



European-Latin American Project on Co-innovation of Agro-ecoSystems **EULACIAS**

Breaking the spiral of unsustainability in arid and semi-arid areas in
Latin America using an ecosystems approach for co-innovation of
farm livelihoods

Specific targeted research project under FP6 International Cooperation – Developing Countries.
1 February 2007 – 31 January 2010. Contract no. 032387

NEWSLETTER; internal version

January 2009

Items in this Newsletter

- Ecosystem Modeling Toolkit of EULACIAS

Contact: office.eulacias@wur.nl

This newsletter provides an overview of the modeling efforts that have been carried out so far for the Ecosystem Modeling Toolkit of EULACIAS. In the last year of the project also the outputs of the scenario studies performed in WP4 will serve as input for exploratory studies with the Ecosystem Modeling Toolkit.

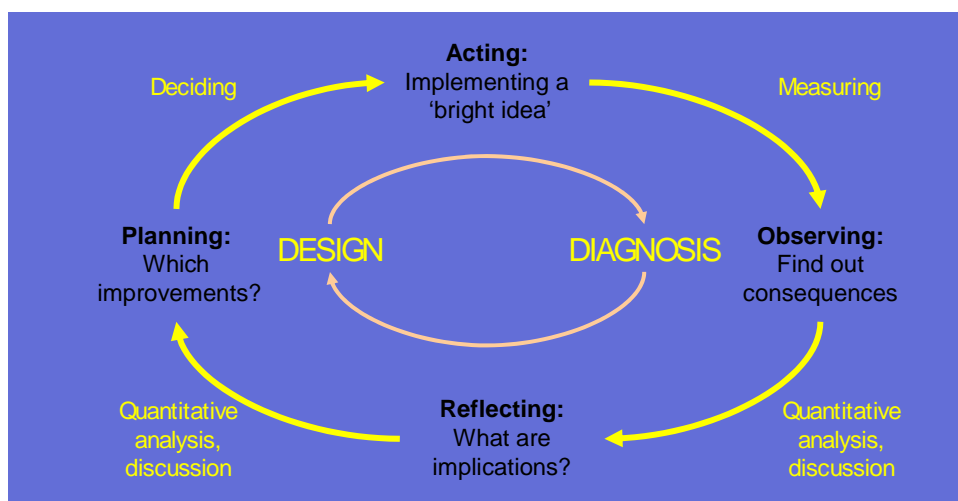
Esta Newsletter proporciona una visión global de los esfuerzos en modelización que se han llevado a cabo hasta ahora para el Ecosystem Modeling Toolkit de EULACIAS. En el último año del proyecto los productos de los estudios de escenarios realizados en el WP4 servirán como insumos para los estudios exploratorios con el Ecosystem Modeling Toolkit.

The role of modeling

In EULACIAS models play a role in supporting learning that is part of the project's co-innovation framework. The tools in the Ecosystem Modeling Toolkit developed by the project can be classified as diagnostic tools and design tools, depending on their use and phase of the project.

El papel de la modelización

En EULACIAS, los modelos juegan el rol de apoyar el aprendizaje que es parte del marco de trabajo del proyecto de co-innovación. Las herramientas en el Ecosystem Modeling Toolkit desarrolladas por el proyecto, pueden ser clasificadas como herramientas de diagnóstico y herramientas de diseño, dependiendo de su uso y fase en el proyecto.



The diagnosis tools consist of databases and models. The databases store farm information of case study farms, related to field, herd and farm management, cropping, nutrient flows and socio-economic characteristics (labor, costs, returns, etc.). Agro-ecological evaluation models are used in the diagnosis phase to quantify phenomena that are more complex and evolve over longer time scales, such as organic matter dynamics and erosion. The evaluation models can also be applied in the design phase to simulate the consequences of alternative farming system designs that can be generated as new combinations of existing practices, but can also include innovative practices.

Las herramientas de diagnóstico consisten en bases de datos y modelos. Las bases de datos almacenan la información del predio piloto, relacionadas al predio, stock de ganado y manejo del predio, manejo de cultivos, flujo de nutrientes y características socio-económicas (mano de obra, costos, ingresos, etc.). La evaluación agro-ecológica de los modelos, es usada en la fase de diagnóstico para cuantificar los fenómenos que son más complejos y que evolucionan en escalas de tiempos mayores, tales como la dinámica de la materia orgánica y la erosión. Los modelos de evaluación, también pueden ser aplicados en la fase de diseño, para simular las consecuencias de los diseños de predio alternativos, que puedan ser generados a partir de prácticas ya existentes, pero también pueden incluir prácticas innovadoras.



