

Herramientas de simulación para la capacitación y educación en planificación agropecuaria y agroindustrial

Mangudo, P.A.; Ponssa, E.; Arroqui, M.*; Machado, C.F.

Facultad Ciencias Veterinarias, UNCPBA, Tandil, Argentina.

**Becario CONICET*

Paraje Arroyo Seco, Campus Universitario, (7000) Tandil, Argentina. cmachado@vet.unicen.edu.ar

Resumen

El presente trabajo tiene como objetivo sintetizar algunos desarrollos existentes y en progreso de herramientas de simulación orientadas a la capacitación y docencia del sector agropecuario y agroindustrial de un grupo interdisciplinario universitario. Además de una descripción de sus funcionalidades, se muestran pruebas alentadoras de alguna incluyendo también su aplicación en educación a distancia. Además de la calidad necesaria de las herramientas de simulación, se destaca que las mismas deben encajar dentro de las estrategias pedagógicas de los docentes y en algún caso también debe haber una adaptación institucional que facilite su adopción e utilización eficiente.

Palabras Clave

Sistemas, RRHH, ganadería, industria, decisión, educación

Introducción

El sector agropecuario, de gran relevancia en PBI nacional y en la generación de empleo, está compuesto subsistemas biofísicos (suelo, forraje, cultivos, forestación, animales), económicos y sociales, con múltiples interacciones y gran dinamismo por efecto del manejo, clima y mercados. El fenómeno de cambio climático y sus implicancias es otro factor que introduce cambios al sector (Urcola et al. 2010). En este contexto la capacidad en gestión de la información (Magne and Cerf 2009) y la incorporación de aspectos cualitativos (McCown 2002; Nuthall 2010) resultan clave para asistir a mejores decisiones en condiciones de riesgo. Por lo tanto, se requiere crecientemente que los RRHH tengan competencias para gestionar mayor cantidad información y de forma más eficiente para colaborar en la producción, el gerenciamiento y la toma de decisión empresarial. Sobre esta necesidad, diferentes autores (Boone 1990; Koontz et al. 1995; Vennix 1999) mencionan que los entornos de aprendizaje donde se privilegia un enfoque orientado a la solución de problemas resultan de mayor efectividad.

En nuestro país se ha mencionado a la falta de integración sistémica de contenidos como un déficit frecuente en la formación agropecuaria, que ocasiona una visión estática de los sistemas a través de la mera yuxtaposición de conceptos estáticos (IICA 1998; CONEAU 2006). En este sentido, se ha mencionado que la formación tecnológica debe necesariamente efectuar una integración inteligente entre la incorporación de “contenidos” y el desarrollo de “habilidades” (Baum et al. 2008). Con este objetivo, entre otras posibles estrategias pedagógicas y complementarias, se ha usado exitosamente herramientas de simulación para educar en sistemas dinámicos e interrelacionados (Milrad et al. 2000;

Sterman 2000). Nuestro grupo interdisciplinario ha desarrollado previamente algunas herramientas de simulación de procesos biológicos acotados, tales como la reproducción vacuna (Machado et al. 2009) y ovina (Catalano et al. 2009).

El presente trabajo se orienta a describir de forma resumida la estructura y funcionalidad general de algunas herramientas de simulación y planificación productiva y económica disponibles dentro de nuestro grupo así como otras en desarrollo, consignando las experiencias de uso preliminar en los casos que se avanzó hasta ese punto.

Herramientas, estructura y usos

1) Simulador web clima-dependiente y basado en reglas de manejo de una empresa agropecuaria (SIMUGAN)

