



E.E.M.A.C.



FACULTAD DE
AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

SEMINARIO DE DISCUSIÓN TÉCNICA

***"La variabilidad
climática y el
funcionamiento de los
sistemas ganaderos"***

**Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni"
Ruta Gral. Artigas (3) km 363- Paysandú-
Uruguay**

JUEVES 27 DE ABRIL DE 2006



E.E.M.A.C.

Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni"

Teléfonos: (598 72) 27950-41282 – (598 720) 2259-2250

Ruta 3 Gral. Artigas km 363 – PAYSANDU-URUGUAY

Correo Electrónico: eemac@fagro.edu.uy Página Web: www.fagro.edu.uy/eemac

SEMINARIO DE DISCUSIÓN TÉCNICA

“La variabilidad climática y el funcionamiento de los sistemas ganaderos”

Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni”
Ruta Gral. Artigas (3) km 363- Paysandú- Uruguay

JUEVES 27 DE ABRIL DE 2006

PROGRAMA DE ACTIVIDADES

Hora 13:00 Inicio de actividad

- **Presentación de Objetivos del seminario.**
Ing. Agr. Pablo Soca (Producción Animal y Pasturas. EEMAC. Facultad de Agronomía)
- **“¿Que aprendimos? Las empresas ganaderas hoy”.**
Ing. Agr. Hermes Morales (Instituto Plan Agropecuario)
- **“Empleo de la Tecnología satelital para determinar capacidad de carga y productividad de los recursos forrajeros”**
Dr. José Paruelo – Federico del Pino (Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Argentina)

Hora 15.30

- **“Ejemplos sobre la investigación de la relación planta-animal en la Facultad de Agronomía”. ¿Ha contribuido a enfrentar la variabilidad climática?**
Ing. Agr. Pablo Soca
- **Síntesis y perspectivas.**
Ing. Agr. Daniel Formoso (Secretariado Uruguayo de la Lana)
Ing. Agr. Italo Malaquín (Instituto Plan Agropecuario)

Hora 17:00 Cierre de la actividad



E.E.M.A.C.

Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni”

Teléfonos: (598 72) 27950-41282 – (598 720) 2259-2250

Ruta 3 Gral. Artigas km 363 – PAYSANDU-URUGUAY

Correo Electrónico: eemac@fagro.edu.uy. Página Web: www.fagro.edu.uy/eemac

Modelación y simulación en ganadería: Arapey, un modelo didáctico.

Morales, H.

Instituto Plan Agropecuario. Regional Litoral Norte.

Amorim 55 Salto CP 50000

URUGUAY

Email: paisanohermes@hotmail.com

Bommel, P.

Cirad, UR Green.

73, rue Jean-François Breton. 34398 Montpellier cedex 5

FRANCE.

Email: bommel@cirad.fr

Tourrand, J.F.

Cirad / Université de Brasilia, SAS,

Qd. 5, Bl. H, Edif. Ibama, 2º andar, 70070-914,

Brasilia-DF, Brasil,

tourrand@aol.com; tourrand@cirad.fr

Palabras clave: apoyo a la decisión, ganadería, sistemas multiagentes

Modelación y simulación en ganadería: Arapey, un modelo didáctico.

ABSTRACT

Cattle production in Uruguay has been important even before the settlement of Europeans in the XVIII century. Nowadays, the industry faces new challenges and institutions must adapt themselves in order to facilitate learning and adaptation. The difficulties are that we face complex systems, that there are many points of view and a growing group of stakeholders. To cope with these problems it is important to develop whole farm models. One of the difficulties is our ignorance of the fundamental processes ongoing within the farm household. In order to deal with this problem we have developed a multi agent system, named *Arapey*, that mimics the evolution of different kind of livestock farmers in the last thirty five years. The differences among the livestock farmers are their financial and stocking rate strategies. There are some unexpected results. We have presented it to many livestock farmers and to other persons related to the livestock industry, to test if we can accept that the model proposes new interesting aspects of farm management. Our experience let us suggest that multi agent systems are able to propose new insights which could act supporting private or collective action.

Keywords: decisión support, livestock farming, multiagent systems.

RESUMEN

La actividad ganadera en Uruguay ha sido importante aún antes del establecimiento definitivo de colonizadores europeos. Actualmente, el sector enfrenta nuevos desafíos y las instituciones se deben adaptar para facilitar el aprendizaje y la adaptación. Las dificultades residen en que enfrentamos sistemas complejos y que existe un número creciente de involucrados. Para enfrentar esta problemática es importante desarrollar modelos globales de explotaciones. Una de las dificultades es nuestra falta de información acerca de los procesos que se desarrollan al interior del sistema familia explotación. Para avanzar en el desarrollo de estos modelos hemos desarrollado un sistema multiagentes llamado *Arapey*, que “reproduce” la evolución de las explotaciones de diferentes ganaderos en los últimos treinta y cinco años. Las diferencias entre ellos se reducen a sus estrategias financieras y de carga animal. Obtuvimos algunos resultados inesperados. Lo hemos presentado a varios ganaderos y otras personas relacionadas a la ganadería para probar si el modelo proponía nuevos aspectos interesantes acerca del manejo de explotaciones ganaderas. Nuestra experiencia nos permite sugerir que los sistemas multiagentes pueden proponer perspectivas novedosas que apoyan la toma de decisiones tanto a nivel privado como colectivo.

Palabras clave: apoyo a la decisión, ganadería, sistemas multiagentes

1. INTRODUCCION.

En nuestro caso aceptamos que la idea central de un enfoque sistémico es la de representar una situación problemática como un conjunto de componentes que interactúan de forma tal que hacen difícil prever su evolución (Simon 1986), y hacemos la opción de tratar de aprehender en su globalidad la situación encontrada por los actores, integrando al hombre como conductor o piloto del sistema (Landais y Bonnemaire 1994). Una segunda idea, muy asociada a ésta, es que llamamos sistemas complejos a aquellos cuya evolución no está determinada por el ambiente, son autónomos, se caracterizan por su capacidad de informarse sobre el estado de su ambiente y usar esa información para ajustar su funcionamiento. Tal como explica Morin (1990) la idea de autonomía nos permite reconciliar la aparente dicotomía entre la validez de leyes generales, como las de la economía que se aplican y son válidas a todo nivel, con las trayectorias diversas que observamos a nivel micro.

Siguiendo a Anderies (2002) usualmente la que interesa es la dinámica global de los sistemas que se describen, dinámica de la población de una especie, desempleo, producto bruto o distribución del ingreso, entre otros. Sin embargo, nuestro accionar se desarrolla a nivel micro. Lo que se comprende bien son los comportamientos de individuos y la presencia de interacciones locales. El desafío está en transformar esta comprensión a nivel local en comprensión global. Las dificultades no son menores, pero este enfoque colabora con la evaluación ex ante de políticas públicas, contribuye a anticipar la respuesta de los predios ante distintas medidas de regulación, incitaciones, reglamentaciones, etc. (Deffuant et al. 2002, Balmann et al. 2002) y permite comprender las cualidades globales de un sistema tal como las diferencias en la distribución por tamaños de predio entre regiones aparentemente similares (McAllister 2005).

A nivel internacional se reconoce que los aumentos de productividad física propuestos por el “sistema tecnológico” en general han ocurrido en zonas de buen potencial en cuanto a la dotación de recursos naturales. Por otro lado, existen grandes áreas con recursos variables y heterogéneos (Stuth y Lyon 1993) que se pastorean sin cultivar y donde la tendencia común con otras regiones es al aumento de la productividad de la mano de obra (Landais y Balent 1993), pero no han participado de la tendencia al aumento de uso de insumos extra-prediales para controlar la cantidad y calidad del producto obtenido. Podemos decir que estas áreas participan sólo secundariamente en el “agri-bussines”. Ocupan cerca del 50% de las tierras emergidas (Nolan et al. 2000) y en ese sentido su consideración es ineludible tanto sea a nivel local como global.

El estudio de sistemas complejos de este tipo no es abordado en forma satisfactoria por los textos ni tampoco por los modelos algorítmicos. La modelación matemática describe sistemas relativamente simples con componentes homogéneos, con poca interacción entre ellos, sin considerar su localización en el espacio, y en situación de equilibrio. Los modelos verbales no son suficientes para analizar las consecuencias de las interacciones descritas y es difícil para el investigador o el lector determinar con precisión las implicancias de los mecanismos que se describen. Estos aspectos han sido analizados por Simon (1986) y por Gilbert y Terna (1999).

Los modelos son abstracciones de la realidad, con el fin de mejorar nuestra comprensión acerca de los sistemas complejos sobre los que pretendemos actuar. Su valor reside en plantear nuevos interrogantes, proponer nuevas interpretaciones, suscitar debates y explicitar la relevancia de aspectos que habían pasado desapercibidos hasta el momento (Carpenter et al. 2002). Como establece Le Moigne (1994), la complejidad implica que lo imprevisible es posible. Las

simulaciones son por lo tanto, herramientas para explorar las consecuencias de los modelos que se construyen, y no pueden ser tomadas como predicciones.

Podemos argumentar que, aún cuando nuestros modelos reproduzcan con precisión lo que ha ocurrido en el pasado, no estamos nunca seguros de que los componentes que hemos elegido como importantes o que la dinámica descrita se mantengan en el futuro. Las sorpresas son esperables. Los “buenos” modelos, nos ofrecen una representación enriquecida de las posibles opciones a tomar, y la oportunidad de explorar las implicancias de las posibles intervenciones (Legay 1997, Holling et al. 2002). Como establecen Lynam y Stafford Smith (2003) un resultado esperado de la modelización y de la simulación es acelerar el aprendizaje y la adaptación.

2. LA MODELACIÓN Y LOS SISTEMAS MULTIAGENTES (SMA).

Las áreas de pastizales, o de “campo natural” pueden ser vistas como sistemas complejos ya que tienen múltiples componentes que interactúan de muy diversa forma. Están presentes un sistema físico, otro biológico y otro social, cada cual con su propia dinámica y sus interdependencias. Los SMA han sido propuestos para estudiar este tipo de sistemas y se han obtenido algunos resultados interesantes. Por ejemplo, Bousquet et al. (1999) muestran como es posible tomar en cuenta las estrategias de los pastores africanos para entender el efecto de la construcción de abrevaderos en áreas desérticas. En Australia, Walker (2002) ha mostrado como estos modelos basados en agentes pueden ser usados para modelizar y simular el aprendizaje, y para anticipar las consecuencias de las ayudas públicas a los ganaderos. En Francia, el Cirad ha desarrollado una plataforma de simulación llamada Cormas (<http://cormas.cirad.fr>) que entre otros usos ha sido utilizada para simular los cambios de la vegetación de una región bajo la influencia de distintos manejos a nivel predial y contribuir a la elaboración de propuestas de acción colectiva (Bousquet et al. 2002).

El desafío está en modelizar – y simular - simultáneamente la dinámica de un sistema físico-biológico y un sistema social que interaccionan. La evolución del sistema físico biológico está influida por la dinámica del sistema social con el que interactúa, que a su vez retroacciona sobre él. Se ha hecho evidente de que ecología y agronomía son disciplinas que no pueden abordarse independientemente y hoy hablamos de agro-ecosistemas. Podemos tratar distintos niveles de agregación, la parcela, el predio la región, etc. En todos los casos, esto significa consolidar dos modelos de naturaleza diferente (Landais y Bonnemaire 1994):

1. Uno de naturaleza biotécnica. Muestra como se alcanzan las distintas performances en función de las prácticas utilizadas en el terreno. Pueden o no describir también los efectos “ecológicos”.
2. El segundo de naturaleza psico-socio-cognitiva: su objetivo es de describir el proceso de toma de decisión relativo a la gestión y a la organización del sistema.