Model use and re-use

Over the last decades many databases and models have been developed to support cropping, animal husbandry and farming systems analysis. In EULACIAS we attempt to re-use before developing new tools. Examples of existing models that are applied in EULACIAS with minimal adjustments are FRUPAT and OPTIFROP (Table 1), which have been designed for cherry growing systems in Argentina. The same holds for the rotation generation and evaluation tools (ROTAT and others) for vegetable cropping systems in Uruguay, and the AGROPECSTAR database for dairy farming systems in Mexico.

Utilización y re-utilización de modelos

En las últimas décadas, muchas bases de datos y modelos han sido desarrollados para apoyar el manejo de cultivos, cría de ganado y análisis de sistemas prediales. En EULACIAS se intenta reutilizar herramientas, antes de crear nuevas. Algunos ejemplos de modelos existentes que son aplicados en EULACIAS, con mínimos ajustes son FRUPAT y OPTIFROP (Tabla 1), los cuales fueron diseñados para sistemas de producción de cerezas en Argentina. Lo mismo sucede con las herramientas de generación y evaluación de rotaciones (ROTAT y otras) para cultivos hortícolas en Uruguay, y la base de datos AGROPECSTAR para sistemas lecheros en Méjico.

Table 1. Tools in the Ecosystem Modeling Toolkit developed by the EULACIAS project categorized according to their purpose (diagnosis or design) and the case study area in which they are used. Names of re-used tools are underlined.

Tabla 1. Herramientas en el Ecosystem Modeling Toolkit desarrolladas por el proyecto EULACIAS, clasificadas de acuerdo a su propósito (diagnóstico o diseño) y el área donde son utilizadas en cada estudio de caso. Los nombres de las herramientas que han sido re-utilizadas están subrayados.

Case study	Farm diagnosis		Farm design
	Database	Agro-ecological model	Whole-Farm Model
Argentina	INFOCHACRA	Wind Erosion	<u>FRUPAT/OPTIFROP</u>
Uruguay	SIGEFAM	<u>ROTYIELD</u> <u>ROTSOM</u> <u>ROTATION</u> <u>NDICEA</u>	<u>ROTAT/Farm IMAGES</u> Farm STEPS
Mexico	AGROPECSTAR	<u>FARM</u> <u>LIVSIM</u>	Farm DESIGN

Tools for cherry production systems

INFOCHACRA

For the Argentinean case, a database called INFOCHACRA has been specifically developed in the framework of EULACIAS. It is based on bookkeeping registers with which most of the growers were familiar, improving the chances of adoption not only by technicians, but also as a farmer-level tool. INFOCHACRA allows loading and systematizing farm-level information of cherry (oriented) farms.

Wind erosion

For the Argentinean case study, an important sustainability indicator will be wind erosion. The wind removes soil particles, organic matter and nutrients and consequently reduces the soil productivity in the source areas. Besides soil degradation, wind erosion may cause direct crop damage, pollution and other side-effects and economic drawbacks. Wind erosion tools will include a GIS-based farm-map with several information layers for relative wind reduction map (due to crops and windbreaks), erodability map and a relative crop performance map.

FRUPAT and OPTIFROP

FRUPAT was developed for calculating input and output coefficients of fruit production systems in South Patagonia, but now also includes non-fruit activities to analyze farm diversification. It may be used as a stand-alone tool for what-if analysis or as an intermediate step for explorative analyses using OPTIFROP, which enables exploration of consequences of different strategic decisions at farm scale as a function of objectives of stakeholders, using a scenario approach to account for changes in external conditions.

Herramientas para los sistemas de producción de cerezas

INFOCHACRA

Para el caso argentino, una base de datos llamada INFOCHACRA ha sido específicamente desarrollada en el marco del proyecto EULACIAS. Está basada en registros de contabilidad, con los cuales la mayoría de los productores estaban familiarizados, mejorando las oportunidades de adopción, no solo para los técnicos, sino también como una herramienta de utilización a nivel predial. INFOCHACRA permite cargar y sistematizar información predial de predios cuya producción predominantemente es la de cerezas.

