

## Análisis del Manejo Forestal Sustentable a nivel predial desde una perspectiva de dinámica de sistemas.

Letourneau<sup>1</sup> F., Rusch<sup>1</sup> V., Navall<sup>2</sup> M., Carranza<sup>3</sup> C.

Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

<sup>1</sup> EEA Bariloche "Dr. Grenville Morris"

<sup>2</sup> EEA Santiago del Estero

<sup>3</sup> EEA Manfredi

correo electrónico de contacto: fletourneau@bariloche.inta.gov.ar

### RESUMEN

Existen distintas iniciativas de monitoreo de la sustentabilidad de los bosques nativos en el país y en el mundo basadas en principios, criterios e indicadores. Estos análisis parten de un enfoque integrador, aunque no consideran suficientemente a la dinámica de estos sistemas y en especial de las interrelaciones entre los componentes ambientales, productivos y socio económicos que los conforman. Este conocimiento, sin embargo, es clave para establecer cuáles son los aspectos críticos sobre los que habría que actuar a nivel de predio para lograr la sustentabilidad. Este trabajo propone desarrollar una metodología para modelar con base computacional la estructura y dinámica productiva predial, mediante la identificación de subsistemas y sus interrelaciones (producción forestal maderable, PFNM, producción forrajera y ganadera, mantenimiento de los servicios ambientales, aspectos socio económicos), de tal forma que se pueda comprender en general el funcionamiento de la producción en ecosistemas boscosos de la Argentina. Para esto se identificarán para cada subsistema: las variables de estado, funciones de transición, y retroalimentaciones más relevantes. Se construirán modelos conceptuales que se integrarán a nivel de predio, para luego parametrizarlos y sensibilizarlos. El nivel de desarrollo propuesto para los modelos dependerá del conocimiento disponible en las distintas eco regiones, siendo necesario priorizar por tipologías de predios y productores. Esta herramienta permitirá seleccionar alternativas de manejo según diferentes criterios y adelantarse al

conocimiento de los resultados a largo plazo de las acciones. A su vez permitirá detectar los vacíos de información y fijar prioridades de investigación y determinar los puntos críticos de la sustentabilidad.

Palabras claves: manejo forestal sustentable, sistemas dinámicos

## ABSTRACT

There are several initiatives for monitoring native forests sustainability in the country and in the world based on principles, criteria and indicators. These analyzes are based on an integrated approach, but do not consider the dynamics of these systems and in particular of the interrelationships between environmental components, production and socioeconomic parts of the system. This knowledge, however, is key to determine which are the critical issues on which we should act at the farm level to achieve sustainability. This work aims to develop a methodology for computer-based modeling structure and farm production dynamics, by identifying subsystems and their interrelationships (forest harvest, NWFP, forage and livestock production, maintenance of environmental services, socio-economic aspects) of so that it can understand the overall operation of the production in forest ecosystems of Argentina. For this will be identified for each subsystem: the state variables, transition functions, and relevant feedback. Conceptual models are built to be integrated at the farm level, and then parameterized and sensitivity analyzed. The level of development proposed for the models depend on the knowledge available in different ecoregions, requiring prioritization by type of farms and producers. This tool will select management alternatives under different criteria and knowledge to anticipate the long-term results of actions. In turn will identify information gaps and set research priorities and identify critical points of sustainability.

Keywords: Sustainable Forest Management, dynamic systems

## INTRODUCCIÓN

En el pasado, la ordenación forestal se fundamentaba en la producción de madera de forma sostenida en el tiempo, sin embargo más recientemente se extendió el concepto para incluir principios rectores que contemplen variables sociales, culturales, ambientales y económicas de acuerdo a los principios forestales acordados en la CNUMAD de ECO Río 1992 (Castañeda F., 2000)

Existen distintas iniciativas al respecto a nivel mundial, estando la Argentina incluida en el llamado Proceso de Montreal. En este proceso se identificaron siete principios básicos (Montreal Process, 2009), para alcanzar un manejo forestal sustentable (MFS):

- 1 - La conservación de la diversidad biológica
- 2 - El mantenimiento de la capacidad productiva de los ecosistemas de los bosques.
- 3 - El mantenimiento de la salud y la vitalidad de los ecosistemas forestales.
- 4 - La conservación y mantenimiento de los recursos suelo y agua
- 5 - Mantenimiento del aporte de los bosques al ciclo global del carbono
- 6 - Mantenimiento y mejoramiento de los múltiples beneficios socio económicos a largo plazo para cubrir las necesidades de las sociedades.
- 7 - El marco legal, institucional y económico para la conservación y el manejo sustentable de los bosques.