Los fenómenos que enfrentamos se producen a escalas en las que los experimentos físicos no son posibles, es difícil identificar las variables relevantes y no siempre es posible expresarlas en forma cuantitativa (Edward-Jones y Murray 1994). Los SMA (Janssen 2002) han evolucionado a partir de la Inteligencia Artificial Distribuida y hacen uso de la programación orientada a objetos para contribuir a superar estas dificultades. En estos modelos los agentes cambian su accionar de acuerdo al resultado de la interacción entre ellos. El resultado de todo el sistema depende de estas interacciones y como muestran Bonabeau y Meyer (2001) un muy pequeño cambio en la dinámica de uno de los componentes puede resultar en grandes variaciones en el funcionamiento global del sistema.

La modelación representa un paso importante en mejorar nuestra comprensión acerca del funcionamiento de estos sistemas complejos, en particular nos permite hacer coherentes conocimientos de origen diverso, nos hacen comprensible una situación caracterizada por su complejidad, y pueden permitirnos anticipar su evolución. Como señalan Carlson et al. (1993) la recolección de datos sin la reflexión necesaria para hacerlos coherentes entre sí y con resultados de otro origen nos lleva a una situación de abundancia de datos y pobreza de comprensión. “Ahogados en datos y pobres en conocimientos” dice Wilson (1999). Frente al volumen de datos, la complejidad de su tratamiento y la necesidad de alcanzar una visión compartida que desencadene la acción colectiva (Simon 1991), no modelizamos por gusto sino por necesidad (Malézieux et al. 2001).

Es claro que no modelizamos la realidad, en parte porque sería inútil, la tenemos disponible, y además porque es imposible. Frente a un sistema determinado muchas descripciones serán válidas. Legay (1977) propone que esas descripciones se pueden llamar modelos cuando se han definidos qué componentes integran el sistema al que nos referimos, sus interrelaciones y su dinámica

Proponemos al UML (Unified Modeling Language, OMG 2003) como una herramienta muy adecuada a estos efectos, que al hacer uso de diagramas – simples y poco ambiguos - permiten una comprensión compartida de la situación que se describe y hacer uso de ella en forma rápida y fácil (Larkin y Simon 1987). Fowler (2004) describe ocho diagramas UML dinámicos y seis estáticos y Marshall (2000) y Eriksson y Penker (2000) desarrollan propuestas para su uso en el manejo de las organizaciones.

Una vez modelizado el sistema de interés podemos realizar experimentos mentales para anticipar su evolución. Las simulaciones en computadora nos permiten realizar experimentos virtuales con estos sistemas, mostrando las consecuencias precisas de la estructura y la dinámica del modelo que estamos estudiando. Ello amplía considerablemente nuestra capacidad de reflexionar sobre lo que ya sabemos, cuyas consecuencias se nos escapan (Simon 1991). Cuando se trata de agentes heterogéneos, agricultores, ecologistas, técnicos, clima, mercado, instituciones, que interactúan entre sí en una situación fuera de equilibrio, los SMA son la herramienta prospectiva de elección (Janssen 2002).

3. LA SITUACIÓN EN URUGUAY.

En Uruguay, la industria ganadera que se desarrolla sobre pasturas sin cultivar es importante desde muchos puntos de vista. Esta actividad ocupa 135000 kilómetros cuadrados, es decir el 80% de la superficie del país. El número de vacunos por habitante es la más alta del mundo, 4 a 1, y esto hace que el “pequeño” país sea un actor a nivel del comercio internacional de carne vacuna, y también de lana. Desde el punto de vista de los uruguayos, existen fuertes desafíos en cuanto a la producción de ganado y el manejo de los “campos naturales”. Podemos mencionar la exportación de carne, la actividad industrial y la creación de empleo asociados a ellos. También existe una fuerte actividad cultural asociada a la ganadería y sus prácticas.

A mediados del siglo pasado, el gobierno, en realidad la sociedad en su conjunto, acordaron que era necesario incrementar la productividad de las áreas ganaderas, y se implementó un programa nacional. El objetivo central se puede describir como “introducir leguminosas en las pasturas”, principalmente exóticas. Con ello se procuraba hacer los “campos naturales” más uniformes y productivos, aumentando la cantidad y calidad del forraje producido. El proyecto con financiamiento internacional y liderado por la “Comisión Honoraria del Plan Agropecuario” duró

unos treinta años, y sus resultados no fueron exactamente los previstos inicialmente. La producción de carne y lana fueron escasamente afectados pero la producción de leche y granos aumentaron significativamente mejorando la sustentabilidad de los sistemas con la incorporación de las nuevas prácticas. Con el tiempo, se hizo evidente que la introducción de leguminosas exóticas en regiones con suelos con limitaciones y clima irregular es una tarea muy dificultosa.

En los últimos veinte años, varios eventos importantes afectaron al sector. Los precios de la lana cayeron fuertemente y la relación lanar/vacuno descendió desde tres hasta un lanar por vacuno, que es la relación actual. La sequía más importante del siglo acaeció a finales de los años 80. Se reconoció internacionalmente al país como libre de aftosa, y eso hizo posible las exportaciones a Norte-América que habían estado suspendidas por más de sesenta años. Una enorme crisis financiera ocurrió en el 2002, llevando muchos bancos a la quiebra.

La creciente atención de los consumidores extranjeros hacia factores ambientales, tales como biodiversidad o calentamiento global, es otro aspecto de fuerte importancia. La producción ganadera mantiene estrechas relaciones con estos procesos, por lo que se espera que la acción de los ganaderos tenga en cuenta estas preocupaciones.

Como resultado de todos estos eventos, los ganaderos uruguayos y sus instituciones afrontan importantes desafíos. La ganadería es vista como un factor importante en el desarrollo del país y el accionar de los ganaderos no es solamente un tema privado, también es objeto de interés público.

4. EL MODELO

La trayectoria de las explotaciones ganaderas depende de muchos factores. Uno de ellos es la eficiencia biológica, que depende de la tecnología empleada. Otros provienen de fuera del predio, tales como los eventos naturales, sequías o heladas, y del funcionamiento de los mercados. En nuestra experiencia, estas fuentes de variación no son suficientes para explicar las diferencias que se observan sobre el terreno. Proponemos que las “decisiones estratégicas” deben ser exploradas para entender cómo afectan la trayectoria de las explotaciones.

Para mejorar nuestro conocimiento de éste tema y poder precisar nuestro foco de atención, hicimos algunas experiencias en el sentido de Legay (1997). Consistieron en una encuesta, un taller, trabajo de campo sobre algunas explotaciones y una revisión bibliográfica (Morales et al 2003, Correa et al. 2003). En el caso de la encuesta, los resultados en general fueron coincidentes con información previa, por ejemplo, más del 95% manifestó desconocer sus costos. Algunas reglas de conducción de las explotaciones se insinuaron como muy presentes. Más de 800 ganaderos encuestados, en un total de 1212, aceptaron como válida la afirmación de que “controlar los costos es suficiente para progresar”. Estas experiencias nos ratificaron la existencia de múltiples diferencias en los modos de conducción de las empresas ganaderas como ya había sido descrito por Ferreira (1996).

La finalidad de este trabajo (Morales et al 2005 a y b) fue comprobar la posibilidad de modelizar diferentes estrategias y simular sus consecuencias. Para ello elegimos focalizar las diferencias entre los distintos “tipos de ganadero” en sus estrategias financieras y de carga animal, al tiempo que compartían la función de producción y el ambiente externo a la explotación. Conocíamos la existencia de dichas estrategias diferentes pero no nos era posible concluir acerca de sus efectos, y al plantear el modelo no podíamos anticipar sus resultados usando los métodos que habíamos empleado hasta el momento.

El modelo – que llamamos *Arapey* - se implementó en Cormas (Bousquet et al 1998) para efectuar la simulación. Está compuesto por nueve clases. Las clases sociales incluyen tres tipos de ganaderos, con diferentes actitudes con respecto al riesgo financiero o climático. Las clases pasivas incluyen al ganado, el predio y el ambiente (climático-económico). Se describen con detalle las estrategias. La función de producción y las relaciones entre el clima y la producción están simplificadas y se mantienen a lo largo del período. No se simula cambio técnico. Para un año normal con carga adecuada la tasa de producción es de 30%. Los ingresos de los predios están afectados por los precios y la producción, la que a su vez depende de la carga animal y del clima de ese año. La producción “normal” (30%) es aquella que se obtiene en un año promedio con una carga de 100 animales por potrero. El clima – que varía en forma aleatoria - afecta la capacidad de carga de los potreros e influye sobre la producción en aquellos casos en que haya “sobre-carga” en forma lineal, en un modelo que relaciona producción por animal y carga similar al presentado por Ash et al. (2003). Los precios del ganado y los costos reproducen lo ocurrido entre los años 1970 y 2004, mostrando los efectos del ciclo ganadero hasta 1986, apreciaciones cambiarias y sus efectos sobre los costos, etc.

El paso de tiempo es anual. Durante el año los ganaderos pueden tomar créditos, y vender o comprar ganado según sus estrategias y sus situaciones. Las estrategias no cambian. El conservador no compra ganado o campo usando créditos, y usa una carga menor que el intermedio o el entusiasta. Por oposición el entusiasta toma créditos – hasta el 80% del valor de su ganado - y si sus finanzas se lo permiten, usa una carga más alta, 20 % por encima de la capacidad de carga promedio de sus potreros. El intermedio – de perfil próximo a un “inversionista” que usa el ganado como refugio de capital- comparte con el conservador la estrategia financiera y con el entusiasta la estrategia concerniente a la carga animal.

Figura 1: Las estrategias de los ganaderos

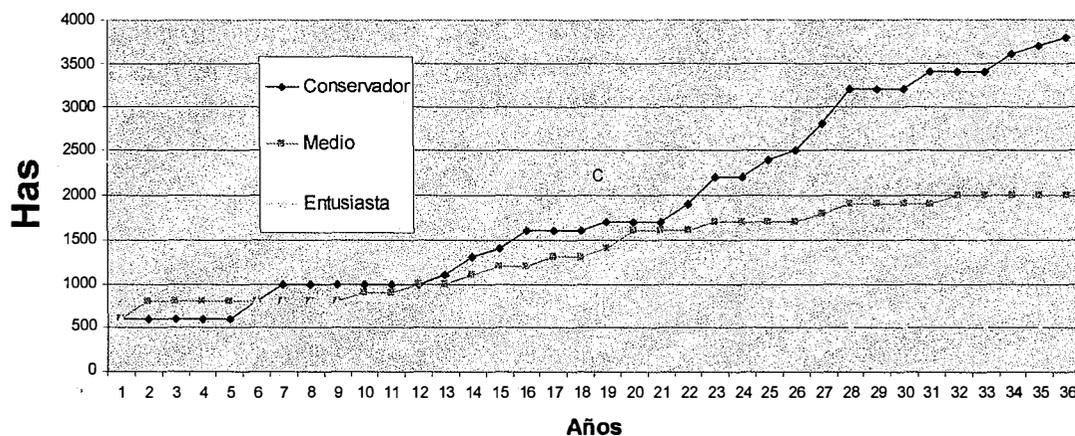
	Estrategia financiera	Estrategia de carga animal
Conservador	Segura	Segura
Intermedio	Segura	Riesgosa
Entusiasta	Riesgosa	Riesgosa

Los resultados muestran que las trayectorias de las explotaciones son influidas por las estrategias descritas, y que son poco sensibles a cambios en los parámetros de las variables utilizadas, tales como tasa de interés o variabilidad de los precios. Con este resultado corroboramos nuestra hipótesis inicial. Cuando se describe la evolución de los predios no es suficiente tomar en cuenta las consideraciones físico-biológicas –decisiones operativas – y el entorno de dichos predios. También es necesario describir las decisiones estratégicas, es decir aquellas no asociadas al ciclo anual de operaciones.

El funcionamiento del modelo, ver figura 2, muestra que en las condiciones que se simulan hemos identificado dos decisiones –distintas de las operaciones técnicas o del entorno – que cambian las trayectorias de las explotaciones. Es interesante resaltar algunos resultados que no fueron anticipados:

1. la evolución patrimonial del ganadero más conservador es superior a las otras.
2. cuando la estrategia financiera es la misma, la estrategia de carga animal cambia la trayectoria de las explotaciones.