Erosión eólica

Para el estudio de caso argentino, un importante indicador de sustentabilidad será la erosión eólica. El viento remueve partículas del suelo, materia orgánica y nutrientes, provocando la disminución de la productividad del suelo. Además de la degradación del suelo, la erosión eólica causa daño directo a los cultivos, polución, otros efectos colaterales e inconvenientes económicos. La herramienta para la simulación de la erosión eólica, incluirá un mapa predial basado en el GIS, con varias capas de información para mapas de reducción relativa del viento (debido a cultivos y cortinas rompe-vientos), mapa de erodabilidad y mapa de performance relativa de cultivos.

FRUPAT y OPTIFROP

FRUPAT fue desarrollado para calcular los coeficientes de ingresos y egresos de los sistemas de producción de frutas en la Patagonia Sur, pero ahora también incluye actividades no frutícolas para analizar la diversificación predial. Podría ser utilizada como una herramienta autónoma para análisis del tipo "qué pasa si", o como un paso intermedio en análisis explorativos utilizando OPTIFROP, el cual habilita la exploración de las consecuencias de diferentes decisiones estratégicas a escala predial, en función de los objetivos de los tomadores de decisiones, utilizando el enfoque de escenarios para contabilizar cambios en las condiciones externas.

Tools for dairy farming systems

AGROPECSTAR

For the Mexico case study an existing data management system has been selected to support data collection on the selected dairy farms. This system has been developed since 1997 in close cooperation with farmers, farm advisors and farmer organizations. Therefore, it has been designed to match the requirements of the farmers, and modules relevant for dairy farming systems and sustainability indicators have been added.

LIVSIM

LivSim (Livestock Simulator) is a dynamic simulation tool used for the analysis of the critical points in the feeding and production patterns on livestock farms throughout the year. LIVSIM simulates the performance of individual animals in time according to their genetic potential and feeding. Decision variables represent different management strategies related to feeding and reproduction. Productivity is assessed with number of offspring, milk production, weight gain and manure production.

FARM and Farm DESIGN

FARM is a static model to calculate flows of N, P and K to, through and from a farm, the feed balance, the amount and composition of manure, labour distribution and economics. The output of FARM helps to understand interactions among farm components and allows what-if analyses of changes in farm organisation and structure. In Farm DESIGN it has been linked to an algorithm to generate alternative management options that could improve the farm performance.

Tools for vegetable production systems

SIGEFAM

The diagnostic data of vegetable farming systems in Uruguay are stored in the SIGEFAM database (which in Spanish stands for Sistema de Información para Gestión de Explotaciones Familiares Hortícolas). The database has been designed to register farm activities, soil characteristics and all purchases and sales of the farm. This enables the user to generate the value of the economic sustainability indicators, based on balances of costs, revenues and cash flows, of the 16 farms that are studied in detail in the project.

Herramientas para sistemas lecheros

AGROPECSTAR

Para el estudio de caso mejicano, un sistema existente de manejo de datos fue seleccionado para apoyar la recolección de datos en los predios pilotos lecheros. Este sistema se ha venido desarrollando desde 1997, en estrecha cooperación con los productores, técnicos y organizaciones de productores. Por lo tanto, ha sido diseñada para satisfacer los requerimientos de los productores, y se le han agregado módulos relevantes para los sistemas de producción lechera e indicadores de sustentabilidad.

LIVSIM

LivSim (Livestock Simulator, Simulador de ganado), es una herramienta de simulación dinámica, utilizada para el análisis de puntos críticos en los patrones de alimentación y producción de predios ganaderos a lo largo de todo un año. LIVSIM simula la performance de animales individuales en el tiempo de acuerdo a su potencial genético y a la alimentación. Las variables de decisión representan diferentes estrategias de manejo relacionadas a la alimentación y reproducción. La productividad es evaluada a través del número de crías, producción de leche, ganancia de peso y producción de estiércol.