SIMUGAN (Machado et al. 2010) es un sistema orientado a investigación de sistemas agropecuarios, se implementó en Java, OpenLazlo (www.openlaszlo.org) y Spring Framework (www.springframework.org). Espacialmente, el modelo opera a nivel de parcelas de pastoreo dentro de potreros y animales individuales dentro de rodeos. El modelo está estructurado en tres módulos o subsistemas principales, uno biofísico, uno de reglas de manejo (decisión) y uno económico. En el subsistema biofísico los componentes modelados son: crecimiento de pastura, consumo de pastura, reserva forrajera y grano (cuando corresponda), composición de la dieta, crecimiento animal, reproducción, asignación de alimento, ensilado, compra y venta de animales. Además, trabaja en un esquema de pastoreo rotativo, donde el consumo, el cambio de peso vivo y la respuesta reproductiva son resultados de la simulación. El consumo de forraje y energía son estimados diariamente a partir de las características de la pastura, disponibilidad de lámina, tallo y muerto, suplementos (si los hubiera) y características del animal, demanda metabólica y capacidad digestiva. Los animales también El desempeño animal es estimado para cada animal individualmente basado en el consumo de energía metabolizable (NRC, 1996). Los cultivos agrícolas requieren el diseño de rotaciones de uso del suelo, que son aplicadas a los potreros seleccionados. Se requiere definir los rindes esperados (o una distribución probabilística) de los cultivos, ya que no están modelados biológicamente, pero sí sus consecuencias económicas. El módulo de reglas de manejo es el encargado de la aplicación de acciones contingentes sobre el uso de los potreros y sobre los animales o el rodeo en su conjunto, de acuerdo con criterios antes definidos por el usuario. El subsistema económico permite el estudio de las estrategias procesando indicadores económicos, financieros, e impositivos. El modelo fue financiado parcialmente por un PICT SU 184/07. Este producto está siendo utilizado en diferentes tesis de dominio agropecuario, tanto en grado (1 finalizada y 2 en marcha) en maestría (1 finalizada y 1 en desarrollo) y en doctorado (5 en desarrollo). También fue utilizado en 1 maestría en negocios aplicados (MBA). En cuanto a ingeniería de sistemas, se han culminado 4 tesis de grado y está en desarrollo 2 tesis de doctorado.

SIMUGAN permite evaluaciones de planteos ganaderos a nivel de establecimiento, sobre diferentes escalas de tiempo (desde día a años) y bajo diferentes escenarios, que se pueden guardar, modificar y simular nuevamente (Figura 1). El sistema, al ser Web posibilita una administración jerarquizada, que permite el diseño de privilegios de operación para la aplicación de estrategias educativas particulares, por ejemplo donde un profesor diseña un

escenario (con clima futuro desconocido por el estudiante), y donde el docente define tareas restringiendo que cosas pueden los estudiantes modificar. De esto modo, después discutir los resultados productivos y económicos de los estudiantes (decisor - productor) según los criterios de operación que aplicaron.