Figura 2: Evolución del área de las explotaciones.



3. aunque hay diferencias, las quiebras no son habituales.

4.1 La expresión de diferentes puntos de vista.

Como se explica más adelante, una verificación de los resultados del modelo y su funcionamiento es que estos sean coherentes con conocimientos de otro origen (Wilson 1999). Para comprobar esto, construimos una multitud de sondas (“salidas”) del modelo para verificar la corrección de su funcionamiento, y otras para describir sus resultados en los parámetros usuales de los diferentes involucrados. Esto hizo posible que éstos pudieran contrastar los resultados del modelo con sus conocimientos y experiencia anteriores.

4.2 Corroboración y participación

Cuando se trabaja con este tipo de modelos, es difícil corroborar sus resultados contra registros disponibles, como establecen Manson (2000) y Gilbert y Terna (1999). Por este motivo elegimos simular un período reciente, 1970-2004. La elección de un período que fuese muy conocido por nosotros y otros involucrados, aumenta las posibilidades de identificar resultados absurdos. Al mismo tiempo, esperábamos que la extensión del período elegido fuera suficiente para detectar diferencias entre las estrategias simuladas.

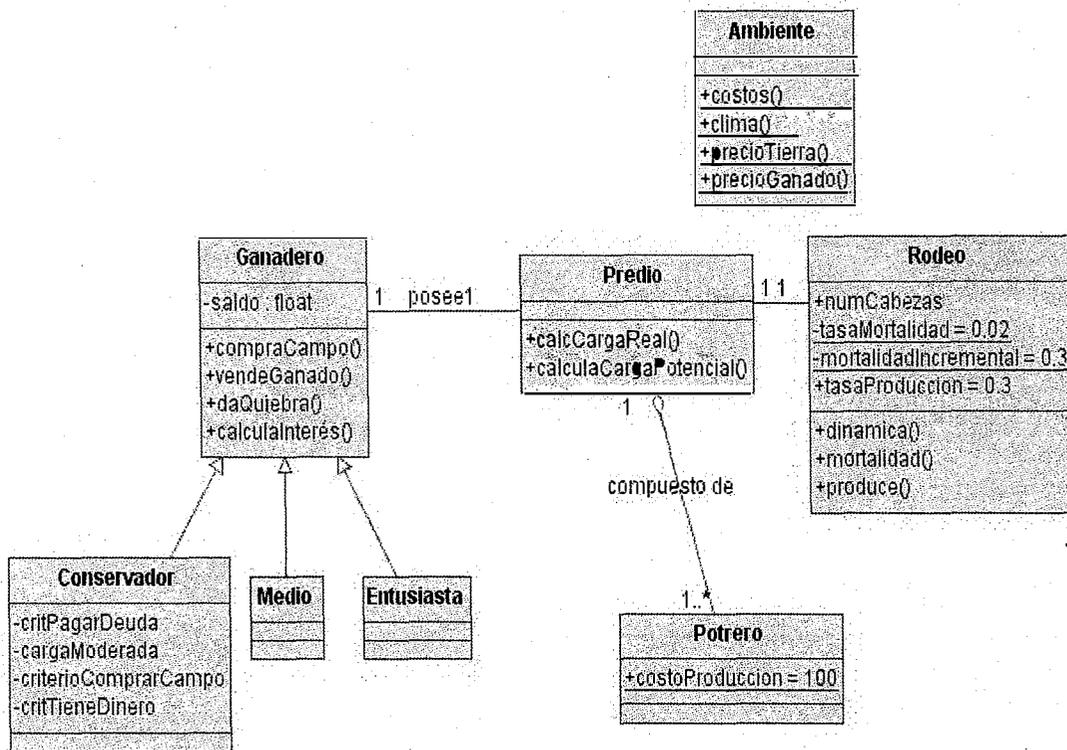
De acuerdo con Edmonds y Moss (2004), los sistemas multiagentes facilitan una correspondencia directa entre lo que se observa y lo que se modeliza, por lo que su corroboración puede ser anecdótica o de “sentido común”.

Presentamos el modelo a múltiples ganaderos, representantes gremiales, administradores de predios y técnicos, para probar si estaba de acuerdo con lo que ellos conocían. Antes de mostrar sus resultados, siempre preguntamos cuáles se podían anticipar. En ningún caso nuestros interlocutores adelantaron una opinión, aún cuando enfrentaban una situación que les era muy familiar. Sin embargo, siempre estuvieron de acuerdo con los resultados presentados. El funcionamiento del modelo y sus resultados les permitieron construir nuevos enunciados,

coherentes con lo que ya sabían. Es dificultoso evaluar si esto constituye un aprendizaje. Sin embargo, de acuerdo con Ison et al. (2000), el aprendizaje puede ser definido como una ampliación del repertorio de opciones posibles de ser llevadas a cabo, en el criterio de un observador. Desde este punto de vista, podemos decir que el aprendizaje tuvo lugar.

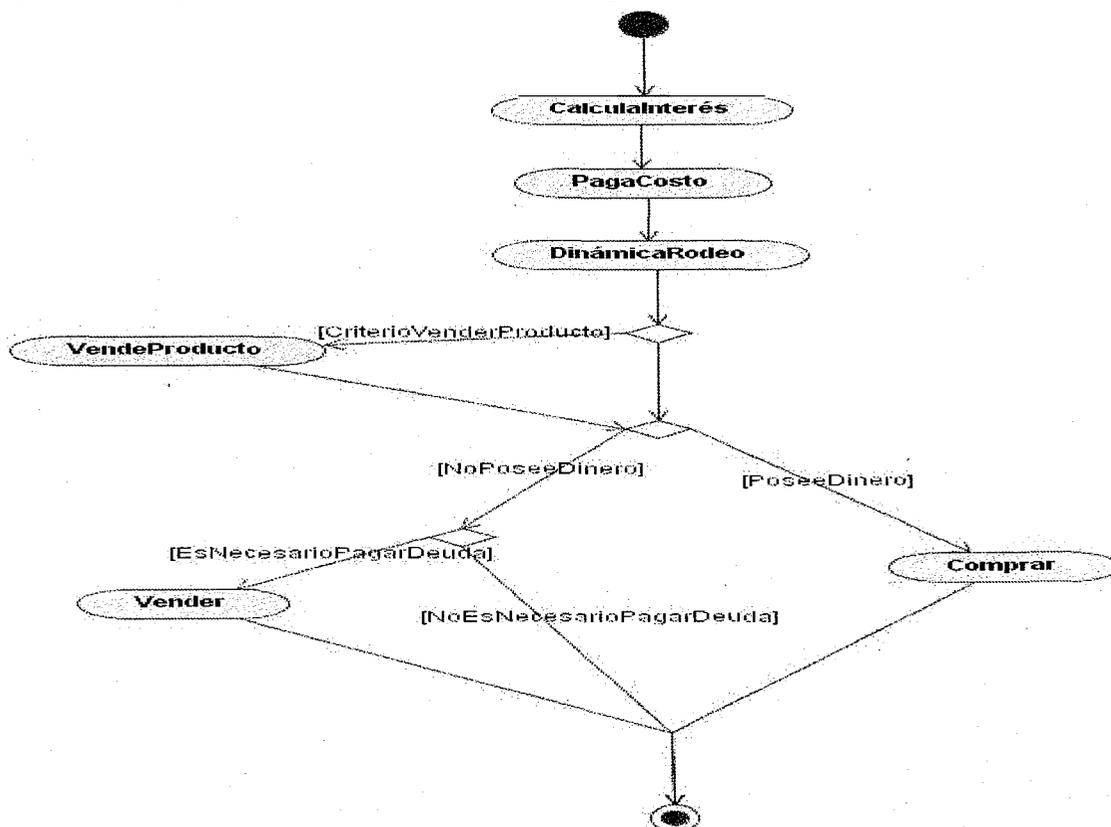
Como el modelo consiste en una descripción intuitiva en términos de objetos y agentes (Fig 3), es comprensible y transparente para la mayor parte de las personas medianamente familiarizadas con la ganadería. En nuestras experiencias, tanto ganaderos como técnicos asociaban la descripción y los agentes de *Arapey* a situaciones y personas que conocían, y pudieron contrastar sus resultados con su experiencia. Esto es crucial, ya que el único modo en que un usuario pueda tener confianza en un modelo y sus resultados es si pueden inspeccionar sus supuestos (Sorensen y Kristensen 1992).

Figura 3: Diagrama UML de clases de *Arapey*



Una situación compleja puede ser comprensible en forma fácil y rápida y comunicada sin ambigüedades usando diagramas tal como proponen Hubert B. (1994) y Larkin y Simon (1987). El diagrama de actividad del Unified Modeling Language (OMG 2003) nos ha sido útil para conseguir explicaciones claras y poco ambiguas. En nuestro modelo, los supuestos del modelizador pueden ser inspeccionados sin ser un experto en computación o en biología teórica, lo que es muy importante cuando se trata de apoyar decisiones. (Lynam y Stafford Smith 2003). Para poder ser interpretados rápidamente, parece útil respetar la regla propuesta por Checkland (1999); las actividades representadas en los diagramas deben ser entre 5 y 9 (Morales et al. 2005 a). En el diagrama de actividad presentado (Fig 4) se puede visualizar

Figura 4: Diagrama UML de actividad de *Arapey*.



que en cada año simulado cada predio actualiza su caja pagando sus costos, calculando sus intereses (negativos o positivos) y realizando su producción de acuerdo al criterio de cada estrategia, y luego, según el saldo presente y sus criterios comprará o venderá ganado o campo.

Nuestros interlocutores afirmaron que los resultados de la simulación imitaban lo que había ocurrido en el período simulado, aún cuando fuese una simplificación grosera. Con estos resultados, creemos estar en presencia de herramientas que nos permitan tratar los “problemas de implementación de sistemas de ayuda a la decisión” tal como describe McCown (2002).

Se debe indicar que la exploración de este tipo de problemas no sólo incluye avances en cuanto a sus rasgos “instrumentales” (declaraciones públicas de finalidades y objetivos, proyectos existentes, etc.) sino que también debe considerar los aspectos sociales y políticos siempre asociados. Esto es muy importante, ya que los cambios deseables y posibles nunca dependen exclusivamente de las lógicas declaradas (Checkland y Holwell 1998). En las instituciones que enfrentan este tipo de problemas, nunca es evidente quién tiene la voz más escuchada, ni quién fija la agenda de temas a ser considerados. (Lynam y Stafford Smith 2003).

4.3 La dificultad de aprender acerca de las variables “lentas”.

Estuvimos evaluando “mejorar” nuestro modelo permitiendo a nuestros agentes aprender y cambiar sus estrategias. En ese momento, se nos hizo patente que la dinámica del cambio de estrategias no es clara. En situaciones reales, las estrategias prediales cambian muy poco, salvo cuando ocurren muy importantes eventos, internos o externos al predio. La pregunta es cómo los ganaderos evalúan las consecuencias de sus acciones, con el fin de aprender de esta observación y mejorar su adaptación a las circunstancias. Fue entonces que se nos hizo evidente que las diferencias entre estrategias en nuestro modelo aparecen lentamente. Las diferencias son claras solo después de una década. En la práctica, esto implica la presencia de un “sistema de memoria-información” (Le Moigne 1994) que normalmente está ausente, salvo, en algunos casos, en las personas con larga experiencia (Berkes y Folkes 2002).

4.4 Otras áreas de interés sugeridas por *Arapey*.

El modelo – en sus condiciones- nos interroga acerca del papel del sistema financiero o de la necesidad del ajuste permanente de prácticas productivas y de gestión.

