



Facultad de Agronomía y Zootecnia  
UNT

*Facultad de Agronomía y Zootecnia  
UNT*

**Tesis para optar al grado académico de:  
Magíster en Ciencias Agrarias  
Orientación: Producción Sostenible**

**“Producción sostenible de carne bovina con pasturas  
tropicales en la Llanura Deprimida Salina de Tucumán”**

**Tesista:  
Ing. Zoot. José Andrés Nasca**

**Director: Prof. Ing. Zoot. Mg. Manuela R. Toranzos**

**Comisión de supervisión: Prof. Ing. Agr. M.Sc Marcelo De León  
Prof. Ing. Zoot. M.Sc Pedro Pérez**

# **INDICE**

---

## **CAPITULO I. INTRODUCCIÓN**

1

---

1.- La Región del Noroeste Argentino (NOA). Características principales 2

---

2.- La Provincia de Tucumán

7

---

## **CAPITULO II. ANTECEDENTES**

12

---

1.- La sostenibilidad y el Enfoque de Sistemas 13

---

1.1.- Visión sistémica 13

---

1.2.- La sostenibilidad de los sistemas de producción 14

---

1.3.- Los indicadores 16

---

2.- Sistemas de producción ganaderos 20

---

2.1.- Producción primaria 20

---

2.1.1.- Producción de Materia Seca 20

---

2.1.2.- Calidad de la producción primaria 23

---

2.1.3.- Diferidos 26

---

2.2.- Producción secundaria 28

---

2.2.1.- El componente animal 28

---

2.2.2.- Respuesta animal 30

---

2.2.3.- Rol de la suplementación en la intensificación de los sistemas productivos 33

