

Pasturas del Chaco Americano y sus servicios ecológicos: Con referencia especial a la importancia de leguminosas

Albrecht Glatzle, INTTAS, Loma Plata 1045 – Chaco,
C.d.c. 883 Asunción, Paraguay, aglatzle@inttas.org

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la tenencia de animales domésticos en general, y especialmente la ganadería bovina extensiva en el ambiente (sub)tropical, ha sido objeto de muchas críticas. Estas críticas han culminado en un informe dramático de la Dirección de Producción y Sanidad Animal de la FAO (Steinfeld et al. 2006), concluyendo en que los animales domésticos constituyen una amenaza importante para el medio ambiente a nivel mundial. Son numerosos los reproches a la ganadería “extensiva” (exclusivamente en base a pastoreo), entre otros:

- degrada los suelos,
- causa alta pérdida de biodiversidad,
- contribuye significativamente al cambio climático por emisiones de gases con efecto invernadero,
- disminuye la recarga de aguas subterráneas y superficiales,
- tiene poca eficiencia de conversión de energía alimenticia,
- consume mucha superficie (de bosques y montes).

Con este trabajo quiero demostrar ejemplos de sistemas ganaderos en base a pastoreo, totalmente sustentables y en conformidad con los servicios ecológicos generalmente exigidos de ecosistemas como aquel del Chaco Americano.

CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE

Primero hace falta una breve descripción de la región en la cual se hizo la experiencia pertinente como base de este trabajo: El Chaco Paraguayo es una planicie aluvial con un clima semi-árido a sub-húmedo (500 a 1300 mm con incidencia estival), subdividida en una parte seca y una parte más húmeda. El semi-árido Alto Chaco es caracterizado por un bosque xerófito, caducifolio y espinoso sobre suelos de “monte”, cambisoles y luvisoles con textura limosa-arcillosa (Hacker *et al.*, 1996). La parte central del Chaco cuenta con paleo-cauces colmatados con arenas y limos, formando así llamados regosoles, en un 15% de la superficie total. La vegetación típica de estos paleo-cauces secos es una sabana arbolada con árboles individuales grandes y la gramínea *Elyonurus muticus* (espartillo) como especie dominante del estrato herbáceo. En cambio, el sub-húmedo Bajo Chaco es parcialmente inundable y constituye un mosaico entre pastizales y palmares temporalmente inundables por un lado, y bosques residuales en las partes topográficamente altas por otro lado.

Antes de discutir los reproches referente a los problemas ambientales, supuestamente causados por la ganadería “extensiva”, hace falta la presentación de los sistemas ganaderos en la región, y sus niveles de producción bajo ciertos criterios de manejo.

HISTORIA DE LA PASTICULTURA EN EL CHACO

La base forrajera de los sistemas ganaderos tradicionales del Chaco son los pastizales naturales y el monte. Los factores ecológicos cuales han mantenidos abiertos estos pastizales son las quemas (natural o intencionalmente encendidas) y las inundaciones temporales. Estas influencias han impedidas durante décadas y hasta siglos el crecimiento de bosques en los pastizales. Con excepción de los esteros en la zona de inundación del Río Pilcomayo donde crecen pastos de alto valor como por ejemplo los pastos clavel (*Hemarthria altísima*) y alcalino (*Paspalum alcalinum*), la producción ganadera en campos naturales o el monte nativo está muy por debajo de aquella en pasturas implantadas con especies “exóticas”, muchas veces en lugares anteriormente desmontados (Tabla 1).

Tabla 1: Producción ganadera en el Chaco: Campo natural y monte versus pasturas sembradas con pastos seleccionados

Recursos forrajeros	Ganancia promedia de PV (kg/ha/a)
Campo natural y monte	5-10 (Dück 1997)
Pastura sembrada (gramíneas)	154 (Neufeld 2001)

En el Chaco Central Paraguayo (colonias Mennonitas) el cultivo de pasturas “exóticas” empezó con la introducción del pasto Búfalo (*Cenchrus ciliaris*), en los inicios de los años 50 del siglo 19. Más tarde fueron introducidos los pastos Pangola (*Digitaria decumbens*) y Estrella (*Cynodon nlemfuensis*) e implantados vegetativamente en superficies reducidos. A partir de los años 90 el Gatton panic (*Panicum maximum*) reemplazó por completo el pasto Búfalo en los nuevos desmontes y se volvió el pasto más usado en las pasturas chaqueñas implantadas. De pronto se dio cuenta de los límites de adaptación de las pocas especies de pastos disponibles. Con la creación de la Estación Experimental Chaco Central (GTZ/MAG) en el año 1990 y luego de la Asociación INTTAS (a partir de 2001) se pudo ampliar considerablemente el espectro de especies y cultivares disponibles, tanto gramíneas como leguminosas. Hoy en día tenemos a disposición por lo menos un pasto adaptado prácticamente para cada una de las diferentes condiciones edafo-climáticas del Chaco Paraguayo (Tabla en el anexo).

CARACTERÍSTICAS, USO Y MANEJO DE PASTURAS IMPLANTADAS

Niveles de producción: La adaptación a un cierto ambiente y la persistencia bajo utilización a nivel de finca son los criterios más importantes para la selección de un pasto. Diferencias entre los niveles de producción medidas en diferentes pasturas, reflejan parcialmente las circunstancias acompañantes y no las verdaderas diferencias genéticas entre los diferentes pastos seleccionados (Tabla 2). Debido a su adaptación a condiciones edáficas relativamente infértiles *Brachiaria brizantha* por ejemplo parece producir relativamente poca carne, pero con fertilización multiplica su producción y mejora su calidad forrajera, lo que se traduce también en ganancia animal de peso vivo.

Tabla 2: Incremento de peso (kg/animal/año) en pastura sembrada en el Chaco Argentino y Chaco Paraguayo

Especie/Cultivar	kg/an/año	Fuente
Pasto Pangola	130 – 155	Pueyo 2006
Rhodes Callide	130 – 150	Pueyo 2006
B. brizantha	85 – 140	Pueyo 2006
Pasto Pará (Siam)	150 – 190	Chaparro c.p.
Pasto Clavel	160 – 200	Chaparro c.p.
Pasto Pangola	140 – 210	Glatzle n.p.
Gatton Panic	160 – 220	Glatzle n.p.

Energía Metabolizable: Con una oferta forrajera abundante, sin carencia grave de proteína, es el contenido de Energía Metabolizable que obviamente limita la producción, independientemente del pasto (Gráfico 1). Este contenido de EM depende más de la época del año y del estadio (o sea del grado de encañamiento) que de la especie de pasto.

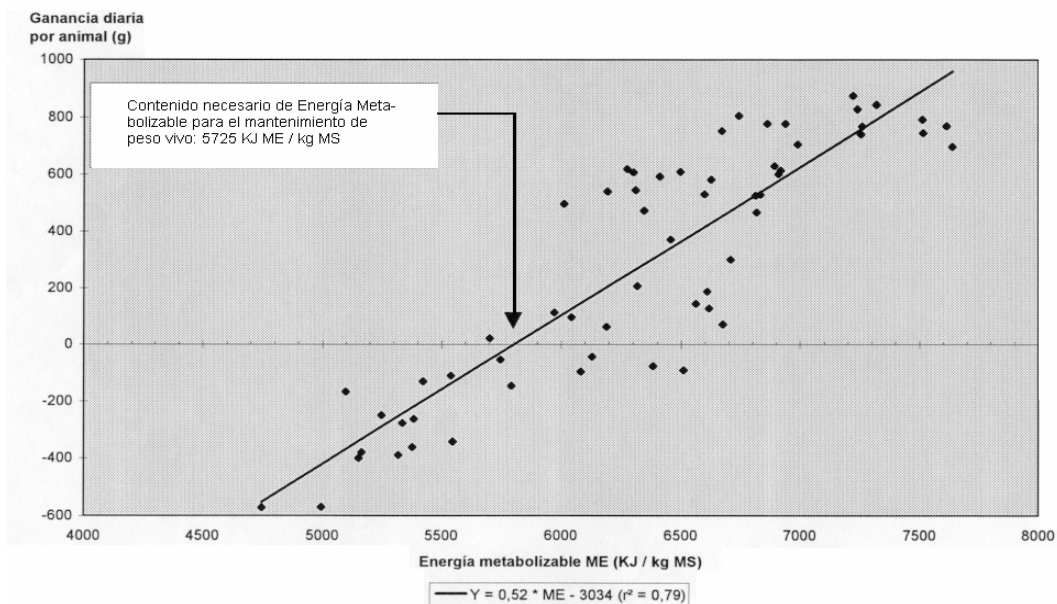


Gráfico 1: Correlación Ganancia Animal y Contenido de Energía Metabolizable en el pasto, a través de varias cargas y varios pastos (Stosiek et al. 1997)

Mezclas de pastos: Debido a la heterogeneidad de muchos potreros y debido a los limitantes que tiene cada uno de los pastos, estamos cada vez más convencidos de los beneficios de una mezcla de pastos. Solemos tener una cobertura del suelo y una oferta forrajera más uniforme por espacio y tiempo en pasturas mezcladas.