De particular relevancia parece ser la imagen del sistema de información utilizado por los “ganaderos” en el modelo. *Arapey* nos remite a la efectividad de los sistemas de información que son ofrecidos a estos sistemas y nos da pistas acerca de cómo confeccionar un sistema de información para estos u otros sistemas. Es ampliamente aceptado que antes de confeccionar un sistema de información debemos modelar el sistema que pretendemos informar (Checkland y Holwell 1999). En este caso la información utilizada consiste en algunos datos “internos al predio”, tales como saldo de caja y carga en el predio.

Finalmente: ¿cuál es la imagen de herramientas de gestión predial que nos ofrece *Arapey*? Y ¿cuál es el plazo correcto para evaluar el funcionamiento de un sistema?

5. CONSIDERACIONES FINALES

Usando los sistemas multiagentes podemos explorar las consecuencias de diferentes acciones en áreas ganaderas desde distintos puntos de vista, a partir de la modelización del funcionamiento de los predios. En nuestro caso consideramos los puntos de vista de los ganaderos, los ecologistas y los políticos. En *Arapey*, los resultados muestran que los intereses de los ecologistas y los ganaderos son coincidentes. Este resultado, impredecible sin realizar la simulación, es coherente con las normas preconizadas de manejo de campos naturales. Por otra parte, el accionar de los ganaderos no siempre coincide con las expectativas de la sociedad en su conjunto, si aceptamos que ésta espera un aumento permanente de la cantidad de producto obtenido a partir de estas áreas.

Otro resultado importante es que cuando se enfrentan variables “lentas”, es difícil identificarlas y registrar sus variaciones y consecuencias, y en este caso los sistemas multiagentes pueden hacer posible - y acelerar -el aprendizaje.

La modelación y simulación en forma simultánea de un sistema físico biológico y otro decisional nos ofrecen herramientas para percibir las cualidades globales de un sistema a través de la comprensión del funcionamiento de las unidades micro, con un enfoque “hacia-arriba” (bottom-up) que hace coherente lo observado a nivel micro y lo calculado a nivel macro, y contribuye a hacer más efectiva la acción tanto privada como colectiva. Nos pueden ofrecer una interesante perspectiva de la interacción sociedad-naturaleza y de su posible co-evolución.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anderies J.M. 2002. The transition from local to global dynamics: a proposed framework for agent based thinking in social ecological systems In: Jansen M. (Ed.) (2002) Complexity and Ecosystem Management: The Theory and Practice of Multi-Agent Systems. Edward Elgar Publishers. 13-35.
2. Ash A., Gross J., Stafford Smith M. 2003. Scale, heterogeneity and secondary production in tropical rangelands. In: Proceedings of the VIIth International Rangelands Congress. Editors: N. Allsopp, A.R. Palmer, S.J. Milton, K.P. Kirkman, G.I.H. Kerley, C.R. Hurt, C.J. Brown Durban, South Africa 26th July-1st August 2003. 569-579
3. Balmann A., Happe K., Kellermann 2002. Adjustment costs of agri-environmental policy switchings: an agent based analysis of the German region Hohenlohe. In: Jansen M. (Ed.) (2002) Complexity and Ecosystem Management: The Theory and Practice of Multi-Agent Systems. Edward Elgar Publishers. 127-157
4. Berkes F., Folke C. Back to the Future: Ecosystems Dynamics and Local Knowledge. In: L. Gunderson and C.S. Holling (Eds), Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems, Washington, DC. Island Press 121 -147.
5. Bonabeau E., Meyer C. 2001. Swarm Intelligence: A Whole New Way to Think About Business. *Harvard Business Review*. 107-114
6. Bousquet F., Bakam I., Proton H & Le Page C. (1998). Cormas: common pool resources and multi-agent systems. 11 IAEE Conference, Barcelona, 1-4 June 1998: Lecture Notes in Artificial Intelligence, Springer.
7. Bousquet F., Barreteau O, d'Aquino P., Etienne M, Boissau S., Aubert S., Le Page C., Babin D., Castella J.C. 2002. Multi-agent systems and role games: collective learning processes for ecosystem management. In: Jansen M. (Ed.) Complexity and Ecosystem Management: The Theory and Practice of Multi-Agent Systems. Edward Elgar Publishers. 248-285.
8. Carpenter S. R., Brock W.A., Ludwig D. Collapse, Learning and Renewal. In: L. Gunderson and C.S. Holling (Eds), Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems, Washington, DC. Island Press, 173-193
9. Carlson D. H., Thurrow T.L., Jones C.A. 1993. Biophysical simulation models as a foundation of decision support systems. In: Stuth J.W., Lyons B.G.. Decision support systems for grazing lands. Emerging Issues. Man and the Biosphere Series. Vol II. Unesco 37-66.
10. Correa P., Morales H., Salvarrey L., Noboa A. 2003 Resultados de una encuesta a productores de basalto. Seminario El campo natural y la empresa ganadera. Montevideo-Uruguay Instituto Plan Agropecuario. 75-80
11. Checkland P. Systems thinking Systems practice. 1999. John Wiley & Sons. UK.
12. Checkland P., Holwell S. 1998. Informations, Systems and Information Systems. John Wiley & Sons. UK.
13. Deffuant G., Huet S., Boussert J.P., Henriot J., Amon G., Weisbuch G. 2002. Agent based simulation of organic farming conversion in Allier department. In: Jansen M. (Ed.)

Complexity and Ecosystem Management: The Theory and Practice of Multi-Agent Systems. Edward Elgar Publishers. 158-188.

14. Edmonds B. Moss S. 20004. From KISS to KIDS –an “anti-simplistic” modelling approach.<http://bruce.edmonds.name/kiss2kids/kiss2kids.html> or <http://cfpm.org/cpmrep132.html>
15. Edward-Jones G., McGregor M. 1994. The necessity, theory and Reality of Developing Models of Farm Households. In: Dent J.B. and McGregor M.J. (eds.) Rural and Farming System Analysis. European Perspectives. CAB INTERNATIONAL. United Kingdom.
16. Eriksson H.E., Penker M. 2000. Bussines Modeling with UML. Bussines Patterns at Work. OMG Press. Wiley. USA..
17. Ferreira G. 1997. An Evolutionary Approach to Farming Decision Making on Extensive Rangelands. Thesis PhD.University of Edinburgh, Faculty of Science and Engineering. Institute of Ecology and Resources Management,Scotland.
18. Fowler M. 2004. UML Distilled Third Edition A brief guide to the Standard Object Modeling Language. Addison Wesley.
19. Gilbert N., Terna P. 1999. How to build and use agent-based models in social science. http://web.econ.unito.it/terna/deposito/gil_ter.pdf/
20. Holling C.S., Carpenter R.S., Brock W.A., Gunderson L.H. 2002. Discoveries for Sustainable Futures. In: L. Gunderson and C.S. Holling (Eds), Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems, Washington, DC. Island Press, pp 395-417.
21. Hubert B. 1994.Modelling pastoral Land-Use Practices. In: Brossier J., de Bonneval L. Landais E. Systems Studies in Agriculture and Rural Development. INRA Paris. 235-258.
22. Ison R. L., High C., Blackmore C.P., Cerf M. 2000. Theoretical Frameworks for Learning-Base Approaches to Change in Industrialised-Country Agriculture. In: Cerf M., Gibbon D., Hubert B., Ison R., Jiggins J., Paine M., Proost J., Roling N. (Eds) Cow Up a Tree. Knowing and Learning for change in Agriculture. Inra. Paris.
23. Jansen M. (Ed.) (2002) Complexity and Ecosystem Management: The Theory and Practice of Multi-Agent Systems. Edward Elgar Publishers.
24. Landais E., Balent G. 1993. Introduction à l'étude des pratiques d'élevage extensif. IN. Pratiques d'élevage extensif. Identifier, modéliser, évaluer. *Etudes et Recherches sur les Systèmes Agraires et le Développement*. INRA. Paris. 13-33.
25. Landais E., Bonnemaire J.1994. Zootechnie et systèmes d'élevage: sur les relations entre l'enseignement supérieur et la recherche. *Etnozootechnie* N 54 109-140
26. Larkin J.H., Simon H-. 1987. Why a Diagram is (Sometimes) Worth Ten Thousand Words. *Cognitive Science* 11, 65-99
27. Legay J.M. 1997. L'expérience et le modèle. INRA Editions Paris.
28. Le Moigne J. L. 1994. La théorie du système général. Théorie de la modélisation. 4^{ème} édition complétée. PUF. Paris.

29. Lynam T., Stafford-Smith M. 2003. Monitoring in a complex world: seeking slow variables, a scaled focus and speedier learning. In: Proceedings of the VIIth International Rangelands Congress. Editors: N. Allsopp, A.R. Palmer, S.J. Milton, K.P. Kirkman, G.I.H. Kerley, C.R. Hurt, C.J. Brown Durban, South Africa 26th July-1st August 2003. 617-629.
30. Malézieux E., Trébuil G., Jaeger M. 2001. Modélisation des agroécosystèmes et aide à la décision. Cirad-Inra. Nîmes. France.
31. Manson S. M. 2000. Validation and verification of multi-agent systems. In: Janssen M.A. (Ed). Complexity and Ecosystem Management. Edward Elgar. MA, USA.
32. Marshall C. 2000. Enterprise Modeling with UML: designing successful software through business analysis: Addison Wesley. MA.
33. McAllister R.J., Gross J.E., Stokes C.J. 2005. Rangeland consolidation patterns in Australia: An agent-based modelling approach. Joint Conference on Multi-Agent Modelling for Environmental Management. Bourg St. Maurice France. 21-25 marzo.
34. McCown R.L. Changing systems for supporting farmers' decisions: problems, paradigms, and prospects. *Agricultural Systems* 74 (2002) 179–220
35. Morales H., Correa P., Noboa A., Salvarrey L. 2003 Knowing the strategies of the livestock farmers of the NW of Uruguay. In: Proceedings of the VIIth International Rangelands Congress. Editors: N. Allsopp, A.R. Palmer, S.J. Milton, K.P. Kirkman, G.I.H. Kerley, C.R. Hurt, C.J. Brown Durban, South Africa 26th July-1st August 2003. pp 1857-1859.
36. Morales H., Bommel P., Tourrand J.F. 2005 a. Participative modelling as a decision support system in the Uruguayan Pampa. Joint Conference on Multi-Agent Modelling for Environmental Management. Bourg St. Maurice France. 21-25 marzo.
37. Morales H., Bommel P., Tourrand J.F. 2005 b. Modeling Livestock Farmers' Strategies in the Uruguayan Pampa. Modsim 05. 16th Congress Modelling and Simulation. Society of Australia and New Zealand. Melbourne. Australia (aceptado). 11-15 Diciembre.
38. Morin E. 1990. Science avec conscience. Seuil. Paris.
39. Nolan T., Connolly J., Sall D., Cesar J. 2000. Mixed livestock grazing in diverse temperate and semi-arid environments. *African Journal of Range & Forage Science* 17 (1, 2&3): p. 10-21.
40. OMG. 2003. "Unified Modeling Language specification". March 2003 Version 1.5. Ver: <http://www.uml.org>
41. Simon H.A. 1986. Commentaires. In: Sciences de l'Intelligence Sciences de l'Artificiel. Presses Universitaires de Lyon. Lyon. France
42. Simon H.A. 1991. Science des systèmes. Sciences de l'Artificiel. Afcet Systèmes. Paris.
43. Sorensen J.T., Kristensen. 1994. Computer models, research, and livestock farming systems. In: Gibon A., Flamant J.C. (eds.) The study of livestock farming systems in a research and development framework. Wageningen Press. 391-398.

44. Stuth J.W., Lyons B.G. 1993. Decision support systems for grazing lands. Emerging Issues. Man and the Biosphere Series. Vol II. Unesco.
45. Walker B. 2002 Rangeland Livelihoods in the 21st Century. In: Grice A.C., Hodgkinson C. K. (eds) Global Rangelands Progress and Prospects CABI Publishing in association with Center for International Forestry Research (CIFOR)
46. Wilson, E.O. 1998. Consilience. The unity of Knowledge. Abacus. London.

