

Escuela de
Primavera 2006

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Algunos Problemas en la Gestión de Recursos Pesqueros

Héctor Ramírez C.

DIM & CMM, Universidad de Chile, Santiago de Chile

Escuela de Primavera
4 de Octubre de 2006 - Santiago, Chile

Planificación de la charla

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- 1 Introducción
- 2 Comportamiento de equilibrios en extracción de especies pelágicas
 - No linealidad en la función de extracción
- 3 Interacción estratégica entre varias pesquerías explotando un mismo recurso
 - Pesquerías Artesanales versus Industriales
 - Pesquerías Nacionales versus Internacionales
- 4 Teoría de la viabilidad aplicada a indicadores bio-económicos
- 5 Conclusiones

Planificación de la charla

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- 1 Introducción
- 2 Comportamiento de equilibrios en extracción de especies pelágicas
 - No linealidad en la función de extracción
- 3 Interacción estratégica entre varias pesquerías explotando un mismo recurso
 - Pesquerías Artesanales versus Industriales
 - Pesquerías Nacionales versus Internacionales
- 4 Teoría de la viabilidad aplicada a indicadores bio-económicos
- 5 Conclusiones

Introducción

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Identificar problemas interesantes, tanto científica como políticamente hablando, en la temática pesquera chilena
- Crear herramientas que provean una intuición y conocimientos mayores acerca del funcionamiento biológico y económico de los procesos pesqueros
- Estas herramientas deberían mejorar nuestro entendimiento sobre los *trade-offs* propios de las decisiones que se toman para regular esta actividad en Chile
- Crear grupos científicos multidisciplinarios (biólogos, economistas, matemáticos) en torno a estos temas

Introducción

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Identificar problemas interesantes, tanto científica como políticamente hablando, en la temática pesquera chilena
- Crear herramientas que provean una intuición y conocimientos mayores acerca del funcionamiento biológico y económico de los procesos pesqueros
- Estas herramientas deberían mejorar nuestro entendimiento sobre los *trade-offs* propios de las decisiones que se toman para regular esta actividad en Chile
- Crear grupos científicos multidisciplinarios (biólogos, economistas, matemáticos) en torno a estos temas

Introducción

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Identificar problemas interesantes, tanto científica como políticamente hablando, en la temática pesquera chilena
- Crear herramientas que provean una intuición y conocimientos mayores acerca del funcionamiento biológico y económico de los procesos pesqueros
- Estas herramientas deberían mejorar nuestro entendimiento sobre los *trade-offs* propios de las decisiones que se toman para regular esta actividad en Chile
- Crear grupos científicos multidisciplinarios (biólogos, economistas, matemáticos) en torno a estos temas

Introducción

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Identificar problemas interesantes, tanto científica como políticamente hablando, en la temática pesquera chilena
- Crear herramientas que provean una intuición y conocimientos mayores acerca del funcionamiento biológico y económico de los procesos pesqueros
- Estas herramientas deberían mejorar nuestro entendimiento sobre los *trade-offs* propios de las decisiones que se toman para regular esta actividad en Chile
- Crear grupos científicos multidisciplinarios (biólogos, economistas, matemáticos) en torno a estos temas

Planificación de la charla

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- 1 Introducción
- 2 Comportamiento de equilibrios en extracción de especies pelágicas
 - No linealidad en la función de extracción
- 3 Interacción estratégica entre varias pesquerías explotando un mismo recurso
 - Pesquerías Artesanales versus Industriales
 - Pesquerías Nacionales versus Internacionales
- 4 Teoría de la viabilidad aplicada a indicadores bio-económicos
- 5 Conclusiones

Comportamiento de equilibrios en extracción de especies pelágicas

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Las especies pesqueras pelágicas son aquellas que se sitúan cercanas a la superficie y en grupos de una densidad importante
- Ejemplo de especies pelágicas en Chile son: jurel, sardinas, anchovetas, pez espada
- Las pesquerías pelágicas pequeñas (jurel, sardina, anchoveta) representan una gran porción de esta industria en Perú y Chile
- En los modelos económicos clásicos, que se encuentran en la literatura, se tiene que la dinámica de un stock x en tiempo continuo está dada por

$$\dot{x}(t) = F(x(t)) - u(t)x(t)$$

- Estudios estadísticos recientes¹, proponen una dinámica más adecuada al caso de las especies pelágicas en Chile, de la forma

$$\dot{x}(t) = F(x(t)) - u^\alpha(t)x^\beta(t)$$

donde α y β son parámetros positivos con α cercano a uno y β a cero

¹Peña & Basch 2000

Comportamiento de equilibrios en extracción de especies pelágicas

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Las especies pesqueras pelágicas son aquellas que se sitúan cercanas a la superficie y en grupos de una densidad importante
- Ejemplo de especies pelágicas en Chile son: jurel, sardinas, anchovetas, pez espada

- Las pesquerías pelágicas pequeñas (jurel, sardina, anchoveta) representan una gran porción de esta industria en Perú y Chile
- En los modelos económicos clásicos, que se encuentran en la literatura, se tiene que la dinámica de un stock x en tiempo continuo está dada por

$$\dot{x}(t) = F(x(t)) - u(t)x(t)$$

- Estudios estadísticos recientes¹, proponen una dinámica más adecuada al caso de las especies pelágicas en Chile, de la forma

$$\dot{x}(t) = F(x(t)) - u^\alpha(t)x^\beta(t)$$

donde α y β son parámetros positivos con α cercano a uno y β a cero

¹Peña & Basch 2000

Comportamiento de equilibrios en extracción de especies pelágicas

Escuela de
Primavera 2003

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Las especies pesqueras pelágicas son aquellas que se sitúan cercanas a la superficie y en grupos de una densidad importante
- Ejemplo de especies pelágicas en Chile son: jurel, sardinas, anchovetas, pez espada
- Las pesquerías pelágicas pequeñas (jurel, sardina, anchoveta) representan una gran porción de esta industria en Perú y Chile
- En los modelos económicos clásicos, que se encuentran en la literatura, se tiene que la dinámica de un stock x en tiempo continuo está dada por

$$\dot{x}(t) = F(x(t)) - u(t)x(t)$$

- Estudios estadísticos recientes¹, proponen una dinámica más adecuada al caso de las especies pelágicas en Chile, de la forma

$$\dot{x}(t) = F(x(t)) - u^\alpha(t)x^\beta(t)$$

donde α y β son parámetros positivos con α cercano a uno y β a cero

¹Peña & Basch 2000

Comportamiento de equilibrios en extracción de especies pelágicas

Escuela de
Primavera 2003

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Las especies pesqueras pelágicas son aquellas que se sitúan cercanas a la superficie y en grupos de una densidad importante
- Ejemplo de especies pelágicas en Chile son: jurel, sardinas, anchovetas, pez espada
- Las pesquerías pelágicas pequeñas (jurel, sardina, anchoveta) representan una gran porción de esta industria en Perú y Chile
- En los modelos económicos clásicos, que se encuentran en la literatura, se tiene que la dinámica de un stock x en tiempo continuo está dada por

$$\dot{x}(t) = F(x(t)) - u(t)x(t)$$

- Estudios estadísticos recientes¹, proponen una dinámica más adecuada al caso de las especies pelágicas en Chile, de la forma

$$\dot{x}(t) = F(x(t)) - u^\alpha(t)x^\beta(t)$$

donde α y β son parámetros positivos con α cercano a uno y β a cero

¹Peña & Basch 2000

Comportamiento de equilibrios en extracción de especies pelágicas

Escuela de
Primavera 2003

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Las especies pesqueras pelágicas son aquellas que se sitúan cercanas a la superficie y en grupos de una densidad importante
- Ejemplo de especies pelágicas en Chile son: jurel, sardinas, anchovetas, pez espada
- Las pesquerías pelágicas pequeñas (jurel, sardina, anchoveta) representan una gran porción de esta industria en Perú y Chile
- En los modelos económicos clásicos, que se encuentran en la literatura, se tiene que la dinámica de un stock x en tiempo continuo está dada por

$$\dot{x}(t) = F(x(t)) - u(t)x(t)$$

- Estudios estadísticos recientes¹, proponen una dinámica más adecuada al caso de las especies pelágicas en Chile, de la forma

$$\dot{x}(t) = F(x(t)) - u^\alpha(t)x^\beta(t)$$

donde α y β son parámetros positivos con α cercano a uno y β a cero

¹Peña & Basch 2000

Problema de cada pesquería: caso simétrico

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

$$(P_i) \quad \max_{u_i \in \mathcal{U}} \int_0^{+\infty} e^{-rt} (p u_i^\alpha(t) x^\beta(t) - c u_i(t)) dt$$

sujeto a

$$\dot{x}(t) = F(x(t)) - \sum_{j=1}^N u_j^\alpha(t) x^\beta(t) \quad t > 0$$

$$x(0) = x_0 > 0 \quad (\text{stock inicial})$$

donde:

- u_i el esfuerzo pesquero aplicado de la pesquería (o agente) i
- p el precio por unidad de extracción
- c el costo por unidad de esfuerzo pesquero aplicado
- r factor de descuento

No hay diferencia entre las distintas pesquerías (igual p, c, r, α y β)

Problema de cada pesquería: caso simétrico

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

$$(P_i) \quad \max_{u_i \in \mathcal{U}} \int_0^{+\infty} e^{-rt} (p u_i^\alpha(t) x^\beta(t) - c u_i(t)) dt$$

sujeto a

$$\dot{x}(t) = F(x(t)) - \sum_{j=1}^N u_j^\alpha(t) x^\beta(t) \quad t > 0$$

$$x(0) = x_0 > 0 \quad (\text{stock inicial})$$

donde:

- u_i el esfuerzo pesquero aplicado de la pesquería (o agente) i
- p el precio por unidad de extracción
- c el costo por unidad de esfuerzo pesquero aplicado
- r factor de descuento

No hay diferencia entre las distintas pesquerías (igual p , c , r , α y β)

Problema del planificador social: caso simétrico

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

$$(P) \quad \max_{u \in \mathcal{U}} N \int_0^{+\infty} e^{-rt} (pu^\alpha(t)x^\beta(t) - cu(t)) dt$$

sujeto a

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= F(x(t)) - Nu^\alpha(t)x^\beta(t) & t > 0 \\ x(0) &= x_0 > 0 & (\text{stock inicial}) \end{aligned}$$

donde:

- N agentes que extraen el mismo recurso
- u el esfuerzo pesquero aplicado por cada agente
- p el precio por unidad de extracción
- c el costo por unidad de esfuerzo pesquero aplicado
- r factor de descuento