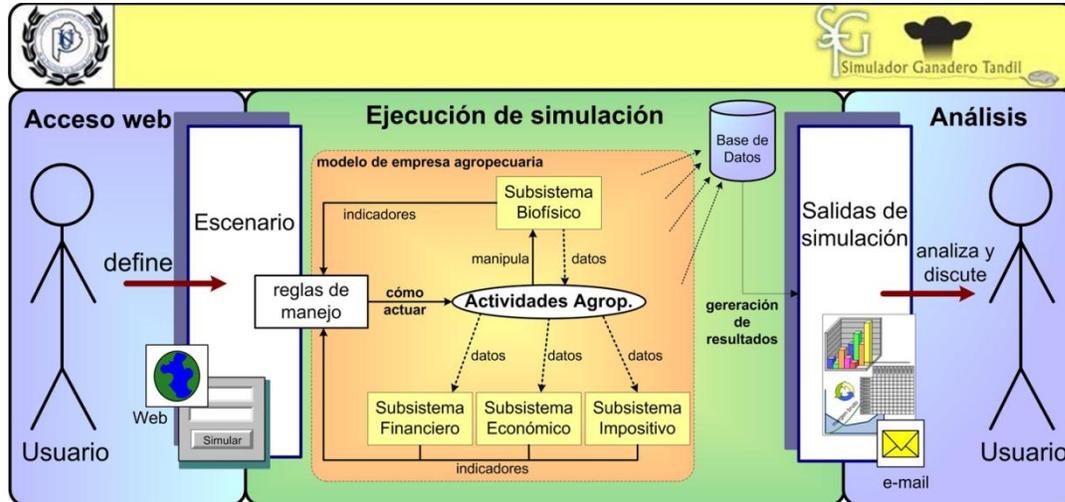


Figura 1: estructura general y funcionalidad de SIMUGAN

2) Planificador Ganadero de cría vacuna

Este instrumento surge como necesidad de interacción con profesionales agropecuarios en el marco de un programa formal de educación continua de la UNCPBA, prototipo en MS Excel® por 3 años (Ponssa et al. 2009) y desarrollado como herramienta de escritorio operable secuencialmente para una mayor facilidad de uso en forma de “wizard” asistente (Figura 2), utilizando una combinación de metodología ágil (Cockburn 2004) y diseño centrado en usuario (ISO-13407 1999), con enfoque de Programación Orientada a Objetos (POO) en el lenguaje Java SE. El planificador posibilita la planificación y sensibilización de una planificación productiva y económico de un sistema estabilizado de cría vacuna. Este producto es de escritorio, y ha sido probado exitosamente en cursos presenciales de capacitación para profesionales (8 hs.), 2 ediciones de un curso a distancia de gestión de la información ganadera de 4 meses (80 hs.) con casi 100 participantes de todo el país auspiciado por el Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina (IPCVA). La integración de simulación a los procesos de capacitación y enseñanza, tiene referencias positivas (Perry y Smith 2004; Sánchez Klinge et al. 2010). En nuestro caso, ante la consulta anónima, de si el Planificador había permitido una mayor comprensión de los contenidos del curso y facilitado el desarrollo de competencia en el análisis de alternativas productivas y económicas, el 94% de las respuestas (n= 64) en promedio de ambas ediciones contestó de forma positiva. Durante 2013 también se inició una prueba preliminar en escuelas medias agropecuarias, donde se consultó después de un ejercicio de utilización de 2 hs (n=60) por facilidad de operación y comprensión de resultados expresados en baja, media y alta, obtuvieron respuestas para alta de 100 y 85 %, sin ninguna respuesta como baja (Machado et al. 2013).

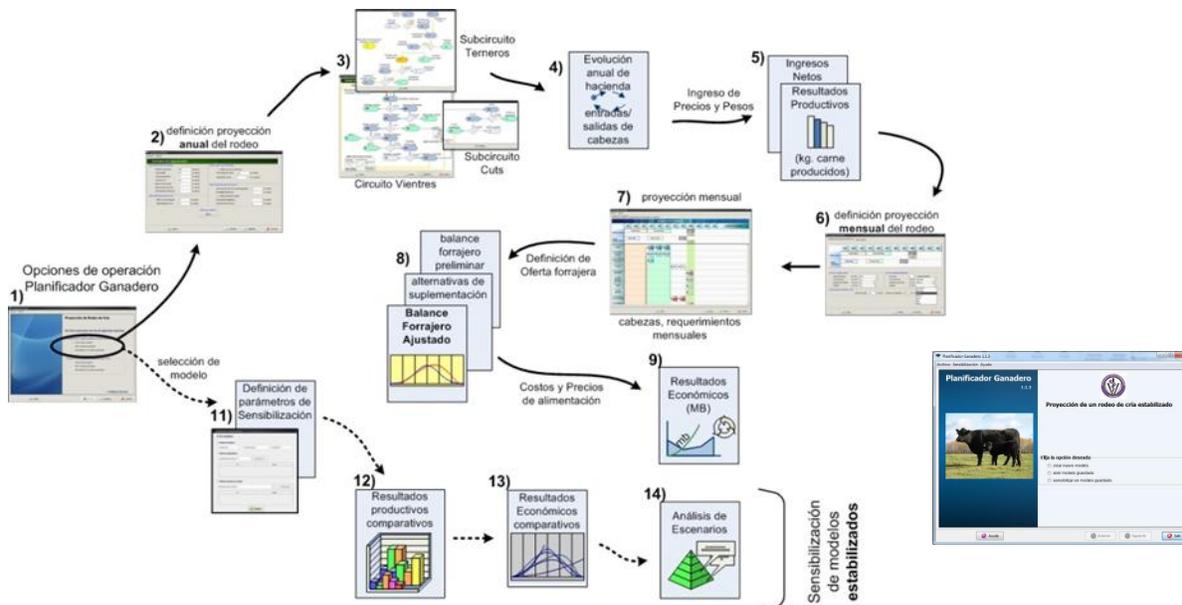


Figura 2: Mapa de navegación del Planificador de Cría Vacuna bajo la forma de “wizard” asistente (Machado and Berger 2012).

Siguiendo la misma metodología de “wizard” asistente, están en desarrollo un planificador de ciclo completo vacuno estabilizado interanualmente, un sistema no estabilizado entre años) de ciclo completo vacuno, y un planificador de un tambo (producción lechera), todos permitiendo articular balances forrajeras y económicos de diferentes planes de acción.