En este sentido en nuestro país se han realizado importantes avances en el establecimiento de los criterios e indicadores C&I, ya sea a nivel nacional (Schlichter *et al* 2002), o particularizándolos en función del ecosistema y sistema de producción (Rusch *et al* 2004).

Por ejemplo en el trabajo de Rusch *et al* (2004) se reúnen los principios en cuatro, facilitando el empleo de los mismos como base de diálogo inter sectorial, con claridad en las metas. Estos son: 1) La integridad de los ecosistemas y los servicios ambientales derivados de ella se mantienen, 2) La capacidad productiva de los múltiples bienes y servicios tranzables de los bosques se mantiene o incrementa, 3) El bienestar de las comunidades asociadas se mantiene o incrementa, 4) El marco legal, político e institucional conduce al manejo sustentable del recurso.

De estos principios derivan los criterios a tener en cuenta en cada uno, y de los mismos, indicadores que permiten dar seguimiento al cumplimiento de los mismos. Estos indicadores siguen un orden jerárquico y aplican tanto a nivel de predio como a nivel regional. Sin embargo aún no se ha avanzado en establecer de qué forma los C&I se vinculan entre sí y cuál es la dinámica que hacen factible conseguir su aplicación a escala de predio. En este sentido existen antecedentes de estudios que intentan

clarificar las implicancias de una implementación de C&I a este nivel, utilizando para esto una visión de sistema (modelo conceptual) considerando distintos objetivos económicos como así también diferentes contextos socio económicos y bio regionales. Esto con la finalidad de mejorar la toma de decisiones basada en un mejor entendimiento de los efectos que conlleva distintas técnicas de manejo forestal sustentable a niveles de planeamiento táctico y estratégico (Wolfslehner *et al*, 2003)

Estos autores han puntualizado que los indicadores sobre la planificación del manejo y su economía son de limitada puesta en práctica dentro de un contexto de la actividad forestal de pequeña escala, donde la disponibilidad limitada de datos es otra característica.