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Problema del planificador social: caso simétrico

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Proposición (a través del Principio del Máximo de Pontryagin)

Si $u : [0, +\infty[\rightarrow \mathbb{R}_+$ es un esfuerzo de pesca óptimo para el problema del planificador social y x es la trayectoria del stock asociada, entonces existe una función $\lambda : [0, +\infty[\rightarrow \mathbb{R}$ tal que

$$u(x(t), \lambda(t)) = \begin{cases} 0 & \text{if } \lambda(t) \geq p \\ \left(\frac{\alpha(p - \lambda(t))}{c} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} x^{\frac{\beta}{1-\alpha}}(t) & \text{if } \lambda(t) < p. \end{cases}$$

$$\dot{x}(t) = F(x(t)) - Nu^\alpha(t)x^\beta(t)$$

$$\dot{\lambda}(t) = r\lambda(t) - \beta Npu^\alpha x^{\beta-1} - \lambda(t)(F'(x) - \beta Nu^\alpha x^{\beta-1})$$

$$x(0) = x_0 > 0 \quad (\text{stock inicial})$$

Problema del planificador social: caso simétrico

Se tiene así el siguiente sistema:

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = \varphi_1^{\alpha,\beta}(x(t), \lambda(t)) \\ \dot{\lambda}(t) = \varphi_2^{\alpha,\beta}(x(t), \lambda(t)), \\ x(0) = x_0 > 0 \quad \text{dato (stock inicial)} \end{cases}$$

Proposición (Gajardo, Peña & Ramírez 2006)

- Si $\alpha < 1$, existe un único estado estacionario $(x_{\alpha,\beta}^*, \lambda_{\alpha,\beta}^*)$
- Este único estado estacionario es un punto silla
- Este punto silla es asintóticamente estable si $\beta < 1$ y asintóticamente inestable si $\beta > 1$
- El estado estacionario $(x_{\alpha,\beta}^*, \lambda_{\alpha,\beta}^*)$ es un punto silla para $\beta = 1$
- El estado estacionario $(x_{\alpha,\beta}^*, \lambda_{\alpha,\beta}^*)$ es un punto silla para $\alpha = 1$ y $\beta < 1$
- El estado estacionario $(x_{\alpha,\beta}^*, \lambda_{\alpha,\beta}^*)$ es un punto silla para $\alpha = 1$ y $\beta = 1$

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Problema del planificador social: caso simétrico

Se tiene así el siguiente sistema:

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = \varphi_1^{\alpha,\beta}(x(t), \lambda(t)) \\ \dot{\lambda}(t) = \varphi_2^{\alpha,\beta}(x(t), \lambda(t)), \\ x(0) = x_0 > 0 \quad \text{dato (stock inicial)} \end{cases}$$

Proposición (Gajardo, Peña & Ramírez 2006)

- Si $\alpha < 1$, existe un único estado estacionario $(x_{\alpha,\beta}^*, \lambda_{\alpha,\beta}^*)$
- Este único estado estacionario es un punto silla
- Las trayectorias convergentes a $(x_{\alpha,\beta}^*, \lambda_{\alpha,\beta}^*)$ son óptimas para el problema del planificador social
- El estado estacionario $x_{\alpha,\beta}^*$ decrece cuando β decrece y se tiene $x_{\alpha,\beta}^* \rightarrow x_r$ cuando $\beta \rightarrow 0^+$ donde $F'(x_r) = r$
- $\lambda_{\alpha,\beta}^* \rightarrow p - c$ cuando $\beta \rightarrow 0^+$
- Si $\ln\left(\frac{F(x_r)}{Nx_r}\right) > (<) -1$, entonces $\lambda_{\alpha,\beta}^*$ (de)crece cuando β decrece

Problema del planificador social: caso simétrico

Se tiene así el siguiente sistema:

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = \varphi_1^{\alpha,\beta}(x(t), \lambda(t)) \\ \dot{\lambda}(t) = \varphi_2^{\alpha,\beta}(x(t), \lambda(t)), \\ x(0) = x_0 > 0 \quad \text{dato (stock inicial)} \end{cases}$$

Proposición (Gajardo, Peña & Ramírez 2006)

- Si $\alpha < 1$, existe un único estado estacionario $(x_{\alpha,\beta}^*, \lambda_{\alpha,\beta}^*)$
- Este único estado estacionario es un punto silla
- Las trayectorias convergentes a $(x_{\alpha,\beta}^*, \lambda_{\alpha,\beta}^*)$ son óptimas para el problema del planificador social
- El estado estacionario $x_{\alpha,\beta}^*$ decrece cuando β decrece y se tiene $x_{\alpha,\beta}^* \rightarrow x_r$ cuando $\beta \rightarrow 0^+$ donde $F'(x_r) = r$
- $\lambda_{\alpha,\beta}^* \rightarrow p - c$ cuando $\beta \rightarrow 0^+$
- Si $\ln\left(\frac{F(x_r)}{Nx_r}\right) > (<) -1$, entonces $\lambda_{\alpha,\beta}^*$ (de)crece cuando β decrece

Problema del planificador social: caso simétrico

Se tiene así el siguiente sistema:

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = \varphi_1^{\alpha,\beta}(x(t), \lambda(t)) \\ \dot{\lambda}(t) = \varphi_2^{\alpha,\beta}(x(t), \lambda(t)), \\ x(0) = x_0 > 0 \quad \text{dato (stock inicial)} \end{cases}$$

Proposición (Gajardo, Peña & Ramírez 2006)

- Si $\alpha < 1$, existe un único estado estacionario $(x_{\alpha,\beta}^*, \lambda_{\alpha,\beta}^*)$
- Este único estado estacionario es un punto silla
- Las trayectorias convergentes a $(x_{\alpha,\beta}^*, \lambda_{\alpha,\beta}^*)$ son óptimas para el problema del planificador social
- El estado estacionario $x_{\alpha,\beta}^*$ decrece cuando β decrece y se tiene $x_{\alpha,\beta}^* \rightarrow x_r$ cuando $\beta \rightarrow 0^+$ donde $F'(x_r) = r$
- $\lambda_{\alpha,\beta}^* \rightarrow p - c$ cuando $\beta \rightarrow 0^+$
- Si $\ln\left(\frac{F(x_r)}{Nx_r}\right) > (<) -1$, entonces $\lambda_{\alpha,\beta}^*$ (de)crece cuando β decrece

Problema del planificador social: caso simétrico

Se tiene así el siguiente sistema:

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = \varphi_1^{\alpha,\beta}(x(t), \lambda(t)) \\ \dot{\lambda}(t) = \varphi_2^{\alpha,\beta}(x(t), \lambda(t)), \\ x(0) = x_0 > 0 \quad \text{dato (stock inicial)} \end{cases}$$

Proposición (Gajardo, Peña & Ramírez 2006)

- Si $\alpha < 1$, existe un único estado estacionario $(x_{\alpha,\beta}^*, \lambda_{\alpha,\beta}^*)$
- Este único estado estacionario es un punto silla
- Las trayectorias convergentes a $(x_{\alpha,\beta}^*, \lambda_{\alpha,\beta}^*)$ son óptimas para el problema del planificador social
- El estado estacionario $x_{\alpha,\beta}^*$ decrece cuando β decrece y se tiene $x_{\alpha,\beta}^* \rightarrow x_r$ cuando $\beta \rightarrow 0^+$ donde $F'(x_r) = r$
- $\lambda_{\alpha,\beta}^* \rightarrow p - c$ cuando $\beta \rightarrow 0^+$
- Si $\ln\left(\frac{F(x_r)}{Nx_r}\right) > (<) -1$, entonces $\lambda_{\alpha,\beta}^*$ (de)crece cuando β decrece

Problema del planificador social: caso simétrico

Se tiene así el siguiente sistema:

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = \varphi_1^{\alpha,\beta}(x(t), \lambda(t)) \\ \dot{\lambda}(t) = \varphi_2^{\alpha,\beta}(x(t), \lambda(t)), \\ x(0) = x_0 > 0 \quad \text{dato (stock inicial)} \end{cases}$$

Proposición (Gajardo, Peña & Ramírez 2006)

- Si $\alpha < 1$, existe un único estado estacionario $(x_{\alpha,\beta}^*, \lambda_{\alpha,\beta}^*)$
- Este único estado estacionario es un punto silla
- Las trayectorias convergentes a $(x_{\alpha,\beta}^*, \lambda_{\alpha,\beta}^*)$ son óptimas para el problema del planificador social
- El estado estacionario $x_{\alpha,\beta}^*$ decrece cuando β decrece y se tiene $x_{\alpha,\beta}^* \rightarrow x_r$ cuando $\beta \rightarrow 0^+$ donde $F'(x_r) = r$
- $\lambda_{\alpha,\beta}^* \rightarrow p - c$ cuando $\beta \rightarrow 0^+$
- Si $\ln\left(\frac{F(x_r)}{Nx_r}\right) > (<) -1$, entonces $\lambda_{\alpha,\beta}^*$ (de)crece cuando β decrece

Problema del planificador social: caso simétrico

Se tiene así el siguiente sistema:

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = \varphi_1^{\alpha,\beta}(x(t), \lambda(t)) \\ \dot{\lambda}(t) = \varphi_2^{\alpha,\beta}(x(t), \lambda(t)), \\ x(0) = x_0 > 0 \quad \text{dato (stock inicial)} \end{cases}$$

Proposición (Gajardo, Peña & Ramírez 2006)

- Si $\alpha < 1$, existe un único estado estacionario $(x_{\alpha,\beta}^*, \lambda_{\alpha,\beta}^*)$
- Este único estado estacionario es un punto silla
- Las trayectorias convergentes a $(x_{\alpha,\beta}^*, \lambda_{\alpha,\beta}^*)$ son óptimas para el problema del planificador social
- El estado estacionario $x_{\alpha,\beta}^*$ decrece cuando β decrece y se tiene $x_{\alpha,\beta}^* \rightarrow x_r$ cuando $\beta \rightarrow 0^+$ donde $F'(x_r) = r$
- $\lambda_{\alpha,\beta}^* \rightarrow p - c$ cuando $\beta \rightarrow 0^+$
- Si $\ln\left(\frac{F(x_r)}{Nx_r}\right) > (<) - 1$, entonces $\lambda_{\alpha,\beta}^*$ (de)crece cuando β decrece

