



PRIMER INFORME TECNICO DE MEDIO TIEMPO
(Mayo 2002 – Marzo 2003)

PROYECTO “*Caracterización regional de los recursos forrajeros en los pastizales del Río de la Plata y la Patagonia: desarrollo de sistemas de evaluación y pronóstico de la productividad primaria*”

Convenio IICA-BID FTG/RF-01-03-RG

Líder del Proyecto: Dr. José M. Paruelo

Abril 2003

Programa Cooperativo para el Desarrollo Tecnológico Agroalimentario y Agroindustrial del Cono Sur

Argentina, Bolivia
Brasil, Chile
Paraguay, Uruguay

 IICA
Instituto Interamericano
de Cooperación para
la Agricultura

**Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria
FONTAGRO
Proyecto Forrajeras FONTAGRO IICA-BID FTG/RF-01-03-RG**

***Caracterización regional de los recursos forrajeros en los
pastizales del Río de la Plata y la Patagonia: desarrollo de
sistemas de evaluación y pronóstico de la productividad primaria.***

Investigador principal: Dr. José M. Paruelo

Informe Técnico período 1/5/02 –31/03/03

Resumen

El presente informe resume las actividades y resultados parciales de los distintos componentes del proyecto de referencia. La presentación de las actividades desarrolladas se organiza en torno de los objetivos enunciados originalmente. Dentro de cada uno de los objetivos se presenta una síntesis de las actividades en marcha, en el marco de cada uno de ellos y se hace referencia a los documentos anexos en donde se presentan los resultados parciales. Como en todo proyecto científico y de desarrollo tecnológico surgen nuevas preguntas o las antiguas son reformuladas. Al comenzar los análisis surgen vacíos en el conocimiento que necesitan ser completados antes de poder avanzar en otras direcciones. En tal sentido se han agregado actividades a las originalmente planeadas. Estas se presentan como nuevos objetivos. Es pertinente aclarar que el alcance de los objetivos originales de la propuesta fueron modificados a pedido del FONTAGRO a fin de adecuarlos al presupuesto asignado. Si bien el proyecto recibió los primeros fondos en el segundo semestre del año, las actividades dieron comienzo en febrero, con financiación de las contrapartes.

La evaluación por parte de los pares del conocimiento y de los desarrollos generados es nuestro principal reaseguro de la calidad de estos productos. En tal sentido nuestro objetivo es publicar la información en las mejores revistas científicas de la especialidad. Esto asegura a su vez, la difusión más amplia posible en la comunidad profesional y científica. En virtud de ello buena parte de los productos parciales han sido redactados en inglés con el objetivo de enviarlos para su publicación a revistas científicas de la mejor calidad. Obviamente todo el material presentado corresponde a versiones preliminares e incompletas de los productos finales. En tal sentido todavía no pueden ser citados o usados en materiales de divulgación.

Las actividades reseñadas han estado a cargo de los investigadores de las distintas instituciones participantes y de técnicos contratados específicamente para el proyecto (Lic. Felipe Lezama, Lic. Marcos Texeira, Lic. Santiago Baeza,

Lic. Verónica Sarli (UDELAR), Ing.Agr. Gustavo Sznajder, Ing. Agr. Dolores Arocena, Lic. Germán Baldi (UBA)).

1. Objetivos y metas:

1. *Calibración de la relación IVN-PPNA y estimación del coeficiente de conversión de energía y biomasa para distintos recursos forrajeros y ambientes.*

Metas:

- A. *Conjunto de ecuaciones de calibración de la relación IVN-PPNA.*
- B. *Valores de coeficientes de conversión de energía en biomasa para los principales tipos de vegetación. Plazo: 30 meses, con resultados preliminares a los 6 y 18 meses en base a datos a recopilar y primeros resultados experimentales.*

Tal cómo estaba previsto hemos generado algoritmos de estimación regional de la PPNA a partir de datos satelitarios para dos de las áreas en las cuales se ha puesto los mayores esfuerzos, la porción NW de Patagonia (ver Anexo 1) y la Pampa Inundable (ver Anexo 2). En ambos casos el trabajo aún no ha sido completado y se seguirá trabajando en ambas regiones en los próximos meses. Se espera tener dos manuscritos enviados a publicar para fin de 2003. A su vez, se ha comenzado con la recopilación de datos de Productividad Primaria Neta Aérea para sitios en Uruguay. Se cuenta con información para 3 sitios en Tacuarembó (proveniente del INIA) y 1 en Florida (provisto por el Secretariado Uruguayo de la Lana). Se están procesando muestras provenientes de cortes de biomasa para la caracterización de la dinámica de la PPNA en un sitio en Ecilda Paulier, Depto de San José (Uruguay) en la Facultad de Ciencias de la UDELAR y de distintos sitios de la región Patagónica en la FUABA.