Carga animal: Otra circunstancia acompañante que determina la producción es la carga animal. Tanto por animal como por hectárea la producción ganadera tiene su óptimo (Gráfico 2):

- Con carga baja los pastos se encañan rápidamente y se hace uso solamente de una pequeña parte de la biomasa presente.
- Con carga alta los animales individuales compiten por el pasto limitado,
- mientras con carga mediana el animal come cómodamente suficiente pasto con alta calidad debido al rebrote casi continuo.

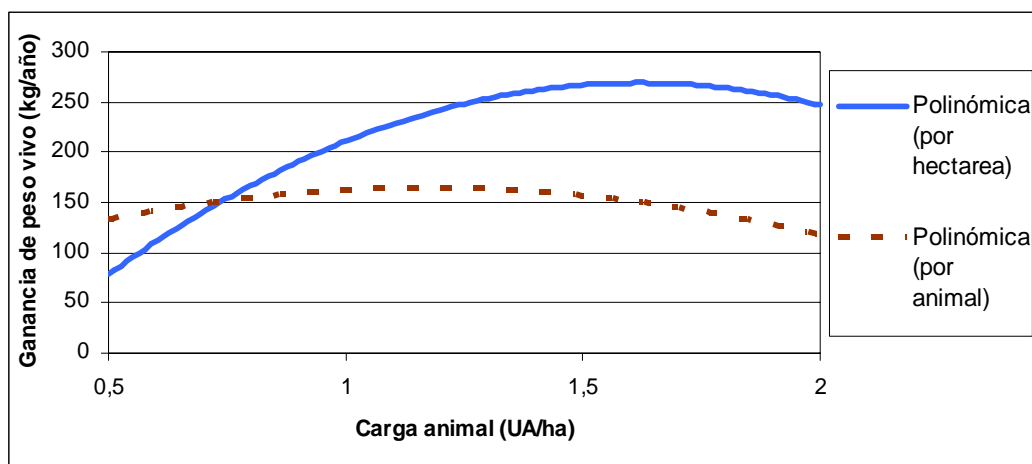


Gráfico 2: Ganancia de peso vivo en novillos por animal y por hectárea en función de la carga animal. Según Glatzle, no publicado

Diferimiento y preparación de heno: En invierno, los animales dependen en gran parte de pastura diferida. Pero un descanso de Gatton Panic durante todo un verano completo nos deja en invierno con muy baja calidad, un forraje que ni siquiera sostiene a los animales. Mientras un Gatton diferido por solamente 3 o 4 meses mantiene calidad satisfactoria como heno en pie (Proteína aprox. 6%, Energía Metabolizable >7 MJ/kg). – Esta calidad está comparable con la calidad de henos de Gatton Panic preparados a nivel de fincas (Tabla 3).

Tabla 3: Calidad forrajera y costo de heno de Gatton Panic y ensilaje de Sorgo (varios cultivares), preparados a nivel de fincas en el Chaco

	Proteína (%)	Energía Metabolizable (MJ/kg MS)	Costo (US\$/t MS)
Heno de Gatton	7,1 (2,3-13,6)	7,3 (4,9-9,7)	47
Silo de Sorgo	7,7 (2,4-12,3)	7,8 (6,8-8,8)	69

Promedios y rangos de 75 muestras de heno y 88 muestras de ensilajes; costos según Torsten Dürksen (comunicación personal).

En la práctica, muchas veces, el heno provee solamente una ración de mantenimiento y no de producción. En pasturas implantadas con Gatton o Estrella y otros pastos

seleccionados logramos el mantenimiento de los animales en años normales con mucho menos costos a través de una carga adecuada. Hasta una carga de 1,1 UA/ha, los novillos no perdieron peso durante los inviernos en nuestro ensayo de pastoreo en Río Verde con pastoreo continuo de todo el año (Gráfico 3). Sin embargo la preparación correcta y el uso estratégico de heno durante períodos de sequía extrema, que tenemos cada 3 a 10 años en el Chaco, es buena práctica. También el almacenamiento del heno correcto es esencial. A la intemperie el heno pierde 50% de materia comestible en dos años (Torsten Dürksen, comunicación personal). Lamentablemente muchas fincas ganaderas que preparan rutinariamente heno, tienden a sobrecargar sus pasturas, porque piensan que la henificación aumenta la receptividad de sus tierras.

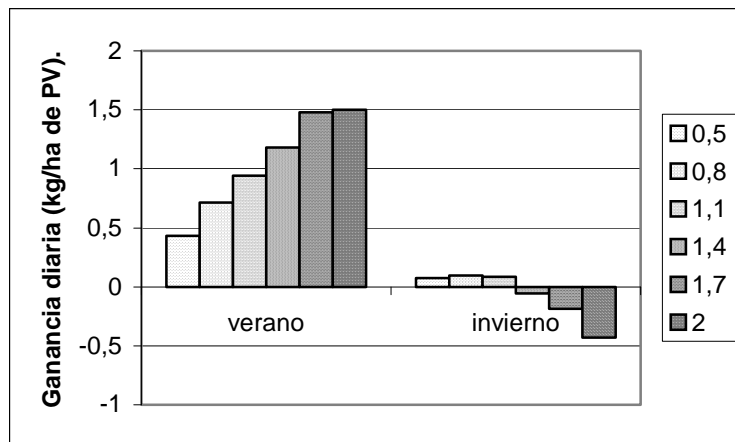


Gráfico 3: Ganancia diaria de peso vivo por hectárea en novillos según temporada y carga animal (UA/ha). Son promedios de dos pastos (Gatton y Estrella) y dos años, según Glatzle y Cabrera (1996).

MANTENIMIENTO DE LAS PASTURAS

En el Chaco, las pasturas implantadas necesitan cada tanto una intervención adecuada de mantenimiento. Tabla 4 provee un soporte de decisión para la selección de la intervención indicada: Con pocas malezas arbustivas y buena cobertura del pasto, la pastura no necesariamente requiere mantenimiento, normalmente es suficiente un destronque manual con o sin herbicida (Picloram), creando oportunidades de trabajo, o un rolaje selectivo. La convivencia con cierta densidad de “malezas” arbustivas puede ser ventajosa en épocas críticas, cuando muchos arbustos sirven de forraje de emergencia. Para contraste, con mucha maleza arbustiva y baja cobertura del pasto, la cuchilla corta raíces está indicada con resiembra del pasto. En condiciones de mucho suelo descubierto y poca maleza arbustiva hace falta la renovación parcial o completa de la pastura con implementos como rastra, doble rolo, subsolador, aerador – combinado con la resiembra de pastos adaptados. Un pasto de establecimiento fácil en viejas pasturas y peladares es *Urochloa* que se consocia perfectamente con Gatton Panic que ya sufre de la fertilidad reducida en pasturas viejas y muy usadas. La regeneración de cierta densidad de Algarrobo o Carandá espontáneos en pasturas viejas, combinada con la distribución en los peladares de las ramas cortadas durante la poda inicial también ayuda mucho en la recuperación de los manchones descubiertos.

Tabla 4: Soporte para la toma de decisiones referente al mantenimiento de pasturas sembradas

Condiciones de la pastura		Acción recomendada
Cobertura del pasto	Densidad malezas (arbustos con > 1 m)	
Alta (> 80%)	Baja (< 100/ha)	Nada o destronque manual
	Media (100 a 1000/ha)	Rolaje (selectivo)
Media (50 a 80%)	Baja (< 100/ha)	Descanso, ajuste de carga, subsolaje y siembra selectivo de manchones descubiertos
	Media (100 a 1000/ha)	Subsolaje + rolaje + resiembra
	Alta (> 1000/ha)	Cuchilla + resiembra
Baja (< 50%)	No importa	Renovación completa con rastra o cuchilla + resiembra

LEGUMINOSAS HERBÁCEAS

En suelos arenosos en el Chaco Central, especialmente aquellos que han sufrido una agricultura extractiva durante años, las deficiencias nutricionales son evidentes. El factor más limitante en estos suelos es el Nitrógeno. Pese a ello, la aplicación de urea sobre una pastura de Pangola no probó ser económicamente viable en la invernada (Glatzle 1999). De ahí surgió la necesidad imperativa de introducción de leguminosas persistentes hasta prolíficas bajo pastoreo, que incorporaran al suelo de forma muy económica cantidades importantes de Nitrógeno atmosférico fijado en nódulos radiculares. Varios años de estudios de adaptación con un rango amplio de leguminosas en la Estación Experimental Chaco Central (EECC) precedieron a las pruebas del impacto de las mismas en la invernada (Glatzle y Cabrera 1996 y Glatzle 1997).