- 3) Planificadores Web con maquetas 3D: Criadero intensivo de cerdos y Fábrica de quesos.

Con un perfil más orientado al ambiente educativo, se ha desarrollado una herramienta web de un criadero intensivo de cerdos, basada en una maqueta 3D con la que el estudiante puede interactuar (Figura 3, izquierda) y también realizar estimaciones y simulaciones productivas y económicas en un panel específico (Figura 3, derecha). Los datos a ingresar y presentados cambian según el sector en que nos encontremos. Con la misma lógica de operación se ha desarrollado un planificador de una fábrica de quesos (Figura 4).



Figura 3: Planificador de un Criadero intensivo de cerdos

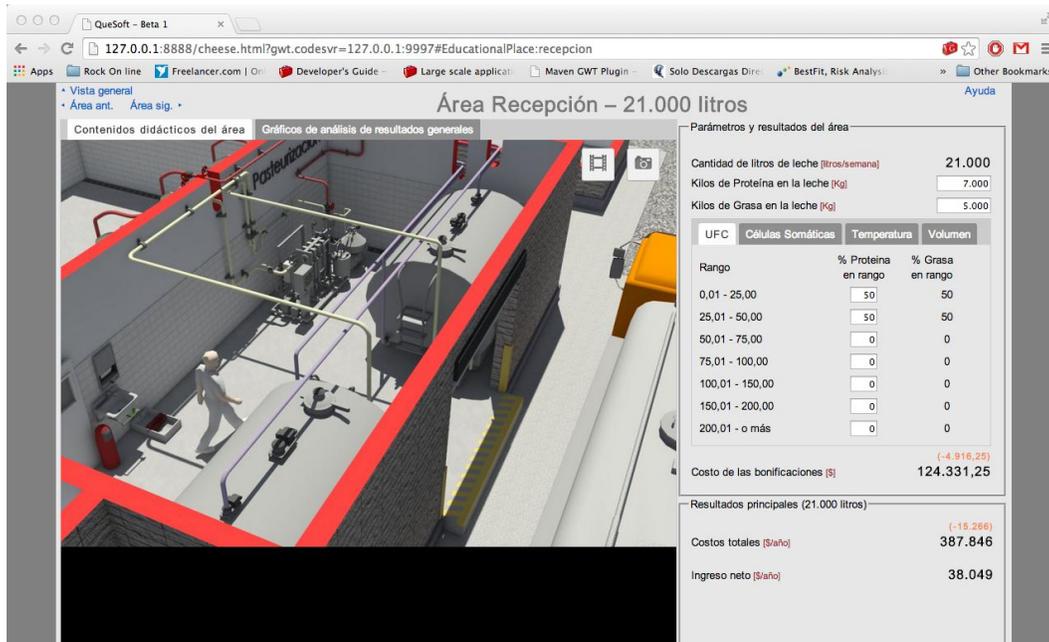


Figura 4: Planificador de una fábrica de quesos

4) Juego de la empresa agropecuaria

El estudio de la incorporación de juegos digitales a la estrategia educativa es tema de creciente interés (Foreman 2004; Van Eck 2006; Hwang 2012; Parrott et al. 2012). En este caso, dentro de nuestro grupo y con la utilización de Unity 3D (www.unity3d.com), se está avanzado en el desarrollo de un juego. En este caso, se ha avanzado en el desarrollo de las reglas y un prototipo inicial (Figura 5).



Figura 5: Apariencia del prototipo inicial

Comentario final y conclusiones

En el caso de Simugan (1) y el Planificador ganadero (2) las pruebas realizadas han generado resultados alentadores y con buen “feedback”. En el proceso de su utilización, los aspectos deficitarios han sido mejorados mediante 4 tesis de ingeniería de sistemas siguiendo una estrategia de diseño centrado en usuario. Las herramientas desde la 3 a la 5, más las nombradas dentro del planificador ganadero (2) como tambo y ciclo completo (en etapa de construcción), aún resta efectuarle pruebas con beta usuarios. Sobre estos puntos se han generado convenios con escuelas con las que ya se ha empezado a evaluar el planificador ganadero con buena respuesta (Machado et al. 2013).