Evaluación de recursos forrajeros mediante sensores remotos

José Paruelo, Martín Oesterheld y Gonzalo Grigera

Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires

Muchos de los problemas ligados a la producción agropecuaria tienen algunas características centrales: los agroecosistemas se distribuyen en el espacio y en el tiempo con propiedades diferentes dependientes de la escala, e involucran múltiples relaciones entre organismos y su ambiente biótico y abiótico. Las decisiones de manejo agropecuario se vinculan a unidades con diferente extensión y nivel de detalle, desde una planta o animal individual hasta una región o un país, pasando por el lote o potrero y el establecimiento o empresa. También requieren una definición y análisis temporal: algunos problemas tienen que ver con los cambios diarios o semanales de algunas propiedades productivas, mientras que otros se relacionan con variaciones interanuales. A esta diversidad de escalas espacio-temporales, se le agrega la complejidad de los agroecosistemas, formados por numerosos y diversos organismos que interactúan entre sí y con los factores físicos del ambiente, de manera tal que generan propiedades emergentes de tales interacciones, propiedades que solo pueden ser percibidas y manejadas si se encuentra la escala espacial y temporal apropiada. La conjunción de una herramienta tan versátil y potente como la teledetección con los conceptos y modelos derivados de la ecología presenta una singular capacidad de solucionar tales problemas. Presentamos en este resumen algunos de los fundamentos básicos de la teledetección y dos ejemplos de aplicación en el área de los recursos forrajeros.

La teledetección

La teledetección, el uso de sensores remotos a bordo de satélites para evaluar propiedades de la superficie terrestre, presenta una extraordinaria capacidad para abordar problemas que, como la producción agropecuaria, tienen una fuerte componente de variación espacial y temporal. Una interesante diversidad de satélites provistos de sensores que son sensibles a las propiedades de la vegetación y del suelo está continuamente relevando la totalidad de la superficie terrestre desde hace más de 30 años. Y lo hace con diversa resolución: algunos de ellos distinguen lo que sucede en porciones tan pequeñas como un metro cuadrado, otros integran superficies mayores: 0.1, 5.3, 25, 100 y hectáreas. Algunos toman datos de la misma superficie diariamente, otros lo hacen con menor frecuencia, por ejemplo cada 16 días.

Sin embargo, el mayor uso que se le ha dado en la producción agropecuaria a las imágenes satelitales se ha concentrado en solo una de las dos grandes maneras en que se pueden utilizar los sensores remotos. Esto es, se las ha utilizado enfatizando el análisis de la imagen como representación de las relaciones, tamaños y distribución de distintos objetos en el terreno. Por ejemplo, se las ha utilizado para cuantificar y ubicar en el terreno las superficies ocupadas por distintos suelos, distintos lotes, distintos recursos forrajeros, distintos cultivos, para caracterizar el avance o retroceso de áreas inundadas, etc. Para esto se utilizan técnicas de fotointerpretación, que hoy son más sofisticadas y objetivas que en el pasado gracias al uso de computadoras y de modelos estadísticos multivariados. El producto final de este tipo de análisis es uno o más mapas, aislados o integrados en un conjunto llamado "Sistema de Información Geográfica" (SIG). Este enfoque del uso de imágenes satelitales para resolver problemas agropecuarios es útil y seguramente seguirá dando frutos en el futuro.

Hay sin embargo otra gran manera de utilizar los sensores remotos que no ha sido todavía suficientemente desarrollada y difundida para la producción agropecuaria y que seguramente marcará el progreso de los años por venir. Esta manera se centra en los datos que los sensores recolectan sobre propiedades biológicas o físicas del terreno. El interés central no son los tamaños y la distribución de distintas entidades en el terreno sino la marcha de ciertos procesos, la medición de ciertos atributos del sistema que está siendo evaluado por los sensores remotos. Si bien aquí nada impide que el resultado sea un mapa o un SIG, el producto inmediato suele ser una planilla de cálculos y el producto final se encuentra en forma de tablas y gráficos. Este enfoque requiere un significativo desarrollo de conocimientos que asegure que los datos provistos por los satélites puedan ser interpretados con confianza como indicadores de características y procesos de interés. Pero una vez alcanzado ese desarrollo, se comienza a tener a escala de lote, de explotación o de región una gran cantidad de datos sobre propiedades de los agrosistemas que hace unos años era imposible tener más allá de la escala experimental.

Con distinto grado de certeza, ya podemos conocer mediante sensores remotos muchas características y procesos trascendentales para la producción agropecuaria. Por ejemplo, se puede estimar la cantidad de área foliar, la radiación fotosintética absorbida, la evapotranspiración, la producción de forraje, el rendimiento de los cultivos, el contenido de clorofila, el nivel de estrés hídrico, la eficiencia en el uso de la radiación, etc. Hay que tener presente, sin embargo, que la aparente sofisticación que se le atribuye a los sensores remotos no los hace más precisos que los instrumentos de medición directa a campo. La única e inmensa ventaja que tienen es su posibilidad de hacer estimaciones en numerosas áreas simultáneamente y con mucha mayor frecuencia que la que permiten los métodos directos. En otras palabras, un sensor remoto no va a brindar necesariamente un dato más preciso de área foliar de un lote que la que brinde una medición en el lugar, pero puede brindar el dato de 100 lotes con el mismo esfuerzo que brinda el de uno, o el de 100 fechas con el mismo esfuerzo que el de una.

Desarrollo de sistemas de estudio y seguimiento de las variaciones espacio-temporales de la producción forrajera en el sudoeste de la provincia de Buenos Aires

En los sistemas de producción ganaderos de base pastoril, es necesario conocer la producción estacional de forraje para decidir racionalmente la carga animal, prevenir posibles periodos de escasez de alimentos y evaluar objetivamente el éxito obtenido con distintas estrategias de manejo. En muchos casos los productores agropecuarios reconocen esta necesidad, pero las dificultades con las que tradicionalmente se encuentran al intentar cuantificar la productividad de sus recursos forrajeros comúnmente los obliga a utilizar groseras estimaciones visuales.

En el último año hemos desarrollado un sistema de estimación de la productividad forrajera en tiempo real y a escala de potrero o unidad de manejo. Se base en nuestro trabajo científico destinado a conocer la medida en que los sensores remotos estiman la radiación absorbida por el forraje y la transformación de esta energía en biomasa (Paruelo et al. 2000, Piñeiro et al en prensa, Grigera et al 2004). Actualmente este sistema genera y distribuye estimaciones mensuales de productividad de los distintos recursos que componen la oferta forrajera de los sistemas de producción del sudoeste de la Provincia de Buenos Aires. En esta etapa estamos estimando la productividad de 25 establecimientos del grupo Crea Lamadrid que en suma superan las 29000 hectáreas ganaderas.

Nuestro sistema se basa en un robusto modelo ecofisiológico (Monteith 1972) ampliamente aceptado y utilizado en el ámbito de la ecología, alimentado con la información generada por el mas moderno de los sensores remotos de observación terrestre (MODIS; Running et al. 2004) y una extensa base de datos climáticos y de uso de la tierra. Según este modelo, la productividad primaria neta aérea (PPNA) en un periodo de tiempo determinado (1 mes, por ejemplo) puede ser calculada como

$$PPNA(\text{kg/ha/mes}) = RFAA(\text{MJ/ha/mes}) \times EUR(\text{kgMS/MJ}),$$

donde RFAA es la cantidad de radiación fotosintéticamente activa proveniente del sol que es absorbida por la vegetación, y EUR (eficiencia en el uso de la radiación) la proporción de esa energía que es convertida en nuevos tejidos. Para un pastizal o cultivo compuesto de

un grupo de especies determinado, la EUR tiene un máximo comparable con el rendimiento fotosintético medido a nivel de hoja en condiciones ambientales óptimas (Turner et al. 2003). Sin embargo, las bajas temperaturas y las restricciones hídricas y nutricionales, entre otros factores, reducen en el campo el valor máximo de EUR. Actualmente, estimamos la EUR de distintos recursos forrajeros en base a calibraciones empíricas muy ajustadas entre la RFAA y la productividad estimada a campo mediante cortes de biomasa.

La RFAA depende de la cantidad de radiación fotosintéticamente activa incidente (dato que obtenemos de estaciones meteorológicas) y de la fracción de esta que es absorbida por el canopy (fRFA). Estimamos mes a mes esta última variable a partir de datos quincenales generados por el sensor MODIS, que tiene una resolución espacial de 5.3 hectáreas y registra información desde el año 2000. Para ello utilizamos relaciones conocidas y parametrizadas localmente entre índices de vegetación y la fRFA (Potter et al. 1993). Los índices de vegetación se basan en la propiedad de la vegetación verde de reflejar diferencialmente la radiación de distintas longitudes de onda (particularmente la radiación en la longitud de onda del rojo, el infrarrojo y el azul; Huete et al. 2002).

Los patrones de productividad mensual desde febrero de 2000 hasta la actualidad muestran que las pasturas implantadas en las lomas son mucho más productivas que las pasturas implantadas en los bajos y que los pastizales naturales. Estas diferencias son más marcadas en primavera, cuando usualmente las condiciones ambientales son óptimas y las pasturas de loma pueden expresar todo su potencial de crecimiento. La producción anual promedio de las lomas es de 7614 kg/ha mientras que la de los bajos es de 4099 kg/ha. Sin embargo, los distintos recursos coinciden en su patrón estacional: un pico productivo en primavera, una caída en verano, luego un suave pico en otoño dependiendo del año y una pronunciada caída de la producción durante los meses invernales.

El sistema genera un gran volumen de información básica para el manejo racional, en base a datos objetivos, de sistemas de producción ganaderos. La cuantificación rutinaria, con paso mensual, de la producción de forraje de cada lote de cada establecimiento que realizamos actualmente tiene aplicación práctica directa. En efecto, permite tomar decisiones más objetivas sobre cuestiones como las pasturas a reemplazar, los ambientes en donde resulta más conveniente realizar fertilizaciones y también evaluar el impacto que ciertas prácticas, como sistemas alternativos de pastoreo, tienen sobre la producción de forraje.

Simultáneamente a la puesta en marcha del sistema descrito, estamos trabajando en la mejora de las estimaciones, especialmente en reducir la dependencia que tienen de calibraciones locales de la EUR. Para ello, trabajamos en aproximaciones más mecánicas

que nos permiten entender y predecir la influencia que ciertas variables biofísicas, como la evapotranspiración, tienen sobre la EUR (Running et al. 2000). Estos modelos, además de permitirnos mejorar la precisión de las estimaciones, brindan la oportunidad de plantear hipótesis sobre el funcionamiento del agrosistema con el objetivo final de mejorar la eficiencia de transformación de energía y la sustentabilidad de estos sistemas de producción.

Desarrollo de metodologías de manejo del pastoreo en la estepa patagónica

La combinación del uso de imágenes satelitales y modelos conceptuales ecológicos ha permitido a nuestro grupo el desarrollo de numerosas herramientas tecnológicas de gran utilidad para el manejo de sistemas de pastoreo. En primer lugar, nuestro grupo ha sido precursor en el uso de imágenes satelitales para caracterizar la dinámica temporal intra- e interanual de la vegetación, identificar comunidades diferentes en cuanto a dicha dinámica y estudiar los determinantes ambientales de tales diferencias. Los primeros estudios de Aguiar et al. (1988) y Paruelo et al. (1991) permitieron diferenciar, utilizando imágenes NOAA, de baja resolución espacial (pixel de 1 km x 1 km) y alta resolución temporal (diaria), distintas porciones de la Provincia del Chubut de acuerdo a las características de su marcha anual del IVN y explorar cuáles eran los controles ambientales de esas diferencias (Paruelo et al. 1993). Trabajos posteriores perfeccionaron tanto la metodología como su marco teórico y generaron una clasificación de toda la Patagonia en biozonas, diferentes entre sí no sólo en los valores máximos de productividad alcanzados sino también en los momentos de comienzo y fin de la estación de crecimiento y en el momento en que se alcanza el pico de producción (Soriano y Paruelo 1992, Paruelo et al. 1998). Posteriormente, se aplicó la misma metodología para estudiar las biozonas de la porción templada de Argentina (Paruelo et al. 1999) y de toda Sudamérica (Paruelo et al. 2001).