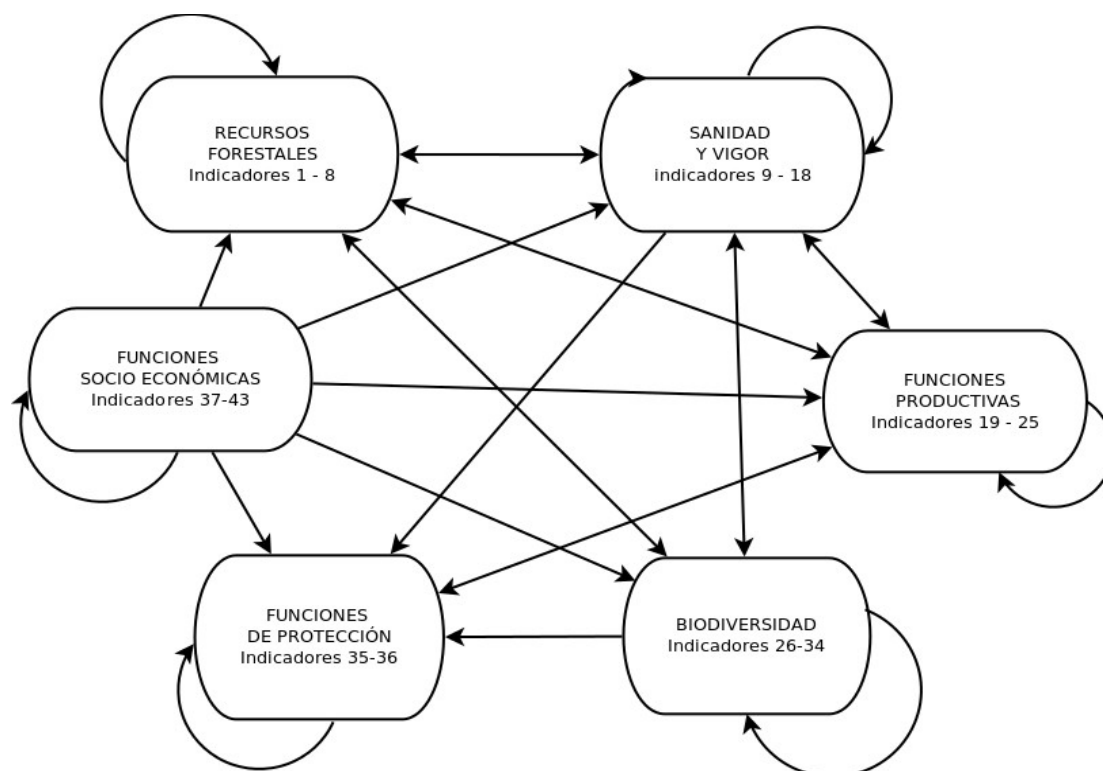


Figura Nro 1 Diagrama de interrelación entre grupos de C&I en el contexto de las recomendaciones a nivel operativo PanEuropeo para el MFS, traducido de Wolfslehner *et al* (2003).

En la Figura Nro 1 los autores presentan las retroalimentaciones y dependencias entre grupos de indicadores facilitando la comprensión del complejo concepto de MFS, desde

una perspectiva de dinámica de sistemas. Sin embargo esta es una descripción general que no permite su implementación operativa a nivel de predio.

En este sentido Gallo *et al* (2004), desarrollaron un modelo cualitativo y cuantitativo para analizar la sustentabilidad a esta escala, de tal forma de mejorar la toma de decisiones basándose en un mejor entendimiento de la puesta en práctica de distintas medidas de manejo sobre los recursos naturales a escala predial, incluyendo una detallada descripción de estos recursos involucrados, las prácticas de manejo y como estas impactan en la socio – economía de las comunidades rurales de pueblos originarios. Si bien estos autores definieron indicadores de sustentabilidad, no necesariamente se corresponden con aquellos homologados por el proceso de Montréal a los que la Argentina se encuentra suscrita, ya que en dicho trabajo se perseguían objetivos precisos de sostenibilidad de una especie de árbol particular y en un contexto económico social y bio regional específico.

El abordaje de esta complejidad a través de la dinámica de sistema se visualiza como apropiada dada las dependencias y retroalimentaciones que existen e imprimen comportamientos no lineales difíciles de percibir. Por ejemplo, dependiendo del tipo de predio, de las condiciones ambientales, tipo de ecosistema, en un predio se puede observar actividades rurales que comprenden la cría de ganado, la extracción de productos maderables, la producción de biomasa para energía, y productos forestales no maderables (PFNM) entre otros. En este sentido la cría de ganado se basa en la utilización de pastizales y arbustales nativos, donde en el primero de los casos puede ser el producto de desmontes recientes o antiguos, y en el otro consecuencia de una pérdida de cobertura boscosa por degradación ya sea producto del ramoneo, y/o tasas de extracción no sustentables sumado a la mortalidad de árboles propia de estos ecosistemas. Esta apertura o desmontes para la producción de pastos pueden generar un aumento de la carga ganadera de un predio, debido al incremento de forraje, a su vez este incremento de la carga ganadera puede verse retro alimentada a través de distintas herramientas de promoción (Ley Ovina 25422, PRODERPA, MAS TERNEROS, Fuente: MINAGRI ). Sin embargo el efecto de los desmontes o aperturas parciales de zonas boscosas para realizar ganadería dentro de ella da como resultado un inicio y sostenimiento del deterioro de la cobertura vegetal leñosa (Sunderlin y Rodríguez 1996). Si bien en un principio el aumento de la actividad ganadera puede

generar mayores ingresos y un incremento del bienestar familiar, puede suceder que esta actividad impacte negativamente sobre las condiciones naturales y por ello también sobre los servicios ambientales, pudiendo producir entre otras situaciones el incremento de sedimentos en la escorrentía superficial por procesos de erosión (White *et al* 1983), alejándolo de la posibilidad de conseguir la aplicación del MFS.

De la misma forma una reducción de la carga ganadera puede dar lugar a un incremento en la recuperación de la cobertura leñosa en el mediano y largo plazo, con mejoras en las condiciones ambientales (incremento del secuestro de carbono, disminución de los factores que producen erosión, etc), sin embargo puede ocasionar una disminución en el corto plazo de los ingresos prediales. Por otra parte, dependiendo de la tipología de productores, aquellos que realizan una producción familiar, ante la dificultad de sostener actividades rentables podrían derivar en cambios en la estructura familiar y las condiciones de vida.