El uso de herramientas como las mencionadas en este artículo para capacitación-docencia, han mostrado alta eficiencia al aplicarlos a situaciones de prácticas diarias, pero es muy importante que condensen conceptos relevantes a los sistemas reales. Por ejemplo, la utilización de las mismas para evaluar cómo determinadas decisiones impactan tanto en producción como en los resultados económicos, ha promovido alta motivación al aprendizaje (Perry and Smith 2004) y una mayor comprensión de la dinámica del sistema real (Daniele et al. 2005).

En el Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación “Argentina Innovadora 2020 (MINCyT 2009; MINCYT 2013), se menciona que los avances en Ciencia y Tecnología como las TICs (se incluye junto a la biotecnología y la nanotecnología) abren nuevas oportunidades para transformar la actividad agropecuaria de Argentina. Su articulación con la formación de recursos humanos del sector se incluye dentro de esas oportunidades.

Varios puntos resultan relevantes para una incorporación efectiva de este tipo de TICs a la educación. Por un lado, para facilitar su adopción las mismas deben utilizar y potenciar prácticas existentes de aprendizaje en las instituciones, incorporando la filosofía pedagógica de los propios docentes (Barton 2004). Por el otro, estas herramientas deben ofrecer a los estudiantes oportunidades de activa participación, responsabilidad, razonamiento y valoración de la información adecuada, en un contexto constructivista y de visión sistémica (Osborne and Hennessy 2003). Otro punto relevante es considerar posibles adaptaciones institucionales, ya que además de diseñar buenas herramientas informáticas, se debe disponer de estrategias que permitan liderar transformaciones organizativas “a partir de” y “con” las TIC (Breard et al. 2007). En este sentido, Programas de magnitud nacional como el Conectar igualdad (www.conectarigualdad.gob.ar/) ofrece múltiples estrategias de enriquecer los ámbitos formativos con TICs, y resulta una plataforma acorde para la prueba piloto de algunas de estas herramientas en la escuela media agropecuaria.

Agradecimientos

Al FONSOFT, FONCYT y FONARSEC de la ANPCyT-MCyT, que a través de diferentes apoyos competitivos han posibilitado estos desarrollos.

Contacto

Claudio Machado. UNCPBA, Facultad de Ciencias Veterinarias. Campus Universitario, Paraje Arroyo Seco, (7000) Tandil, Argentina. cmachado@vet.unicen.edu.ar

Referencias

- Barton R. 2004. Teaching Secondary Science with ICT. *Cambridge: Hill McGraw UK*: 159 p.
- Baum G, Nemirovksy A, Sabelli N. 2008. La Educación en Ciencia y Tecnología como Derecho Social en la economía del conocimiento. *XIII Congreso de Informática en la Educación*.
- Boone HN. 1990. Effect of level of problem solving approach to teaching on student achievement and retention. *Journal of Agricultural Education* **31**: 18-26.
- Breard G, Chiappe V, Guido S, Rodriguez L. 2007. La formación de capacidades vinculadas a tecnologías de información y comunicación (TIC) en las universidades argentinas: el soporte para el desarrollo de la sociedad del conocimiento. *Conferencia disponible en internet*: 1-17.
- Catalano R, Machado CF, Ferragut S, Teruel M. 2009. Desarrollo de una calculadora que permite cuantificar la respuesta reproductiva de ovejas en diferentes situaciones de manejo. *I Congreso Argentino de Agrolinformática Mar del Plata, Agosto*: 61-73.