En segundo lugar, nuestro grupo desarrolló la aplicación de imágenes LANDSAT, de mayor resolución espacial (30 m x 30 m) pero menor temporal (cada 16 días) que las NOAA, al relevamiento de recursos forrajeros tanto a escala de establecimiento (Paruelo et al. 1994), como a escala de conjuntos de establecimientos agrupados en Colonias indígenas (Colonia Cushamen; Golluscio et al. 2000), como a escala regional (toda la porción occidental de las provincias de Neuquén, Chubut y Río Negro; Paruelo et al. 2004). En tercer lugar, nuestro grupo realizó un aporte importante al desarrollo de herramientas de utilidad ganadera al calibrar, para distintas regiones, ecuaciones que relacionan el Índice de Vegetación Normalizado (IVN), obtenido a partir de las imágenes satelitales LANDSAT, con la Productividad Primaria Neta. Dicha curva de calibración había sido obtenida inicialmente para los EEUU por Paruelo et al. (1997), pero recientemente se acaban de publicar las correspondientes a amplias porciones de la región Pampeana (Paruelo et al. 2000) y de la Patagonia (Paruelo et al. 2004). En cuarto lugar, nuestro grupo ha desarrollado modelos de predicción de la influencia del clima sobre la dinámica intra-anual

de la PPNA, mediante la combinación de datos climáticos y satelitales provistos por el satélite NOAA (Jobbágy et al. 2002, Tomasel y Paruelo 2000). Dichos modelos permiten tanto monitorear en tiempo real la dinámica de la productividad primaria, y compararla con la de años pasados tomados como referencia (Golluscio et al. 1999), como tomar decisiones de manejo a nivel de establecimiento a partir de datos climáticos concretos, como por ejemplo la temperatura del mes de Julio en el Oeste de la Patagonia (Golluscio et al. 1999).

La conjunción de esos cuatro tipos de herramientas basadas en la teledetección nos ha permitido desarrollar un paquete tecnológico robusto (Golluscio et al. 1998, 1999), actualmente en aplicación en 500.000 has del Oeste de la Patagonia. La implementación del sistema de pastoreo involucrado en dicho paquete requiere una cuantificación previa de los recursos con que cuenta cada establecimiento. La misma consiste en una descripción, tanto para cada potrero como para todo establecimiento, de (a) la superficie ocupada por cada comunidad vegetal, (b) su distribución geográfica, (c) la estacionalidad de su producción y (d) su receptividad. La cuantificación de la superficie correspondiente a las distintas comunidades vegetales y la distribución espacial de las mismas en los distintos cuadros del establecimiento (a y b) se realiza combinando el uso de imágenes LANDSAT con el relevamiento florístico a campo. La estacionalidad de la producción de cada cuadro (c) se estima a partir de la información existente acerca de la fenología de las distintas comunidades que los integran. La receptividad de cada cuadro (d) se calcula asignando a cada comunidad una productividad primaria neta (PPN), a partir de su IVN (Paruelo et al. 2004), y multiplicándola por la proporción de esa PPN que puede ser consumida por los animales (Índice de cosecha= IC). El Índice de Cosecha se calcula tentativamente a partir de la relación entre consumo de herbívoros domésticos y PPN encontrada por Oesterheld et al. (1992). A partir de la receptividad de cada cuadro y de la estacionalidad de su producción se calcula la receptividad global del establecimiento para cada estación del año y se establece como receptividad del establecimiento a la correspondiente al momento de menor receptividad. A partir de esa información básica se proponen un plan de movimientos de animales y un esquema de inversiones y gastos futuros. El plan de movimientos procura dar a cada cuadro un descanso de 2 a 3 meses durante la estación de crecimiento de cada uno, lo cual requiere la concentración de los animales en los otros cuadros. El plan de inversiones busca mejorar la disponibilidad de forraje en el momento en que el mismo es más escaso, por ejemplo mediante alambrados o aguadas. Por último se monitorea periódicamente la marcha del Plan de movimientos propuesto analizando la dinámica estacional de las variables climáticas vinculadas a la PPNA (Jobbágy et al. 2002), la marcha del contenido hídrico del suelo (Paruelo et al. 1995) y la comparación entre la dinámica del IVN en tiempo real y la de los años utilizados como referencia.

REFERENCIAS

- Aguiar MR, JM Paruelo, RA Golluscio, RJC León, SE Burkart and G Pujol, 1988. The heterogeneity of the vegetation in arid and semiarid Patagonia: an analysis using AVHRR/NOAA Satellite Imagery. *Annali di Botanica (Roma)*. 46: 103-114. 20.
- Golluscio RA, VA Deregibus, and JM Paruelo. 1998. Sustainability and range management in the Patagonian steppes. *Ecología Austral* 8(2): 265-284.
- Golluscio RA, JM Paruelo y VA Deregibus. 1999. Pastoreo con descansos en la Patagonia: Desarrollo de un paquete tecnológico. *Revista Argentina de Producción Animal* 19(1): 89-102
- Golluscio RA, ME Román, A Betelu, D Rodano, A Cesa, A Frey y M Cilian. 2000. Ganadería de subsistencia: preservar los recursos forrajeros o preservar a los pobladores? III Coloquio Internacional sobre Transformaes Territoriais. Florianópolis, Brasil.
- Grigera, G., M. Oesterheld y F. Pacín. 2004. Monitoring forage production with MODIS data for farmers' decision making. MODIS Vegetation Workshop II. Montana, 17-19 agosto de 2004.
- Huete A, Didan K, Miura T, Rodriguez EP, Gao X, Ferreira LG. 2002. Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. *Remote Sensing of Environment* 83: 195-213.
- Jobbagy E.G., O.E. Sala and J.M. Paruelo. 2002. Patterns and controls of primary production in the Patagonian steppe: a remote sensing approach. *Ecology* 83:307-319.
- Monteith JL. 1972. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. *Journal of Applied Ecology* 9: 747-766.
- Turner DP, Urbanski S, Bremer D, Wofsy SC, Meyers T, Gower ST, Gregory M. 2003. A cross-biome comparison of daily light-use efficiency for gross primary production. *Global Change Biology* 9: 383-395.
- Oesterheld, M., O.E. Sala and S.J. McNaughton. 1992. Effect of animal husbandry on herbivore-carrying capacity at a regional scale. *Nature* 356, 234-236.
- Paruelo, J.M. y R.A. Golluscio. 1994. Range Assessment using Remote Sensing in Northwest Patagonia (Argentina). *Journal of Range Management* 47:498-592
- Paruelo, J.M. y W.K. Lauenroth. 1995. Regional patterns of NDVI in North American shrublands and grasslands. *Ecology* 76:1888-1898.

Paruelo, J.M. y Sala O.E. 1995. Water losses in the Patagonian steppe: a modelling approach. *Ecology* 76:510-520.

Paruelo, J.M., E.G. Jobbágy, O.E. Sala, W.K. Lauenroth y I.C. Burke. 1998 Functional and structural convergence of temperate grassland and shrubland ecosystems. *Ecological Applications* 8:194-206.

Paruelo, J.M., Garbulsky, M.F. Guerschman, J.P. y Oesterheld M. 1999. Caracterización regional de los recursos forrajeros de las zonas templadas de Argentina mediante imágenes satelitarias. *Revista Argentina de Producción Animal* 19: 125-131

Paruelo, J.M., H.E. Epstein, W.K. Lauenroth y I.C. Burke. 1997. ANPP estimates from NDVI for the Central Grassland Region of the US. *Ecology* 78:953-958.

Paruelo, J.M., Jobbágy E.G., Sala O.E. Biozones of Patagonia (Argentina). 1998. *Ecología Austral* 8: 145-153.

Paruelo, J.M., Jobbágy, E.G. and Sala O.E. 2001 Current distribution of ecosystem functional types in temperate South America. *Ecosystems* 4: 683-698.

Paruelo, J.M., Oesterheld, M. Di Bella, C.M., Arzadum, M., Lafontaine, J., Cahuepe, M. and Rebella, C.M.. 2000. A calibration to estimate primary production of subhumid rangelands from remotely sensed data. *Applied Vegetation Science* 3: 189-195.

Paruelo, JM, MR Aguiar, RA Golluscio, RJC León and G Pujol. 1993. Environmental controls of NDVI dynamics in Patagonia based on NOAA-AVHRR satellite data. *Journal of Vegetation Science*. 4: 425-428.

Paruelo, JM, MR Aguiar, RJC León, RA Golluscio y WB Batista. 1991. The use of satellite imagery in quantitative phytogeography: a case study of Patagonia. 1991. En PL Nimis and TJ Crovello (eds.). *Quantitative Approaches to Phytogeography*. *Tasks in Vegetation Science*: 183-204.

Paruelo, JM, Golluscio RA, Guerschman JP, Cesa A, Jouve VV, and Garbulsky MF. 2004. Regional scale relationships between ecosystem structure and functioning. The case of the Patagonian steppes. *Global Ecology and Biogeography* 13 (5): 385-395.

Paruelo, JM, JP Guerschman, G Baldi y CM. Di Bella. 2004. La estimación de la superficie agrícola. Antecedentes y una propuesta metodológica. *Interciencia* 29:421-427.

Piñeiro, G., M. Oesterheld and J.M. Paruelo. Seasonal variation of aboveground production and radiation use efficiency of temperate rangelands estimated through remote sensing. *Ecosystems* (en prensa).

Potter CS, Randerson JT, Field CB, Matson PA, Vitousek PM, Mooney HA, and Klooster SA. 1993. Terrestrial ecosystem production: a process model based on global satellite and surface data. *Global Biogeochemical Cycles* 7: 811-41.

Running SW, Thornton PE, Nemani RR, Glassy JM. 2000. Global terrestrial gross and net primary productivity from the earth observing system. Pages 44–57 in Sala O, Jackson R, Mooney H, eds. *Methods in Ecosystem Science*. New York: Springer-Verlag.

Running SW, Nemani RR, Heinsch FA, Zhao M, Reeves M, and Hashimoto H. 2004. A Continuous Satellite-Derived Measure of Global Terrestrial Primary Production. *Bioscience* 54: 547-560.

Soriano A. and Paruelo J.M. 1992. Biozones: Vegetation units of functional character identifiable with the aid of satellite images. *Global Ecology and Biogeography Letters* 2:82-89.

Tomasel, F.G. and J.M. Paruelo. 2000. Normalized difference vegetation index estimation in grasslands of patagonia by ANN analysis of satellite and climatic data. In Lek S. and Guegan J.F. (eds) "*Applications of artificial neural networks to ecological modelling*", Springer-Verlag (Germany), 69-79.

La Adaptación de las Empresas Ganaderas a la Variabilidad del Entorno¹.

Ing. Agr. Italo Malaquín²

I) Introducción

La alta inestabilidad de los ingresos, ha sido reportado como una de las particularidades más sobresalientes en las empresas ganaderas del Uruguay con una visión de largo plazo.

La dificultad de conducción de las empresas ganaderas se atribuye a los siguientes factores:

- a) Fuertes fluctuaciones de precios.
- b) Inestabilidad en la relación de intercambio de los productos ganaderos y de los costos no transables.
- c) Alta variabilidad en la capacidad de carga de los recursos forrajeros.
- d) La presión por la tierra y sus implicancias en:

- Rentas caras
- Ausencia de pastoreos
- Mejoras patrimoniales
- Inestabilidad de arrendatarios
- Limitaciones para crecimiento de área con números ganaderos³.

Los citados factores y sus respectivas interacciones operan en la misma unidad de tiempo, con intensidades variables, incidiendo en los resultados productivos, económicos y en la evolución patrimonial de las empresas.

