

Economía de los Recursos Naturales

Año académico 2008/09

Licenciatura en Economía
3º Curso, 1º Cuatrimestre



La Gestión de los Recursos Naturales: Los recursos renovables (RR)

1 Los recursos no renovables

- Los recursos no renovables: Concepto
- La Regla de Hotelling
- Estática comparativa
- El monopolio
- El reciclado

7 Los recursos renovables

- Los recursos renovables: Concepto
- Crecimiento y explotación de los recursos
- Política Pesquera en la UE
- La gestión económica de los bosques
- La extinción de las especies

1. Los recursos renovables: Concepto

Recursos renovables

Su uso o consumo conlleva su disminución, pero tras un tiempo se regeneran por sí mismos.

- recursos renovables de flujo
 - ▶ p. ej. energía solar o térmica
 - ▶ no se agotan cuando son utilizados
- recursos renovables de stock
 - ▶ p. ej. peces, bosques, atmósfera, tierras
 - ▶ se regeneran según procesos biológicos, físicos o químicos
 - ▶ es posible agotarlos

1. Los recursos renovables: Concepto

- Nivel de uso sostenible: que no comprometa la continuidad de los recursos renovables de stock
- Problema de largo plazo: maximización del bienestar social
- Problema de agotamiento: evitar extinción definitiva
- Se usan los “modelos bioeconómicos”: es clave conocer la tasa de crecimiento para decidir la tasa de explotación
- Casos típicos: pesquerías (crecimiento rápido) y bosques (crecimiento lento)

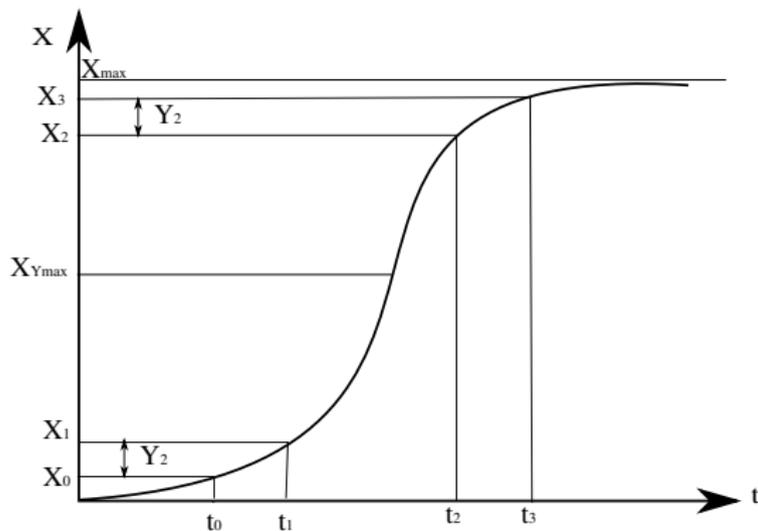
2. Crecimiento y explotación de los recursos

Ejemplo: Pesquería

- Zona en que existe una población de peces (suponemos una especie), donde varias empresas realizan actividades de pesca.
- Recurso móvil: dificultad para asignar derechos de propiedad
- Modelo bioeconómico: Curva de crecimiento natural $F(X)$
- Por equilibrio de alimentación y otros factores limitantes, las existencias X se saturan en X_{max}
→ “capacidad de carga del sistema”
- Crecimiento total del stock: $X_{t+1} - X_t = F(X) - Y$
- Captura sostenible: cantidad de recurso extraídas en un tiempo Y = crecimiento natural del recurso en ese tiempo $F(X)$

2. Crecimiento y explotación de los recursos

Curva de crecimiento natural $F(X)$ del recurso X (biomasa),
p. ej. crecimiento logístico $F(X) = g X \left(1 - \frac{X}{X_{max}}\right)$