Uno de los aspectos más importantes en la generación de algoritmos de estimación de productividad primaria a partir de datos satelitarios es comprender las bases biofísicas de la relación entre los índices espectrales y los distintos procesos o variables determinantes de la productividad, en tal sentido se han montado tres ensayos en laboratorio y a campo. Dos experimentos corresponden a condiciones controladas en donde se evalúa la relación entre el índice Verde Normalizado y la proporción de material senescente en el canopeo (Anexo 3), y se estima la eficiencia en el uso de la radiación de distintas especies forrajeras, un parámetro crítico de los algoritmos más usados para la estimación de PPNA (Modelo de Monteith). Un experimento a campo en la reserva El Relincho en el depto de San José (Uruguay) evalúa el efecto del material senescente sobre la radiación interceptada por el canopeo en distintos tratamientos de pastoreo. Todavía no se cuenta con resultados de estos ensayos.

2. Caracterización del uso de la tierra en la región de estudio.

Metas:

- A. *Algoritmo de clasificación del tipo de cobertura del suelo en base a la fenología de la vegetación.*
- B. *Mapas regionales de uso de la tierra para la región a estudiar (Figura 1) a tres resoluciones espaciales según la fuente de datos satelitales (AVHRR/NOAA, SAC-C, LANDSAT TM). Plazo: 22 meses, con resultados parciales a los 9 meses.*

Durante el curso de los primeros meses del proyecto se culminó con el desarrollo de un algoritmo de clasificación de los tipos de cobertura del suelo en un área particularmente heterogénea de la región de los pastizales del Río de la Plata (zona sudoeste, límite entre la Pampa interior, la Inundable y la Austral, León 1993). La descripción de este algoritmo está en proceso de publicación (Anexo 4). A partir de la metodología desarrollada en ese artículo se han realizado clasificaciones para tres áreas adicionales de la Provincia de Buenos Aires, en Argentina y para un área del litoral uruguayo. Los resultados preliminares de esas clasificaciones se presentan en el Anexo 5.

Para parte de la región, la definición del objetivo resultó ambigua ya que la descripción de la heterogeneidad de la cobertura del suelo no estuvo asociada al uso sino a la heterogeneidad ambiental. En tal sentido la caracterización se basó en diferencias en la vegetación. En el Anexo 6 se describe la caracterización en marcha para la zona del basalto superficial en Uruguay, y en el Anexo 1 los resultados preliminares de la que se está realizando en el NW de la Patagonia.

3. Caracterización de la PPNA promedio y de su variación estacional e interanual de toda la región.

Metas:

- A. *Mapas regionales de Productividad Promedio Anual, momento de máxima y mínima productividad, rango anual de la variación de la productividad de las áreas dedicadas a la ganadería, variación interanual de la productividad.*
- B. *Curvas estacionales de la productividad primaria neta de los distintos recursos forrajeros y de su variabilidad interanual. Plazo: 32 meses, con resultados parciales a los 22 meses.*

A partir de las ecuaciones generadas en el marco del objetivo 1 y con una composición de 4 imágenes Landsat TM se generaron mapas de la productividad primaria neta aérea (PPNA) de los pastizales y arbustales del NW de la Patagonia (Anexo 1). Usando una fuente alternativa de datos espectrales (los satélites de la serie AVHRR/NOAA) se produjeron mapas de la variabilidad relativa promedio de la productividad de esta zona y de la totalidad de la Provincia de Río Negro (Anexo 7). Se está trabajando en generar coberturas de PPNA y de su variación temporal para el resto de las zonas de estudio.

Para un área piloto de los pastizales del Río de la Plata se realizó un análisis detallado de la variación espacial y temporal de la productividad de lotes individuales de distintos recursos forrajeros (pasturas de alta calidad en base a alfalfa, pasturas de baja calidad en base a agropiro y/o festuca y campos naturales). El estudio se realizó en conjunto con los grupos CREA del Sudoeste de la Provincia de Buenos Aires, quienes proveyeron información de más de 300 lotes de recursos forrajeros que fueron digitalizados y superpuestos a las imágenes LANDSAT. Este análisis se encuentra en ejecución.

4. Desarrollo de sistemas de prospección (basado en el comportamiento histórico del IVN y de variables climáticas para el período 1981-2000) y de pronóstico (basado en la misma información anterior pero implementado mediante redes neuronales artificiales).