En el presente trabajo se presentarán, cuáles han sido las causalidades que explican las particularidades anteriormente citadas, sus implicancias en el sector desde el punto de vista de la intensificación y la especialización productiva en bovinos para carne y sus consecuencias para las empresas ganaderas.

II) Sus Causalidades

a) Fuertes Fluctuaciones de Precios: Alta Exposición al Comercio Internacional.

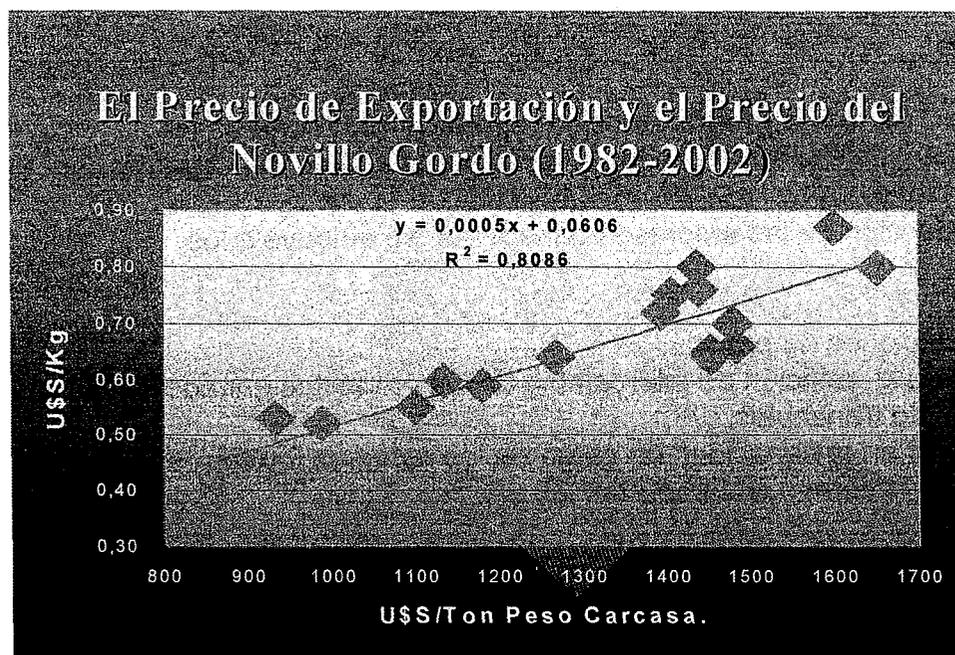
¹ Seminario: El Campo Natural y la Empresa Ganadera- Instituto Plan Agropecuario, 2003, Salto

² Director IPA Regional Norte.

³ Monitoreo de Empresas Ganaderas. Unidad de Gestión y Proyectos IPA. Jornada de Agroeconomía. Tacuarembó, noviembre 2005

Dada las características estructurales de nuestra ganadería⁴, el precio de las categorías de engorde resulta, determinado por el Negocio Exportador (Precio y Volumen de exportación).

El 80% de las variaciones anuales observadas del precio del novillo gordo y vaca gorda para el período 1982 y 2002 estuvo asociado a las variaciones anuales del precio de exportación de carne vacuna (Gráfica N°1).



El precio del novillo gordo, junto con el balance entre oferta y demanda de categorías de reposición, condicionan el precio promedio de los productos de la cría vacuna.

b) Inestabilidad en el poder de compra de los productos ganaderos: Atraso y adelanto cambiario.

A raíz, de la política económica implantada a fines de la década de los ochenta se originaron cambios muy importantes en la empresas agropecuarias. Uno de los efectos que provocaron esos cambios implicó el aumento de los costos de producción y retiros familiares cada vez mayores para mantener un nivel de vida del proyecto familia-explotación..

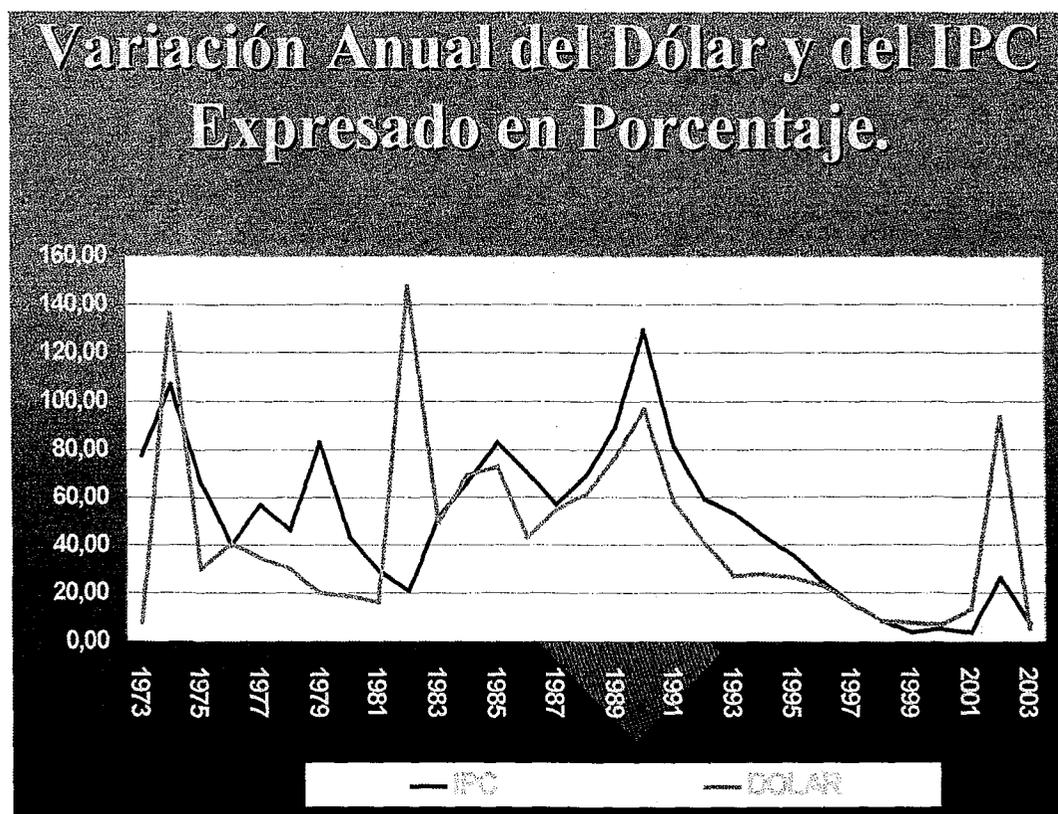
A principios de la década del noventa se estableció una política con la cual entre otros objetivos se buscaba controlar y bajar la inflación, que para aquel entonces

⁴ Se debe recordar que Uruguay destina actualmente entre un 70-80 % de su producción al mercado externo.

mantenía valores cercanos a los tres dígitos. Dicha política generó una diferencia entre el ritmo inflacionario y el devaluatorio que fue aumentando el poder adquisitivo en dólares americanos. Esto actuó negativamente sobre los sectores primarios comprometiendo su competitividad⁵.

En la Gráfica N°2, se presenta la evolución de la variación anual del dólar y la inflación (IPC).

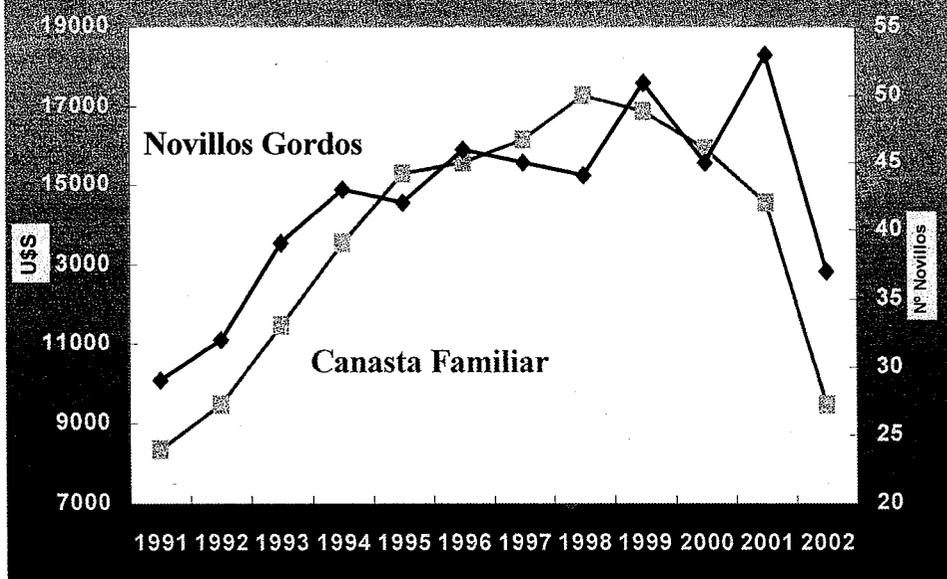
La diferencia entre la tasa devaluatoria y la inflación se mantuvo vigente hasta 1996 cuando lentamente se invirtió, y la devaluación comenzó variar a una mayor tasa que la inflación.



En la Gráfica N° 3 , se observa la alta variabilidad ó inestabilidad en el poder de compra de los productos ganaderos y los costos no transables para el período analizado.

⁵ Los Productos Agropecuarios y los Costos no Transables. Montes y Uriarte (IPA). Revista N° 99 del IPA

Evolución del N° de Novillos Gordos para Cubrir la Canasta Familiar según Año.



Para el período 1991-1998, la tasa de incremento de la canasta básica familiar, fue superior al incremento del valor del novillo, por lo tanto para el citado período se necesitó mayor cantidad de producto para cubrir la misma. Posterior al año 1998, la tasa de caída de los precios ganaderos fue significativamente mayor al de la canasta.

En síntesis, para este período existió un desfase entre la evolución de la canasta básica familiar y el poder de compra de los productos ganaderos, independientemente de la tendencia creciente ó decreciente de los precios de los productos ganaderos.

c) La variabilidad climática, la carga animal y sus implicancias en la performance animal⁶.

- La producción de forraje del campo natural tiene sus variaciones anuales en función, principalmente de las precipitaciones en primavera y verano, cuando se produce la mayor cantidad de forraje, entre el 60 y el 70% del total anual.
- En los sistemas de producción ganaderos, la incidencia de la variabilidad invernal es escasa, por el reducido potencial productivo de esta estación, mientras que para el verano, ocurre lo contrario por que el 65-70 % de la

⁶ Ing. Agr. Daniel Formoso (SUL) Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural. Serie Técnica 151 INIA 33.

PPNA anual (producción primaria neta), se concentra en verano y la primavera.

- La carga animal es la variable de mayor efecto en el desempeño animal. Los bovinos son más afectados que los ovinos, no siendo sostenible en el largo plazo una carga mayor ó igual a 1 unidad ganadera/Há SPG.
- La pastura natural tiene un limite en la capacidad de carga. A medida que el sistema se acerca al mismo, se vuelve más sensible a los factores climáticos y aumenta el riesgo en los procesos productivos (reproducción, ganancia de peso, producción de lana).

En la tabla N° 1, se presenta el efecto de la carga, el sistema de pastoreo y las condiciones ambientales en la ganancia de peso de bovinos (edad =2 años) en pastoreo mixto. Fuente: D. Formoso (SUL), 2005.