- Cockburn A. 2004. Crystal Clear: A human-powered methodology for small teams. *Addison-Wesley*.
- CONEAU. 2006. Dimensión 2: planes de estudio y formación: 2.9. articulación e integración horizontal y vertical de los contenidos. *Guía de autoevaluación de Veterinaria y Medicina veterinaria, Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología*: 230 p.
- Daniele M, Angeli S, Solivellas D, Mori G, Greco C, Romero D, Pautasso M, Jofre E, Fischer S. 2005. Desarrollo de un software educativo para la enseñanza de la fotosíntesis. *Primeras Jornadas de Educación en Informática y TICs en Argentina*: 265-269.
- Foreman J. 2004. Game-Based Learning: How to Delight and Instruct in The 21st Century. *EDUCAUSE Review* **39**: 50-66.
- Hwang GJ, Wu, P.H. . 2012. Advancements and trends in digital game based learning research: a review of publications in selected journals from 2001 to 2010. *British Journal of Educational Technology*(43).
- IICA. 1998. La reforma curricular de Agronomía en Argentina: propuesta de ocho decanos. <http://www.iica.org.ar/documentos/cdd-La-reforma-curricularpdf>: 56 p.
- ISO-13407. 1999. Human-centred design processes for interactive systems. *International Organization for Standardization, Geneva*.
- Koontz SR, Peel D, Trapp J, Ward C. 1995. Augmenting Agricultural Economics and Agribusiness Education with Experiential Learning. *Review of Agricultural Economics*, **17**: 267-274.
- Machado CF, Berger H. 2012. Uso de modelos de simulación para asistir decisiones. en sistemas de producción de carne *Revista Argentina de Producción Animal* **32**: 87-105.
- Machado CF, Catalano RC, Ferragut S, Arroqui M, Mangudo PA. 2009. Avances en el diseño y desarrollo de una calculadora reproductiva de cría bovina (“Repro-calc”) para el apoyo de la docencia, la extensión y la investigación. In *Congreso Argentino de Agrolinformática 2009 - ISSN 1852-485*, Mar del Plata.
- Machado CF, Morris ST, Hodgson J, Arroqui MA, Mangudo PA. 2010. A web- based model for simulating whole-farm beef cattle systems. In *Computers and Electronics in Agriculture*.
- Machado CF, Vallejo J, Novick ME, Pena M, Zugazua H, Mangudo P, Ponssa E, Arroqui M, Fernandez Rosso C. 2013. Aplicación pedagógica de un planificador de cría vacuna: avance preliminar. *36 Congreso Argentino de Producción Animal, Corrientes, 1-3 Octubre*
- Magne MA, Cerf M. 2009. How information becomes a resource for action in an uncertain and complex world. *Outlook on AGRICULTURE* **38**(2): 157-165.
- McCown RL. 2002. Changing systems for supporting farmers` decisions: problems, paradigms, and prospects. *Agricultural Systems* **74**: 179-220.
- Milrad M, Spector JM, Davidsen P. 2000. Building and using simulation based environments for learning about complex domains. In *Robson, R (Ed), MSET International Conference on Mathematics / Science Education and Technology Association for the Advancement of Computing in Education (AAACE) Charlottesville VA*: 304-308.
- MINCyT. 2009. LIBRO BLANCO DE LA PROSPECTIVA TIC Proyecto 2020. *1a ed - Buenos Aires : Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva*: 368p.

- . 2013. Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación “Argentina Innovadora 2020”.
Ministerio de Ciencia y Tecnología e innovación productiva.
- Nuthall P, L. 2010. Farm business management; the human factor. *CABI Publishing*: 207 p.
- Osborne J, Hennessy S. 2003. Literature Review in Science Education and the Role of ICT: Promise, Problems and Future Directions. *Futurelab series, report 6*
www.futurelab.org.uk.
- Parrott S, Mehlhorn J, Davidson K. 2012. Student perceptions of simulation games and training software on improving course learning objectives and career preparedness. *Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting, Birmingham, Alabama, February 4-7*: 1-12.
- Perry GA, Smith MF. 2004. A simulation exercise to teach principles of bovine reproductive management. *Journal of Animal Science* **82**: 1543-1549.
- Ponssa EE, Machado CF, Mangudo PA, Arroqui M, Ottonello A, Marcos CA. 2009. Desarrollo de un sistema de la dinámica de rodeo de cría bovina y de los recursos de alimentación para su aplicación a la planificación productiva y económica. In *Congreso Argentino de Agrolinformática 2009 - ISSN 1852-485*, p. 21 al 28 de agosto de 2009.
- Sterman JD. 2000. Business dynamics. System thinking and modeling for a complex world. *McGraw-Hill Education Boston*: : 982 pp.
- Urcola H, Elverdin AJ, Mosciaro M, Giussepucchi J, Albaladejo C, Manchado JC. 2010. Climate Change Impacts on Rural Societies: Stakeholders Perceptions and Adaptation Strategies in Buenos Aires, Argentina. . *Symposium: Innovation & Sustainable Development in Agriculture and Food, ISDA ,June 28th - July 1st, Montpellier, France*: 10 pp.
- Van Eck R. 2006. Digital Game-Based Learning: It's Not Just the Digital Natives Who Are Restless. *EDUCAUSE Review* **41**: 16-30.
- Vennix JAM. 1999. *Group model building. Facilitating team learning using system dynamics*. John Wiley & Sons, New York.