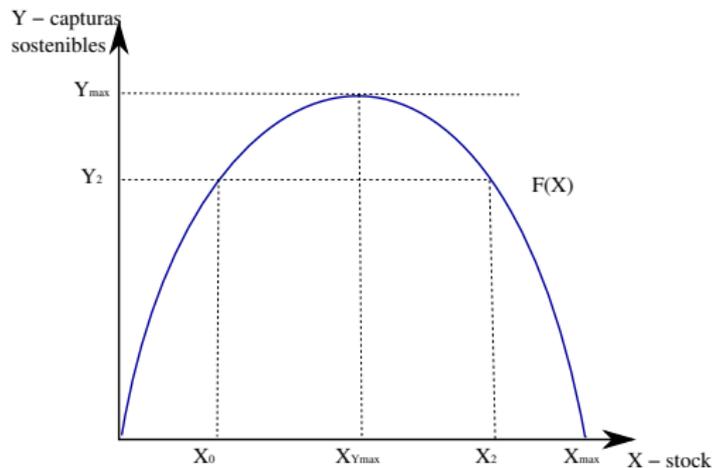


Explotación sostenible depende del stock: con X_0 y con X_2 es Y_2 /año
Explotación sostenible máxima corresponde al stock X_{Ymax}

2. Crecimiento y explotación de los recursos

Maximización de beneficios – Modelo estático

Capturas **sostenibles** para diferentes stocks



Capturas Y_2 son sostenibles con un stock de X_0 o con X_2 .

2. Crecimiento y explotación de los recursos

Maximización de beneficios – Modelo estático

Ejercicio

Explicar en que sentido en el gráfico anterior se puede considerar como más estable las capturas Y_2 cuando el stock es X_2 que cuando es solamente X_0 .

2. Crecimiento y explotación de los recursos

Maximización de beneficios – Modelo estático

¿Qué tamaño de stock del recurso maximiza los **beneficios estáticos** (de un período), si es explotado de forma **sostenible**?

⇒ maximizar (Ingreso – Coste) en función de X

- ¿Ingresos sostenibles?

- ▶ Capturas sostenibles $Y =$ crecimiento de biomasa en función del stock $F(X)$

- Ingresos sostenibles $I = p \cdot Y$

supuesto: competencia perfecta, p constante

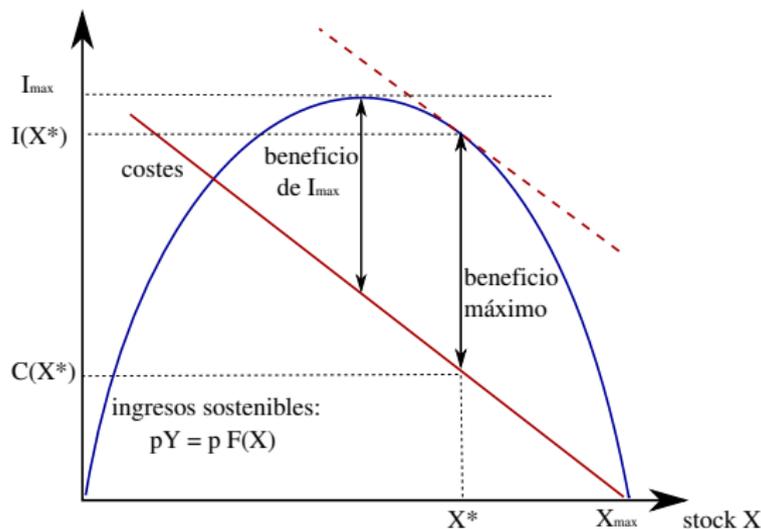
- ¿Coste de una captura Y ?

- ▶ cuando el stock X es menor, hay que poner más *esfuerzo* para extraer Y (usar más barcos, tenerlos fuera más tiempo, etc.)

- el coste de la captura *disminuye* cuando X *aumenta*

2. Crecimiento y explotación de los recursos

Maximización de beneficios – Modelo estático



Beneficio máximo en X^* , donde $IMg = CMg$.

No coincide con la máxima captura sostenible con un stock de X_{Ymax} .