Metas:

Modelos regionales de prospección y pronóstico de la productividad forrajera en base a la historia previa y las condiciones climáticas. Estos modelos permitirán construir mapas regionales de escenarios de productividad futura con horizontes de uno a tres meses y probabilidades asociadas. Plazo: 36 meses, con resultados parciales y sistemas piloto a los 18 meses.

Hemos comenzado el desarrollo de estos modelos para Patagonia y dos áreas de la región pampeana. En estos proyectos trabajan técnicos de la UBA, de la EEA INTA Esquel, y de las Facultades de Ciencias Sociales y Agronomía de la UDELAR.

5. Implementación en establecimientos rurales de distintas áreas y sistemas de producción, de las estrategias de manejo que optimicen en términos económicos, sociales y ambientales el uso de la información provista en los objetivos parciales 3 y 4.

Metas:

Para cada una de las distintas regiones que abarcará el estudio se desarrollarán protocolos de producción ganadera que puedan utilizar la información a generar en los ítems 3 y 4 descriptos y las tecnologías más avanzadas en estos sistemas de producción. Plazo: 36 meses, con resultados parciales a los 18 meses.

Se han relevado y desarrollado planes de manejo de los recursos forrajeros en establecimientos patagónicos (Ea. Maitén, Ea. Leleque, Ea. Pilcañeu, Ea. Tecka). Esos establecimientos cubren una superficie de más de 500.000 hás. en las provincias de Río Negro y Chubut. Durante el mes de abril se relevará y propondrá un esquema de manejo en un establecimiento del Dpto. de Colón en Entre Ríos (RA). Este establecimiento es, a su vez, una reserva privada supervisada por la Fundación Vida Silvestre Argentina. Se están llevando a cabo negociaciones para incorporar establecimiento en el dpto. de San José y Melo (ROU).

6. Evaluación económica de los resultados obtenidos al implementar las estrategias propuestas en el objetivo 5 y análisis de alternativas mediante modelos de simulación.

Metas:

Se analizará el impacto de las pautas de manejo reseñadas en el punto 5, evaluando la Rentabilidad y Tasa Interna de Retorno de las empresas ante distintos escenarios de condiciones ambientales y económicas (precios relativos de insumos y productos, políticas sectoriales). Plazo: 30 meses, con resultados parciales a los 18 y 24 meses.

Se ha comenzado con la recopilación de información e implementación de los modelos.

7. Implementación de un sitio en Internet con información generada (objetivos 2 a 5).

Metas:

Primera versión del sitio Internet a los 24 meses y versión final a los 36. Las versiones preliminares serán implementadas en los servidores de las instituciones educativas (UBA, UDELAR). La versión final será transferida a algunas de las instituciones oficiales de extensión de los países involucrados (INTA, INIA) y a ONGs del sector.

Una primera versión preliminar y no revisada para el área patagónica está disponible en:

<http://www.agro.uba.ar/laboratorios/lart/NorOeste-Patagonia/NOPata.html>

8. Implementación de cursos de capacitación a distintos niveles.

Los cursos serán dictados solamente en la institución ejecutora principal: la Facultad de Agronomía de la UBA.

Durante el segundo semestre se dictó la primera versión de dos cursos: "Funcionamiento de ecosistemas pastoriles" (dictado por Dres. M.R. Aguiar y R. A. Golluscio), y "Evaluación de recursos forrajeros a escala regional y de paisaje" (dictado por Dres. J.M. Paruelo y M. Oesterheld). Estos cursos estuvieron destinados a alumnos del ciclo de intensificación de la carrera de Agronomía y a profesionales vinculados a la problemática forrajera.

Para el año en curso estos cursos se incorporarán a la especialización de Manejo de Sistemas Pastoriles de la FAUBA. La especialización tiene como objetivos la transferencia a profesionales que trabajan en sistemas pastoriles (pasturas y pastizales) de marcos conceptuales actualizados sobre su funcionamiento. Por ser un posgrado profesional se pretende entrenar a los profesionales en: la resolución de problemas que contemplan las restricciones empresariales, y en el análisis crítico e interdisciplinario de información

proveniente de trabajos científicos y tecnológicos originales. El proyecto ha colaborado con este posgrado proveyendo información y experiencia de los investigadores que lo integran y que son docentes de los cursos.