Gráfico de dependencia del parámetro β

Escuela de
Primavera 2003

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

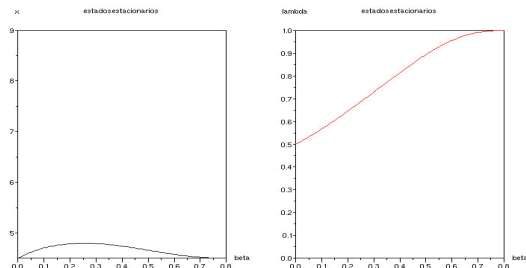
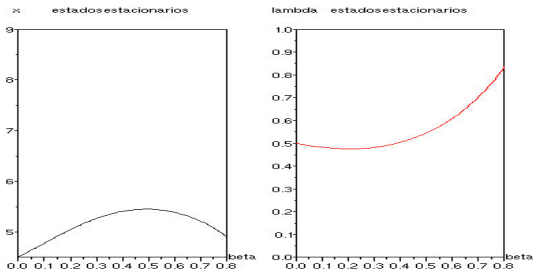
Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones



Comportamiento de equilibrios en extracción de especies pelágicas

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Trabajos en curso

- *Comportamiento de los estados estacionario cuando α crece, pudiendo tomar valores $\alpha > 1$*
- *Problemas de juegos no-cooperativos*

Problemas abiertos

- *Caso no simétrico: pesquerías con distintas tecnologías*
- *Estudiar sensibilidad de equilibrios tipo Nash y Stackelberg^a con respecto a los parámetros α y β*

^aTrabajos relacionados Clark 1985, 1990

Comportamiento de equilibrios en extracción de especies pelágicas

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Trabajos en curso

- *Comportamiento de los estados estacionario cuando α crece, pudiendo tomar valores $\alpha > 1$*
- *Problemas de juegos no-cooperativos*

Problemas abiertos

- *Caso no simétrico: pesquerías con distintas tecnologías*
- *Estudiar sensibilidad de equilibrios tipo Nash y Stackelberg^a con respecto a los parámetros α y β*

^aTrabajos relacionados Clark 1985, 1990

Planificación de la charla

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- 1 Introducción
- 2 Comportamiento de equilibrios en extracción de especies pelágicas
 - No linealidad en la función de extracción
- 3 Interacción estratégica entre varias pesquerías explotando un mismo recurso
 - Pesquerías Artesanales versus Industriales
 - Pesquerías Nacionales versus Internacionales
- 4 Teoría de la viabilidad aplicada a indicadores bio-económicos
- 5 Conclusiones

Planificación de la charla

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- 1 Introducción
- 2 Comportamiento de equilibrios en extracción de especies pelágicas
 - No linealidad en la función de extracción
- 3 Interacción estratégica entre varias pesquerías explotando un mismo recurso
 - **Pesquerías Artesanales versus Industriales**
 - Pesquerías Nacionales versus Internacionales
- 4 Teoría de la viabilidad aplicada a indicadores bio-económicos
- 5 Conclusiones

Pesquerías artesanales versus industriales

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Ley chilena define derechos exclusivos de pesca a favor de las pesquerías artesanales (pequeña escala), cuando estas operan cerca de la costa (hasta 5 mn).

Las flotas industriales no tienen permitido pescar en esta área

- Algunos peces (ej. sardinas, jurel) viven en aguas costeras durante una parte del año, para luego ir a alta mar el resto del tiempo
Estos patrones migratorios no son completamente entendidos
- En alta mar, este mismo stock de peces es capturado por botes industriales, quienes operan bajo cuotas anuales individuales
- Algunos datos de la actividad en la I y II región (norte Chile):
Industriales capturan alrededor de 1.4 millones tons. por año
Artesanales capturan alrededor de 60.000 tons. por año

Pesquerías artesanales versus industriales

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Ley chilena define derechos exclusivos de pesca a favor de las pesquerías artesanales (pequeña escala), cuando estas operan cerca de la costa (hasta 5 mn).
Las flotas industriales no tienen permitido pescar en esta área
- Algunos peces (ej. sardinas, jurel) viven en aguas costeras durante una parte del año, para luego ir a alta mar el resto del tiempo
Estos patrones migratorios no son completamente entendidos
- En alta mar, este mismo stock de peces es capturado por botes industriales, quienes operan bajo cuotas anuales individuales
- Algunos datos de la actividad en la I y II región (norte Chile):
Industriales capturan alrededor de 1.4 millones tons. por año
Artesanales capturan alrededor de 60.000 tons. por año

Pesquerías artesanales versus industriales

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Ley chilena define derechos exclusivos de pesca a favor de las pesquerías artesanales (pequeña escala), cuando estas operan cerca de la costa (hasta 5 mn).
Las flotas industriales no tienen permitido pescar en esta área
- Algunos peces (ej. sardinas, jurel) viven en aguas costeras durante una parte del año, para luego ir a alta mar el resto del tiempo
Estos patrones migratorios no son completamente entendidos
- En alta mar, **este mismo stock de peces es capturado por botes industriales**, quienes operan bajo **cuotas anuales individuales**
- Algunos datos de la actividad en la I y II región (norte Chile):
Industriales capturan alrededor de 1.4 millones tons. por año
Artesanales capturan alrededor de 60.000 tons. por año

Pesquerías artesanales versus industriales

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Ley chilena define derechos exclusivos de pesca a favor de las pesquerías artesanales (pequeña escala), cuando estas operan cerca de la costa (hasta 5 mn).
Las flotas industriales no tienen permitido pescar en esta área
- Algunos peces (ej. sardinas, jurel) viven en aguas costeras durante una parte del año, para luego ir a alta mar el resto del tiempo
Estos patrones migratorios no son completamente entendidos
- En alta mar, este mismo stock de peces es capturado por botes industriales, quienes operan bajo cuotas anuales individuales
- Algunos datos de la actividad en la I y II región (norte Chile):
Industriales capturan alrededor de 1.4 millones tons. por año
Artesanales capturan alrededor de 60.000 tons. por año

Pesquerías artesanales versus industriales

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Ley chilena define derechos exclusivos de pesca a favor de las pesquerías artesanales (pequeña escala), cuando estas operan cerca de la costa (hasta 5 mn).
Las flotas industriales no tienen permitido pescar en esta área
- Algunos peces (ej. sardinas, jurel) viven en aguas costeras durante una parte del año, para luego ir a alta mar el resto del tiempo
Estos patrones migratorios no son completamente entendidos
- En alta mar, este mismo stock de peces es capturado por botes industriales, quienes operan bajo cuotas anuales individuales
- Algunos datos de la actividad en la I y II región (norte Chile):
Industriales capturan alrededor de 1.4 millones tons. por año
Artesanales capturan alrededor de 60.000 tons. por año

Pesquerías artesanales versus industriales

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Objetivos

- Modelar la *interacción estratégica de extracción* entre estos dos tipos de pesquerías, dado que explotan el mismo stock de peces en distintas zonas
- Esperamos que algunas de nuestras conclusiones nos permitan recomendar estrategias o política de interacción entre pesquerías artesanales e industriales
- Ilustramos esta situación en un ejemplo simple

Pesquerías artesanales versus industriales

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Objetivos

- *Modelar la interacción estratégica de extracción entre estos dos tipos de pesquerías, dado que explotan el mismo stock de peces en distintas zonas*
- *Esperamos que algunas de nuestras conclusiones nos permitan **recomendar estrategias o política de interacción** entre pesquerías artesanales e industriales*
- *Ilustramos esta situación en un ejemplo simple*

Pesquerías artesanales versus industriales

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Objetivos

- *Modelar la interacción estratégica de extracción entre estos dos tipos de pesquerías, dado que explotan el mismo stock de peces en distintas zonas*
- *Esperamos que algunas de nuestras conclusiones nos permitan recomendar estrategias o política de interacción entre pesquerías artesanales e industriales*
- *Ilustramos esta situación en un ejemplo simple*

Un modelo de crecimiento y difusión (sin extracción)

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Consideraremos un modelo en tiempo discreto para el crecimiento y difusión de la biomasa de una especie

Difusión entre las 2 zonas:

- Para un periodo dado de tiempo (ej. un año o medio año), distinguimos 2 sesiones (impar y par)
- La variable x_k representa la biomass en aguas costeras al final de cada sesión k , mientras que y_k indica lo mismo en alta mar
- Al comienzo de sesiones impares supondremos una migración desde alta mar hacia la costa, y una migración en el sentido inverso al comienzo de sesiones pares

Un modelo de crecimiento y difusión (sin extracción)

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

$$\begin{aligned}x_{2k-1} &= f_1(x_{2k-2} + g_1(y_{2k-2})) & k = 1, \dots, T, \\y_{2k-1} &= f_2(y_{2k-2} - g_1(y_{2k-2})) & k = 1, \dots, T, \\x_{2k} &= f_1(x_{2k-1} - g_2(x_{2k-1})) & k = 1, \dots, T, \\y_{2k} &= f_2(y_{2k-1} + g_2(x_{2k-1})) & k = 1, \dots, T, \\x_0 &\geq 0, y_0 \geq 0.\end{aligned}$$

- f_1 : función reproducción en aguas costeras
- f_2 : función reproducción en alta mar
- g_1 : función migración desde alta mar a aguas costeras al comienzo de las sesiones pares
- g_2 : función migración desde aguas costeras a alta mar al comienzo de las sesiones impares
- x_0 e y_0 stocks iniciales en ambas zonas

Modelo logístico-lineal

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

$$\begin{aligned}x_{2k-1} &= f_1(x_{2k-2} + g_1(y_{2k-2})) & k &= 1, \dots, T, \\y_{2k-1} &= f_2(y_{2k-2} - g_1(y_{2k-2})) & k &= 1, \dots, T, \\x_{2k} &= f_1(x_{2k-1} - g_2(x_{2k-1})) & k &= 1, \dots, T, \\y_{2k} &= f_2(y_{2k-1} + g_2(x_{2k-1})) & k &= 1, \dots, T, \\x_0 &\geq 0, y_0 \geq 0.\end{aligned}$$

Consideraremos el modelo logístico-lineal:

$$\begin{aligned}f_1(z) &= z + rz(1 - z/K_X), & f_2(z) &= z + qz(1 - z/K_Y), \\g_1(z) &= \delta z, & g_2(z) &= \varepsilon z,\end{aligned}$$

donde

- $K_X, K_Y \in]0, +\infty]$ constantes de saturación
- $r, q, \delta, \varepsilon \in]0, 1[$

Caso particular: $K_X = K_Y = \infty$, i.e. f_1 y f_2 lineales.