Carga	GPV	CV %	Año	GPV	CV	GPV	SP	GPV	CV %
0,8	90,6	16	1991	112,3	11,65	112,3	C	72,2	19,39
1.0	71,6	20,94	1992	47	20,63	47	D	53,8	21,56
1,2	26,7	46,81	1993	29,7	45,79	29,7			

III) Sus implicancias en el Sector y en las Empresas Ganaderas.

a) En el Sector: Trayectoria Tecnológica

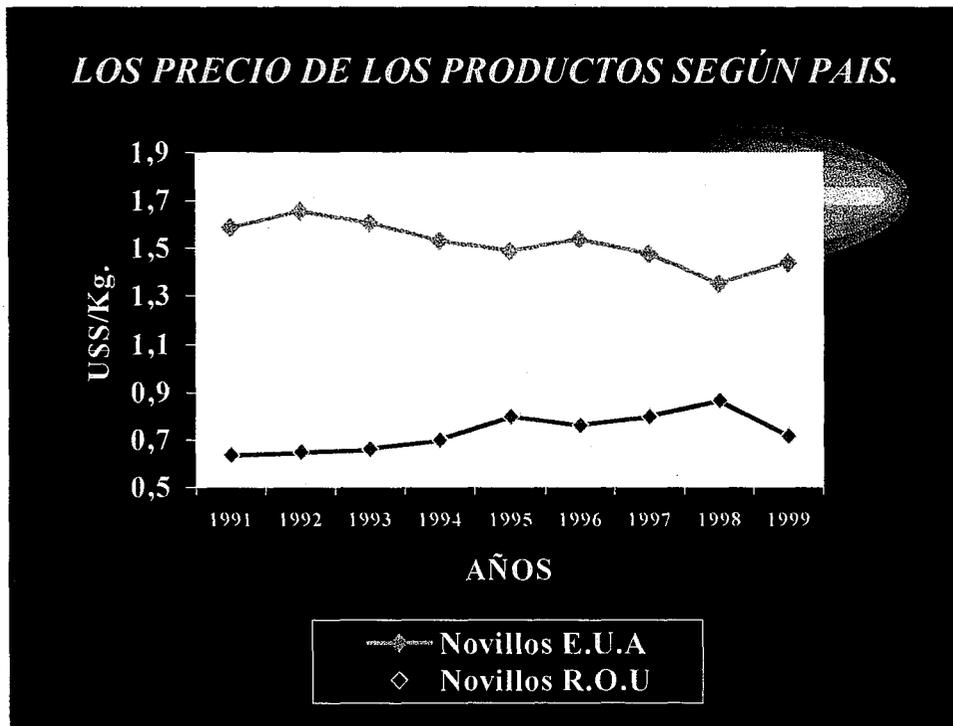
Los sistemas de producción de carne vacuna de los países están expuestos a niveles de precios y de riesgo extremadamente distintos, según su exposición al comercio internacional y en particular, a un conjunto de factores entre los que se destacan las políticas hacía el sector. Las condiciones del comercio permiten a las empresas ganaderas de un grupo de países avanzar en la intensificación de la producción ganadera y a los de otros, ubicados en países exportadores, se lo impide, por lo menos cuando el destino de la misma es la exportación⁷.

⁷ Los Circuitos de Comercio de Carne Vacuna. Martín Buxedas, agosto de 2001

En tabla N°2, se intenta conceptuar a través de las variables nivel de precios y variabilidad de los mismos, las implicancias en términos de intensificación-trayectoria tecnológica y especialización productiva en bovinos para carne.

Nivel de Precios	Variabilidad de Precios	Intensificación Productiva	Especialización Productiva
Altos	Baja	Alta	Alta
Bajos	Alta	Baja	Baja

Los procesos de intensificación y de especialización productiva en bovinos para carne se registran cuando operan precios altos-medios y baja variabilidad, y relaciones de precios flaco/gordo iguales o mayores a la unidad⁸. Por lo tanto, la ganadería uruguaya no debería de recorrer una trayectoria tecnológica con costos internacionales, por que el nivel de precios de los productos y su variabilidad son muy contrastantes según países (Gráfico N°4).



Como así también, se ha producido un aumento muy importante en los últimos años, de la oferta de variedades forrajeras anuales en el mercado. Desde nuestro punto de vista, en un marco altamente inestable en cuanto a clima y a los precios, este tipo de forrajeras, tienen un desarrollo muy limitado, ya que contribuye a aumentar la variabilidad física de los sistemas ganaderos (sustentabilidad

⁸ Las exportaciones vacunas ante los cambios generados por la aftosa y las políticas económicas de la región, Malaquín y Montes, IPA 2002

ambiental) y disminuir los márgenes financieros, en especial en las explotaciones de carne y lana.

Con niveles de precios relativamente bajos y riesgo de precios altos, en estas condiciones, para mantener la viabilidad financiera de las empresas se deben mantener los costos por unidad de producto en niveles muy bajos en la comparación internacional y no es aconsejable ni previsible el uso de tecnologías que pretendan mejorar el beneficio de las explotaciones aumentando el volumen de producción y disminuyendo los márgenes por unidad de producto. **Se debe recordar que Uruguay destina entre un 60% -80% de la producción al mercado externo, y por lo tanto debe mantener niveles extremos de competitividad.**

Durante la década de los noventa, se registró un aumento en los niveles precios en dólares corrientes de los productos ganaderos y disminución de su variabilidad con respecto al pasado (1962-1983)⁹, lo cual explicaría en parte, el proceso de inversión de pasturas, un manejo más productivo del stock, por ende un proceso de intensificación de la ganadería uruguaya, con acortamiento de los ciclos productivos en invernada, mayor demanda de terneros, cambios en la relación de precios flaco/gordo y un proceso creciente de especialización en cría vacuna¹⁰. Estos factores incidieron para explicar, en parte, los cambios de la estructura productiva de las empresas ganaderas del país¹¹.

b) **En las Empresas Ganaderas**

Las empresas ganaderas uruguayas se han enfrentado a situaciones cambiantes y contrastantes explicado por, cambios frecuentes de escenarios comerciales (destino y precios /tonelada peso carcasa) asociado a su alta exposición al comercio internacional de carne vacuna y a las políticas macroeconómicas aplicadas en el país. Lo anterior, ha provocado fuerte inestabilidad en los precios y en los costos de producción y por ende en la relación insumo/ producto. Dicha relación nos indica la capacidad que tienen las empresas para cubrir sus retiros familiares, el servicio de deuda y futuras inversiones. En el siguiente gráfico (Nº5), se presenta para el período 1978-2002, la variación anual de la relación insumo producto para empresas ganaderas Índice Coneat 100.

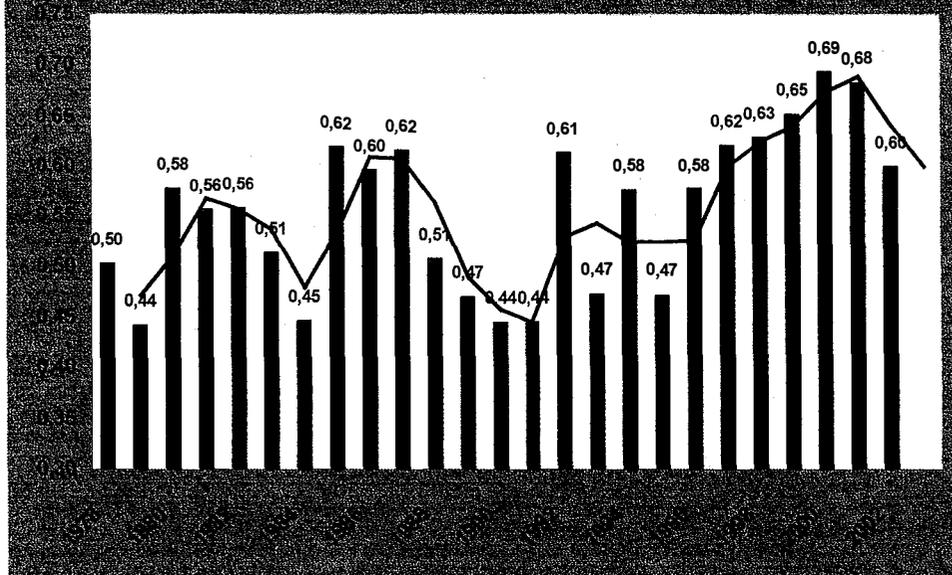
⁹ Comercio Internacional y Complejo Carne Vacuna, Martín Buxedas 1987, Ciedur

¹⁰ Analizando el Mercado del ternero. Revista IPA 2003. Gustavo de los Campos y Malaquín, INIA-IPA 2003

¹¹ Especialización en la ganadería vacuna 1989-1998. OPYPA_MGAP. Junio 2001

Evolución de la Relación Insumo/Producta

Fte. MGAP-OPYPA-DIEA - CONEAT



Las variaciones anuales observadas de la relación insumo / producto para el período analizado, generan variaciones anuales en el Ingreso Neto en las empresas ganaderas (Cuadro N°3).

Año	Ingreso Neto U\$S/Há	Canasta Básica Familiar U\$S	Hectáreas
1991	9,29	8352	899
1992	10,23	9468	926
1993	9,13	11484	1258
1994	3,17	13512	4262
1995	16,73	15288	914
1996	14,01	15576	1112
1997	16,34	16152	988
1998	21,74	17280	795
1999	15,12	16880	1116

En el citado cuadro, se presenta para el período 1991-1999, la variación anual del ingreso neto para empresas ganaderas Índice Coneat 100 (Fuente: IPA en base a OPYPA)¹², la canasta básica familiar y la variación anual de la escala, expresada como la cantidad de hectáreas necesarias para cubrir la canasta básica familiar según la variación anual del ingreso neto y la canasta básica familiar.

¹² Endeudamiento en la Empresa Ganadera. Ing. Agr. Alberto Rosso. IPA, Diciembre de 2002

Se registro entonces, alta variabilidad de las hectáreas necesarias para cubrir la canasta básica familiar, producto de la mayor inestabilidad del ingreso neto por las variaciones anuales de los precios en los productos ganaderos (carne vacuna, ovina y lana) y la tendencia creciente en la evolución de la canasta básica familiar.

V) Reflexiones Finales.

Lo predecible del entorno ganadero uruguayo es su incertidumbre y la incertidumbre del negocio, influye en el proceso de aprendizaje e inversión y en el proceso de toma de decisiones¹³. Como así también, condiciona el tipo de tecnología a incorporar en las empresas ganaderas asociado a la alta variabilidad de los factores citados.

Por lo tanto, ¿Cuáles deberían de ser las tecnologías más adecuada para la ganadería uruguaya y sus empresas, que tengan la capacidad de reconocer las principales fuentes de riesgo del negocio ganadero y que incorporen, la variabilidad existente del entorno, para minimizar los riesgos y sus implicancias en las empresas?

Finalmente, la trayectoria de una empresa ganadera en el largo plazo, es un modelo complejo, donde intervienen las siguientes variables: el modelo decisión de los ganaderos, el clima, la economía, el mercado y la tecnología aplicada y las interacciones de las respectivas variables, que operan con intensidades variable, en la misma unidad de tiempo.

Pero reconocemos, que los sistemas ganaderos son autónomos, por que se caracterizan por su capacidad de informarse sobre el estado de su ambiente y usar esa información para ajustar su funcionamiento. Esto explicaría, las trayectorias diversas que observamos a nivel micro (Hermes Morales, IPA LN, 2005). En síntesis las empresas no dependen solo de su entorno. Esta hipótesis, se confirma cuando observamos la variabilidad de los resultados económicos entre establecimientos criadores dentro de año desde el ejercicio 2001-2002 al 2004-2005, para un mismo entorno de mercado, clima y de variables de la economía.

Lo anterior, refuerza el rol de la institucionalidad agropecuaria, de brindar información y conocimientos necesarios, para mejorar el proceso de toma de decisiones, para contribuir a la mejora del funcionamiento de las establecimientos ganaderos considerando las finalidades de cada unidad de decisión-ejecución, reconociendo su heterogeneidad¹⁴.

¹³ Evolución reciente de la Ganadería con énfasis en la cría vacuna (Gorriti, Malaquín, Montes, Morales, 2001, IPA)

¹⁴ Las estrategias de los sistemas ganaderos, frente a variaciones climáticas y económicas. Revista IPA 116, 2006

En síntesis, es necesario mejorar nuestra forma de **calificar el funcionamiento de las empresas**, teniendo en cuenta, además de los parámetros tradicionales, la capacidad que tengan de enfrentar un ambiente incierto, aprovechando las oportunidades y sorteando las dificultades.