Las leguminosas herbáceas más persistentes bajo pastoreo fuerte (algunas requiriéndolo incluso) son:

- *Stylosanthes hippocampoides* (Oxley Stylo): Se adapta bien a suelos arenosos y limosos, pero no aguanta la arcilla. Es algo débil en verano pero totalmente tolerante a la helada. Conjunto con sus parientes *Stylosanthes scabra* (Seca Stylo) y *S. hamata* (Amiga y Verano Stylo), el Oxley Stylo es probablemente la más tolerante a la sequía entre las leguminosas herbáceas cultivadas.
- *Alysicarpus vaginalis*: El cultivar Alyvag ha sido seleccionado por parte de la EECC dentro de varias líneas recibidas por el CIAT, Colombia (Glatzle 1999). Es una leguminosa muy prolífica por semilla, que pasa el tracto intestinal del ganado en parte en forma viable. Se adapta también a suelos arcillosos en zonas chaqueñas un poco más húmedas, sin encharcamiento y en Paraguay Oriental. Probablemente *Alysicarpus* tiene el potencial de difundirse fuertemente en consociaciones con pastos rastreros (Pangola, Dicantio rastrero, *Paspalum notatum* etc.)

- *Lotononis bainesii*: Especie rastrera. Con sus estolones, *Lotononis* está capaz de infiltrar rápidamente el resto de la pastura. Por tener semilla muy fina, *Lotononis* es muy difícil de establecer exitosamente con semilla. Además *Lotononis* tiene rizobios muy específicos, ausentes en suelos chaqueños y los inoculantes no se encuentran en el mercado local, mientras implantada en macetas, la planta ya viene con nódulos radiculares fijadores de Nitrógeno. Así *Lotononis* cultivada en macetas se ofrece a ser implantada en pasturas, en distancia entre 10 y 20 m. Esta leguminosa es más exigente en humedad que Oxley y Alysicarpus. Igual como Oxley Stylo, *Lotononis* tolera muy bien las heladas invernales.

Los resultados de un ensayo con una consociación de Pangola con leguminosas en suelo arenoso bastante degradado, en una finca en Buena Vista, Chaco Central, figuran en la Tabla 5. Cabe mencionar que la proporción de leguminosas (mezcla de *Alysicarpus*, Oxley Stylo y *Lotononis* (véase también Grafico 4) se estabilizó dentro de varios años entre un 30 y 40 % en la pastura. Desde el inicio, la parcela con leguminosas produjo mayor cantidad de carne por ha, culminando en más de 600 kg/ha de peso vivo producido en un año, con una carga de 2,5 novillos por ha, 10 años después de la introducción de leguminosas. Aunque esta carga probablemente no sería sustentable a largo plazo, cabe destacar que esta producción supera la que normalmente se registra en pasturas recién implantadas en suelo virgen. Diez años después de la introducción de leguminosas, la parcela testigo permaneció producto de la infiltración espontánea de las leguminosas (sobre todo de *Alysicarpus*) en esta parcela.

Tabla 5: Ganancia de peso vivo de novillos (kg/ha/a) en pasto Pangola con y sin leguminosas.

Años después del establecimiento de las leguminosas	1	2	4	6	10
Proporción de leguminosas (por ciento)	4	8	29	49	36
Carga (novillos/ha) con leguminosas	1,3	1,0	1,0	2,4	2,5
Carga (novillos/ha) sin leguminosas	1,3	1,0	1,0	1,5	-
Ganancia de peso vivo (kg/ha/año)					
en <i>Pangola</i> con legumes	292	270	284	464	624
en <i>Pangola</i> sin legumes	284	231	227	283	-
Diferencia a favor de leguminosas	8	39	57	181	-

¹ Leguminosas sembradas en Diciembre 1992, in hileras con 8 m de distancia con 4 hileras para cada especie en un potrero de 3 ha de pastura de Pangola en suelo arenoso (58% arena y 4% arcilla): *Stylosanthes hippocampoides* cv. Oxley, *Stylosanthes hamata* cv. Verano y Amiga, *Stylosanthes scabra* cv. Seca y Siran, *Stylosanthes guianensis* cv. Cook, *Lotononis bainesii* cv. Miles, *Alysicarpus vaginalis* (CIAT 17360), *Macroptilium atropurpureum* cv. Siratro, *Centrosema pubescens* cv. Belalto, *Chamaecrista rotundifolia* cv. Wynn, y *Desmanthus virgatus* (accesión local). Ningún fertilizante ha sido aplicado. Las proporciones de las componentes botánicas han sido determinado con el método "point intercept" en otoño de cada año.

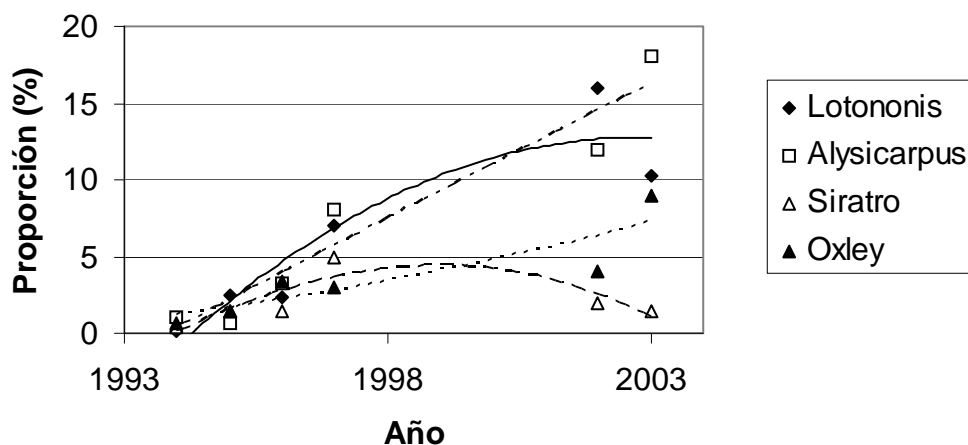


Gráfico 4: Desarrollo durante 10 años y persistencia de leguminosas consociadas con pastura de Pangola, pastoreada en forma casi continua. Otras leguminosas sembradas¹ no mencionadas en el gráfico no persistieron o su proporción quedó por debajo de 1% (según Glatzle 2004). Véase también la nota al pie de la Tabla 5

Un comportamiento distinto de Alysicarpus y Oxley demostró *Stylosanthes hamata* (Amiga y Verano Stylo), especie anual hasta bianual, que debe regenerarse por lo menos cada segundo año (Gráfico 5). Con el aumento de la competencia de los pastos perennes, como por ejemplo el Gatton, Búfalo o Pangola, Amiga y Verano perdieron importancia y hasta desaparecieron en las pasturas experimentales. Recién ahora encontramos consociaciones perfectas de Amiga Stylo con Urochloa o Pangola - hasta en fincas donde nunca había sido sembrada, sino casualmente introducida de fincas vecinales. Parece que esta leguminosa se siente bien con poca atención y hasta requiere cierta presión de pastoreo continuo.

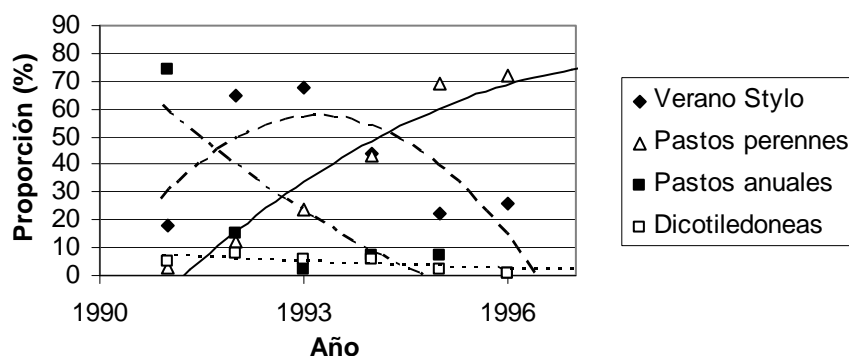


Gráfico 5: Comportamiento clásico de *Stylosanthes hamata* (Verano Stylo) en parcelas experimentales a nivel de fincas chaqueñas. Por ser bisanual, Verano Stylo es especialmente susceptible a alta competencia de pastos perennes y por ello se regenera solamente satisfactoriamente con cierta presión de pastoreo continuo (Según Hall y Glatzle 2004).

