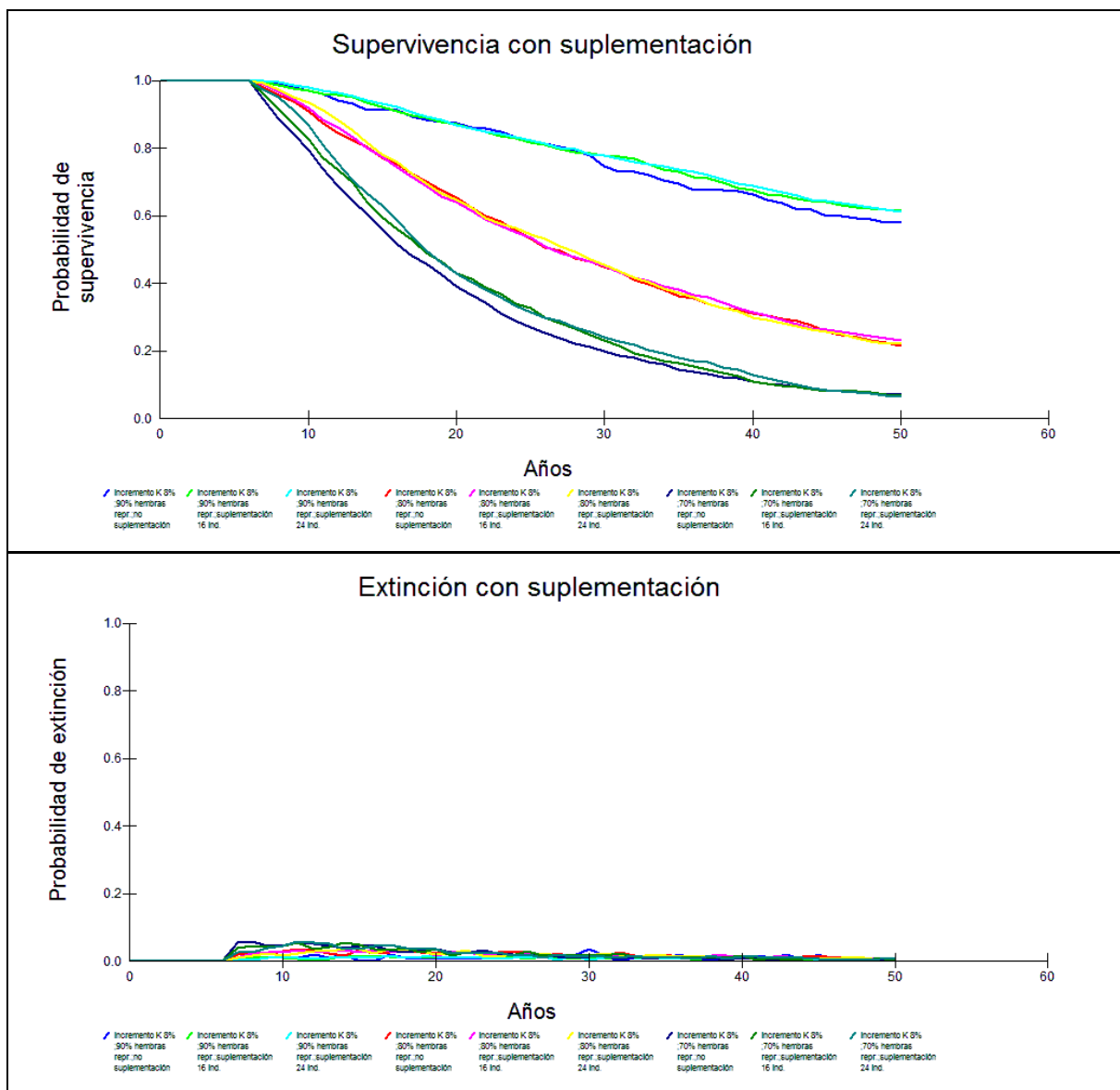
**Figura 22.** Promedio de la probabilidad anual de supervivencia y de la probabilidad de extinción en una población en un periodo de 20 años de la población de visión europeo, calculados con un 70, 80 y 90% de hembras que contribuyen a la reproducción, y con un valor de cambio anual en la capacidad de carga del 0%, y una suplementación anual de 16 y 24 visones durante cuatro años.



**Figura 23.** Promedio de la probabilidad anual de supervivencia y de la probabilidad de extinción en una población en un periodo de 20 años de la población de visión europeo, calculados con un 70, 80 y 90% de hembras que contribuyen a la reproducción, y con un valor de cambio anual en la capacidad de carga del +8%, y una suplementación anual de 16 y 24 visones durante cuatro años.