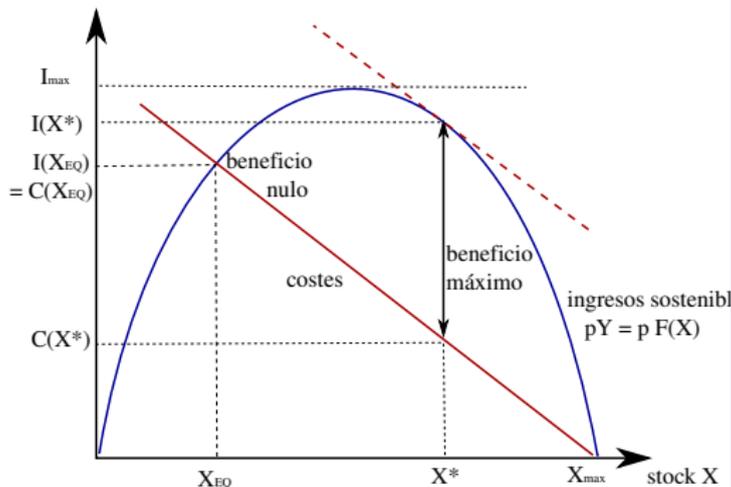
2. Crecimiento y explotación de los recursos

Maximización del beneficio – Libre entrada

- Sin propietario del recurso (derechos de propiedad no bien definidos) no interesa a cada uno de los pescadores maximizar el beneficio social
- ⇒ se pesca mientras haya beneficio positivo:
hasta $X_{EQ} < X^*$ donde se anula el beneficio, cubriendo solo costes
- En el equilibrio bioeconómico X_{EQ} , hay sobreexplotación, comparado con en el equilibrio socialmente eficiente X^*
 - No hay extinción, pero hay más inestabilidad hacia ella (pendiente positiva de la curva de capturas sostenibles) si se sobreestima el crecimiento natural del banco pesquero

2. Crecimiento y explotación de los recursos

Maximización del beneficio – Libre entrada



H. Scott Gordon 1954:

“There appears, then, to be some truth in the conservative dictum that **everybody’s property is nobody’s property**. Wealth that is free for all is valued by no one because he who is foolhardy enough to wait for its proper time of use will only find that it has been taken by another.”

2. Crecimiento y explotación de los recursos

Maximización del beneficio – Libre entrada

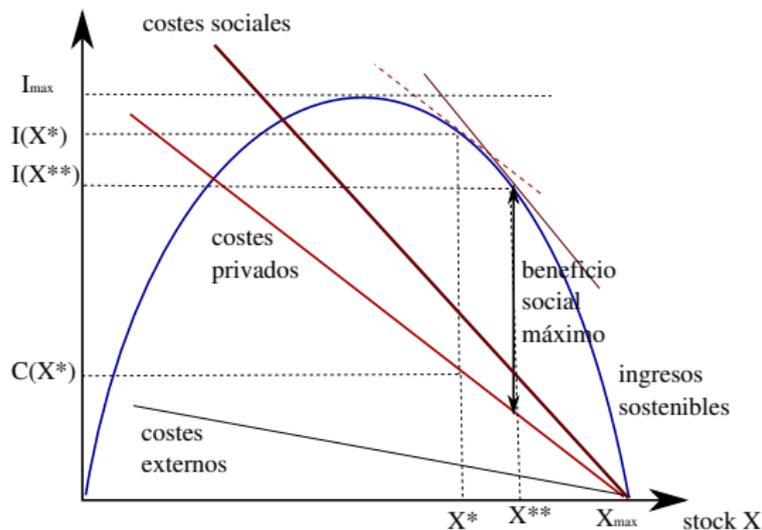
Ejercicio

- Modificar el gráfico anterior para encontrar el stock óptimo X^* y el stock de equilibrio con libre entrada X_{EQ} cuando los costes de extracción del recurso son $C = 0$ para todo nivel de stock.
- Representar una situación donde los costes hagan que el **nivel de extracción** eficiente es inferior a la extracción en equilibrio.

2. Crecimiento y explotación de los recursos

Maximización del beneficio – Externalidades negativas

Con externalidades negativas (ej: desequilibrios en la cadena trófica o hambrunas de nativos que se alimentan del banco de peces)



2. Crecimiento y explotación de los recursos

Maximización del beneficio – Externalidades negativas

Con externalidades negativas (ej: desequilibrios en la cadena trófica o hambrunas de nativos que se alimentan del banco de peces)

- óptimo de capturas en X^{**} , igualar CMg social = IMg
- $X^{**} > X^*$, el beneficio privado es menor, el beneficio social es mayor, la externalidad negativa es menor.
- podemos internalizar las externalidades en costes productivos (mediante impuestos, derechos negociables etc.)