Tampoco a *Stylosanthes scabra* (Seca Stylo) dimos mucha preferencia en los años 90. Recién ahora, después de más de 10 años empieza formar poblaciones más importantes e impresionantes en consociación con Pangola y Urochloa. Es un pequeño arbusto con desarrollo muy lento, pero con alta tolerancia a la sequía. Es la leguminosa más difundida en Australia con una tasa de siembra (muchas veces con avión) de un 50.000 ha por año.

Otra leguminosa introducida es de interés en el Chaco Central: Aztec Siratro (*Macroptilium atropurpureum*). Es una leguminosa trepadora pluriannual de crecimiento rápido y fácil establecimiento. No aguanta la misma presión de pastoreo como los *Stylosanthes*.

Hay también muchas leguminosas nativas en el Chaco, y algunas promisorias entre ellas por ser palatables y persistentes bajo uso en ciertas condiciones. Existen ejemplos de lindas consociaciones de *Desmanthus virgatus*, *Chamaecrista serpens* y una selección de *Aeschynomene americana* (Chaparro y Pueyo 2005) con diversos pastos.

Implantación de leguminosas: Después de haber testado implementos caros, importados desde Australia para la siembra directa de leguminosas en pasturas (“band seeder”, “tree seeder”), productores chaqueños han desarrollado, independientemente de los centros de generación de tecnología, su propio método, simple y eficiente, para la introducción de leguminosas herbáceas en pasturas: Franjas son rastreadas, con distancia de 6 a 8 m, en pasturas existentes. Luego se pasa otra vez con tractor, sembrando la semilla fina con salero en la huella de la rueda frontal y antes de la rueda trasera, a razón de 100 a 250 g por ha, produciendo de este modo un buen contacto semilla-suelo. Aplicado en suelo húmedo, este método suele dar un resultado de establecimiento satisfactorio, siempre y cuando no haya períodos prolongados de sequía extrema, durante los cuales la semilla ya germinada se puede marchitar. Hoy día, el Chaco Central Paraguayo cuenta con más de 3000 ha con leguminosas herbáceas establecidas en consociación con alguna gramínea (Pangola, Urochloa, Gramilla). Así se reconstituye la fertilidad del suelo y aumenta la producción de carne y de leche.

LA LEUCAENA

Hasta hace algunos años atrás hubiera sido inimaginable que el arbusto Leucaena, a veces considerado como maleza, llegaría a ser algún día una planta de pastoreo muy apreciada. Hoy, muchos ganaderos comparten esta visión: Dado que la Leucaena tiene el potencial de duplicar la producción por unidad de superficie y se adapta perfectamente a los suelos de monte, arcilloso-limosos y predominantes en la región, podría constituir el uso sistemático de la misma la segunda “revolución” en el desarrollo de pasturas en el Chaco.

En el pasado los productores habían dejado utilizar este arbusto forrajero, cuando ocurrieron casos de intoxicación del ganado con el principio tóxico contenido en Leucaena, la Mimosina. Recién en el año 2003 INTTAS pudo ofrecer una solución elegante a este problema para los productores chaqueños.

Solución al problema de intoxicación con Mimosina: Mimosina es una sustancia tóxica contenida en la Leucaena que reduce el consumo voluntario de los animales, baja las ganancias hasta incluso la pérdida de peso vivo, produce la caída de pelo y produce el agrandamiento de las glándulas tiroideas, cuando los animales consumen mayores proporciones de Leucaena en la dieta durante un periodo extendido. Todavía en el año 2002 nos enfrentamos a una experiencia muy desilusionante: En un ensayo

de pastoreo con Leucaena, en Río Verde, los animales presentaban, los primeros dos meses, un aumento de peso vivo excelente. Después de esto disminuía el aumento por mes constantemente, hasta que los animales, después de seis meses, comenzaron a perder peso (Gráfico 6), sufrían de falta de apetito, caída de pelo y tendían a la formación de un bocio.

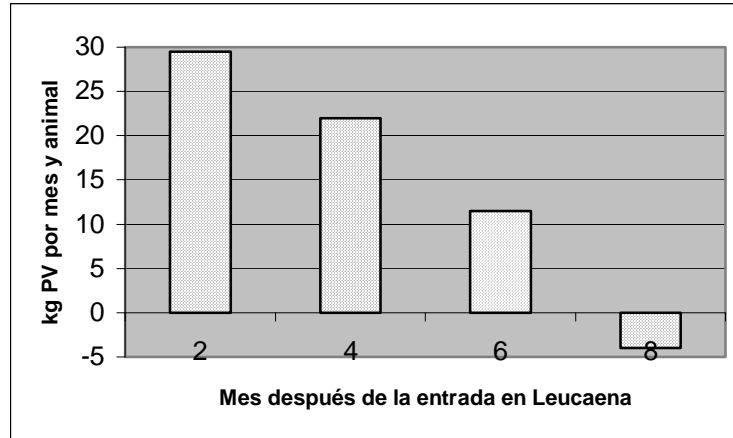


Gráfico 6: Ganancia de peso vivo en toros, comiendo Leucaena sin la bacteria degradadora de Mimosina *Synergistes jonesii* (según Nägele, Glatzle, Klassen, 2003)

Teniendo contactos personales e institucionales con el científico Australiano Dr. Raymond Jones, quien ha trabajado con Leucaena durante 20 años y ha descubierto la bacteria degradadora de Mimosina en el rúmen de cabras en Hawai, nos ha sido posible la solución del problema mencionado (Jones y Megarrity 1986). Por invitación de INTTAS, este científico brillante trajo al Chaco la mencionada bacteria, denominada en su honor, *Synergistes jonesii*.

Tras haber inoculado esta bacteria ruminal en rebaños que consumen Leucaena, el cuadro de la Leucaena cambió fundamentalmente (Tabla 6). Las primeras mediciones del aumento de peso de novillos en pastoreo con Leucaena dieron resultados muy convincentes: Con una carga de 1,7 unidades animales / hectárea, aumentaban los novillos 476 kg por hectárea en tan solo nueve meses en la pastura con Leucaena. La pastura soportó esta carga en muy buenas condiciones. En Gatton Panic los novillos en el mismo tiempo y con la acostumbrada carga de 1,1 unidades animales por hectárea solo producían 211 kg de peso vivo por hectárea.

Tabla 6: Ganancia de peso vivo en novillos en pastura de Gatton Panic solo y de Leucaena con Gatton (Estancia Río Verde, Julio 2003 hasta Abril 2004).

Tipo de Pastura	Ganancia en novillos (kg/ha)	Carga
Gatton solo	211	1,1 UA/ha
Gatton + Leucaena	476	1,7 UA/ha

¿Como se transmite la bacteria *Synergistes*? Se extrae fluido ruminal a través de una fístula, de un animal huésped de la bacteria, alimentado con *Leucaena*. Después del transporte a la tropa receptora (max. 48 horas) se inyecta el fluido con un “rumen injector gun” (o lo aplica vía oral) en mínimo un 10% del rebaño meta que ya ha empezado a comer *Leucaena*. Para *Synergistes* el acceso directo al aire (Oxígeno) es tóxico. Por esta razón hay que estar atento al manejo del fluido. Un animal que tiene la bacteria en su rumen “contagia” a los otros animales que están igualmente comiendo *Leucaena*, dentro de varios días hasta semanas. Por falta de substrato (Mimosina), la bacteria se pierde dentro de 6 a 9 meses cuando los animales dejan comer *Leucaena* (Jones 1986). Entonces, con un manejo adecuado uno puede mantener esta bacteria indefinidamente en el hato de un establecimiento ganadero.