FARM y Farm DESIGN

FARM es un modelo estático para calcular los flujos de N, P, y K, hacia, a través de y desde un predio, el balance alimenticio, la cantidad y composición del estiércol, distribución de la mano de obra y economía. El producto de FARM ayuda a entender las interacciones entre los componentes prediales y permite un análisis del tipo "qué pasa si", de los cambios en la organización y estructura predial. En Farm DESIGN se han unido a un algoritmo para generar opciones alternativas de manejo, que puedan mejorar las performances de los predios.

Herramientas para sistemas de producción hortícolas

SIGEFAM

Los datos de diagnóstico de los sistemas de producción hortícola en Uruguay, se almacenan en la base de datos SIGEFAM (Sistema de Información para Gestión de Explotaciones Familiares Hortícolas). La base de datos ha sido diseñada para registrar las actividades prediales, las características del suelo y todas las compras y ventas del predio. Esto habilita al usuario a generar el valor económico de los indicadores de sustentabilidad, basado en un balance de costos, ingresos y flujos de caja, de los 16 predios que son estudiados en detalle en el proyecto.

ROTYIELD, ROTSOM and ROTEROSION

The results of rotation evaluation models are the basis for subsequent calculation of input-output coefficients of rotations generated with ROTAT or FarmSTEPS. ROTYIELD estimates the yield of each crop in each production activity, as shown in the figure below.

$$\text{Actual yield} = \text{Potential yield} \times (1 - RF_1) \times \dots \times (1 - RF_n)$$

The potential yield is the maximum yield of each crop estimated with data from experiments or crop growth simulation models. The reduction factors ($RF_1 \dots RF_n$) are related to individual cropping frequency and crop management.

$$\text{Rendimiento actual} = \text{Rendimiento potencial} \times (1 - FR_1) \times \dots \times (1 - FR_n)$$

ROTSOM is a simulation model designed to estimate the effect of crop rotations on long-term (i.e., more than 15 years) dynamics of soil organic matter. The simulation model combines decomposition of the initial soil organic matter with the decomposition of all organic residues added to the soil during the simulation period.

ROTEROSION predicts soil erosion by water under crop rotations using the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). The RUSLE equation predicts long time average annual soil loss resulting from raindrop splash and runoff as a function of slope and land management system.

NDICEA

NDICEA simulates water and nitrogen dynamics in two soil layers with a time step of a week, to study the availability of nitrogen in a crop rotation. The model includes a water balance and inorganic nitrogen balance. Crop nitrogen uptake is based on actual yield data, and follows a target-oriented approach.

ROTYIELD, ROTSOM y ROTEROSION

Los resultados de los modelos de evaluación de rotaciones, son la base para el subsiguiente cálculo de coeficientes de ingreso-egreso, de las rotaciones generadas con ROTAT o FarmSTEPS. ROTYIELD estima el rendimiento de cada cultivo en cada actividad productiva, como se muestra en la siguiente figura.

El rendimiento potencial es el máximo rendimiento de cada cultivo, calculado a partir de datos experimentales o de modelos de simulación de crecimiento. Los factores de reducción ($FR_1 \dots FR_n$), están relacionados a la frecuencia de cultivos individuales y al manejo del cultivo.

ROTSOM es un modelo de simulación diseñado para estimar el efecto de las rotaciones de cultivos, en la dinámica de la materia orgánica del suelo en el largo plazo (por ejemplo, más de 15 años). El modelo de simulación combina, la descomposición de la materia orgánica inicial del suelo, con la descomposición de todos los residuos orgánicos agregados al mismo, durante el período de simulación.

ROTEROSION predice la erosión hídrica de los cultivos en rotación, utilizando la ecuación RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation). La ecuación RUSLE, predice las pérdidas anuales promedio de suelo en el largo plazo, producidas por la incidencia del golpe de la gota de lluvia y el escurrimiento, en función de la pendiente y del sistema de manejo del suelo.

NDICEA

NDICEA simula la dinámica del agua y del nitrógeno en dos capas de suelo, con un intervalo de tiempo de una semana, para estudiar la disponibilidad de nitrógeno en una rotación de cultivos. El modelo incluye un balance de agua y balance de nitrógeno inorgánico. La absorción de nitrógeno del cultivo se basa en los datos actuales de rendimiento, y sigue un enfoque de orientación por objetivos.