---

2.2.3.1.- Suplementación de pasturas de baja calidad: diferidos 34

---

2.2.3.2.- Suplementación de forrajes durante el período estival 37

---

2.2.4.- Calidad de producto 38

---

3.- Indicadores de sostenibilidad de sistemas ganaderos pastoriles 40

---

3.1.- Degradación agroecológica 40

---

3.2.- Evaluación del mantillo y cobertura vegetal 41

---

3.3.- Gases de efecto invernadero: metano 43

---

3.3.1.- Los sistemas bovinos y la producción de metano 44

---

3.3.2.- Modelos de predicción 47

---

3.4.- Riesgo de utilización de la energía fósil 48

---

4.- Formulación de hipótesis y objetivos 50

---

4.1.- Hipótesis 51

---

4.2.- Objetivos 51

---

4.2.1.- Objetivo general 51

---

4.2.2.- Objetivos específicos 51

---

**CAPITULO III. MATERIALES Y MÉTODOS 52**

---

1.- Desarrollo de los modelos 53

---

1.1.- El sitio 53

---

1.2.- Modelo Físico Tradicional. Su caracterización 54

---

1.3.- Modelo Teórico 55

---

1.3.1.- Formulación y restricciones 55

---

1.3.2.- Desarrollo del Modelo Teórico 57

1.3.2.1.- Base pastoril	57
1.3.2.2.- Suplementación	57
1.3.2.3.- Requerimientos alimenticios de los animales	57
1.3.2.4.- Esquema de alimentación	58
1.3.2.5.- Manejo de la pastura	60
1.4.- Modelo Físico Mejorado. Su caracterización	61
1.4.1.- Superficie y pasturas	61
1.4.2.- Componente animal y ciclos productivos	62
1.4.3.- Suplementación	62
1.5.- Controles sobre los modelos físicos tradicional y mejorado	63
1.5.1.- Control de la evolución del suelo	63
1.5.2. Controles sobre la producción primaria	63
1.5.2.1.- Cantidad de forraje	63
1.5.2.2.- Calidad del forraje	63
1.5.2.3.- Evaluación de la cobertura vegetal	64
1.5.3.- Controles sobre la producción secundaria	65
1.5.4.- Control de la calidad de reses y carne	65
1.5.4.1.- Características y clasificación de la canal	65
1.5.4.2.- Análisis físico de la carne	66
2.- Evaluación de la sostenibilidad de los modelos	67
2.1.- Protocolo para la medición de la sustentabilidad	67
2.2.- Estimaciones	67
2.2.1.- Estimación de la producción de metano por fermentación entérica.	68
2.2.2.- Riesgo de utilización de energía fósil	68
2.2.3.- Responsabilidad Técnica	69
2.2.4.- Margen Bruto	69
2.3.- Determinación de umbrales	69
<b>CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>	<b>72</b>
1.- El Modelo Físico Tradicional (MFT) y el Modelo Físico Mejorado (MFM)	73
1.1.- Control de parámetros edáficos	73
1.2.- Evaluación de la producción primaria	75
1.3.- Producción secundaria	86
1.3.1.- Resultados físicos	86
1.3.2.- Calidad de la res y de la carne	94
1.4.- Estimación de la liberación de metano	96
1.5.- Estimación del riesgo de utilización de la energía fósil	98
1.6.- Margen bruto	99
1.7.- Responsabilidad técnica	102
1.8.- Validación del Modelo teórico	103
2.- Aplicación del Índice de sostenibilidad. Comparación de ambos modelos físicos	106
2.1.- Transformación de valores a escala nominal	106
2.2.- Cálculo del Índice de sostenibilidad	106
2.3.- Posición de los modelos físicos en relación a los límites de sostenibilidad	108

---

CAPITULO V. CONCLUSIONES

110

---

CAPITULO VI. BIBLIOGRAFÍA

113

---

## **ANEXOS**

Foto 1: Estado general de los potreros correspondientes al Modelo Físico Tradicional, al finalizar el tercer ciclo de invernada. Se observan malezas y suelo desnudo.	I
Foto 2: Condición general de los potreros correspondientes al Modelo Físico Mejorado, al finalizar el tercer ciclo de invernada.	II
Foto 3: Estado corporal de los novillitos al cumplir 12 meses de invernada en el Modelo Físico Tradicional (Ciclo 2003-2004).	III
Foto 4: Estado corporal de los novillitos al cumplir 9 meses de invernada en el Modelo Físico Mejorado (Ciclo 2003-2004).	III
Cuadro 1: Principales malezas presentes en el sistema.	IV
Planilla 1: Planilla utilizada para la toma de datos de campo de cobertura vegetal.	V

## **INDICE DE FIGURAS**

Figura 1: Áreas agroeconómicas homogéneas.	3
Figura 2: Digestibilidad de la materia seca (DMS%) y contenido de proteína bruta (PB%) de <i>Chloris gayana</i> y <i>Cenchrus ciliaris</i> durante su ciclo de producción.	24
Figura 3: Suplementación de vaquillonas con sojilla en una pastura de Grama Rhodes diferida.	36
Figura 4: Esquema general del modelo teórico.	55
Figura 5: Esquema de alimentación invernal propuesto por el modelo teórico.	58
Figura 6: Esquema de alimentación estival propuesto por el modelo teórico.	59
Figura 7: Esquema del Modelo Físico Mejorado.	61
Figura 8: Precipitaciones mensuales registradas en el CER Leales entre enero de 2001 y diciembre de 2004.	77
Figura 9: Digestibilidad de <i>Chloris gayana</i> , cvs Callide y Finecut, durante su ciclo de producción.	86
Figura 10: Esquema general del resultado del modelo físico tradicional.	89
Figura 11: Disminución porcentual del margen bruto del Modelo Físico Tradicional (MFT) y del Modelo Físico Mejorado (MFM) de los ciclos 2 y 3, en relación al margen bruto del ciclo 1.	101
Figura 12: Posición relativa de los modelos controlados en función de los límites de sostenibilidad zonales.	108