**Figura 24.** Promedio de la probabilidad anual de supervivencia y de la probabilidad de extinción en una población en un periodo de 50 años de la población de visión europeo, calculados con un 70, 80 y 90% de hembras que contribuyen a la reproducción, y con un valor de cambio anual en la capacidad de carga del 0%, y una suplementación anual de 16 y 24 visones durante cuatro años.



**Figura 25.** Promedio de la probabilidad anual de supervivencia y de la probabilidad de extinción en una población en un periodo de 50 años de la población de visión europeo, calculados con un 70, 80 y 90% de hembras que contribuyen a la reproducción, y con un valor de cambio anual en la capacidad de carga del +8%, y una suplementación anual de 16 y 24 visones durante cuatro años.



### **Simulaciones 5, 6, 7 y 8**

A diferencia de las cuatro primera simulaciones, en estas otras cuatro se repite el mismo protocolo pero con la única diferencia que la definición de extinción es que la población sea menor de 50 individuos. Además se ha realizado la comparación exclusivamente a los 10 años, obviando los resultados a los 20 y a los 50 años.

En resumen, estas cuatro simulaciones VORTEX se han estimado a lo largo de 10 años; la definición de extinción es que la población es menor de 50 individuos; el porcentaje de hembras que contribuyen a la reproducción es de 70, 80 y 90%; la población española de visión europeo es una única población (simulaciones 6 y 8) o es una metapoblación con tres subpoblaciones (simulaciones 5 y 7); el porcentaje de incremento anual de la capacidad de carga (debido al visón americano) es de -18, de 0 y de +8%, y no se produce suplementación o se produce una suplementación de 16 o 24 individuos anuales (Tablas 18, 19, 20 y 21) (ver Anexos 5, 6, 7 y 8).

**Tabla 18.** Características variables utilizadas en la quinta simulación VORTEX.

<b>Número de años</b>	10		
<b>Definición de extinción</b>	< 50 indiv.		
<b>Porcentaje de hembras que se reproducen</b>	70	80	90
<b>Número de poblaciones</b>	3		
<b>% anual incremento de la capacidad de carga</b>	-18	0	+8
<b>Suplementación</b>	No		

**Tabla 19.** Características variables utilizadas en la sexta simulación VORTEX.

<b>Número de años</b>	20		
<b>Definición de extinción</b>	< 50 indiv.		
<b>Porcentaje de hembras que se reproducen</b>	70	80	90
<b>Número de poblaciones</b>	1		
<b>% anual incremento de la capacidad de carga</b>	-18	0	+8
<b>Suplementación</b>	No		

**Tabla 20.** Características variables utilizadas en la séptima simulación VORTEX.

<b>Número de años</b>	50		
<b>Definición de extinción</b>	< 50 indiv.		
<b>Porcentaje de hembras que se reproducen</b>	70	80	90
<b>Número de poblaciones</b>	3		
<b>% anual incremento de la capacidad de carga</b>	0	+8	
<b>Suplementación</b>	Si		
<b>Número hembras suplementadas</b>	10	15	
<b>Número de machos suplementados</b>	6	9	

**Tabla 21.** Características variables utilizadas en la octava simulación VORTEX.

Número de años	10	20	50
Definición de extinción	< 50 indiv.		
Porcentaje de hembras que se reproducen	70	80	90
Número de poblaciones	1		
% anual incremento de la capacidad de carga	0	+8	
Suplementación	Si		
Número hembras suplementadas	10	15	
Número de machos suplementados	6	9	

Las diferencias entre las simulaciones 5, 6, 7 y 8, con las simulaciones 1, 2, 3 y 4 son debidas exclusivamente a la consideración utilizada por el programa en cuanto a la extinción de la población: si esta se produce cuando sólo queda un único sexo, o cuando quedan menos de 50 individuos.

En estas cuatro últimas simulaciones, la probabilidad de supervivencia en todos los casos es siempre inferior y la probabilidad de extinción es siempre superior. Ello se puede comprobar si se compara un ejemplo entre una simulación y su alternativa

#### **Simulación 1 vs Simulación 5:**

3 subpoblaciones, incremento +8% en la K, 90% hembras reproductoras, a los 10 años.

Probabilidad de supervivencia: 90,1 vs 79,3%

Probabilidad de extinción: 2,03 vs 3,93%.

#### **Simulación 1 vs Simulación 6:**

3 subpoblaciones, incremento +8% en la K, 90% hembras reproductoras, a los 20 años.

Probabilidad de supervivencia: 71,6 vs 61,2%

Probabilidad de extinción: 1,90 vs 2,20%.

#### **Simulación 1 vs Simulación 7:**

3 subpoblaciones, incremento +8% en la K, 90% hembras reproductoras, a los 50 años.

Probabilidad de supervivencia: 34,2 vs 28,5%

Probabilidad de extinción: 1,27 vs 2,00%.