Nuevos objetivos

Como en todo proyecto científico o de desarrollo tecnológico surgen, a poco de andar, nuevas preguntas y objetivos que ayudan a resolver aspectos no contemplados originalmente en la propuesta. Durante los primeros meses se han incorporado las siguientes actividades:

1. Comparación de áreas de clausuras-pastoreo a lo largo del gradiente ambiental de la región de estudio.

Una de las principales carencias de información que hemos detectado sobre los pastizales de la región, es la escasa cantidad de trabajos que estudian el impacto del pastoreo en la vegetación natural y en las propiedades del suelo. Desde la introducción de ganado por los Europeos alrededor del año 1600, diversos cambios se han generado en los ecosistemas del cono sur de América. Estos cambios han sido escasamente estudiados debido principalmente a la ausencia de una política de protección de áreas y por ende, la disponibilidad de sitios de estudio en la región. Sin embargo, con una exhaustiva revisión, hemos podido seleccionar hasta el momento 28 clausuras distribuidas en 10 sitios de la región (ver tabla adjunta) donde existen clausuras al pastoreo de más de 5 años. Si bien todas han sido pastoreadas anteriormente y los efectos de la regresión a la situación sin pastoreo pueden presentar fenómenos de histéresis, esta es la única aproximación experimental para estudiar de manera directa el impacto del pastoreo a lo largo de gradientes ambientales. Pretendemos analizar los efectos del pastoreo sobre los pastizales, abarcando un amplio gradiente ambiental, lo cual nos permitirá extraer conclusiones para un extenso rango de condiciones. Focalizaremos nuestros estudios en analizar los cambios de la vegetación luego de que es eliminado el pastoreo, observando cambios en composición florística, proporciones de grupos funcionales o síndromes fotosintéticos (C₃ y C₄). A su vez, estudiaremos cómo afecta el pastoreo la dinámica de carbono en los ecosistemas, tanto en la materia orgánica del suelo como en las raíces y la biomasa aérea. Para lograr estos objetivos se realizarán relevamientos florísticos y se analizarán las características del suelo dentro y fuera de las clausuras. Se medirá la distribución de las especies según estratos de altura y el grado de cambio entre ambas situaciones. También se tomarán muestras de biomasa aérea en algunos sitios, y en el suelo se realizarán mediciones de raíces, densidad aparente y materia orgánica, a distintas profundidades en el perfil. Hasta el momento de presentación de este informe se han relevado 18 de las 28 clausuras. Se están procesando las muestras de suelo y analizando los datos de vegetación.

Tabla. Nombre, año y ubicación de las áreas clausuradas al pastoreo relevadas en la Región de estudio del proyecto FONTAGRO.

Sitio/Nombre	Año	Ubicación
1. Río Mayo	56	Argentina- Chubut
2. Río Mayo	72	Argentina- Chubut
3. Río Mayo	83	Argentina- Chubut
4. Río Mayo Mallin	56	Argentina- Chubut
5. Medialuna Ladera	83	Argentina- Chubut
6. Medialuna Valle	83	Argentina- Chubut
7. Callejón Paynafil	90	Argentina- Chubut
8. Esquel Pinos	89	Argentina- Chubut
9. Triángulo cordillera	89	Argentina- Chubut
10. Vuelta del Rio Pinos 1	92	Argentina- Chubut
11. Vuelta del Rio Pinos 2	92	Argentina- Chubut
12. Viedma		Argentina- Río Negro
13. Piedras Blancas		Argentina- San Luis
14. Las Chilcas B3	85	Argentina- Buenos Aires
15. Las Chilcas C	85	Argentina- Buenos Aires
16. Palmar A	70	Argentina- Entre Ríos
17. Palmar B	70	Argentina- Entre Ríos
18. Palmar C	70	Argentina- Entre Ríos
19. El Relincho Los Zorros	91	Uruguay- Colonia
20. El Relincho Don Julio	95	Uruguay- Colonia
21. El Relincho Bonilla	93	Uruguay- Colonia
22. El Relincho Ñandú Sur		Uruguay- Colonia
23. El Relincho Corral casa		Uruguay- Colonia
24. El Relincho Blanqueal		Uruguay- Colonia
25. El Relincho La Loma/Riacho 1	96	Uruguay- Colonia
26. S.U.L.	90?	Uruguay- Florida
27. Glencoe 94	94	Uruguay- Paysandú
28. Glencoe 84	84	Uruguay- Paysandú