## Resumen

En el Campo Experimental Regional Leales de INTA, se desarrollaron dos modelos físicos de producción a escala: Modelo Físico Tradicional (MFT) que representó la situación actual de producción de carne en invernada en la llanura deprimida salina de Tucumán (LDS), replicando la tecnología utilizada en los campos de los productores y; Modelo Físico Mejorado (MFM) como una alternativa tecnológica para satisfacer objetivos de producción física, económica y que se encuadra dentro de los patrones de sostenibilidad. Este último fue la expresión real de un Modelo Teórico (MT), desarrollado previamente en función de los antecedentes y los recursos tecnológicos disponibles. La hipótesis de trabajo fue que en la LDS de Tucumán es posible desarrollar, con el marco de referencia de la sostenibilidad, un modelo de producción de carne bovina sobre la base de pasturas tropicales y suplementación estratégica que permita, en un lapso no superior a 12 meses, invernar novillos desde el destete entregando un producto acondicionado para faena. El objetivo general fue evaluar la capacidad de un modelo físico mejorado de producción de carne bovina sobre la base de pasturas tropicales y suplementación, para incrementar la eficiencia ecológica y/o económica de un modelo tradicional preexistente en la LDS de Tucumán. El control de los modelos físicos (MFT y MFM), se efectuó mediante el monitoreo de los siguientes parámetros: evolución del suelo, producción primaria (cantidad de forraje - calidad del forraje - evaluación porcentual de la cobertura vegetal y del mantillo existente), producción secundaria (ganancia de peso vivo por unidad de superficie – aumento medio diario – tiempo requerido para alcanzar el peso de faena) y calidad de reses y carne (características y clasificación de la canal - análisis físico de la carne). Con el propósito de evaluar la sostenibilidad comparada de los modelos físicos tradicional y mejorado, se estableció un protocolo para la medición de la misma, el cual consistió en la definición de los requerimientos para alcanzar la sustentabilidad, la selección de un grupo de indicadores (ambientales, económicos y sociales), la especificación de los umbrales y transformación de los indicadores en índices de sostenibilidad. Los indicadores utilizados fueron los siguientes: materia orgánica, cobertura *Chloris gayana*, cobertura malezas, suelo desnudo, mantillo, producción ganadera, emisión de metano, riesgo de utilización de energía fósil, responsabilidad técnica y margen bruto. El resultado de los controles efectuados sobre la evolución del suelo no registró diferencias significativas entre modelos y entre años. En relación a los parámetros considerados para la evaluación de la producción primaria los mismos mostraron una disminución generalizada para MFT, mientras que el MFM estos indicadores se mantuvieron estables. Igual comportamiento se encontró en los parámetros utilizados para evaluar la producción secundaria. El MFM logró un ritmo de ganancia de peso sostenido, permitiendo obtener en un lapso inferior a los 12 meses, un producto (reses y carne) de alto valor biológico y comercial. La comparación de la sostenibilidad de los modelos físicos a través de la aplicación del índice de sostenibilidad, mostró al MFM como superador del MFT, siendo calificado el primero como sostenible, mientras que el segundo resultó no sostenible en sus tres aspectos básicos (ambiental, económico y social). El trabajo experimental realizado permitió finalmente validar la hipótesis establecida.

**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

## **1. La Región del Noroeste Argentino (NOA). Características principales**

El NOA es una de las seis regiones agroecológicas de la República Argentina, caracterizada por un clima subtropical con estación seca, que abarca una gran diversidad de ambientes, desde el árido de alta montaña al oeste hasta semiárido en la llanura Chaqueña, pasando por el subtropical serrano húmedo (INTA, 2002).

Se encuentra situada entre 22° 30' y 30° de latitud sur y 69° 06' y 61° 43' de longitud oeste, abarcando una superficie de 470.178 km<sup>2</sup>, que representa el 12,4% del total del país (INTA, 2002). La altitud sobre el nivel del mar varía desde 75 m en el este a los 6700 m en el oeste.

Está conformada por las provincias de Salta, Jujuy, Tucumán, Santiago del Estero y Catamarca.

El Noroeste posee la mayor diversidad ambiental del territorio argentino. El paisaje agropecuario inserto en él, no escapa a esta característica, conformada por una matriz de ambientes naturales de 10 millones de hectáreas en el que se encuentran mosaicos agrícolas discontinuos (Volante y col., 2005). La ubicación, forma y tamaño de estos últimos están determinados, principalmente, por la conjugación de factores climáticos, edáficos y topográficos.

La ocurrencia de climas tropicales y subtropicales, con variaciones de 150 a más de 2000 mm anuales; las condiciones de relieve que permiten importantes variaciones en el ambiente y la existencia de riego en importantes áreas, permiten el desarrollo de producciones agrícolas y ganaderas con un alto grado de diversificación.