#### **Simulación 4 vs Simulación 8:**

1 población, incremento +8% en la K, 90% hembras reproductoras, a los 10 años.

Probabilidad de supervivencia: 96,9 vs 89,9%

Probabilidad de extinción: 1,00 vs 1,80%.

S

1 población, incremento +8% en la K, 90% hembras reproductoras, a los 10 años.

Probabilidad de supervivencia: 88,0 vs 81,0%

Probabilidad de extinción: 0,8 vs 1,00%.

1 población, incremento +8% en la K, 90% hembras reproductoras, a los 10 años.

Probabilidad de supervivencia: 57,8 vs 54,9%

Probabilidad de extinción: 0,00 vs 0,40%.

## Resumen y conclusiones

El **escenario más optimista**, con una única población, con recuperación de la capacidad de carga del visón europeo (+8% anual), con un 90% de hembras que se reproducen, con una suplementación de 24 animales al año (durante 5 años), con la definición de extinción como ausencia de por lo menos un sexo, mostró una **probabilidad de supervivencia de 98,0%, 87,5% y 61,2%** a los **10, 20 y 50 años** respectivamente.

En las 54 simulaciones realizadas cuando la capacidad de carga disminuye un 18% anual, la probabilidad de supervivencia de la población española de visón europeo es 0 (Tabla 22); la probabilidad de extinción también es 0; estos dos datos parecen contradictorios, pero es que la población se ha extinguido antes de los 10 años.

En las 108 simulaciones realizadas cuando la capacidad de carga se mantiene constante (0% anual), en el 10,0% de los casos la probabilidad de supervivencia es mayor del 95%, y sólo en el 18,0% la probabilidad de supervivencia es mayor del 90% (Tabla 22)

En las 108 simulaciones realizadas cuando la capacidad de carga aumenta un 8% anual, en el 11,1% de los casos la probabilidad de supervivencia es mayor del 95%, y sólo en el 20,4% la probabilidad de supervivencia es mayor del 90% (Tabla 22)

**Tabla 22.** Porcentaje de simulaciones que alcanzan diferentes probabilidades de supervivencia, expresada de forma acumulativa, en los tres escenarios con diferente capacidad de carga.

Probabilidad	>0,95	>0,90	>0,80	>0,70	0,70-0,00
<b>K = -18%</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	100,0
<b>K = 0%</b>	10,0	18,0	28,0	40,0	60,0
<b>K = +8%</b>	11,1	20,4	34,3	40,8	59,2

En todas las simulaciones efectuadas con el modelo VORTEX se repite que **la población actual de visón europeo en España se extingue dentro de los primeros 10 años** si la capacidad de carga se reduce un 18% anual. Esta reducción es debido al avance de la especie alóctona **si no se realizara ningún tipo de control sobre la/s población/es de visón americano** que amenazan directamente a la población de visón europeo.

Si el control del visón americano se mantiene similar al que se realiza actualmente, o sea no dejar que avance hasta la población de visón europeo (esto es una quimera, ya que en los últimos 2-3 años se están eliminado ejemplares no nativos de zonas del interior del rango de la especie europea), la probabilidad de supervivencia de la población española de visón europeo aumenta pero no sería suficiente más allá de 10 años.

Sólo si se aumenta el programa de control y erradicación del visón americano, el visón europeo podría recuperar terreno, aumentando su capacidad de carga hasta el +8% anual y colonizar aquellas zonas liberadas de visón americano, lo cual sería seguramente un proceso lento.

Este último apartado pasa por:

- Erradicar la población de visón americano del norte de Vizcaya y noroeste de Guipúzcoa.
- Erradicar la población del centro de Álava, que ya llega hasta el Ebro en La Rioja.
- Controlar la población de Burgos, Soria y Palencia, creando un cinturón de seguridad de al menos 50 kilómetros.
- Controlar las poblaciones de Cataluña y Aragón-Valencia, evitando que lleguen al río Ebro y se asienten de forma estable en su cuenca.

#### Como conclusiones:

1. El efecto del visón americano es el factor más importante que afecta a la supervivencia a la población española de visón europeo.
2. El avance del visón americano producirá la extinción del visón americano en menos de 10 años.
3. Para que la capacidad de carga se mantenga constante (no avance del visón americano) se debe mantener el esfuerzo actual de trampeo de visón americano e incluso aumentarlo ligeramente en algunas zonas determinadas.
4. Para aumentar la capacidad de carga y que la población española de visón europeo vaya recuperando y recolonizando zonas se debe aumentar significativamente el esfuerzo de trampeo de visón americano, especialmente en las zonas donde las poblaciones de visón americano son pequeñas y más fáciles de combatir y erradicar (Álava, La Rioja, Vizcaya y Guipúzcoa, sin olvidarnos de Navarra de forma puntual).
5. El porcentaje de hembras que participan en la reproducción es importante, pero este dato es una aproximación. Es evidente que manteniendo un hábitat adecuado para el visón europeo se contribuye a que la mayor parte de las hembras adultas puedan reproducirse. No todo el hábitat a lo largo del rango del visón europeo mantiene las mismas condiciones ecológicas. En algunas zonas se estará más cerca del 70% y en otras más del 90% o del 100%.
6. Una pequeña suplementación anual durante cinco años con 16 ó 24 (80 ó 120 visones en total) ejemplares haría aumentar ligeramente la probabilidad de supervivencia de la población de visón europeo.
7. Considerar que la población se extingue cuando sólo queda un sexo (simulaciones 1, 2, 3 y 4) o cuando quedan menos de 50 individuos (simulaciones 5, 6, 7 y 8) no es importante a la hora de valorar los resultados.