Es decir que a nivel predial existen interrelaciones no lineales con una dinámica espacio-temporal compleja que hacen difícil la comprensión de los C&I, para alcanzar el MFS. El objetivo general de este trabajo es proponer una metodología que permita comprender el funcionamiento de la producción rural en ecosistemas boscosos. A través de integrar los conocimientos existentes sobre estos sistemas productivos en diversas regiones clave del país, esto nos permitirá detectar los vacíos de información que permitan fijar prioridades de investigación. Esta propuesta metodológica se da en el marco del proyecto de INTA PNFOR 1104081 “Manejo sustentable de sistemas de bosques nativos” y sus proyectos específicos a) PNFOR-1104082 “Herramientas para contribuir al manejo y el uso múltiple sustentable de bosques nativos” y b) PNFOR-1104083 “Manejo de sistemas silvopastoriles en bosques nativos”.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para abordar esa complejidad se propone por una parte diseñar modelos dinámicos de simulación cuali - cuantitativos a nivel de predio, identificando subsistemas de acuerdo a las actividades productivas y los recursos naturales involucrados. Por otra parte y de acuerdo a estos subsistemas se plantea realizar una clasificación y selección de indicadores de sustentabilidad de acuerdo a Rusch *et al.* (2004). Luego clasificar estos indicadores de acuerdo al subsistema predial con el que se encuentra relacionado y

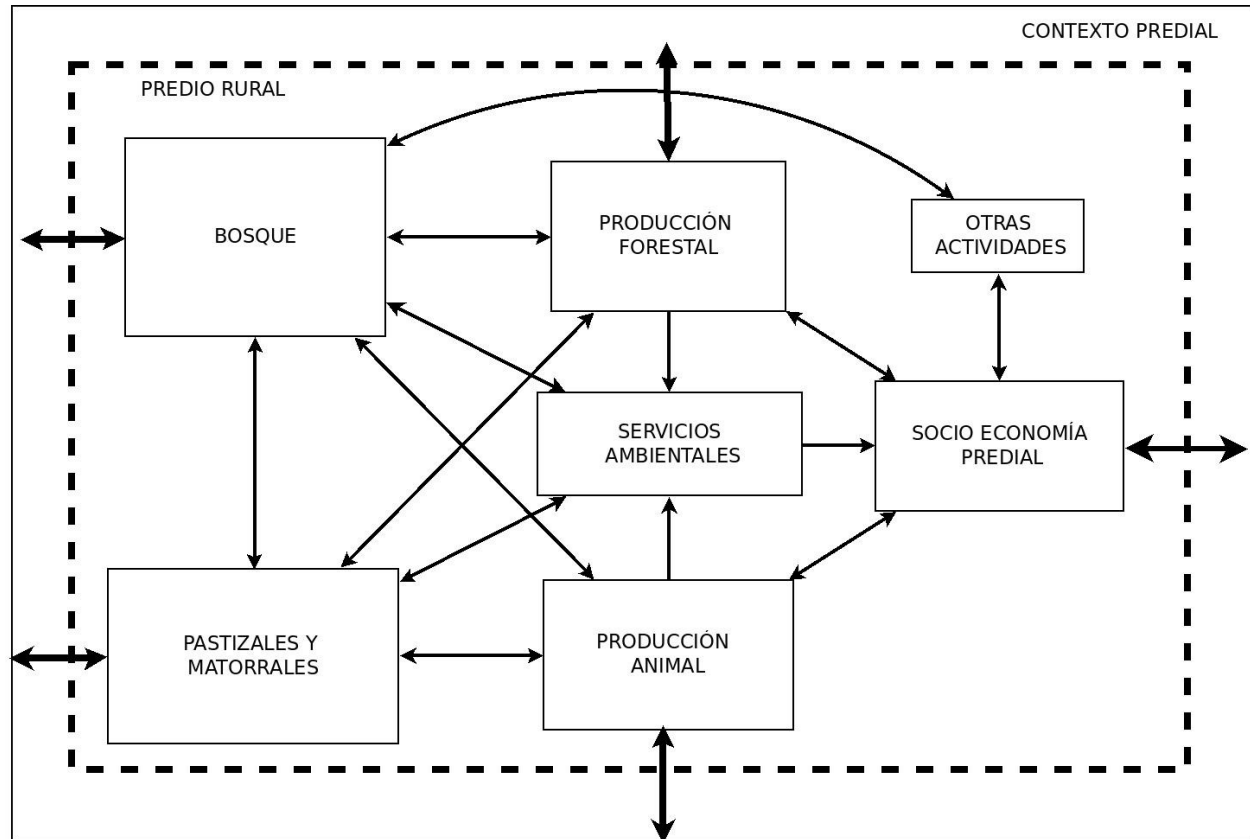
adaptarlos para dar cuenta de cómo la implementación de distintas actividades productivas afectan el MFS.