Modelo logístico-lineal

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

$$x_{2k-1} = f_1(x_{2k-2} + g_1(y_{2k-2})) \quad k = 1, \dots, T,$$

$$y_{2k-1} = f_2(y_{2k-2} - g_1(y_{2k-2})) \quad k = 1, \dots, T,$$

$$x_{2k} = f_1(x_{2k-1} - g_2(x_{2k-1})) \quad k = 1, \dots, T,$$

$$y_{2k} = f_2(y_{2k-1} + g_2(x_{2k-1})) \quad k = 1, \dots, T,$$

$$x_0 \geq 0, y_0 \geq 0.$$

Consideraremos el modelo logístico-lineal:

$$f_1(z) = z + rz(1 - z/K_X), \quad f_2(z) = z + qz(1 - z/K_Y),$$

$$g_1(z) = \delta z, \quad g_2(z) = \varepsilon z,$$

donde

- $K_X, K_Y \in]0, +\infty]$ constantes de saturación
- $r, q, \delta, \varepsilon \in]0, 1[$

Caso particular: $K_X = K_Y = \infty$, i.e. f_1 y f_2 **lineales**

Viabilidad y estados de equilibrio

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

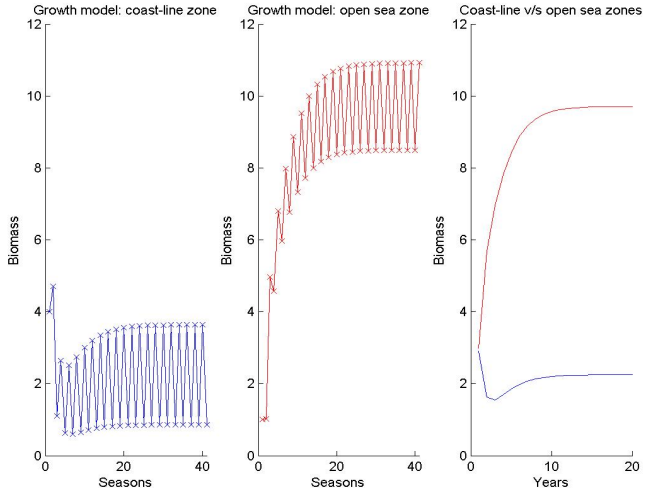
Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones



Introducción del término de extracción

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Para cada pesquería, suponemos una función de extracción *bilineal*² $H(u, z)$ donde u es el esfuerzo de pesca y z representa la biomasa de los peces (tecnología Schaefer)
- Por simplicidad denotamos:

$$H_X(u_X, x) = u_X x = \alpha x$$

$$H_Y(u_Y, y) = u_Y y = \beta y,$$

donde $\alpha \in [0, \bar{\alpha}]$, $\beta \in [0, \bar{\beta}]$, y $\bar{\alpha}, \bar{\beta} < 1$

- Asumiremos que la extracción (o pesca) es efectuada al final de cada sesión k

²Clark 1985

Introducción del término de extracción

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Para cada pesquería, suponemos una función de extracción *bilineal*² $H(u, z)$ donde u es el esfuerzo de pesca y z representa la biomasa de los peces (tecnología Schaefer)
- Por simplicidad denotamos:

$$H_X(u_X, x) = u_X x = \alpha x$$

$$H_Y(u_Y, y) = u_Y y = \beta y,$$

donde $\alpha \in [0, \bar{\alpha}]$, $\beta \in [0, \bar{\beta}]$, y $\bar{\alpha}, \bar{\beta} < 1$

- Asumiremos que la extracción (o pesca) es efectuada al final de cada sesión k

²Clark 1985

Introducción del término de extracción

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Para cada pesquería, suponemos una función de extracción *bilineal*² $H(u, z)$ donde u es el esfuerzo de pesca y z representa la biomasa de los peces (tecnología Schaefer)
- Por simplicidad denotamos:

$$H_X(u_X, x) = u_X x = \alpha x$$

$$H_Y(u_Y, y) = u_Y y = \beta y,$$

donde $\alpha \in [0, \bar{\alpha}]$, $\beta \in [0, \bar{\beta}]$, y $\bar{\alpha}, \bar{\beta} < 1$

- Asumiremos que la extracción (o pesca) es efectuada al final de cada sesión k

²Clark 1985

Introducción del término de extracción

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Luego, el modelo es el siguiente

$$x_{2k-1} = f_1(x_{2k-2} + g_1(y_{2k-2}))(1 - \alpha_{2k-1}),$$

$$y_{2k-1} = f_2(y_{2k-2} - g_1(y_{2k-2}))(1 - \beta_{2k-1}),$$

$$x_{2k} = f_1(x_{2k-1} - g_2(x_{2k-1}))(1 - \alpha_{2k}),$$

$$y_{2k} = f_2(y_{2k-1} + g_2(x_{2k-1}))(1 - \beta_{2k}),$$

$$x_0 \geq 0, \quad y_0 \geq 0,$$

$$\alpha_k \in [0, \bar{\alpha}], \quad \beta_k \in [0, \bar{\beta}].$$

donde

$$f_1(z) = z + rz(1 - z/K_X), \quad f_2(z) = z + qz(1 - z/K_Y),$$

$$g_1(z) = \delta z, \quad g_2(z) = \varepsilon z,$$

Ejemplo del caso lineal:

Modelo para saturaciones infinitas en un sólo periodo

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Veamos un caso simple:

Modelo lineal con un horizonte de un periodo ($T = 1$).

Consideremos además $y_0 = 0$.

Luego, el modelo es reducido a

$$x_1 = \tilde{r}x_0(1 - \alpha_1),$$

$$y_1 = 0,$$

$$x_2 = \tilde{r}^2x_0(1 - \varepsilon)(1 - \alpha_2)(1 - \alpha_1),$$

$$y_2 = \tilde{q}\varepsilon\tilde{r}x_0(1 - \alpha_1)(1 - \beta_2).$$

con $\tilde{r} = r + 1$ y $\tilde{q} = q + 1$

Ejemplo del caso lineal:

Modelo para saturaciones infinitas en un sólo periodo

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Veamos un caso simple:

Modelo lineal con un horizonte de un periodo ($T = 1$).

Consideremos además $y_0 = 0$.

Luego, el modelo es reducido a

$$x_1 = \tilde{r}x_0(1 - \alpha_1),$$

$$y_1 = 0,$$

$$x_2 = \tilde{r}^2x_0(1 - \varepsilon)(1 - \alpha_2)(1 - \alpha_1),$$

$$y_2 = \tilde{q}\varepsilon\tilde{r}x_0(1 - \alpha_1)(1 - \beta_2).$$

con $\tilde{r} = r + 1$ y $\tilde{q} = q + 1$

Los problemas de optimización de las pesquerías

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- La pesquerías industriales (representadas por un sólo agente u optimizador) **maximizan el valor presente neto de sus ganancias intertemporales**, considerando un horizonte largo de tiempo (optimizador dinámico)
- La pesquerías artesanales (representadas por un sólo agente u optimizador) maximizan sus ganancias en cada periodo de tiempo (sesión) (optimizador estático)
- Presentamos la interacción entre estas pesquerías como un juego repetido a tiempo discreto con 2 jugadores, con un horizonte de tiempo finito T , y donde la dinámica de la biomasa conecta ambos jugadores

Los problemas de optimización de las pesquerías

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- La pesqueras industriales (representadas por un sólo agente u optimizador) maximizan el valor presente neto de sus ganancias intertemporales, considerando un horizonte largo de tiempo (optimizador dinámico)
- La pesqueras artesanales (representadas por un sólo agente u optimizador) **maximizan sus ganancias en cada periodo de tiempo (sesión)** (optimizador estático)
- Presentamos la interacción entre estas pesquerías como un juego repetido a tiempo discreto con 2 jugadores, con un horizonte de tiempo finito T , y donde la dinámica de la biomasa conecta ambos jugadores

Los problemas de optimización de las pesquerías

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- La pesquerías industriales (representadas por un sólo agente u optimizador) maximizan el valor presente neto de sus ganancias intertemporales, considerando un horizonte largo de tiempo (optimizador dinámico)
- La pesquerías artesanales (representadas por un sólo agente u optimizador) maximizan sus ganancias en cada periodo de tiempo (sesión) (optimizador estático)
- Presentamos la interacción entre estas pesquerías como un juego repetido a tiempo discreto con 2 jugadores, con un horizonte de tiempo finito T , y donde la dinámica de la biomasa conecta ambos jugadores

Los problemas de optimización de las pesquerías

Escuela de
Primavera 2003

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Optimizador estático:

En el ejemplo, los problemas que la pesquería artesanal debe resolver en las sesiones $k = 1, 2$ son:

$$\max (p_X \tilde{r} x_0 - c_X) \alpha_1 ; \alpha_1 \in [0, \bar{\alpha}], \quad (PA_1)$$

$$\max (p_X \tilde{r}^2 x_0 (1 - \varepsilon)(1 - \alpha_1) - c_X) \alpha_2 ; \alpha_2 \in [0, \bar{\alpha}] \quad (PA_2)$$

Optimizador dinámico:

Mientras que la pesquería industrial debe resolver:

$$\max -c_X \beta_1 + \rho_Y (p_Y \tilde{q} \varepsilon x_1 - c_Y) \beta_2 ; \beta_1, \beta_2 \in [0, \bar{\beta}]. \quad (PI)$$

Obteniendo directamente que $\beta_1 = 0$.

Los problemas de optimización de las pesquerías

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Optimizador estático:

En el ejemplo, los problemas que la pesquería artesanal debe resolver en las sesiones $k = 1, 2$ son:

$$\max (p_X \tilde{r} x_0 - c_X) \alpha_1 ; \alpha_1 \in [0, \bar{\alpha}], \quad (PA_1)$$

$$\max (p_X \tilde{r}^2 x_0 (1 - \varepsilon) (1 - \alpha_1) - c_X) \alpha_2 ; \alpha_2 \in [0, \bar{\alpha}] \quad (PA_2)$$

Optimizador dinámico:

Mientras que la pesquería industrial debe resolver:

$$\max -c_X \beta_1 + \rho_Y (p_Y \tilde{q} \varepsilon x_1 - c_Y) \beta_2 ; \beta_1, \beta_2 \in [0, \bar{\beta}]. \quad (PI)$$

Obteniendo directamente que $\beta_1 = 0$.