Para implicar más a las diferentes administraciones en la conservación del visón europeo en España y en el control y erradicación del visón americano, se recomienda **catalogar al visón europeo “en peligro crítico” a nivel nacional**. Este sería el criterio de la IUCN, en cuya “Lista Roja” clasifica a las especies “en peligro crítico” si existe una probabilidad proyectada de reducción mayor o igual al 80% de la población en los siguientes 10 años o en las siguientes tres generaciones (caso del visón europeo), cualquiera que sea el plazo más largo.

## Bibliografía

- Akçakaya, H.R. 1997. *RAMAS Metapop: Viability Analysis for Stage-Structured Metapopulations* (Version 2.0). Setauket, NY: Applied Biomathematics.
- Akçakaya, H. R. and Ginzburg, L. R. 1991. Ecological risk analysis for single and multiple populations. – In: Seitz, A. and Loeschke (eds.) *Species Conservation: A Population-Biological Approach*. Birkhauser Verlag, Basel, pp. 73-87.
- Ambruster, P. & R. Lande. 1993. A population viability analysis from African elephant (*Loxodonta africana*): How big should reserves be? *Conservation Biology*, 7: 602-610.
- Ambruster, P.; Fernando, P. & R. Lande. 1999. Times frames for population viability analysis of species with long generations: An example with Asian elephants. *Animal Conservation* 2 (1): 69-73
- Ballou, J.D. 1989. Inbreeding and Outbreeding Depression in the Captive Propagation of Black-Footed Ferrets. In. *Conservation Biology and the Black-Footed Ferret* (U.S. Seal, E.T. Thorne, M.A. Bogan & S.H. Anderson, eds). Yale Univ. Press. New Haven and London, pp. 49-68.
- Ballou, J.D. 1997. Ancestral inbreeding only minimally affects inbreeding depression in mammalian populations. *Journal of Heredity*, 88: 169-178.
- Barrio, J. 2007. Population viability analysis of the Taruka, *Hippocamelus antisensis*. (D'Órbigny, 1834) (Cervidae) in southern Peru. *Rev. peru. biol.* 14(2): 193- 200 (Diciembre, 2007).
- Beier, P. 1993. Determining Minimum Habitat Areas and Habitat Corridors for Cougars. *Cons. Biol.* 7: 94-108.
- Beissinger, S.R. & D.R. McCullough. 2002. *Population Viability Analysis*. The University of Chicago Press Books. 593 pp.
- Boyce. M.S. 1992. Population viability analysis. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 23: 481-506.
- Boyce, M.S. 1995. *Population viability for grizzly bears* (*Ursus arctos horribilis*): a critical review. Interagency Grizzly Bear Committee, Fish and wildlife Service.
- Camby, A. 1990. *Le Vison d'Europe (Mustela lutreola Linnaeus, 1761)*. In: Encyclopédie des Carnivores de France. Ed. By SFEPM. París. Vol. 13.
- Danilov, P.I. & Tumanov, I.L. 1976. *The Mustelids of the USSR North-West*. Leningrado. Ed. By Nauka. 256 pp (In Russian).
- Diamond, J. M. 1976. Island biogeography and conservation: Strategy and limitations. *Science*, 193: 1027–1029.
- Eizirik, E., C. B. Indrusiak & W. E. Johnson. 2002. Análisis de la viabilidad de las poblaciones de jaguar: evaluación de parámetros y estudios de caso en tres poblaciones remanentes del sur de Sudamérica. En: *El jaguar en el nuevo milenio*. Medellín, R. A., Equihua, C., Chetkiewics, C., Rabinowitz, A., Crawshaw, P., Rabinowitz, A., Redford, K., Robinson, J. G., Sanderson, E. & Taber, A. (Eds.). México D. F.: Fondo



de cultura económica, Universidad Nacional Autónoma de México y Wildlife Conservation Society. 647 pp.

Ferson, S. & H.R. Akçakaya. 1990. *Modelling fluctuations in age-structured populations: RAMAS Age users manual*. Setauket, New York: Applied Biomathematics.