Implantación, utilización y productividad de la *Leucaena*: En los diversos sistemas de producción en el Chaco, se utiliza básicamente dos formas de implantación de la *Leucaena*:

1. **Banco de Proteína:** Una determinada área está sembrada o implantada (con mudas) exclusivamente con *Leucaena* en alta densidad. El uso será mediante corte y acarreo, suministrándola en forma de verdeo o secada, o bien, permitir que el animal coseche por sí mismo con acceso libre o controlado. Este sistema es generalmente usado con muy buenos resultados en lechería, especialmente en los meses en que el pasto es de baja calidad. Este sistema es indicado para pequeños productores pecuarios.
2. **Consociación con gramíneas**, en superficies grandes ya sea en hileras simples o dobles: Generalmente se siembra en doble hilera con 1 m de distancia entre hilera y 5 m entre doble hilera, permitiendo el control mecánico de malezas leñosas entre hileras. Las ventajas son varias:
 - a) Se puede implantar en pasturas de gramíneas degradadas para recuperar las mismas a través de la intervención de laboreo y siembra de la *Leucaena*.
 - b) La instalación de la *Leucaena*, siendo leguminosa fijadora de Nitrógeno atmosférico, permite recuperar la fertilidad de la parcela y así la calidad de las gramíneas. La pérdida natural de la fertilidad del suelo en el sistema de producción extractivo a base exclusivo de gramíneas puede ser con el tiempo una gran limitante en la producción pecuaria.
 - c) En pasturas consociadas, el animal puede elegir el tipo de forraje según su gusto o necesidad.
 - d) Este sistema implica menos costo en mano de obra en el manejo animal, ya que el pastoreo directo, continuo o rotativo, es la forma más económica de uso de forraje.

Desde la introducción de la bacteria ruminal destoxicadora de Mimosina se ha estudiado ganancias de peso vivo de novillos en invernada con *Leucaena* consociada con Gatton Panic en dos oportunidades. Los dos estudios coinciden en la superioridad del sistema con *Leucaena* en comparación al pasto solo, pero difieren bastante en cuanto al comportamiento de los novillos en invierno, debido a la ausencia de heladas en 2003 y la presencia de 2 heladas fuertes en junio 2004 provocando la quema y la caída de hojas de la *Leucaena*. Mientras que en invierno 2003 la carga 1,7 UA/ha era ideal para la consociación Gatton – *Leucaena*, produciendo mayor ganancia por ha en buenas condiciones de la pastura durante todo el periodo de observación, el invierno

2004 provocó pérdidas de peso vivo con todas las cargas, pero especialmente con cargas altas, debido a la disponibilidad reducida de forraje, con y sin Leucaena. Sin embargo, con carga 1,1 UA/ha la ganancia acumulativa por animal en pastura con Leucaena superó considerablemente la ganancia observada en pasto solo con esta misma carga y en Leucaena con cargas más altas. La ganancia por ha de todas las cargas con Leucaena fue superior a lo que se observó con pasto solo. Considerando las condiciones de la pastura, el rebrote de la Leucaena después de la helada fue altamente consumido, de manera que pareció más adecuada la carga conservadora de 1,1 UA/ha, en invierno 2004, también con Leucaena. Ganancias diarias de peso vivo en novillos son de 500 hasta 600 gramos en Gatton Panic solo y de 700 hasta más de 900 gramos en consociación con Leucaena en promedio del año.

Basado en las experiencias actuales, se puede resumir las recomendaciones para el manejo de la Leucaena en pastura de Gatton Panic como sigue:

- En consenso con experiencias Australianas, también en el Chaco el pastoreo continuo con una carga adecuada dio muy buenos resultados, tanto en cuanto a la producción animal como en cuanto a la condición de la pastura. La alta palatabilidad de la Leucaena causa el sobrepastoreo de la misma cuando el pasto se encuentra en estadio avanzado, poco palatable. La presencia más o menos continua de animales mantiene el pasto en un estadio fisiológicamente joven, palatable y con mayor calidad, por un período prolongado.
- Para evitar un gradiente de intensidad de pastoreo dentro de un potrero, la superficie de una pastura implantada con Leucaena no debería superar las 50 ha.
- Una alta proporción de Leucaena (doble hilera, cada 5 m) en la pastura es esencial. Así se evita el problema del sobrepastoreo de la Leucaena (debido a su alta palatabilidad). La Leucaena y el pasto son consumidos más uniformemente.
- Con una carga demasiado baja, los tallos de la Leucaena crecen fuera del alcance de los animales, lo que implica la necesidad de un corte. Se recomienda un corta a mano con foise, machete o motosierra a pocos centímetros de altura, o con rotativa o rolo. Se puede también pasar con tractor encima de las hileras para bajar las ramas y así asegurar el alcance de los animales a la hojarasca. De preferencia se hace el corte en porciones en días subsiguientes, de manera que los animales puedan consumir el forraje adicionalmente a disposición.
- Ha sido propuesto en el proceso del Ordenamiento Territorial para Boquerón y Alto Paraguay el reconocimiento de la implantación de la Leucaena en pastura como medida de reforestación (adecuación ambiental), dejando crecer algunas tallos como árboles en una densidad de mínimo 20 árboles pro hectárea.
- Hojas quemadas por una helada son consumidas con gusto por los animales. Como regla general, la Leucaena rebrota rápidamente después de una helada, debido a su sistema radicular profundo (raíz pivotante), aprovechando la humedad disponible en un volumen importante del suelo. La variedad Cunningham es claramente más susceptible a la helada que el nuevo cultivar Tarramba.
- En sitios con suelos limosos (talcales) se ha observado la pérdida de Leucaena por daños causados por Tuco-Tuco y termitas y mayor impacto de épocas secas prolongadas.

SISTEMAS GANADEROS EN BASE A PASTURAS IMPLANTADAS: ¿PROVEEDORES DE SERVICIOS ECOLÓGICOS O AMENAZA AMBIENTAL?

Volviendo a los reproches a la ganadería definidos por la FAO y organismos ambientalistas (véase introducción), evaluamos la sustancia de los mismos y en que medida son validos para la ganadería bien manejada en base a pastoreo en el Chaco:

“LA GANADERÍA DEGRADA LOS SUELOS”

Con la mayor disponibilidad de germoplasma disponible hoy en día, hemos demostrado que tras la implantación de pastos y leguminosas bien adaptados a las condiciones edafo-climáticas (a veces bastante variables por espacio y tiempo) no se mitiga solamente sino reversa la degradación de suelos y así reconstituye la productividad de las pasturas (véase Tablas 5 y 6). También las medidas adecuadas de mantenimiento de pasturas (Tabla 4) y el uso de una carga animal apropiada (Gráfico 2) reducen considerablemente el riesgo de degradación de los suelos.

“LA GANADERÍA CAUSA PÉRDIDA DE BIODIVERSIDAD”

Existe cada vez más evidencia en la literatura científica de que paisajes diversos abarcan más diversidad biológica que ecosistemas relativamente monótonos. Para el Chaco el estudio de Carlini *et al.* (1999), realizado en una estancia del Chaco Central Paraguay desarrollado según la legislación vigente, corrobora esta opinión. El pudo demostrar que sistemas ganaderos caracterizados por un mosaico entre corredores, islas y reservas de monte por un lado, y pasturas sembradas y tajamares por otro lado, presentan mayor biodiversidad que el monte nativo cerrado. En este estudio, resumido en el Gráfico 7, el número de especies de vertebrados detectados en los ecosistemas

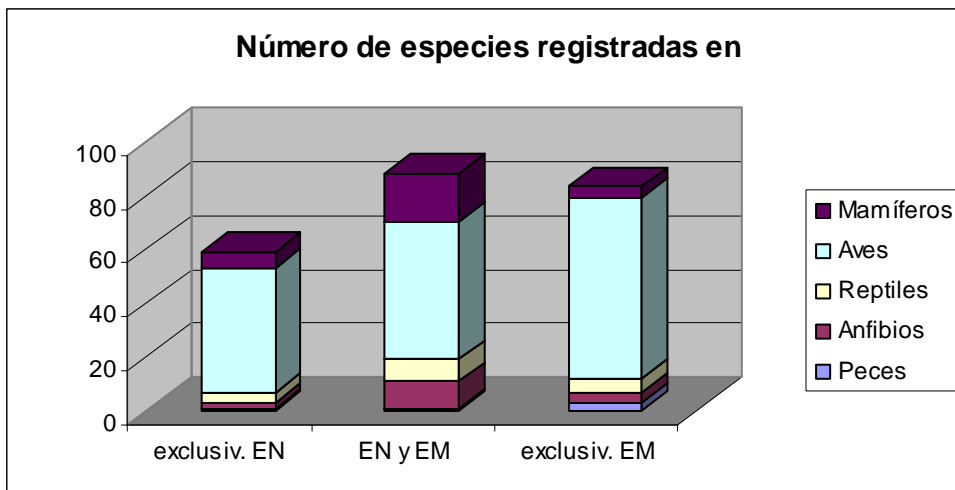


Gráfico 7: Número de especies de vertebrados observadas en ecosistemas naturales (EN = monte nativo y pastizales inundables) y ecosistemas modificados (EM = conjunto de islas de monte en pasturas, corredores y bordes de monte, pasturas con islas, pasturas sin islas y tajamares), según Carlini *et al.* (1999).

naturales de la finca estudiada no superó al número de especies en el conjunto de los ecosistemas modificados. Al contrario, la tercera parte de las especies observadas ocurrió exclusivamente en los ecosistemas modificados.