Los problemas de optimización de las pesquerías

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Optimizador estático:

En el ejemplo, los problemas que la pesquería artesanal debe resolver en las sesiones $k = 1, 2$ son:

$$\max (p_X \tilde{r} x_0 - c_X) \alpha_1 ; \alpha_1 \in [0, \bar{\alpha}], \quad (PA_1)$$

$$\max (p_X \tilde{r}^2 x_0 (1 - \varepsilon)(1 - \alpha_1) - c_X) \alpha_2 ; \alpha_2 \in [0, \bar{\alpha}] \quad (PA_2)$$

Optimizador dinámico:

Mientras que la pesquería industrial debe resolver:

$$\max -c_X \beta_1 + \rho_Y (p_Y \tilde{q} \varepsilon x_1 - c_Y) \beta_2 ; \beta_1, \beta_2 \in [0, \bar{\beta}]. \quad (PI)$$

Obteniendo directamente que $\beta_1 = 0$.

Planificador social u optimizador social

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Consideremos ahora el problema **maximizar la ganancia total de la sociedad**, es decir, de ambas pesquerías

Para esto, consideramos un factor de descuento $\rho_X \in]0, 1[$ asociado a la pesquería artesanal, obteniendo el problema

$$\max \Phi(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2) ; \alpha_1, \alpha_2 \in [0, \bar{\alpha}], \beta_1, \beta_2 \in [0, \bar{\beta}], \quad (PS)$$

donde

$$\Phi(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2) = \text{ganacia artesanal}(\alpha_1, \alpha_2) + \text{ganacia industrial}(\beta_1, \beta_2)$$

Notemos que $\beta_1 = 0$

Planificador social u optimizador social

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Consideremos ahora el problema maximizar la ganancia total de la sociedad, es decir, de ambas pesquerías

Para esto, consideramos un factor de descuento $\rho_X \in]0, 1[$ asociado a la pesquería artesanal, obteniendo el problema

$$\max \Phi(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2) ; \alpha_1, \alpha_2 \in [0, \bar{\alpha}], \beta_1, \beta_2 \in [0, \bar{\beta}], \quad (PS)$$

donde

$$\Phi(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2) = \text{ganacia artesanal}(\alpha_1, \alpha_2) + \text{ganacia industrial}(\beta_1, \beta_2)$$

Notemos que $\beta_1 = 0$

Planificador social u optimizador social

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Consideremos ahora el problema maximizar la ganancia total de la sociedad, es decir, de ambas pesquerías

Para esto, consideramos un factor de descuento $\rho_X \in]0, 1[$ asociado a la pesquería artesanal, obteniendo el problema

$$\max \Phi(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2) ; \alpha_1, \alpha_2 \in [0, \bar{\alpha}], \beta_1, \beta_2 \in [0, \bar{\beta}], \quad (PS)$$

donde

$$\Phi(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2) = \text{ganacia artesanal}(\alpha_1, \alpha_2) + \text{ganacia industrial}(\beta_1, \beta_2)$$

Notemos que $\beta_1 = 0$

Planificador social u optimizador social

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Consideremos ahora el problema maximizar la ganancia total de la sociedad, es decir, de ambas pesquerías

Para esto, consideramos un factor de descuento $\rho_X \in]0, 1[$ asociado a la pesquería artesanal, obteniendo el problema

$$\max \Phi(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2) ; \alpha_1, \alpha_2 \in [0, \bar{\alpha}], \beta_1, \beta_2 \in [0, \bar{\beta}], \quad (PS)$$

donde

$$\Phi(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2) = \text{ganacia artesanal}(\alpha_1, \alpha_2) + \text{ganacia industrial}(\beta_1, \beta_2)$$

Notemos que $\beta_1 = 0$

Soluciones individual versus sociales

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Lema

- Si $\bar{\alpha}$ es solución de (PA_2) , entonces $\alpha_2 = \bar{\alpha}$ para cualquier solución $(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2)$ de (PS) .
- Si $\bar{\beta}$ es solución de (PI) , entonces $\beta_2 = \bar{\beta}$ para cualquier solución $(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2)$ de (PS) .

Teorema

Bajo ciertas condiciones sobre los parámetros del problema, se tiene que

- $\bar{\alpha}$ es solución de (PA_1) y (PA_2) , y $(0, \bar{\beta})$ resuelve (PI) (i.e. $(\bar{\alpha}, \bar{\alpha}, 0, \bar{\beta})$ resuelve los problemas individuales),
- pero $(0, \bar{\alpha}, 0, \bar{\beta})$ es solución de (PS)

Soluciones individual versus sociales

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Lema

- Si $\bar{\alpha}$ es solución de (PA_2) , entonces $\alpha_2 = \bar{\alpha}$ para cualquier solución $(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2)$ de (PS) .
- Si $\bar{\beta}$ es solución de (PI) , entonces $\beta_2 = \bar{\beta}$ para cualquier solución $(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2)$ de (PS) .

Teorema

Bajo ciertas condiciones sobre los parámetros del problema, se tiene que

- $\bar{\alpha}$ es solución de (PA_1) y (PA_2) , y $(0, \bar{\beta})$ resuelve (PI) (i.e. $(\bar{\alpha}, \bar{\alpha}, 0, \bar{\beta})$ resuelve los problemas individuales),
- pero $(0, \bar{\alpha}, 0, \bar{\beta})$ es solución de (PS)
- Más aún, los pagos obtenidos pescando $(0, \bar{\alpha}, 0, \bar{\beta})$ son mayores que la suma de los pagos de (PA_1) , (PA_2) y (PI)

Soluciones individual versus sociales

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Lema

- Si $\bar{\alpha}$ es solución de (PA_2) , entonces $\alpha_2 = \bar{\alpha}$ para cualquier solución $(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2)$ de (PS) .
- Si $\bar{\beta}$ es solución de (PI) , entonces $\beta_2 = \bar{\beta}$ para cualquier solución $(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2)$ de (PS) .

Teorema

Bajo ciertas condiciones sobre los parámetros del problema, se tiene que

- $\bar{\alpha}$ es solución de (PA_1) y (PA_2) , y $(0, \bar{\beta})$ resuelve (PI) (i.e. $(\bar{\alpha}, \bar{\alpha}, 0, \bar{\beta})$ resuelve los problemas individuales),
- pero $(0, \bar{\alpha}, 0, \bar{\beta})$ es solución de (PS)
- Más aún, los pagos obtenidos pescando $(0, \bar{\alpha}, 0, \bar{\beta})$ son mayores que la suma de los pagos de (PA_1) , (PA_2) y (PI)

Soluciones individual versus sociales

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Lema

- Si $\bar{\alpha}$ es solución de (PA_2) , entonces $\alpha_2 = \bar{\alpha}$ para cualquier solución $(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2)$ de (PS) .
- Si $\bar{\beta}$ es solución de (PI) , entonces $\beta_2 = \bar{\beta}$ para cualquier solución $(\alpha_1, \alpha_2, \beta_1, \beta_2)$ de (PS) .

Teorema

Bajo ciertas condiciones sobre los parámetros del problema, se tiene que

- $\bar{\alpha}$ es solución de (PA_1) y (PA_2) , y $(0, \bar{\beta})$ resuelve (PI) (i.e. $(\bar{\alpha}, \bar{\alpha}, 0, \bar{\beta})$ resuelve los problemas individuales),
- pero $(0, \bar{\alpha}, 0, \bar{\beta})$ es solución de (PS)
- Más aún, los pagos obtenidos pescando $(0, \bar{\alpha}, 0, \bar{\beta})$ son mayores que la suma de los pagos de (PA_1) , (PA_2) y (PI)

Pesquerías artesanales versus industriales

Escuela de
Primavera 2003

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Problemas abiertos

- *Estudiar el problema (PS) y analizar como las estrategias óptimas dependen de los parámetros*
- *Consider aspectos estocásticos in el modelo biológico^a:*
 - *En las funciones de difusión*
 - *En las tasas de crecimiento*

^aMcKelvey & Golubtsov 2002, Laukkanen 2003

Planificación de la charla

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- 1 Introducción
- 2 Comportamiento de equilibrios en extracción de especies pelágicas
 - No linealidad en la función de extracción
- 3 Interacción estratégica entre varias pesquerías explotando un mismo recurso
 - Pesquerías Artesanales versus Industriales
 - Pesquerías Nacionales versus Internacionales
- 4 Teoría de la viabilidad aplicada a indicadores bio-económicos
- 5 Conclusiones

Pesquerías nacionales versus internacionales

Escuela de
Primavera 2003

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Estudiar el mismo tipo de problema donde ahora se considera una pesquería foránea, que pesca más allá de las 200 nm, en lugar de la pesquería artesanal
- La flota internacional puede ser considerada como optimizador estático:
 - No tiene regulación (cuotas de pesca)
 - Podemos suponer que ya han pagado completamente su inversión
- Podemos introducir una nueva variable que controle el acceso a puertos chilenos
Esto puede ser usado como una especie de “castigo”
- Existe la posibilidad de firmar acuerdos internacionales (UNCLOS 1982, 1995)

Naves autorizadas a entrar a puertos chilenos pasaron de cinco a tres

Chile vuelve a disminuir los permisos a barcos pesqueros chinos

A fines de abril el gobierno había recortado esas autorizaciones de 11 a cinco. Privados opinan que la medida tomada ahora es insuficiente y exigen dejar en cero los permisos.

EDUARDO OLIVARES C.

DURANTE SEMANAS el gobierno lo estuvo analizando y el jueves se lo informó a la embajada de China en Santiago: se redujeron desde cinco a tres los permisos para que barcos de esa nacionalidad puedan ingresar a puertos chilenos. Con eso repitió la medida tomada a fines de abril pasado, cuando recortó las autorizaciones desde las 11 de entonces a cinco, en una determinación conjunta entre Cancillería y Economía.

De acuerdo con el subsecretario de Pesca, Felipe Sandoval, la decisión obedece “a un proceso de conservación de los recursos”.

Esta misma semana el Consejo Nacional de Pesca restringió en unas 75 mil toneladas las cuotas de captura de jurel de las naves chilenas para el próximo año, por la menor presencia de la especie.

Esto provocó la ira de los privados agrupados en la Sociedad Nacional de Pesca (Sonapesca), para quienes esa rebaja coincidió con un aumento -en similar proporción- de la explotación china en alta mar, cuyos buques factoría autorizados pueden recalar en puertos chilenos. Hasta ahora China es el único país con esa licencia, debido a que el decreto 123 de 2004 prohíbe el ingreso a costas nacionales de cualquier embarcación cuyo país no demuestre “coopera-



PESE A que el gobierno evalúa permitir que las empresas chilenas usen buques factoría, la respuesta es negativa. “Para qué tener buques factoría si no tenemos pescado”, dice Sonapesca.

ción” con las normas de preservación. China sí lo habría hecho al aceptar reuniones sobre el tema.