Foose, T.J.; Lacy, R.C.; Brett, R. & U.S. Seal (eds). 1993. Kenyan Black Rhino Metapopulation Workshop Report. Apple Valley, MN: Captive Breeding Specialist Group (SSC/IUCN).

García, K., Jara, A., Ortiz, J.C. & Victoriano, P. 2008. Evaluación de un escenario de extinción para la última población de *Hippocamelus bisulcus* (Molina, 1782) de Chile central. *Interciencia*, 33 (2): 152-159.

Garin, I., Aihartza, J., Zuberogoitia, I. & Zabala, J. 2002a. Activity pattern of European mink (*Mustela lutreola*) in southwestern Europe. *Zeitschrift Jagdwissenschaft*, 48: 102-106.

Gerber, L. & González-Suarez, M. 2010. Population Viability Analysis: Origins and Contributions. *Nature Education Knowledge*, 1 (11): 15.

Gómez, A., Aguilar, C., Podra, M., Oreca, S., Roura, A., S. Palazón & M. Ferrer 2007. *Monitorización de la población de visón europeo (Mustela lutreola) en la Comunidad Autónoma de La Rioja. Año 2007*. Gobierno de La Rioja-TRAGSATEC. Informe inédito.

Gómez, A., Pôdra, M., Aguilar, C., Oreca, S., Roura, A., López de Luzuriaga, J., Melero, Y. & S. Palazón. 2007. *Estudio Poblacional del visón europeo (Mustela lutreola) en La Rioja, Álava y Burgos (Río Ebro y Najerilla -tramo bajo-)*. Gobierno de La Rioja-TRAGSA-MMA. Informe inédito.

Gómez, A., Pôdra, M., Aguilar, C., Oreca, S., Roura, A., López de Luzuriaga, J., Melero, Y. & S. Palazón. 2008. *Estudio poblacional de visón europeo (Mustela lutreola) en La Rioja: ríos Ebro y Najerilla. Otoño de 2007 y datos de 1996-2007*. Gobierno de La Rioja - Diputación Foral de Álava - Junta de Castilla y León - MMA - TRAGSEGA - Asociación Visión Europeo. 70 pp. más Anexos. Informe final inédito.

Gómez, A., Pôdra, M., Aguilar, C., Oreca, S., Roura, A., López de Luzuriaga, J., Llorente, J. & S. Palazón. 2008. *Estudio Poblacional del visón europeo (Mustela lutreola) en La Rioja, Álava y Burgos (Río Ebro y Najerilla -tramo bajo-)*. TRAGSATEC-MMA. Informe inédito.

Gómez, A. & S. Palazón. 2008. *Proyecto piloto de refuerzo poblacional de visón europeo en los Humedales de Salburua, Álava. Informe parcial: agosto 2008*. Fundación Biodiversidad - Diputación Foral de Álava - Centro de Estudios Ambientales - Asociación Visión Europeo. 39 pp más Anexos. Informe inédito.

Gómez, A., Pôdra, M., Aguilar, C., Oreca, S., Roura, A., Aguirre, H., Arenas, M. & S. Palazón. 2009. *Estudio poblacional del visón europeo (Mustela lutreola) en La Rioja, Álava y Burgos (Río Ebro y Najerilla-tramo bajo-)*. MMA - TRAGSATEC. Informe inédito.

Gómez, A., Pôdra, M., Aguilar, C., Oreca, S., Palazón, S. & M. Ferrer. 2009. *Programa de seguimiento de la presencia de visón europeo (Mustela lutreola) en las provincias de Huesca y Zaragoza en la Comunidad Autónoma de Aragón*. Gobierno de Aragón-TRAGSA. Informe inédito.



Gómez, A., Pôdra, M., Aguilar, C., Oreca, S., Roura, A. & S. Palazón, 2010. *Programa de seguimiento de la población de visón europeo (Mustela lutreola) y estudio, seguimiento y control de otras especies de semiacuáticos en Aragón. Seguimiento de la evolución de la distribución del visón europeo en Aragón y estima de su población.* Gobierno de Aragón-TRAGSA. Informe inédito.

Gómez, A., Palazón, S., Podra, M., Pérez, M. & Vigara, G. 2011. *Análisis de viabilidad para proyectos piloto de liberación de visón europeo. Programa de seguimiento de la población de visón europeo (Mustela lutreola) y estudio, seguimiento y control e otras especies de semiacuáticos en Aragón.* Gobierno de Aragón-TRAGSATEC. 20 pp. Informe inédito

Gómez, A., Pôdra, M., Oreca, S., Escudero, M. & S. Palazón 2011. *Programa de seguimiento de la población de visón europeo (Mustela lutreola) y estudio, seguimiento y control de otras especies de semiacuáticos en Aragón. Seguimiento de la evolución de colonización del visón europeo en el río Ebro en Aragón.* Gobierno de Aragón-TRAGSA. Informe inédito.