También la regeneración de árboles nativos, como Algarrobo y Carandá, en pasturas viejas contribuye claramente a la diversificación del paisaje y de la vida silvestre. Entonces muchos establecimientos ganaderos en base a pastoreo forman parte de los raros agro-ecosistemas a nivel mundial en los cuales no se sacrifica la biodiversidad a la producción, hecho que generalmente no se toma en cuenta en los medios.

“LA GANADERÍA CONTRIBUYE AL CAMBIO CLIMÁTICO”

El informe de Stern (2006), consejero del Gobierno Británico, alocó el 14% de toda la emisión antropogénica de los gases con efecto invernadero (GEIs) al sector agrícola-ganadero a nivel mundial, mientras el informe de la FAO (Steinfeld *et al.* 2006) aumentó esta cifra, únicamente para el sector ganadero, a los 18%, de los cuales casi $\frac{3}{4}$ provenían de la ganadería extensiva (exclusivamente en base a pasturas). Supuestamente, las emisiones de metano de la fermentación entérica corresponden a los 25% y los desmontes para la implantación de pasturas a los 34% de las CO₂-equivalentes emitidas por todos los sistemas ganaderos a nivel mundial.

No hay motivo para discutir estas cifras, dado que

- a pesar de una triplicación de la concentración de metano en la atmósfera desde tiempos preindustriales, esta misma ha superado su cumbre en la década 1990 (Freitas, 2002). Esto es debido a la vida relativamente corta de metano en el aire.
- nuevos resultados científicos lanzan fuertes dudas hacia los niveles del impacto climático asignados por el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC, 2007) al dióxido carbónico, emitido por la acción humana. Cada vez menos científicos pertinentes (inclusive aquellos mencionados en el informe mismo) comparten las conclusiones hechas y difundidas con todos los medios en todo el mundo por el IPCC. Este organismo con mandato político sigue insistiendo, con un fundamento científico muy débil, en el efecto calentador sobresaliente de este oligo-compuesto del aire, que en realidad es nutriente limitante para todos los organismos vegetales en la tierra y en la mar (Archibald, 2007 y Durkin, 2007).

Esta apreciación se justifica con las observaciones siguientes:

(1) Durante muchos años la alta correlación entre el indicador de la temperatura ambiental (¹⁸O) y el contenido de CO₂ en las inclusiones del aire en los **núcleos de hielo de glaciares** de la Antártica ha sido y sigue siendo el argumento estándar de que este gas provoca el calentamiento de la tierra. Pero análisis afinados en estas mismas perforaciones han consistentemente revelado que el cambio de la temperatura global precedió por varios siglos al cambio de CO₂. Entonces era la temperatura que determinó el contenido de CO₂ de la atmósfera y no viceversa (el océano calentando emitía y el océano enfriando capturaba el CO₂). No se pudo demostrar ninguna relación causal entre CO₂ y el paleo clima (Shaviv and Veizer, 2003).

(2) La magnitud del efecto invernadero natural de la atmósfera ha sido calculado teóricamente, comparando la temperatura media teórica (en base a la radiación solar que recibe y re-emite) que debería tener la tierra sin atmósfera (-18°C) con la temperatura media real (15°C). **Nunca se ha podido medir empíricamente el efecto invernadero.** Los pronósticos del clima (modelos teóricos) coinciden en que las GEIs emitidas deberían causar una subida de la temperatura en la troposfera en los trópicos - superior a aquella observada en la superficie de la tierra (IPCC, 2007).

Pero mediciones satelitales (y con globos) no coinciden con esta exigencia teórica Christy (2007). **(3)** La tierra refleja un continuo de radiación infrarrojo a través de todas las longitudes de onda, mientras que el CO₂ absorba esta radiación solamente con ciertas longitudes de onda. En la atmósfera, esta absorción ya está casi saturada. **El aumento del efecto invernadero teórico de CO₂ va disminuyendo** logarítmicamente con cada incremento de la concentración de CO₂ en la atmósfera (Gráfico 8). Por ello, un aumento de CO₂ podría causar por si mismo solamente una subida insignificante de la temperatura. Por esta razón el IPCC aceptó el fenómeno teórico del reforzamiento del efecto de CO₂ por retro-alimentación, suponiendo mayor evaporación de agua con una subida de la temperatura, - el vapor de agua siendo reconocido como un GEI muy fuerte, responsable de aprox. 95% del efecto invernadero natural. Así el IPCC llega al pronóstico de 2,5 hasta 3°C de aumento de la temperatura global con una duplicación del CO₂ en el aire (lo que no es posible por falta de combustibles fósiles). Pero muchos científicos no coinciden con este "consenso" del IPCC, por una serie de motivos, sino aceptan solamente ¼ de este valor (Dietze 2007). El vapor de agua en la atmósfera es extremadamente variable. No se pudo demostrar correlación cualquiera entre CO₂ y el vapor de agua en el aire (Hug 2007). Tampoco existe un concepto consensuado sobre el saldo del efecto térmico de nubes (aumento de la reflexión (albedo) de la radiación solar durante el día y menos enfriamiento durante la noche). Muy probablemente la mayor frecuencia de tiempos nublados constituye una retro-alimentación negativa para el calentamiento global, no considerado por el IPCC (Prof. Fred Singer 2007, comunicación personal).

(4) El reconocimiento de la **neutralidad del IPCC ha sufrido mayores contratiempos** entre la mayoría silenciosa de la comunidad científica con la publicación del cuarto informe en febrero de 2007 por dos razones: **Primero, Mann's Hockey Stick** (un gráfico demostrando que la temperatura de los últimos 1000 años supuestamente hubiera sido más o menos constante en el hemisferio norte hasta el siglo 20 cuando ocurrió repentinamente una subida fuerte, publicado por Mann et al. en "Nature" en el año 1998) ha sido promocionado fuertemente por el IPCC en su tercer informe en 2001 y después. Entre tanto McIntyre y McKittrick (2005) han demostrado el uso de métodos estadísticos crudamente falsos por Mann y por ente han rehabilitado curvas de la temperatura global anteriormente aceptadas por el IPCC (en sus primeros dos informes de los años 1990 y 1996), que demuestran temperaturas superiores a las actuales, durante la Alta Edad Media, cuando los Vikingos se han asentado en la costa sur de Groenlandia, haciendo ganadería y agricultura ahí. (Mann's Hockey Stick clandestinamente desapareció en el cuarto informe del IPCC). **Segundo, muchos científicos** figuran con sus nombres en el informe como contribuyentes, aunque **no comparten** de ninguna manera **las conclusiones** hechas por parte de oficiales del IPCC en el resumen (Summary for Policy Makers), que está difundido entre los gobiernos del mundo (Durkin 2007, Jaworowski 2007).

(5) Nuevos estudios, no considerados por el IPCC en su último informe, demuestran evidencia fuerte que es **la radiación cósmica** llegando a la tierra, lo que depende de la actividad solar, que ha influenciada fuertemente la temperatura global en el pasado y sigue haciéndolo en el presente (Borchert 2006, Svensmark *et al.* 2007, Archibald 2007).