El reclamo empresarial

“Sabíamos que esto ocurriría así, pero creemos que no debe haber permisos. No sabemos por qué hay que seguir entregándolos a los barcos chinos”, se queja el presidente de Sonapesca, Roberto Izquierdo.

El dirigente asegura que le ha preguntado al canciller Walker por qué se exceptúa a China del decreto 123 -que ha perjudicado especialmente a España-, “pero no nos ha respondido nunca. El ministro está contraviniendo el decreto”.

No obstante, un funcionario gubernamental explica que esta reducción de cupos permite un incentivo para que China reoriente su política extractiva. “Hay diferen-

cias en las modalidades de conservación. Los chinos quieren pescar lo máximo posible y nosotros exigimos lo máximo permitible”, asegura.

En septiembre una delegación oficial del gobierno visitó Beijing y advirtió que, si no notaban una mayor cooperación de los pesqueros chinos, podrían incluso caducarse las autorizaciones. Para abril de 2006 está agendada otra reunión y, dependiendo de sus resultados, el Ejecutivo optará entre eliminar todos los cupos o reconsiderar la medida.

A los privados tampoco les resulta útil que el gobierno evalúe permitir la existencia de buques factoría chilenos -como anunció Sandoval-, que desde 1991 están prohibidos desde la Primera Región hasta Chiloé. “No nos interesan. Para qué tener buques factoría si no tenemos pescado”, responde Izquierdo.



ARCHIVO

Hacienda acoge reparos del Senado y se abre a modificar proyecto de platas del royalty

PAMELA JIMENO

EL GOBIERNO ACOGIO los reparos de la comisión especial de senadores que analiza el proyecto de ley que define el uso de los recursos del *royalty* a la minería. Aunque recién evalúan las observaciones preliminares del grupo parlamentario, en Hacienda se abrieron a modificar la iniciativa que crea el Fondo de Innovación para la Competitividad, la instancia que canalizará y administrará las platas del nuevo impuesto.

El coordinador de Políticas Económicas de Hacienda, Marcelo Tokman (**en la foto**), aseguró que el equipo económico está dispuesto a introducir cambios a la propuesta que lleva poco más de un año en el Congreso. El texto es cuestionado por el lado de la institucionalidad que se propone para crear una estrategia nacional de competitividad, como por la asignación de los recursos que irán en forma directa a las regiones y en especial a las mineras.

“El gobierno efectivamente está dispuesto a acoger las sugerencias de la comisión en dos perspectivas. Primero, en la medida que

mejoren el proyecto y, segundo, siempre que se trate de propuestas de consenso”, dijo el asesor.

Los reparos al proyecto son transversales en la comisión. Senadores como Ricardo Núñez, del PS, y Evelyn Matthei, de la UDI, coinciden en que se deben reestudiar los criterios para constituir el Fondo de Innovación, así como lo que se relaciona con la administración de éste. Pero el punto más complejo es que la comisión propondría aumentar la entrega directa de recursos a regiones y en especial a las mineras, que los parlamentarios consideran limitada. El prospecto del gobierno señala que el 75% del total recaudado por el *royalty* irá al fondo y el resto a regiones. De esto último, el 60% llegará a las mineras, de lo cual la I y II regiones captarán el 21%.

Pero Tokman planteó sus dudas sobre el apoyo para cambiar el uso de las platas. “No es claro que haya consenso en torno a elevar los recursos a las regiones. Además, hay parlamentarios de algunas regiones mineras que plantean utilizar los recursos para fines distintos a la innovación y para eso el Ejecutivo no está disponible”, afirmó.

Hugo Lavados es partidario de sacar dólares al exterior a través de un fondo como el que utiliza Noruega con el petróleo

Exportadores valoran propuesta de ProChile por dólar

E.O.C.

LOS EXPORTADORES están satisfechos. Tras meses en que han bregado en solitario para que las autoridades evalúen medidas sobre el tipo de cambio, el viernes el director de ProChile, Hugo Lavados, los apoyó públicamente en sus demandas.

“Nadie más calificado que él para hablar de un tema que ya no resiste más”, cree el presidente de la Sociedad Nacional de Agricultura y Fedefruta, Luis Schmidt.

“Comparto plenamente los comentarios que Lavados manifestó”, transmitió el titular de la Asociación de Exportadores, Ronald Bown.

En entrevista con **La Tercera**, Lavados expresó que “nadie puede ponerse una venda en los ojos” con el tipo



LUIS SCHMIDT (**foto izquierda**) y Ronald Bown (**foto derecha**) adhirieron a las opiniones del director de ProChile.



de cambio y que “hay que introducir en el debate público cómo se piensa actuar, porque honestamente no estoy de acuerdo en decir que no hay nada que hacer”. Y propuso la fórmula que utiliza Noruega, que tiene un

fondo en que acumula excedentes de los ingresos por petróleo y hace inversiones en el extranjero. Así saca los dólares del país.

“Ya habíamos escuchado sobre esa fórmula y creo que lo que dijo (Lavados) es un

gran avance. Ahora necesitamos señales concretas de Hacienda y el Banco Central”, planteó Patricia Pérez, presidenta de Asexma. Rodrigo Ballivián, gerente general de ChileVid, valora que se haya puesto sobre la mesa esta propuesta. “Existen estas herramientas en el mundo y son eficaces. Es increíble que nosotros no hayamos tomado iniciativas como ésta”, agrega.

Schmidt contó que el bajo dólar (se cotizó en \$ 514 ayer) ha afectado a negocios consolidados, como vinos y frutas, y emergentes, como carnes y lácteos. “A estos niveles (de dólar) no es mucho lo que se puede hacer”, cree Alvaro Alliende, director de Carnes Ñuble.

Bown pide que los candidatos presidenciales expliciten sus posturas al respecto.

CURIFOR
En el Corazón de Chile

FIAT
NOS MUEVE LA PASIÓN

COMPRA INTELIGENTE

PALIO

24 cuotas de \$114.623
Pie: \$ 800.000
Desde: \$ 3.990.000
V.F.M.G \$ 1.997.119

Av. Vicuña Mackenna Oriente 5951
La Florida - METRO ESTACIÓN PEDRERO
FONO: 391 9020
Longitudinal Sur Km.186 1/2. Curicó
FONO: (75) 384 000

Pesquerías nacionales versus internacionales

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Estudiar el mismo tipo de problema donde ahora se considera una pesquería foránea, que pesca más allá de las 200 nm, en lugar de la pesquería artesanal
- La flota internacional puede ser considerada como optimizador estático:
 - No tiene regulación (cuotas de pesca)
 - Podemos suponer que ya han pagado completamente su inversión
- Podemos introducir una nueva variable que controle el acceso a puertos chilenos
Esto puede ser usado como una especie de “castigo”
- Existe la posibilidad de firmar acuerdos internacionales (UNCLOS 1982, 1995)

Pesquerías nacionales versus internacionales

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Estudiar el mismo tipo de problema donde ahora se considera una pesquería foránea, que pesca más allá de las 200 nm, en lugar de la pesquería artesanal
- La flota internacional puede ser considerada como optimizador estático:
 - No tiene regulación (cuotas de pesca)
 - Podemos suponer que ya han pagado completamente su inversión
- Podemos introducir una nueva variable que controle el acceso a puertos chilenos
Esto puede ser usado como una especie de “castigo”
- Existe la posibilidad de firmar acuerdos internacionales (UNCLOS 1982, 1995)

Pesquerías nacionales versus internacionales

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Estudiar el mismo tipo de problema donde ahora se considera una pesquería foránea, que pesca más allá de las 200 nm, en lugar de la pesquería artesanal
- La flota internacional puede ser considerada como optimizador estático:
 - No tiene regulación (cuotas de pesca)
 - Podemos suponer que ya han pagado completamente su inversión
- Podemos introducir una nueva variable que controle el acceso a puertos chilenos
Esto puede ser usado como una especie de “castigo”
- Existe la posibilidad de firmar acuerdos internacionales (UNCLOS 1982, 1995)

Pesquerías nacionales versus internacionales

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Estudiar el mismo tipo de problema donde ahora se considera una pesquería foránea, que pesca más allá de las 200 nm, en lugar de la pesquería artesanal
- La flota internacional puede ser considerada como optimizador estático:
 - No tiene regulación (cuotas de pesca)
 - Podemos suponer que ya han pagado completamente su inversión
- Podemos introducir una nueva variable que controle el acceso a puertos chilenos
Esto puede ser usado como una especie de “castigo”
- Existe la posibilidad de firmar acuerdos internacionales (UNCLOS 1982, 1995)

Pesquerías nacionales versus internacionales

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Estudiar el mismo tipo de problema donde ahora se considera una pesquería foránea, que pesca más allá de las 200 nm, en lugar de la pesquería artesanal
- La flota internacional puede ser considerada como optimizador estático:
 - No tiene regulación (cuotas de pesca)
 - Podemos suponer que ya han pagado completamente su inversión
- Podemos introducir una nueva variable que controle el acceso a puertos chilenos
Esto puede ser usado como una especie de “castigo”
- Existe la posibilidad de firmar acuerdos internacionales (UNCLOS 1982, 1995)

Planificación de la charla

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- 1 Introducción
- 2 Comportamiento de equilibrios en extracción de especies pelágicas
 - No linealidad en la función de extracción
- 3 Interacción estratégica entre varias pesquerías explotando un mismo recurso
 - Pesquerías Artesanales versus Industriales
 - Pesquerías Nacionales versus Internacionales
- 4 Teoría de la viabilidad aplicada a indicadores bio-económicos
- 5 Conclusiones

Recomendaciones actuales de la ICES en gestión de recursos pesqueros

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Los indicadores y sus respectivos puntos de referencia son elementos claves en las actuales recomendaciones para gestión de recursos pesqueros
 - *Stock de biomasa desovante* SSB con umbral de referencia B_{ref}
 - *Mortalidad pesquera promedio* F con punto de referencia F_{ref}
- Las recomendaciones para una extracción sustentable en un período largo de tiempo son:
 - Mantener el stock de biomasa desovante sobre B_{ref}

Recomendaciones actuales de la ICES en gestión de recursos pesqueros

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Los indicadores y sus respectivos puntos de referencia son elementos claves en las actuales recomendaciones para gestión de recursos pesqueros
 - *Stock de biomasa desovante* SSB con umbral de referencia B_{ref}
 - *Mortalidad pesquera promedio* F con punto de referencia F_{ref}
- Las recomendaciones para una extracción sustentable en un período largo de tiempo son:
 - Mantener el stock de biomasa desovante sobre B_{ref}