Para el modelo que aquí se propone los límites están definidos en dos aspectos, por un lado está el límite geográfico del predio, y por otro las actividades productivas que en él se desarrollan. El límite geográfico define unívocamente cuáles son los recursos naturales disponible para la producción rural en ese predio. El segundo límite del modelo está definido por aquellas actividades que son relevantes para su socio - economía. En este sentido se considera al predio como una unidad de manejo integrada, con interrelaciones entre la producción y los recursos naturales. Sin embargo, no son sistemas cerrados, ya que tanto la dinámica ambiental, productiva y socio económica, presenta flujos de información y materia desde y hacia el entorno (Figura Nro. 2).

En primer lugar hay que reconocer que dada la complejidad de la representación del modelo, este puede describirse con mayor precisión como un sistema. Donde existen distintos elementos en él, que se relacionan entre sí, con retroalimentaciones que imprimen un carácter dinámico al mismo. Para esto se identificarán los principales subsistemas. Estos son partes del modelo, y son sistemas en sí mismos, y abordan la complejidad de una parte, que por organización, comprensión y para orientar el manejo se han identificado de forma preliminar como: Bosque, Pastizal/Matorral, Producción forestal, Producción animal, Economía predial y Servicios ambientales (Figura Nro. 2)

Para elaborar el modelo conceptual se considerará de forma preliminar un predio donde se realicen múltiples actividades productivas rurales, como ejemplo se podría incluir la ganadería, y los impactos que el manejo de esta pueda ocasionar sobre los recursos naturales, y describir de que forma el manejo forestal, silvo agroforestal o silvo pastoril afecta a la economía del predio. Se considera que el predio tiene una determinada superficie de bosques y pastizales, y estas pueden variar a costa de reducir la superficie del otro, como por ejemplo debido a la intensificación del pastoreo en áreas boscosas o viceversa aumentando la superficie de bosque dejando que el bosque regenere natural o artificialmente mediante la exclusión temporal del ganado. Todas las actividades productivas tienen por un lado un impacto sobre los recursos naturales y por otro una estrecha relación con la economía del predio.

Figura Nro. 2. Diagrama preliminar de subsistemas relevantes para el MFS a nivel de



predio.

Se propone incluir en el modelo aspectos de la dinámica propia de los sistemas biológicos (tasas de regeneración, crecimiento, mortandad), y su relación con las variables claves que modifican esa dinámica; pudiéndose incluir los modelos de estados y transiciones (METs) que subrayan la capacidad del sistema a retornar a estados de menor degradación, ligando la estructura del bosque a las funciones servicios que él provee. (Lopez *et al*, 2013). También aspectos socio - económicos y productivos ligados a la toma de decisiones del productor (económicas, culturales). A su vez, y se incorporarán los aspectos ambientales, como el efecto del manejo en la calidad del agua y el mantenimiento de la biodiversidad entre otros.

Para ejemplificar aspectos del modelo, una variable de estado como el ingreso del predio crecerá o disminuirá de acuerdo a las ganancias generadas por la actividades productivas y o a las erogaciones necesarias para realizar el manejo del predio. La dinámica del rodeo estará ligado al número inicial de animales, a las tasas reproductivas y ventas, además la condición del ganado dependerá de la disponibilidad



de forraje aportado por los pastizales, por el subsistema boscoso o por compras de forraje. De la misma forma el bosque será función de la tasa de regeneración o plantación, tasas de crecimiento, tasas de cosecha o mortandad. Los daños por ramoneo, serán un punto crítico, y la intensidad del ramoneo o su efecto serán relacionado con el tamaño del rodeo, o las alternativas de forraje disponible.