2. Crecimiento y explotación de los recursos

Maximización del beneficio – Modelo de dos períodos

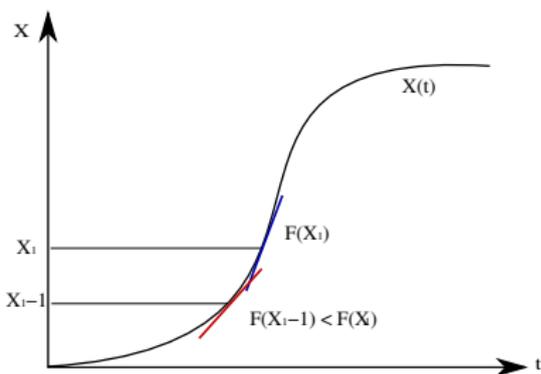
Modelo dinámico: maximizar el **valor presente de los beneficios** (solución del propietario sin libre acceso, o del planificador social).

¿Consecuencias intertemporales de aumentar la captura?

- aumentar captura hoy $dY_t > 0$
- ⇒ disminuye el stock del próximo período $dX_{t+1} < 0$
- ⇒ afecta la *velocidad de regeneración* del recurso $F(X)$

2. Crecimiento y explotación de los recursos

Maximización del beneficio – Modelo de dos períodos



- $dF(X)/dX = F'(X)$ es la *variación de la velocidad* (aceleración).
 $\Delta X = -1 \Rightarrow \Delta F(X) = F(X_1 - 1) - F(X_1)$
- Hasta el punto de inflexión,
 $F(X_1) > F(X_1 - 1) \Rightarrow F'(X) > 0$.
La velocidad de regeneración crece con el stock; extraer una unidad más reduce $F(X)$.
- Después, $F(X)$ decrece con el stock (desaceleración):
 $F(X_1) < F(X_1 - 1) \Rightarrow F'(X) < 0$

2. Crecimiento y explotación de los recursos

Maximización del beneficio – Modelo de dos períodos

Modelo de dos períodos t_0 , t_1 , sin costes de extracción, en valores futuros.

¿Consecuencias intertemporales de aumentar la captura en t_0 ?

- IMg de capturar una unidad adicional en t_0 : $p_0(1 + r)$
- CMg de renunciar a la captura en t_1 y la regeneración natural:

$$p_1 + p_1 F'(X) = p_1 + p_0 F'(X) + \Delta p F'(X).$$

$$\text{Para un } \Delta p F' \text{ cercano a } 0 \rightarrow CMg \approx p_1 + p_0 F'(x)$$

- Decisión:
 - ▶ Si $IMg > (<) CMg \Rightarrow$ aumentar (disminuir) la captura en $t = 0$
 - ▶ Si $IMg = CMg \Rightarrow$ indiferencia en modificar las capturas

\Rightarrow para una oferta continua en equilibrio, los precios en los dos años han de cumplir: $\mathbf{p_0(1 + r) = p_1 + p_0 F'(x)}$

2. Crecimiento y explotación de los recursos

Maximización del beneficio – Modelo de dos períodos

De la condición de equilibrio: $p_0(1 + r) = p_1 + p_0 F'(x)$ podemos calcular la siguiente

Ecuación fundamental (Modelo de dos períodos)

Las existencias óptimas del recurso renovable cumplen con

$$\frac{\Delta p}{p_0} + F'(x) = r$$

Interpretación económica: Conservar una unidad del recurso renovable da dos rendimientos :

- crece el precio de esta unidad y
- cambia la regeneración del stock (el “rendimiento propio”)

La suma ha de ser igual al rendimiento alternativo (tipo de interés)

2. Crecimiento y explotación de los recursos

Maximización del beneficio – Modelo dinámico

Caso general: tiempo continuo, horizonte de maximización infinito, con costes de extracción