Recomendaciones actuales de la ICES en gestión de recursos pesqueros

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Los indicadores y sus respectivos puntos de referencia son elementos claves en las actuales recomendaciones para gestión de recursos pesqueros
 - *Stock de biomasa desovante* SSB con umbral de referencia B_{ref}
 - *Mortalidad pesquera promedio* F con punto de referencia F_{ref}
- Las recomendaciones para una extracción sustentable en un período largo de tiempo son:
 - Mantener el stock de biomasa desovante sobre B_{ref}

Recomendaciones actuales de la ICES en gestión de recursos pesqueros

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Los indicadores y sus respectivos puntos de referencia son elementos claves en las actuales recomendaciones para gestión de recursos pesqueros
 - *Stock de biomasa desovante* SSB con umbral de referencia B_{ref}
 - *Mortalidad pesquera promedio* F con punto de referencia F_{ref}
- Las recomendaciones para una extracción sustentable en un período largo de tiempo son:
 - Mantener el stock de biomasa desovante sobre B_{ref}

Recomendaciones actuales de la ICES en gestión de recursos pesqueros

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Los indicadores y sus respectivos puntos de referencia son elementos claves en las actuales recomendaciones para gestión de recursos pesqueros
 - *Stock de biomasa desovante* SSB con umbral de referencia B_{ref}
 - *Mortalidad pesquera promedio* F con punto de referencia F_{ref}
- Las recomendaciones para una extracción sustentable en un período largo de tiempo son:
 - Mantener el stock de biomasa desovante sobre B_{ref}

Modelos de extracción pesquera con estructura etaria

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

$$\begin{cases} N_{t+1}^1 &= \varphi(\text{SSB}(N_t)), \\ N_{t+1}^a &= e^{-(M+\lambda F^{a-1})} N_t^{a-1}, \quad a \in \{2, \dots, A-1\} \\ N_{t+1}^A &= e^{-(M+\lambda F^{A-1})} N_t^{A-1} + \pi \times e^{-(M+\lambda F^A)} N_t^A \end{cases}$$

- Variable de estado: $N = (N^a)_{a=1,\dots,A} \in \mathbb{R}_+^A$, denota la biomasa clasificada por edades
- Control: $\lambda \in \mathbb{R}_+$, esfuerzo pesquero
- φ describe la función de *reclutamiento de stock*
- $\pi = 0$ ó 1 , indica si el $a = A$ es un *grupo-plus*

Los indicadores antes mencionados están dados por

$$\text{SSB}(N) = \sum_{a=1}^A p_a w_a N_a, \quad F(\lambda) = \frac{\lambda}{A_r - a_r + 1} \sum_{a=a_r}^{A_r} F^a$$

Modelos de extracción pesquera con estructura etaria

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Definición

- La *explotación* descrita etariamente es:

$$C_{t,a} = \frac{\lambda_t F_a}{\lambda_t F_a + M} \left(1 - e^{-(M + \lambda_t F_a)} \right) N_{t,a}.$$

- La ganancia está dada por:

$$Y_t = \sum_{a=1}^A w_a C_{t,a}.$$

Modelos de extracción pesquera con estructura etaria

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Definición

- *La explotación descrita etariamente es:*

$$C_{t,a} = \frac{\lambda_t F_a}{\lambda_t F_a + M} \left(1 - e^{-(M + \lambda_t F_a)} \right) N_{t,a}.$$

- *La **ganancia** está dada por:*

$$Y_t = \sum_{a=1}^A w_a C_{t,a}.$$

Teoría de la viabilidad en tiempo discreto

Escuela de
Primavera 2003

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Considere el sistema

$$\begin{cases} N_{t+1} = f(N_t, \lambda_t), & t \geq 0 \\ N_0 \text{ dado} \end{cases}$$

donde $N_t \in \mathbb{R}_+^n$, $\lambda_t \in \mathbb{U}$, $f : \mathbb{R}_+^n \times \mathbb{U} \longrightarrow \mathbb{R}_+^n$

Se fija un **conjunto deseable** $\mathcal{D} \subset \mathbb{R}_+^n \times \mathbb{U}$, determina los requerimientos ecológicos, económicos y/o sociológicos deseados

Definición

- $V \subset \mathbb{R}_+^n$ es un **dominio de viabilidad** si para todo $N \in V$ existe $\lambda \in \mathbb{U}$ tal que $(N, \lambda) \in \mathcal{D}$ y además $f(N, \lambda) \in V$.

Teoría de la viabilidad en tiempo discreto

Escuela de
Primavera 2003

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Considere el sistema

$$\begin{cases} N_{t+1} = f(N_t, \lambda_t), & t \geq 0 \\ N_0 \text{ dado} \end{cases}$$

donde $N_t \in \mathbb{R}_+^n$, $\lambda_t \in \mathbb{U}$, $f : \mathbb{R}_+^n \times \mathbb{U} \longrightarrow \mathbb{R}_+^n$

Se fija un **conjunto deseable** $\mathcal{D} \subset \mathbb{R}_+^n \times \mathbb{U}$, determina los requerimientos ecológicos, económicos y/o sociológicos deseados

Definición

- $V \subset \mathbb{R}_+^n$ es un **dominio de viabilidad** si para todo $N \in V$ existe $\lambda \in \mathbb{U}$ tal que $(N, \lambda) \in \mathcal{D}$ y además $f(N, \lambda) \in V$

- **Área de viabilidad**

$$V(f, \mathcal{D}) = \{N_0 \in \mathbb{R}_+^n \mid \text{existen } \lambda_0, \lambda_1, \lambda_2, \dots, N_1, N_2, \dots \\ \text{tal que } N_{t+1} = f(N_t, \lambda_t) \text{ y } (N_t, \lambda_t) \in \mathcal{D}\}$$

Teoría de la viabilidad en tiempo discreto

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Considere el sistema

$$\begin{cases} N_{t+1} = f(N_t, \lambda_t), & t \geq 0 \\ N_0 \text{ dado} \end{cases}$$

donde $N_t \in \mathbb{R}_+^n$, $\lambda_t \in \mathbb{U}$, $f : \mathbb{R}_+^n \times \mathbb{U} \longrightarrow \mathbb{R}_+^n$

Se fija un **conjunto deseable** $\mathcal{D} \subset \mathbb{R}_+^n \times \mathbb{U}$, determina los requerimientos ecológicos, económicos y/o sociológicos deseados

Definición

- $\mathbb{V} \subset \mathbb{R}_+^n$ es un **Dominio de viabilidad** si para todo $N \in \mathbb{V}$ existe $\lambda \in \mathbb{U}$ tal que $(N, \lambda) \in \mathcal{D}$ y además $f(N, \lambda) \in \mathbb{V}$
- **Núcleo de viabilidad**

$$V(f, \mathcal{D}) = \{N_0 \in \mathbb{R}_+^n : \text{ existen } \lambda_0, \lambda_1, \lambda_2, \dots, N_1, N_2, \dots \\ \text{tal que } N_{t+1} = f(N_t, \lambda_t) \text{ y } (N_t, \lambda_t) \in \mathcal{D}\}$$

Teoría de la viabilidad en tiempo discreto

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Considere el sistema

$$\begin{cases} N_{t+1} = f(N_t, \lambda_t), & t \geq 0 \\ N_0 \text{ dado} \end{cases}$$

donde $N_t \in \mathbb{R}_+^n$, $\lambda_t \in \mathbb{U}$, $f : \mathbb{R}_+^n \times \mathbb{U} \longrightarrow \mathbb{R}_+^n$

Se fija un **conjunto deseable** $\mathcal{D} \subset \mathbb{R}_+^n \times \mathbb{U}$, determina los requerimientos ecológicos, económicos y/o sociológicos deseados

Definición

- $\mathbb{V} \subset \mathbb{R}_+^n$ es un **Dominio de viabilidad** si para todo $N \in \mathbb{V}$ existe $\lambda \in \mathbb{U}$ tal que $(N, \lambda) \in \mathcal{D}$ y además $f(N, \lambda) \in \mathbb{V}$
- **Núcleo de viabilidad**

$$V(f, \mathcal{D}) = \{N_0 \in \mathbb{R}_+^n : \text{existen } \lambda_0, \lambda_1, \lambda_2, \dots, N_1, N_2, \dots \\ \text{tal que } N_{t+1} = f(N_t, \lambda_t) \text{ y } (N_t, \lambda_t) \in \mathcal{D}\}$$

Teoría de la viabilidad en tiempo discreto

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Objetivo

Determinar o aproximar el núcleo de viabilidad $V(f, \mathcal{D})$ para una dinámica f y un conjunto deseable $\mathcal{D}$ dados.

Modelos de extracción pesquera con estructura etaria

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

$$\begin{cases} N_{t+1} = f(N_t, \lambda_t), & t \geq 0 \\ N_0 & \text{dado} \end{cases}$$

Ejemplo (Conjuntos deseables)

- $\mathcal{D}_{ecol} := \{(N, \lambda) : N > 0\}$
- $\mathcal{D}_{econ} := \{(N, \lambda) : Y(N, \lambda) \geq y_{min}\}$
- $\mathcal{D}_{econ} := \{(N, \lambda) : Y(N, \lambda) \geq y_{min}, Y(N, \lambda) \leq y_{max}\}$

Ejemplo (Candidatos a ser dominios de viabilidad: sustentabilidad)

Modelos de extracción pesquera con estructura etaria

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

$$\begin{cases} N_{t+1} = f(N_t, \lambda_t), & t \geq 0 \\ N_0 & \text{dado} \end{cases}$$

Ejemplo (Conjuntos deseables)

- $\mathcal{D}_{ecol} := \{(N, \lambda) : N > 0\}$
- $\mathcal{D}_{econ} := \{(N, \lambda) : Y(N, \lambda) \geq y_{min}\}$
- $\mathcal{D}_{ICES} := \{(N, \lambda) : SSB(N) \geq B_{ref}, F(\lambda) \leq F_{ref}\}$

Ejemplo (Candidatos a ser dominios de viabilidad: sustentabilidad)

Modelos de extracción pesquera con estructura etaria

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

$$\begin{cases} N_{t+1} = f(N_t, \lambda_t), & t \geq 0 \\ N_0 & \text{dado} \end{cases}$$

Ejemplo (Conjuntos deseables)

- $\mathcal{D}_{ecol} := \{(N, \lambda) : N > 0\}$
- $\mathcal{D}_{econ} := \{(N, \lambda) : Y(N, \lambda) \geq y_{min}\}$
- $\mathcal{D}_{ICES} := \{(N, \lambda) : SSB(N) \geq B_{ref}, F(\lambda) \leq F_{ref}\}$