Las variables a emplear serán entonces aquellas relacionadas a la dinámica del sistema natural (regeneración, crecimiento, mortandad) y el efecto del manejo sobre el mismo, las relacionadas al manejo realizado en el predio (tasas de extracción de los diferentes componentes, momentos y formas); variables socioeconómicas (volúmenes de extracción, precios, costos) y ambientales (tanto mediante mediciones directas de las mismas –calidad de agua y protección de cuencas, calidad de hábitat para especies claves y de alto valor para la conservación, conectividad) como de las pautas de manejo que asegurarían niveles aceptables. Las relaciones de las variables, aspecto para el que existe incertidumbre, podrían ser foco de las investigaciones que se promuevan dentro y junto al proyecto. Para ello, se planteará como ejes de trabajo, tanto el mecanismo de “Manejo adaptativo” como investigaciones de aspectos particulares dirigidos ambos a aumentar la precisión de las relaciones entre las variables del modelo.

## BIBLIOGRAFÍA

CASTAÑEDA F. 2000. Criterios e indicadores de la ordenación forestal sostenible: procesos internacionales, situación actual y perspectivas. Unasylva No. 203. Revista Internacional de Silvicultura e industrias forestales. Vol. 51 2000/4.

GALLO L, LETOURNEAU F., B. VINCETI, 2004, A modelling case study: options for FGR management in Araucaria araucana ecosystems. Pp 187-208 En: Challenges in managing forest genetic resources for livelihoods examples from Argentina and Brazil. Vinceti, B., W. Amaral and B. Meilleur. 2004. International Plant Genetic. Resources Institute, Rome, Italy. ISBN 92-9043-667-0.

LOPEZ, D.; RUSCH V., CABALLERO. L. 2013. El modelo de estados y transiciones como herramienta para la aplicación de la ley 26331. Actas IV Congreso Forestal. Argentino y Latinoamericano. Iguazú 24-26 de septiembre 2013.

MINAGRI. Plan ganadero. [http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/ganaderia/plan\\_ganadero/index.php](http://www.minagri.gob.ar/SAGPyA/ganaderia/plan_ganadero/index.php)

MONTREAL PROCESS CRITERIA AND INDICATORS FOR THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE MANAGEMENT OF TEMPERATE AND BOREAL FORESTS. 2009 Technical notes on implementation. Criteria 1-7 third Edition. Pp. 100.

[http://www.montrealprocess.org/documents/publications/techreports/2009p\\_2.pdf](http://www.montrealprocess.org/documents/publications/techreports/2009p_2.pdf)

RUSCH V. ROVETA R., PERALTA C., MÁRQUES B., VILA A., SARASOLA M., TODARO C., BARRIOS D., 2004. Indicadores De Sustentabilidad En Sistemas Silvopastoriles Capítulo 1 : Formulación de indicadores Informe final, PIARFON BAP 2004-2005.

SCHLICHTER T., MENÉNDEZ J., TESOLIN O, BURKART R.y otros. 2002. Primer reporte Argentino para el Proceso de Montreal.

Pp91. <http://www.montrealprocess.org/documents/publications/general/2003/2003argentina.pdf> )

SUDERLIN W.D., RODRÍGUEZ J.A. 1996. Cattle, Broadleaf forests and the agricultural modernization law of Honduras: The case of Olancho. 1996 CIFOR, Occasional paper no 7 (E). pp 1-33. [http://www.cifor.org/publications/pdf\\_files/OccPapers/OP-07.pdf](http://www.cifor.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-07.pdf)

WHITE, R. K., R. W. VANKEUREN, L. B. OWENS, W. M. EDWARDS, AND R. H. MILLER. 1983. Effects of livestock pasturing on non-point surface runoff. Project Summary, Robert S. Kerr Environmental Research Laboratory, Ada, Oklahoma. EPA-600/S2-83-011. 6p.

WOLFSLEHNER B., VACIK H., LEXER M., WÜRZ A., HOCHBICHLER E., KLUMPP R. SPÖRK J. 2003. A System Analysis Approach for Assessing Sustainable Forest Management at Forest Management Unit Level. Paper submitted to XII World Forestry Congress, Quebec City Canada. <http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/0690-B4.HTM>