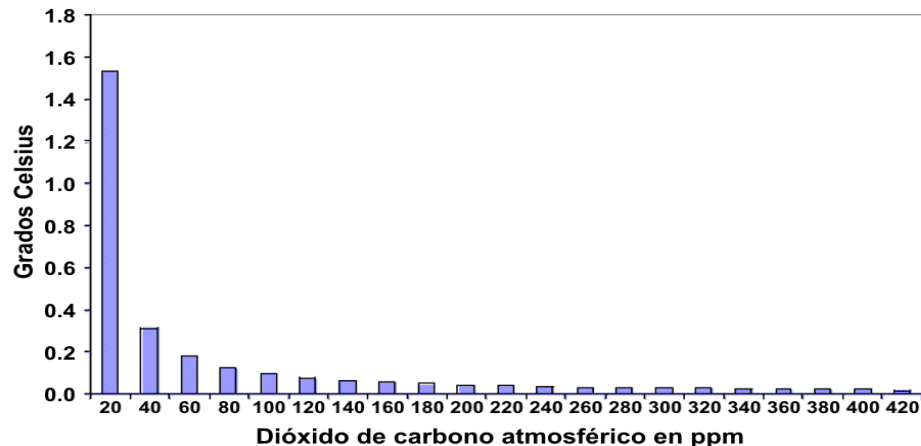


Gráfico 8: Aumento logarítmico de la temperatura de acuerdo al aumento de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera. (Según Archibald, 2007)

En conclusión, la influencia humana al clima puede estar de cierta importancia regional (p. ej. efectos urbanos), pero queda mínima en cuanto al clima global. No queda mucho espacio a preocuparse de una influencia significativa al clima global que podría ejercer la ganadería. Mi conclusión personal es que el activismo político alrededor de la inducción humana del cambio climático no tiene motivos científicos.

“LA GANADERÍA DISMINUYE LA RECARGA DE AGUAS SUBTERRÁNEAS”

En el Chaco, en varios lugares y oportunidades se ha comprobado que la infiltración de agua de lluvia hacia la napa acuífera ocurre con mayor frecuencia e intensidad en campos agrícolas y pasturas que bajo monte nativo, formando nuevas lentes de aguas potables someras encima de las aguas subterráneas salobres. Mediciones a lo largo de un transecto entre pastura sembrada y monte nativo mostraron que la profundidad de la napa acuífera y su conductividad quedaban mayores bajo monte que bajo pastura (Gráfico 9). Este resultado es consistente con observaciones hechas en Australia (Glatzle et al. 2001). Sin embargo, la recarga mayor de la napa puede resultar problemático bajo ciertas condiciones específicas, en lugares con muy alto nivel de la napa acuífera salobre. En estas condiciones la mayor recarga puede promover la salinización de suelos (como por ejemplo en los bordes de campos bajos) por ascensión capilar del agua salobre a la superficie. Por ello es importante en los sitios susceptibles a la salinización a dejar intacto el monte nativo.

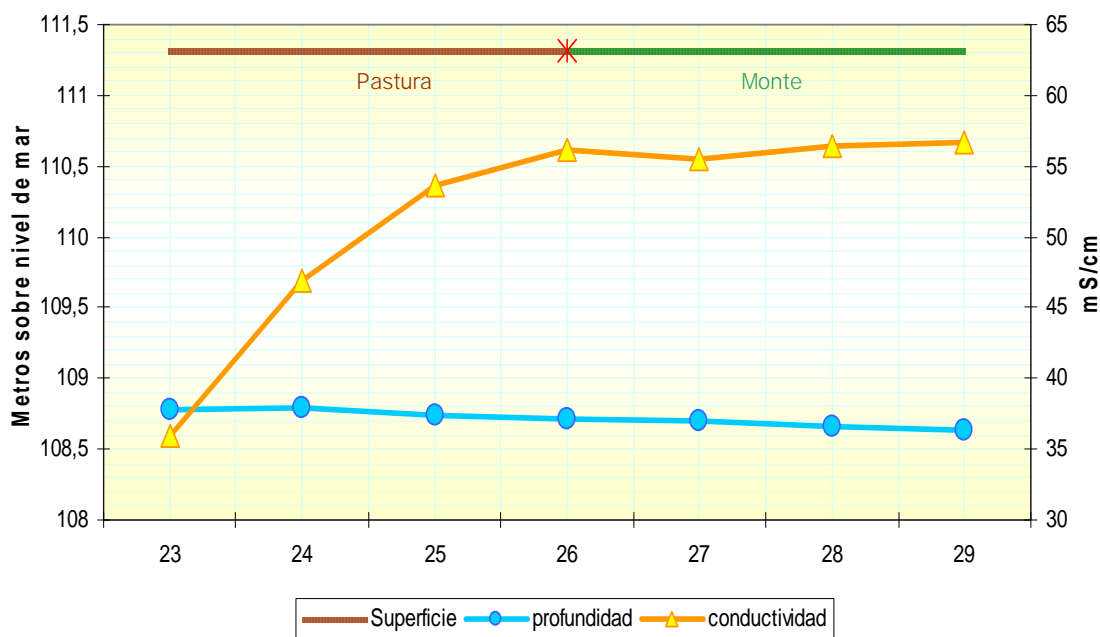


Gráfico 9: Conductividad y profundidad de la napa acuífera a lo largo de un gradiente Pastura – Monte en el Chaco Central semi-árido. La caída de la conductividad bajo la pastura es indicador de la dilución del agua subterránea salobre con agua de lluvia infiltrada. (Glatzle et al. 2006)

“LA GANADERÍA TIENE BAJA EFICIENCIA DE CONVERSIÓN DE ENERGÍA ALIMENTICIA”

Rumiantes en pastoreo consumen altas cantidades de la sustancia más abundante en la biosfera, la celulosa. A través de su simbiosis con bacterias ruminales celulolíticas son los únicos vertebrados que saben hacer uso de esta sustancia, transformándola con la mayor eficiencia energética posible en alimentos de alta calidad (carne y leche). Contrariamente a los animales engordados en confinamiento (feedlot), el ganado criado o engordado en pasturas marginales para la agricultura, por ejemplo en el Chaco semi-árido o en superficies inundables del Chaco húmedo, y el ganado que consume los abundantes residuos de la agricultura y agro-industria no come alimentos vegetales aptos para el consumo humano. Por esta razón no hay lógica en el reproche a la ganadería bovina “extensiva” de baja eficiencia de conversión energética de alimentos. Además, con el aumento futuro de la producción de bio-combustibles en superficies agrícolas, se espera una subida de los precios de alimentos vegetales (cereales), lo que disminuirá simultáneamente la competitividad de feedlots en comparación con el engorde en pasturas productivas implantadas en lugares marginales para cultivos agrícolas.

“LA GANADERÍA CONSUME MUCHA SUPERFICIE”

La aptitud de las tierras del Chaco es netamente ganadera (Fox y Fariña, 2007). El uso agrícola presenta restricciones por diferentes motivos y en diferentes grados. Por esta razón, la ganadería chaqueña normalmente no “consume” tierras útiles para otros fines. Al contrario, por los márgenes económicos generalmente más interesantes en la agricultura, la ganadería sigue “perdiendo” superficies aptas para ciertos cultivos agrícolas, anteriormente implantadas con pasturas. El Chaco semi-árido tiene también sus limitaciones para el uso forestal por el crecimiento lento de las especies maderables y el rendimiento muy bajo de madera útil. Indudablemente, visto las altas ganancias de peso vivo en pasturas implantadas del Chaco, la ganadería bovina presenta altos costos de oportunidad para formas alternativas de uso de tierra.

Tampoco es justificada considerar la expansión de la superficie ganadera como “consumo” de tierra. La legislación paraguaya no permite la tala de monte indiscriminada. Al respetar las disposiciones legales, con un 25% de reserva natural, además con corredores de monte alrededor de potreros no mayor de 100 ha y alrededor de cauces y otras fuentes de agua, y con islas de monte en los potreros grandes etc., se suele crear un paisaje y agro-ecosistema muy diverso y sano, con restos de monte en forma de reservas, nichos y corredores en un mínimo de 40% de la superficie total de cada finca. Una vez totalmente desarrollado, de hoy en algunas décadas, el Chaco Paraguayo seguirá comparándose muy favorablemente con cualquier otra región del mundo: En este escenario futuro, el Chaco se presentará con un mínimo de 50% de su superficie en estado natural, es decir con áreas coherentes y/o mosaicos de bosques, matorrales o humedales nativos, localizados en áreas silvestres ya protegidas (>10% de la superficie total del Chaco) y en las fincas (>40%). Como mencionado más arriba, agro-ecosistemas ganaderos diversos suelen embarcar mayor biodiversidad que el monto nativo.

CONCLUSIÓN

No se niega la posibilidad de mayores impactos adversos al medio ambiente a través de la ganadería, provocados por la concentración de animales en poca superficie (feedlot), el sobre pastoreo observado generalmente bajo ciertas formas de ganadería extensiva (por ejemplo en áreas comunales, caracterizadas por la discrepancia entre propiedad privada del ganado y propiedad colectiva de la tierra) y el uso de especies de pastos no adaptados y de herramientas de manejo no adecuadas. Por otra parte ningún ganadero degrada sus recursos productivos intencionalmente. Y son numerosos los ganaderos altamente motivados a desarrollar y manejar sus campos en plena conformidad con los servicios ecológicos esperados de un ecosistema como el Chaco. Pudimos demostrar que la ganadería chaqueña, hecho bien, se caracteriza por alta sustentabilidad y compatibilidad con el medio ambiente. Particularmente, la siembra de la Leucaena y de otras leguminosas puede aumentar sustentablemente la producción, rehabilitar pasturas degradadas y encarecer los costos de oportunidad para otros desmontes y la expansión de superficies con pasturas implantadas.