Gomez, A., Podra, M., Palazón, S., Oreca, S., Sanz, P., Aguilar, C. & Lopo, L. 2011. *Memoria de la monitorización del visón europeo en La Rioja.* Gobierno de La Rioja - TRAGSATEC. 40 pp. Informe inédito.

Groves C.R. & T.W. Clark. 1986. Determining minimum population size for recovery of the Black-Footed Ferret. *Great basin Nat. Memoirs*, 89: 150-159.

Harcourt, A.H. 1995a. Population viability estimates: Theory and practice for a wild gorilla population. *Conservation Biology*, 9: 134-142.

Harris, R.B.; Clark, T.W. & M.L. Shaffer. 1989. Extinction Probabilities for Isolated Black-Footed Ferret Populations. In: *Conservation Biology and the Black-Footed Ferret* (U.S. Seal, E.T. Thorne, M.A. Bogan & S.H. Anderson, eds). Yale Univ. Press. New Haven and London, pp. 83-104.

Herrero, S.; Miller, P.S. & U.S. Seal (eds.). 2000. Population and Habitat Viability Assesment Workshop for the Grizzly Bear of the central Rockies Ecosystem (*Ursus arctos horribilis*). Apple Valley, MN: Conservation Breeding Specialist Group (SSC/IUCN).

Kenney, J.S., Smith, J.L.D., Starfield, A.M. & C.W. McDougal, 2009. The Long-Term Effects of Tiger Poaching on Population Viability. *Conservation Biology*, 9 (5): 1127-1133.

Lacy, R.C. 1993. *VORTEX*: A computer simulation model for Population Viability Analysis. *Wildlife Research*, 20: 45-65.

Lacy, R.C. 1996. Further population modeling of northern white rhinoceros under various management scenarios. Appendix 3. In Fosse, T.J. (ed.). *Summary – Northern White Rhinoceros Conservation Strategy Workshop*. Cumberland, Oh.: International Rhino Foundation.

Lacy, R.C. 1997. Importance of genetic variation to the viability of mammalian populations. *Journal of Mammalogy*, 78: 320-335.

Lacy, R.C. 2000. Structure of the *VORTEX* simulation model for population viability analysis. *Ecological Bulletins*, 48: 191-203.





- Lacy, R.C. 2000. Considering threats to the viability of small populations using individual-based models. *Ecological Bulletins*, 48: 39-51.
- Lacy, R.C. & T.W. Clark 1989. Genetic variability in Black-Footed Ferret populations: past, present and future. In: *Conservation Biology and the Black-Footed Ferret*. 83-103 pp. Edited by Seal, U.S., Thorne, E.T., Bogan, M.A., Anderson, S.H. Yale University.
- Lacy, R.C. & T.W. Clark 1990. Population viability assessment of the eastern barred bandicoot in Victoria. Pages 131-146. In Clark, T.W. and J.H. Seebeck (eds). *The Management and Conservation of Small Populations*. Brookfield, IL: Chicago Zoological Society.
- Lacy, R.C. & T. W. Clark. 1993. Simulation modeling of American marten (*Martes americana*) populations: vulnerability to extinction. *Western North American Naturalist*, 53 (3): 282-292.
- Lacy, R.C. & T.J. Kreeger 1992. *VORTEX: a stochastic simulation of the extinction process. Version 5.1. user's manual*. Chicago: Brookfield Zoo, Chicago Zoological Society.
- Lacy, R.C.; Borbat, M. & J.P. Pollack. 2003. *VORTEX: A Stochastic Simulation of the Extinction Process. Version 9*. Brookfield, IL: Chicago Zoological Society.
- Lang, A. 1988. La gestion genetique peut sauver l'ours. In: L'ours brun. Element Biologique du Patrimoine Europeen. Coll. Int. 14-15 nov. 1987, Seix (France). *Acta Biol. Mont. (Sér. Doc. Travail)*, 2: 69-70.
- Mace, G. & C. Sillero-Zubiri. 1997. A preliminary population viability analysis for the Ethiopian Wolf. In: *The Ethiopian Wolf. Status and conservation Action Plan*. Eds Sillero-Zubiri, C. & D. MacDonald. Pp 51-60. Gland UCN/SCC Canid Specialist Group.
- Maran, T. & Henttonen, H. 1995. Why is the European mink, (*Mustela lutreola*) disappearing? – A review of the process and hypotheses. *Annales Zoologica Fennica*, 32: 47-54.
- Maran, T. 2001. European mink: setting of goal for conservation and the Estonian case study. *Galemys*, 15 (núm. esp.): 1-11.
- Maran, T., Podra, M., Pölma, M. & D.W. Macdonald. 2009. The survival of captive-born animals in restoration programmes – Case study of the endangered European mink *Mustela lutreola*. *Biological conservation*, 142: 1685-1692.
- Maran, T. 2006. Conservation of the European mink, *Mustela lutreola*, in Estonia: an update 2001-2003. *Proceedings of the International Congress on the Conservation of European mink (Mustela lutreola)*. Pages 131-142. Edited by La Rioja Government. Logroño, Spain.
- Michaux, J.R., Hardy, O.J., Justy, F., Fournier, P., Kranz, A., Cabria, M., Davidson, A., Rosoux, R. & Libois, R. 2005. Conservation genetics and population history of the threatened European mink *Mustela lutreola*, with an emphasis on the west European population. *Molecular Ecology*, 14: 2373-2388.
- Miller, P.S. & R.C. Lacy. 2003. *VORTEX: A Stochastic Simulation of the Extinction Process. Version 9.21 User's Manual*. Apple Valley, MN: Conservation Breeding Specialist Group (SSC/IUCN).