ROTAT and Farm IMAGES

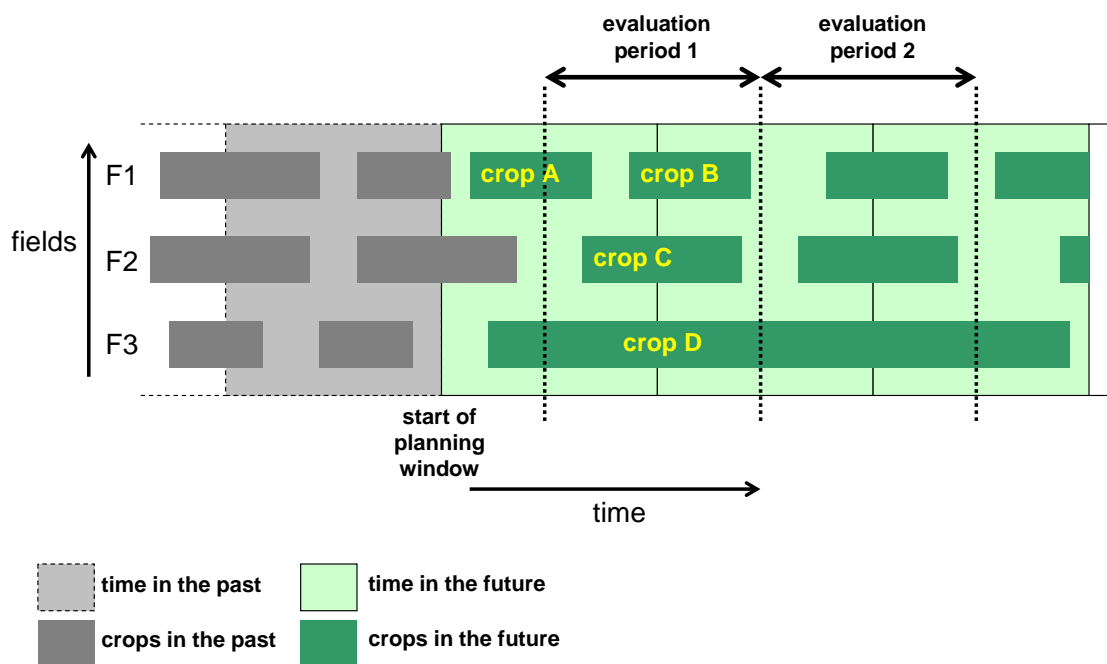
Farm IMAGES is a mixed integer linear programming model. The model may be used to allocate production activities related to crop rotations to a farm with land units differing in soil quality, while maximizing or minimizing socio-economic and environmental objectives, subject to constraints at the farm level. Production activities comprise current practices as well as activities new to a case study area, which can be generated with ROTAT and associated rotation evaluation tools. ROTAT combines crops to generate rotations using agronomic feasibility filters that are based on expert knowledge on cropping systems.

ROTAT y Farm IMAGES

Farm IMAGES es un modelo de programación lineal multicriterio que utiliza variables enteras y continuas. El modelo podrá ser utilizado para ubicar actividades productivas, relacionadas a rotaciones de cultivos, a un predio con unidades de suelo que difieren el calidad de suelo, mientras se maximizan o minimizan objetivos socio-económicos y medioambientales, sujeto a las restricciones a nivel predial. Las actividades productivas comprenden actividades actuales, así como actividades nuevas en el estudio de caso, las cuales pueden ser generadas con el ROTAT y con otras herramientas de evaluación de rotaciones asociadas. ROTAT combina cultivos para generar rotaciones, utilizando filtros de viabilidad agronómica que están basados en conocimiento experto de los sistemas de cultivos.

Farm STEPS

Farm STEPS is a design tool that allocates crops to fields defined in a GIS and enables the visual and spatially explicit presentation of crops, their inputs and outputs. The figure below shows an example cropping sequence planned on 3 fields (F1, F2 and F3) for 2 evaluation periods starting at day 182 with duration of 365 days.



Farm STEPS

Farm STEPS es una herramienta de diseño que ubica cultivos en los campos definidos en un GIS y habilita la presentación visual y espacial explícita de los cultivos, con sus ingresos y egresos. La figura siguiente muestra un ejemplo de secuencias de cultivos planificadas en 3 parcelas (P1, P2 y P3) para dos períodos de evaluación los cuales comienzan el día 182, con una duración de 365 días.