Son múltiples los prejuicios frente a la ganadería. Hasta la FAO, Organización Mundial para la Agricultura y Alimentación, ha contribuido, hace poco, al cultivar la imagen negativa de la ganadería, sobre todo de la “extensiva”, exclusivamente en base a pasturas. Hemos identificado una base muy débil de estos reproches, comparándoles especialmente con las realidades y potencialidades de la ganadería chaqueña.

BIBLIOGRAFÍA

Archibald, D. (2007): Past and Future Climate. Presentation to Workshop “Rehabilitating Carbon Dioxide”, Melbourne. <http://www.lavoisier.com.au/papers/Conf2007/Archibald2007.pdf>

Borchert, H. (2006): Climate Change in Central Europe in Correlation with Changes of Sun Activities. http://www.umad.de/infos/climate_change_2006/Borchert-Climate-Change-2006.pdf

Dietze, P. (2007): Energie, CO₂ und Klima. Energiewirtschaft (Januar), 6-10. www.succidia.de/de/archiv/zeitschriften/951energie.html

Dück, S. (1997): La pastura implantada y su impacto en la producción de leche y carne en la cooperativa Fernheim. En A. Glatzle, W. Kruck y H. Pérez (eds.): Memoria: I Seminario Eco-Chaco '95 y XV. Reunión Grupo Chaco. Asunción, 117-121.

Durkin, M. (2007): La gran estafa del Calentamiento Global. Documental Channel 4, UK http://www.rebeliondigital.es/prensaextranjera/La_gran_estafa_del_Calentamiento_Global.htm y <http://video.google.com/videoplay?docid=-2515307958912095923&hl=es>

Carlini, A.A., H. Povedano, D. Glaz y G. Marateo (1999): Estudio de la biodiversidad en pasturas. Vertebratos en pasturas desmontadas con diferentes métodos. Estación Experimental Chaco Central, Cruce de los Pioneros, Paraguay, 59 pp.

Chaparro, C.J. y J.D. Pueyo (2005): Evaluación preliminar de una consociación *Dichanthium aristatum* – *Aeschynomene americana* en Formosa – Argentina. En A. Glatzle, N. Klassen y P. Klassen (ed.): Congreso Internacional de Leucaena y otras Leguminosas con Potencial para el Gran Chaco. INTTAS, Loma Plata, 99 - 105.

- Christy, J.R., W.B. Norris, R.W. Spencer and J.J. Hnilo (2007): Tropospheric temperature change since 1979 from tropical radiosonde and satellite measurements. *Journal of Geophysical Research* 112, 1-16.
- Freitas, C.R. de (2002): Are observed changes in the concentration of carbon dioxide in the atmosphere really dangerous? *Bulletin of Canadian Petroleum Geology* 50, 297-327. <http://www.friendsofscience.org/assets/files/documents/deFreitas.pdf>
- Fox, I.G. de y D. Fariña (2007): Plan de Ordenamiento Ambiental del Territorio. Departamentos de Boquerón y Alto Paraguay. Secretaría de Medio Ambiente, Asunción, 120 pp.
- Glatzle, A. (1997): Weideleguminosen für den semiariden Chaco: Adaptation, Persistenz, Nutzung. *Giessener Beiträge zur Entwicklungsforschung* Bd. 24, 283-295.
- Glatzle, A. (1999): Compendio para el Manejo de Pasturas en el Chaco. Edición El Lector, Asunción.
- Glatzle, A. (2004): Mejoramiento de forrajes tropicales: Gramíneas y leguminosas. Felas, AGROSEMP, MAG/DISE (eds.): Conferencias y resúmenes de trabajos presentados en el XIX Seminario Panamericano de Semillas. Asunción, 113-122.
- Glatzle, A. y A.J.N. Cabrera (1994): Leucaena – Heckenstrauch. *Agrartechnik* 61, 5-6.
- Glatzle, A. y A.J.N. Cabrera (1996): Potencial de las Pasturas Cultivadas en el Chaco Central Paraguayo. En CEA (ed.): *Memorias 3er congreso Internacional de Transferencia Tecnológica Agropecuaria*. Mariano Roque Alonso, 155-168.
- Glatzle, A. and D. Stosiek (2002): Country Pasture / Forage Resource Profile del Paraguay. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/ag/agp/agpc/doc/counprof/paraguay.htm>
- Glatzle, A., L. Reimer, G. Roth y J. Cobo Nuñez (2006): Dinámica de la napa acuífera salobre a lo largo de gradientes espaciales (campo bajo – monte – pastura). Informe INTTAS, Loma Plata, 7 pp. http://www.inttas.org/projects/pdf/a_glatzle_salinizacion_2.pdf
- Glatzle, A., R. Schultze-Kraft and R. Mitlöhner (2001): Potential Role of Native Bush in the Chaco for Mitigation of Dryland Salinity in Grassland. XIX International Grassland Congress, February 2001, Piracicaba, Brazil, ID 24-02
- Hacker, J.B., A. Glatzle y R. Vanni (1996): Paraguay – a source of new pasture legumes for the subtropics. *Tropical Grasslands* 30, 273-281.
- Hall, T.J. and A. Glatzle (2004): Cattle production from *Stylosanthes* pastures. In S. Chakraborty (ed.): *High-yielding anthracnose-resistant Stylosanthes for agricultural systems*. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, 51-64.
- Hug, H. (2007): Die Klimakatastrophe – ein spektroskopisches Artefakt? <http://www.schmanck.de/hug.htm>
- IPCC (2007): Fourth Assessment Report: Summary for Policy Makers. <http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/wg1-report.html>
- Jaworowski, Z. (2007): CO₂: the Greatest Scientific Scandal of Our Time. EIRScience <http://www.warwickhughes.com/icecore/zjmar07.pdf>

Jones, R.J. (1986): The use of rumen bacteria to overcome *Leucaena* toxicity. *Tropical Grasslands* 20, 88-89.

Jones, R.J. and R.G. Megarrity (1986): Successful transfer of DHP-degrading bacteria from Hawaiian goats to Australian ruminants to overcome the toxicity of *Leucaena*. *Australian Veterinary Journal* 63 (8), 259-262.

McIntyre, S. and McKittrick (2005): Backgrounder for McIntyre and McKittrick "Hockey Stick Projekt" <http://www.uoquelp.ca/~rmckitri/research/MM-W05-background.pdf>

Nägele, A., A. Glatzle, N. Klassen (2003): Estudios para la instalación, manejo, multiplicación y usos de *al Leucaena*. En INTTAS (ed.): Informe técnico intermedio. Loma Plata, 103-113.

Neufeld, E. (2001): Bases para la invernada en el Chaco Central. En CEA (ed.): Gerenciamiento y Rentabilidad de la Invernada. Mariano Roque Alonso, 75-94.

Pueyo, D. (2006): Productividad de las pasturas tropicales. Nota Técnica en la Guía Expo Formosa, 32-41.

Steinfeld, H., P. Gerber, T. Wassenaar, V. Castel, M Rosales and C. de Haan (2006): *Livestock's Long Shadow*. The Livestock, Environment and Development Initiative (LEAD), FAO, Rome http://www.virtualcentre.org/en/library/key_pub/longshad/A0701E00.htm

Stern, N. (2006): Stern review Final Report. http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm#Top

Stosiek, D., A. Glatzle and R. Schultze-Kraft (1997): Utilized Metabolizable Energy and Its Impact on the Management of Grass Pastures in the Central Chaco of Paraguay. *Proc. XVIIIth International Grassland Congress Winnipeg and Saskatoon*, 29-7 – 29-8.

Svensmark, H., J.O.P. Pedersen, N.D. Marsh, M.B. Enghoff and U.I. Uggerhoj (2007): Experimental evidence for the role of ions in particle nucleation under atmospheric conditions. *Proceedings of the Royal Society A* 463, 1471-2946. <http://www.journals.royalsoc.ac.uk/content/3163g817166673g7/>

Shaviv, N. and J. Veizer (2003): Celestial driver of Phanerozoic Climate? *Geol. Soc. America* (July), 4-10.