- Naves, J.; Wiegand, T.; Fernández, A. & T. Stephan. 1999. *Riesgo de extinción del oso pardo cantábrico. La población occidental*. Fundación Oso de Asturias. Oviedo, Gijón.
- Palazón, S. 1998. *Distribución, morfología y ecología del visón Europeo (Mustela lutreola L. 1761) en la Península Ibérica*. Ph.D. Thesis, University of Barcelona. Barcelona, Spain. 275 pages.
- Palazón, S. (2010). Visón europeo – *Mustela lutreola*. En: Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles. Salvador, A., Cassinello, J. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid. <http://www.vertebradosibericos.org/>
- Palazón, S. 2011. El visón europeo (*Mustela lutreola*) en España: situación, biología, ecología y conservación. *Atzavara*, 20: 107-116. En Catalán.
- Palazón, S. & Ruiz-Olmo, J. 1992. First data on the activity and use of space of the European mink (*Mustela lutreola*) revealed by radiotracking. *Small Carnivore Conservation*, 8: 6-8.
- Palazón, S. & Ruiz-Olmo, J. 1997. *El visón europeo (Mustela lutreola) y el visón americano (Mustela vison) en España*. Colección Técnica. Ministerio de Medio Ambiente. Madrid, Spain. 133 pages.
- Palazón, S. & Ruiz-Olmo, J. 1998. A preliminary study of the behaviour of the European mink *Mustela lutreola* in Spain, by means of radiotracking. In: *Behaviour and ecology of riparian mammals* (Edited by Dunstone, N. & Gorman, M.L.). *Symposia of the Zoological Society of London*, 71: 93-106.
- Palazón et al. 2005. *Captura de ejemplares fundadores de visón europeo (Mustela lutreola) para el Programa de cría en cautividad del visón europeo en España: otoño de 2004*. Generalitat de Catalunya - MMA - Asociación Visión Europeo. Informe inédito.
- Palazón et al. 2006. *Estudio poblacional de visón europeo (Mustela lutreola) en el tramo alto del río Ebro (La Rioja y Álava) y en el río Ayuda (Álava y Burgos). Resultados parciales campaña 2005*. Gobierno de La Rioja - Diputación Foral de Álava - Junta de Castilla y León - MMA - TRAGSEGA - Asociación Visión Europeo. 75 pp. Informe inédito.
- Palazón et al. 2007. *Estudio poblacional del visón europeo (Mustela lutreola) en La Rioja (río Ebro, río Tirón, río Najerilla), año 2006*. Gobierno de La Rioja - TRAGSA. 111 pp. Informe final inédito.
- Palazón, S. & A. Gómez. 2009. *Proyecto piloto de refuerzo poblacional de visón europeo en los Humedales de Salburua, Álava. Informe final*. Fundación Biodiversidad - Diputación Foral de Álava - Centro de Estudios Ambientales - Asociación Visión Europeo. 50 pp más Anexos. Informe inédito.
- Palazón, S., Pôdra, M., Oreca, S & B. Sanz, 2008. *Programa de seguimiento de la presencia de visón europeo (Mustela lutreola) en las provincias de Huesca y Zaragoza en la Comunidad Autónoma de Aragón*. Gobierno de Aragón-Asociación Visión Europeo-SODEMASA. Informe inédito.
- Palazón S., Melero, Y., Gómez, A., López de Luzuriaga, J., Podra, M. & J. Gosálbez. 2012. Causes and patterns of human-induced mortality in the Critically Endangered European mink *Mustela lutreola* in Spain. *Oryx*, 46: 614-616.
- Pettus, D. 1985. Genetics of small populations. In: *Black-Footed Ferret Workshop Proceedings*, Wyoming Game Dept. (S. Anderson & D. Inkley, eds.), pp: 22.1-22.11.