2. Evaluación de la desertificación en la región Patagónica

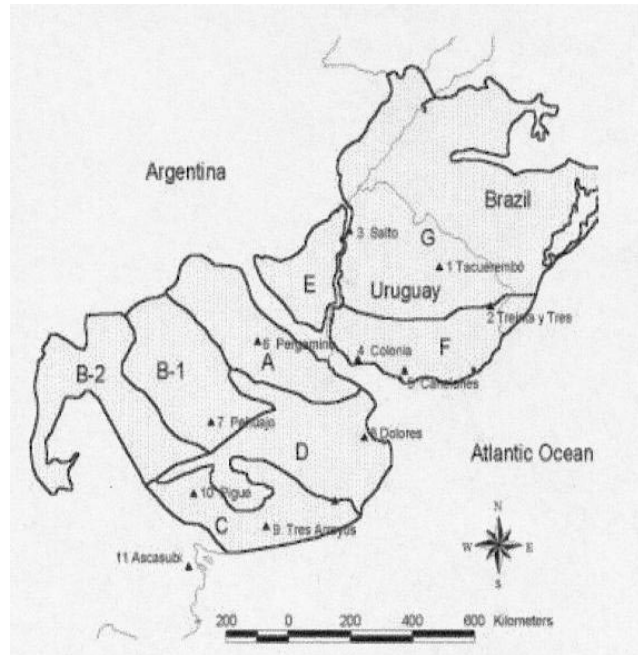
Dado que buena parte de los cambios en cobertura del suelo en la región patagónica se asocian a procesos de deterioro de la vegetación y que esto tiene una enorme importancia como determinantes de la receptividad ganadera de los campos, hemos incorporado el estudio de la desertificación como un objetivo explícito del proyecto. En tal sentido hemos comenzado a montar experimentos para su evaluación en un sitio experimental del INTA en Chubut, y análisis basados en sensores remotos en las estancias incorporadas al proyecto como áreas piloto de manejo. A su vez hemos comenzado a trabajar junto a los investigadores alemanes incorporados en el proyecto en modelos de simulación que permitan la evaluación de estrategias de uso de los recursos forrajeros en relación con el deterioro a largo plazo de la vegetación.

3. Controles ambientales de la señalada en Patagonia.

La producción de corderos determina en buena medida la viabilidad de las majadas en Patagonia. Sus controles incluyen factores climáticos y forrajeros. Hemos comenzado un estudio basado en la recopilación de series de señalada, variables climáticas y valores de PPNA derivados de información satelital para entender y predecir la producción de corderos en esta región.

4. Evaluación del efecto del pastoreo a largo plazo sobre la PPNA y la circulación de nutrientes en los pastizales del Río de la Plata.

La intensidad de pastoreo afecta el ciclo de los nutrientes en los ecosistemas. Uno de los nutrientes más afectado es el Nitrógeno. Este elemento es uno de los nutrientes limitantes en la región y por lo tanto condiciona la circulación del carbono y la energía, afectando la productividad de los ecosistemas pastoriles. Por ello hemos empezado a estudiar mediante modelos de simulación, los efectos de largo plazo del pastoreo en la circulación de nitrógeno y carbono, en diferentes sitios a lo largo de toda la región. Para eso hemos seleccionado 11 sitios con tipos de suelo contrastantes y recabado información meteorológica para correr los modelos (ver figura anexa). Hemos calibrado el modelo biogeoquímico CENTURY, (confeccionado por investigadores de la Universidad de Colorado, E.E.U.U.) para nuestras condiciones a partir de datos bibliográficos de vegetación y suelo, obteniendo buenas estimaciones del estado actual de los ecosistemas. Próximamente, se simularán diferentes intensidades de pastoreo a lo largo de 400 años. Se analizarán las entradas y las pérdidas de nitrógeno del ecosistema, así como la absorción de las plantas, la mineralización del suelo y la ingesta por parte de los herbívoros. Esta información será útil para entender los efectos fisiológicos y ecológicos del pastoreo y diseñar estrategias de pastoreo acordes, así como para estimar el posible impacto del pastoreo en los reservas de nutrientes del ecosistema.



5. Productividad primaria y eficiencia en el uso de la radiación de las principales forrajeras de la región de estudio.

Estos estudios permitirán entender a partir de ensayos en condiciones controladas los principales controles bióticos de la intercepción de radiación y de la productividad de los pastizales del Río de la Plata y Patagonia.

Actividades de divulgación

Publicar la información original en las revistas de mayor prestigio de la especialidad implica comunicar los resultados en inglés. A fin de asegurar la transmisión de los resultados al medio local hemos trabajado en artículos de divulgación en castellano para medios argentinos y uruguayos. Nuestro objetivo fue generar publicaciones de divulgación del mayor nivel posible. Durante los primeros meses del proyecto se han publicado dos artículos (Anexos Divulgación 1 y 2).