- objetivo: $\max \int_{t=0}^{\infty} (p_t Y_t - c Y_t) e^{-rt}$
- variable de control: extracciones Y_t
- variable de estado: stock X_t
- ecuación de movimiento: $\dot{X}_t = F(X_t) - Y_t$
- condición inicial: $X_0 = X(0)$, restricción final: $\lim_{t \rightarrow \infty} X(t) \geq 0$

2. Crecimiento y explotación de los recursos

Maximización del beneficio – Modelo dinámico

La función de Hamilton es

$$\mathcal{H} = (p_t Y_t - c Y_t) e^{-rt} + \lambda_t (F(X_t) - Y_t)$$

FOC:

$$\frac{\partial \mathcal{H}}{\partial Y_t} = (p_t - c)e^{-rt} - \lambda_t \stackrel{!}{=} 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial \mathcal{H}}{\partial X_t} = \lambda_t \frac{\partial F}{\partial X_t} \stackrel{!}{=} -\dot{\lambda}_t \quad (8)$$

- (8): $F'(X_t) = \frac{-\dot{\lambda}_t}{\lambda_t} = -\hat{\lambda}$
- (7): $(p_t - c)e^{-rt} = \lambda_t \Rightarrow \widehat{p_t - c} - r = \hat{\lambda}$

$$\Rightarrow r = \frac{\dot{p}}{p_t - c} + F'(X_t)$$

2. Crecimiento y explotación de los recursos

Consecuencias de la ecuación fundamental

Ecuación Fundamental (Modelo en tiempo continuo)

$$\frac{\dot{p}}{p_t - c} + F'(x) = r$$

- Cuanto mayor sea el precio y menor sea el coste de extracción, menor será el primer término
Si r no varía, hay que compensarlos con un mayor $F'(X)$
 \Rightarrow menor será X^*
- Cuanto mayor sea la tasa de descuento, menor será X^*
- Cuanto mayor sea $F'(X)$, menor será X^* .

3. Política Pesquera en la UE

La UE, al igual que los gobiernos de muchos países, regula la explotación de los caladeros marinos debido a dos problemas:

- Sobreexplotación de los recursos pesqueros (y peligro de extinción)
- Exceso de la capacidad de la flota (costes fijos excesivos)

3. Política Pesquera en la UE

- Programa plurianual, medidas para paliar...
 - ▶ ... la sobreexplotación: Total Admisible de Capturas (TAC); cantidad de captura admisible de una especie, en una zona, por año
 - ▶ ... el sobreesfuerzo: Total Admisibles de Esfuerzo (TAE); esfuerzo = capacidad (tamaño del buque y motor) por tiempo de actividad
- El TAC y TAE se reparte en cuotas nacionales, los países pueden manejar sus cuotas de maneras distintas (principio de subsidiaridad)
- Problema: los TAC y TAE son decisiones políticas, no necesariamente corresponden a principios bioeconómicos

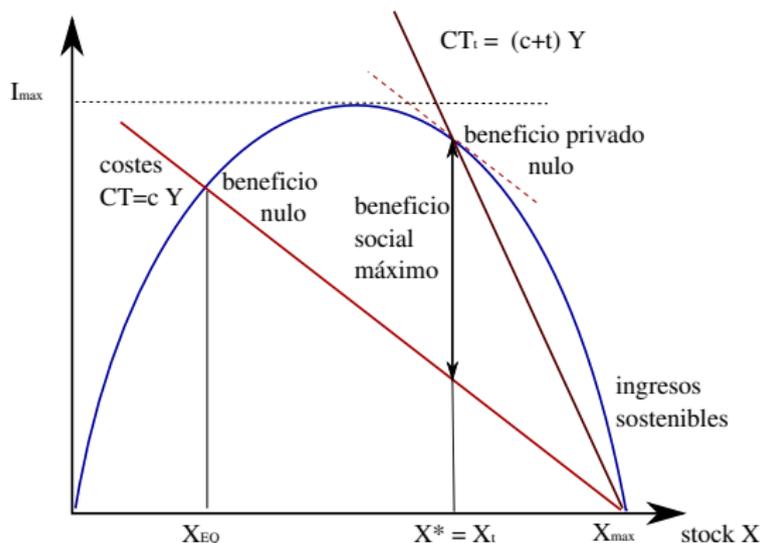
3. Política Pesquera

Otras medidas para disminuir sobreexplotación y sobreesfuerzo:

- Regulaciones sobre la tecnología utilizada
- Cuotas individuales transferibles
- Establecimiento de impuestos:
aumentar el coste del esfuerzo para disminuir el esfuerzo rentable

3. Política Pesquera

Regulación de la pesquería vía impuestos



Beneficios privados nulos antes y después del impuesto,
Recaudación del impuesto = beneficio social

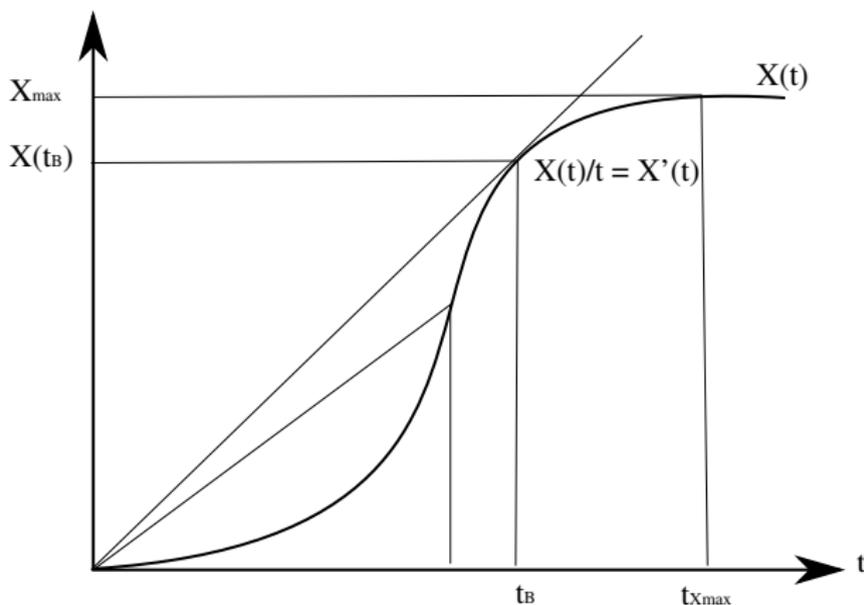
4. La gestión económica de los bosques

Características especiales de los bosques (comparado p. ej. con la pesca):

- Período de regeneración prolongado (dependiendo de la especie, factores del medio ambiente y cuidado humano)
 - multifuncionalidad:
 - ▶ **productivo/comercial** (plantaciones)
 - ▶ ocio/recreativo
 - ▶ ambiental
- ⇒ efectos externos por su naturaleza multifuncional
- más fácil de controlar que la pesca por falta de movilidad
 - necesitan suelo ⇒ coste de oportunidad
 - normalmente no hay extracción parcial, se cortan todos los árboles de una plantación al mismo tiempo

4. La gestión económica de los bosques

Crecimiento de la masa forestal:



Producto medio del recurso (por período de tiempo):
pendiente de una tangente que pasa por origen, máximo en t_B

4. La gestión económica de los bosques

Pregunta central en la gestión de los bosques:

- determinar el momento óptimo de explotación, el “turno forestal óptimo”

Dos criterios diferentes:

- 1 El turno óptimo *biológico* maximiza el producto medio
- 2 El turno *económico* óptimo también toma en cuenta costes (de plantar y cuidar, de tala y de oportunidad) y descuentos

Ejercicio

Compruebe analíticamente que para maximizar el producto medio $X(t)/t$, el producto medio y el marginal deben coincidir: $X(t)/t = \partial X/\partial t$.

4. La gestión económica de los bosques

Turno económico óptimo, una rotación

Buscamos el mejor **momento** para talar un bosque
(no la mejor cantidad, porque se corta todo al mismo tiempo):

$$\max_t pX(t)e^{-rt}$$

Para simplificar suponemos un precio de madera constante p

$$p\dot{X}e^{-rt} + pX(t)e^{-rt}(-r) \stackrel{!}{=} 0$$

$$\Rightarrow rpX(t) = p\dot{X}$$

- CMg de esperar algo más: intereses del ingreso al que renuncias
- BMg de esperar: valor del crecimiento del recurso durante el tiempo marginal de espera $p\dot{X} = p\partial X/\partial t$
- la duración óptima de una rotación iguala CMg y BMg de esperar

4. La gestión económica de los bosques

Turno económico óptimo, una rotación

Interpretación alternativa de la condición óptima: Simplificando algo más tenemos

$$r = \frac{\dot{X}}{X(t)}$$

- con la rotación óptima, el crecimiento *porcentual* del recurso es igual al interés del mercado (rendimiento de una inversión alternativa: coste de oportunidad)

4. La gestión económica de los bosques

Turno económico óptimo, serie infinita de rotaciones

¿Y después de talar?