Ejemplo (Candidatos a ser dominios de viabilidad: sustentabilidad)

Modelos de extracción pesquera con estructura etaria

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

$$\begin{cases} N_{t+1} = f(N_t, \lambda_t), & t \geq 0 \\ N_0 & \text{dado} \end{cases}$$

Ejemplo (Conjuntos deseables)

- $\mathcal{D}_{ecol} := \{(N, \lambda) : N > 0\}$
- $\mathcal{D}_{econ} := \{(N, \lambda) : Y(N, \lambda) \geq y_{min}\}$
- $\mathcal{D}_{ICES} := \{(N, \lambda) : SSB(N) \geq B_{ref}, F(\lambda) \leq F_{ref}\}$

Ejemplo (Candidatos a ser dominios de viabilidad: sustentabilidad)

- $\forall N \in \{N : N \geq N_0\}$
 $\exists \lambda \in \{\lambda : \lambda \leq \lambda_0\}$ tal que $(N, \lambda) \in \mathcal{D}_{econ}$

Modelos de extracción pesquera con estructura etaria

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

$$\begin{cases} N_{t+1} = f(N_t, \lambda_t), & t \geq 0 \\ N_0 & \text{dado} \end{cases}$$

Ejemplo (Conjuntos deseables)

- $\mathcal{D}_{ecol} := \{(N, \lambda) : N > 0\}$
- $\mathcal{D}_{econ} := \{(N, \lambda) : Y(N, \lambda) \geq y_{min}\}$
- $\mathcal{D}_{ICES} := \{(N, \lambda) : SSB(N) \geq B_{ref}, F(\lambda) \leq F_{ref}\}$

Ejemplo (Candidatos a ser dominios de viabilidad: sustentabilidad)

- $\mathcal{V}_B = \{N : N \geq N_0\}$
- $\mathcal{V}_{ICES} = \{N : SSB(N) \geq B_{ref}\}$

Modelos de extracción pesquera con estructura etaria

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

$$\begin{cases} N_{t+1} = f(N_t, \lambda_t), & t \geq 0 \\ N_0 & \text{dado} \end{cases}$$

Ejemplo (Conjuntos deseables)

- $\mathcal{D}_{ecol} := \{(N, \lambda) : N > 0\}$
- $\mathcal{D}_{econ} := \{(N, \lambda) : Y(N, \lambda) \geq y_{min}\}$
- $\mathcal{D}_{ICES} := \{(N, \lambda) : SSB(N) \geq B_{ref}, F(\lambda) \leq F_{ref}\}$

Ejemplo (Candidatos a ser dominios de viabilidad: sustentabilidad)

- $\mathbb{V}_{\bar{N}} := \{N : N \geq \bar{N}\}$
- $\mathbb{V}_{ICES} := \{N : SSB(N) \geq B_{ref}\}$

Modelos de extracción pesquera con estructura etaria

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

$$\begin{cases} N_{t+1} = f(N_t, \lambda_t), & t \geq 0 \\ N_0 & \text{dado} \end{cases}$$

Ejemplo (Conjuntos deseables)

- $\mathcal{D}_{ecol} := \{(N, \lambda) : N > 0\}$
- $\mathcal{D}_{econ} := \{(N, \lambda) : Y(N, \lambda) \geq y_{min}\}$
- $\mathcal{D}_{ICES} := \{(N, \lambda) : \mathbf{SSB}(N) \geq B_{ref}, F(\lambda) \leq F_{ref}\}$

Ejemplo (Candidatos a ser dominios de viabilidad: sustentabilidad)

- $\mathbb{V}_{\bar{N}} := \{N : N \geq \bar{N}\}$
- $\mathbb{V}_{ICES} := \{N : \mathbf{SSB}(N) \geq B_{ref}\}$

¿Son las recomendaciones ICES sustentables?

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

$$\begin{cases} N_{t+1} = f(N_t, \lambda_t), & t \geq 0 \\ N_0 & \text{dado} \end{cases}$$

Recomendación ICES: Dado un stock N tal que $SSB(N) \geq B_{ref}$, encontrar el máximo esfuerzo de pesca λ tal que $SSB(f(N, \lambda)) \geq B_{ref}$ y $F(\lambda) \leq F_{ref}$

- $\mathcal{D}_{ICES} = \{(N, \lambda) : SSB(N) \geq B_{ref}, F(\lambda) \leq F_{ref}\}$
- $\mathbb{V}_{ICES} = \{N : SSB(N) \geq B_{ref}\}$

Proposición (Guilbaud et al. 2006)

$\mathbb{V}_{ICES}$ no siempre es un dominio de viabilidad para $\mathcal{D}_{ICES}$

¿Son las recomendaciones ICES sustentables?

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

$$\begin{cases} N_{t+1} = f(N_t, \lambda_t), & t \geq 0 \\ N_0 & \text{dado} \end{cases}$$

Recomendación ICES: Dado un stock N tal que $SSB(N) \geq B_{ref}$, encontrar el máximo esfuerzo de pesca λ tal que $SSB(f(N, \lambda)) \geq B_{ref}$ y $F(\lambda) \leq F_{ref}$

- $\mathcal{D}_{ICES} = \{(N, \lambda) : SSB(N) \geq B_{ref}, F(\lambda) \leq F_{ref}\}$
- $\mathbb{V}_{ICES} = \{N : SSB(N) \geq B_{ref}\}$

Proposición (Guilbaud et al. 2006)

$\mathbb{V}_{ICES}$ no siempre es un dominio de viabilidad para $\mathcal{D}_{ICES}$

¿Son las recomendaciones ICES sustentables?

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

$$\begin{cases} N_{t+1} = f(N_t, \lambda_t), & t \geq 0 \\ N_0 & \text{dado} \end{cases}$$

Recomendación ICES: Dado un stock N tal que $SSB(N) \geq B_{ref}$, encontrar el máximo esfuerzo de pesca λ tal que $SSB(f(N, \lambda)) \geq B_{ref}$ y $F(\lambda) \leq F_{ref}$

- $\mathcal{D}_{ICES} = \{(N, \lambda) : SSB(N) \geq B_{ref}, F(\lambda) \leq F_{ref}\}$
- $\mathbb{V}_{ICES} = \{N : SSB(N) \geq B_{ref}\}$

Proposición (Guilbaud et al. 2006)

$\mathbb{V}_{ICES}$ no siempre es un dominio de viabilidad para $\mathcal{D}_{ICES}$

Obtención de indicadores bio-económicos

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Proposición (Gajardo, De Lara & Ramírez 2006)

Si se considera $\mathcal{D}_{econ} = \{(N, \lambda) : Y(N, \lambda) \geq y_{min}\}$ es posible encontrar un punto de referencia $B_{ref} > 0$ tal que si N_0 pertenece al núcleo de viabilidad, entonces $SSB(N_0) \geq B_{ref}$

Trabajos en curso

- *Obtención de otros indicadores y puntos de referencia*
- *Estimación del núcleo de viabilidad*
- *Propiedades teóricas del núcleo de viabilidad (convexidad, poliedral, monotonía, etc.)*
- *Estudio de modelos a dos zonas*

Obtención de indicadores bio-económicos

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

Proposición (Gajardo, De Lara & Ramírez 2006)

Si se considera $\mathcal{D}_{econ} = \{(N, \lambda) : Y(N, \lambda) \geq y_{min}\}$ es posible encontrar un punto de referencia $B_{ref} > 0$ tal que si N_0 pertenece al núcleo de viabilidad, entonces $SSB(N_0) \geq B_{ref}$

Trabajos en curso

- *Obtención de otros indicadores y puntos de referencia*
- *Estimación del núcleo de viabilidad*
- *Propiedades teóricas del núcleo de viabilidad (convexidad, poliedral, monotonía, etc.)*
- *Estudio de modelos a dos zonas*

Conclusiones Generales

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Hemos presentado diferentes problemas motivados por la gestión de recursos pesqueros
- Estos problemas han sido motivados por factores económicos y biológicos
- Esperamos abordarlos via un equipo multidisciplinario (biólogos, economistas, matemáticos, etc.)
- Es estado actual de nuestra investigación en “gestacional”. Un análisis más profundo es requerido

Conclusiones Generales

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Hemos presentado diferentes problemas motivados por la gestión de recursos pesqueros
- Estos problemas han sido motivados por factores económicos y biológicos
- Esperamos abordarlos via un equipo multidisciplinario (biólogos, economistas, matemáticos, etc.)
- Es estado actual de nuestra investigación en “gestacional”. Un análisis más profundo es requerido

Conclusiones Generales

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Hemos presentado diferentes problemas motivados por la gestión de recursos pesqueros
- Estos problemas han sido motivados por factores económicos y biológicos
- Esperamos abordarlos via un equipo multidisciplinario (biólogos, economistas, matemáticos, etc.)
- Es estado actual de nuestra investigación en “gestacional”.
Un análisis más profundo es requerido

Conclusiones Generales

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones

- Hemos presentado diferentes problemas motivados por la gestión de recursos pesqueros
- Estos problemas han sido motivados por factores económicos y biológicos
- Esperamos abordarlos via un equipo multidisciplinario (biólogos, economistas, matemáticos, etc.)
- Es estado actual de nuestra investigación en “gestacional”. Un análisis más profundo es requerido

Bibliography

Escuela de
Primavera 2003

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones



C.W. Clark

Bioeconomics modelling and fisheries management
Wiley Interscience publication (1985).



J. Peña & M. Basch

Harvesting in a pelagic fishery: The case of Northern Chile
Annals of Operations Research 94 (2000).



T. Guilbaud, M.J. Rochet, L. Doyen & M. De Lara

*Reconciling managment objectives and operational reference points
through a viability approach*
Por aparecer.



P. Gajardo, M. De Lara & H. Ramírez C.

The structure of the viability kernel for state linear discrete time systems



P. Gajardo, J. Peña & H. Ramírez C.

*Analysis of stationary equilibria, and their corresponding temporal
trajectories under different harvesting settings*
Working papers.

GRACIAS!!

Escuela de
Primavera 2005

Gestión de
Recursos
Pesqueros

Introducción

Equilibrios

No linealidad en la
función de extracción

Interacción
entre varias
pesquerías

Pesquerías Artesanales
versus Industriales

Pesquerías Nacionales
versus Internacionales

Sustentabilidad

Conclusiones



280195

Grilled mackerel

©Fotos mitgeschmack / Stockfood

Viewed by Guest on 9/7/2006