- Podra, M., Aguilar, C., Gómez, F., Gómez, A., Palazón, S. & Ferrer, M. 2010. *Control del visón americano (Neovison vison) en zonas de control en La Rioja: resultados de la campaña post-reproductora 2010*. Gobierno de La Rioja - TRAGSATEC. Informe inédito.
- Podra, M., Aguilar, C., Gómez, F., Gómez, A., Palazón, S. & Ferrer, M. 2011. *Control del visón americano (Neovison vison) en un tramo del río Ebro en Burgos, Álava y La Rioja: noviembre 2010 y febrero 2011*. MARM - TRAGSATEC. Informe inédito.
- Podra, M. & S. Palazón. 2011. *Monitorización de la población de visón europeo (Mustela lutreola) en las cuencas de los ríos Oja, Tirón y alto Ebro, en La Rioja: informe de actividades septiembre-noviembre 2011*. Asociación Visión Europeo - TRAGSATEC. Informe inédito.
- Podra, M. & S. Palazón. 2012. *Informe técnico sobre el estado actual del programa ex situ de visón europeo en la Península Ibérica: Informe de actividades*. Asociación Visión Europeo - TRAGSATEC - Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 26 pp.
- Possingham, H.P. & I. Davies 1995. ALEX: A model for the spatial viability analysis of spatially structured populations. *Biological Conservation*, 73: 143-150.
- Primack, R. 2000. *A Primer of Conservation Biology*. 2a ed. Sinauer. Sunderland, MA. USA. 325 pp.
- Ralls K, Ballou J.D & Templeton A.R. 1988. Estimates of lethal equivalents and the cost of inbreeding in mammals. *Conservation Biology*, 2:185-193.
- Ruiz-Olmo, J. 1995. *Estudio bionómico de la nutria (Lutra lutra L., 1758) en aguas continentales de la Península Ibérica*. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.
- Seal, U.S. (ed.). 1992. Genetic Management Strategies and Population Viability Assesment of the Florida Panther (*Felis concolor coryi*). Apple Valley, MN: Captive Breeding Specialist Group (SSC/IUCN).
- Seal, U.S. & R.C. Lacy (eds.). 1989. Florida Panther Population Viability Analysis. Report to the U.S. Fish and Wildlife Service. Apple Valley, MN: Captive Breeding Specialist Group (SSC/IUCN).
- Servheen, C. 1989. Monitoring of Bear populations for conservation: summary. In: Workshop on the situation and protection of the Brown Bear in Europe. *Environ. Encount. Series*, 6: 39-45.
- Shaffer, M.L. 1981. Minimum populations sizes for species conservation. *BioScience*, 31: 131-134.
- Shaffer, M. L. 1983. Determining minimum viable population sizes for grizzly bear. *International Conference on Bear Research and Management*, 5:133-139.
- Shaffer, M.L. 1987. Minimum viable populations: coping with uncertainty. In: Soulé M.E. (ed), *Viable populations for conservation*. Cambridge Univ. Press, pp. 69-86.
- Shaffer, M.L. 1990. Population viability analysis. *Conservation Biology*, 4: 39-40.
- Sidorovich, V.E. (Editor). 1997 *Mustelids in Belarus. Evolutionary ecology, demography and interspecific relationships*. Zolotoy Uley Publisher, Minsk: 289pp.



Soulé, M.E. 1987. *Viable populations for conservation*. Cambridge Univ. Press.

Suchy, W. J., L.M. McDonald, M.D. Strickland & S.H. Anderson. 1985. New estimates of minimum viable population size for grizzly bears of the Yellowstone eco-system. *Wildl. Soc. Bull.*, 13:223-228.

Thompson, G. G. 1991. Determining minimum viable populations under the Endangered Species Act. NOAA Technical Memorandum NMFS F/NWC-198.

Wansink, E.H. & F. Ringenaldus. 1991. Restoring the Dutch Otter Population Using the Minimum Viable Population Concept. In: Proceedings V. Int. Otter Coll., Hankensbüttel 1989 (C. Reuther & R. Röechter, Ed). Habitat, 6: 243-248.

Wiegand, T.; Naves, J.; Stephan, T. & A. Fernández. 1998. Assessing the risk of extinction for the brown bear (*Ursus arctos*) in the Cordillera Cantabrica, Spain. *Ecological Applications*, 68 (4): 539-570.

Youngman, P.M. 1982. Distribution and systematics of the European Mink, *Mustela lutreola* Linnaeus, 1761. *Acta Zoologica Fennica*, 166: 1-48.

Zabala, J. & I. Zuberogoitia, 2003. Implications of territoriality in the spatial ecology of European mink *Mustela lutreola*. *Biota*, 4 (1-2): 121-127.