- volver a plantar, o
- vender el suelo,
precio máximo = valor presente de plantaciones futuras

Aplazar la tala un período aplaza también todas las siguientes (o la venta del suelo): usar el suelo un período más tiene un **coste de oportunidad**

4. La gestión económica de los bosques

Turno económico óptimo, serie infinita de rotaciones

Buscamos la duración óptima de una serie infinita de rotaciones (de duración igual en el óptimo), que maximiza el valor presente de los ingresos:

$$V(T) = pX(t) \left(e^{-r \cdot T} + e^{-r \cdot 2T} + e^{-r \cdot 3T} + e^{-r \cdot 4T} + \dots \right)$$

$$V(T) = pX(T)e^{-rT} \sum_{i=0}^{\infty} e^{-r \cdot iT} = pX(T)e^{-rT} \frac{1}{1 - e^{-rT}}$$

$$V(T) = \frac{pX(T)}{e^{rT} - 1}$$

4. La gestión económica de los bosques

Turno económico óptimo, serie infinita de rotaciones

Para maximizar el valor presente de todas las talas $V(T) = \frac{pX(T)}{e^{rT}-1}$, derivamos:

$$\frac{\partial V}{\partial T} = \frac{p\dot{X}(e^{rT} - 1) - pX(T)e^{rT}r}{(e^{rT} - 1)^2} \stackrel{!}{=} 0$$

multiplicamos por $(e^{rT} - 1)$ y manipulamos

$$\Rightarrow p\dot{X} = \frac{rpX(T)}{1 - e^{-rT}} \Rightarrow p\dot{X} = rpX(T) + e^{-rT}p\dot{X}$$

$$\Rightarrow p\dot{X} = r(pX(T) + V)$$

- BMg de alargar la rotación: valor del crecimiento del recurso
- CMg: renunciar a los intereses sobre ingresos **y sobre el valor del suelo**

5. La extinción de las especies

La nueva Lista Roja de Especies Amenazadas de la IUCN (International Union for Conservation of Nature, → **enlace**):

- entre 5.487 mamíferos evaluados,
1.141 especies en peligro de extinción
- entre 44.838 especies en total evaluados
(de unas 1.600.000 conocidas),
16.928 en peligro de extinción

5. La extinción de las especies

- Los recursos renovables de stock, si tienen un tamaño mínimo crítico, se enfrentan al peligro de extinción
- Estos recursos corren el peligro de extinción si no se cumplen la reglas de la economía sostenible (extracción \leq crecimiento)
- La extinción es un hecho irreversible!
- Unas altas tasas de descuento amenazan la supervivencia de los recursos renovables, especialmente a los de crecimiento lento

5. La extinción de las especies

Argumentos contra la extinción:

- Las especies generan beneficios directos en forma de bienestar.
- Muchos de los medicamentos actuales se obtienen directamente de plantas silvestres.
- Las plantas silvestres tienen una importancia crítica en términos de diversidad genética.
- Las especies vivas cumplen funciones de sustento de la vida para la humanidad.
- Las especies vivas también sirven para propósitos científicos.

5. La extinción de las especies

Factores que hacen más probable la extinción:

- un precio alto del recurso
- un coste de explotación bajo
- una tasa de crecimiento natural baja
- una tasa de descuento elevada
- el libre acceso a explotar el recurso
- una gran volatilidad en la tasa de crecimiento

En muchos casos la extinción es consecuencia no de una explotación directa de una especie, sino de la explotación y cambios antropogénicos de su hábitat natural.

⇒ Conflicto de valores: desarrollo versus preservación.