Las lluvias en toda la región son de régimen monzónico, muy concentradas en el verano, con valores superiores al 60% (Volante y col., 2005). Los veranos son muy calurosos y los inviernos moderados. Existe una prolongada época seca durante el invierno y la primavera. Como una característica distintiva de la región cabe destacar la variabilidad en cuanto a la cantidad de lluvia caída entre años.

Los cultivos agrícolas extensivos ocupan 2,8 millones de hectáreas (Volante y col., 2005), con predominio de suelos caracterizados como Haplustoles (40,8%) y Argiustoles (29,6%) (INTA y Aeroterra, 1995). De acuerdo a los datos del Censo Nacional Agropecuario (INDEC, 2002) durante el período 1988 – 2002, en el NOA, la superficie agrícola destinada a cultivos extensivos (soja, maíz, poroto, algodón, trigo y cártamo) se ha incrementado a razón de 65.200 ha por año (Volante y col., 2005), lo que ha determinado que sea la región del país, que ha sufrido la mayor modificación

en el paisaje en los últimos 30 años (Montenegro y col., 2004). Los mismos autores señalan que dicho crecimiento se hizo a expensas de cambios en la ocupación del suelo por medio de dos mecanismos: incorporación de tierras por medio de desmotes; y ocupación por medio del reemplazo o sustitución de actividades (por ejemplo el reemplazo de la ganadería por la agricultura).

Se han descripto zonas que, por sus características físicas y/o por su actividad humana, poseen algún grado de homogeneidad que permite considerarlas como subregiones geográficas. La gran variabilidad climática origina regiones agroecológicas muy marcadas y en consecuencia diferentes sistemas productivos (Failde de Calvo Moscoso, 1999).

Pueden distinguirse las siguientes áreas agroeconómicas homogéneas en la figura 1:

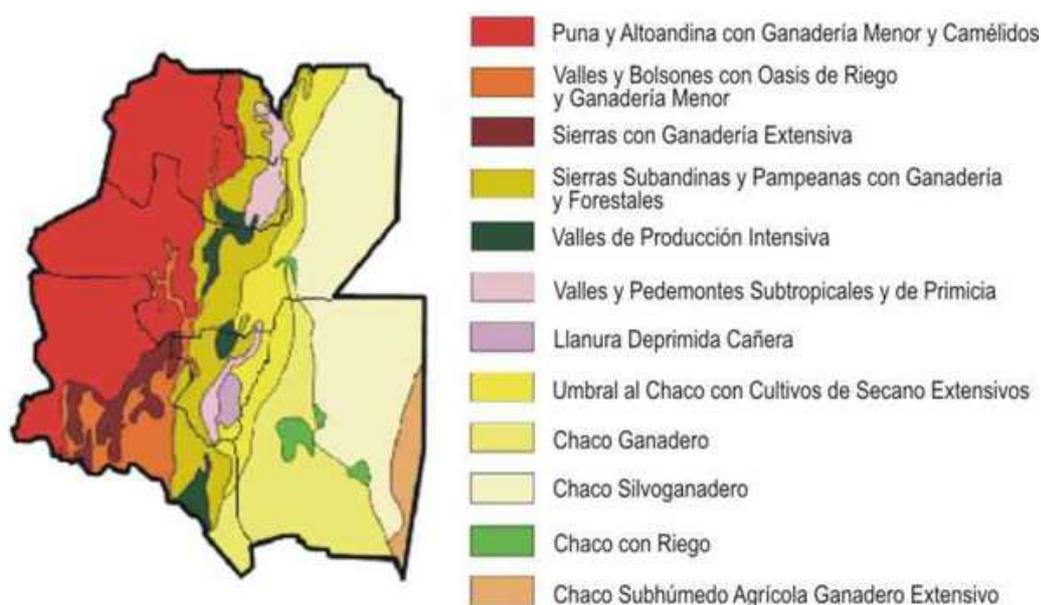


Figura 1. Áreas agroeconómicas homogéneas. Fuente: INTA, 2002

En cada una de estas áreas los sistemas ganaderos, o con participación ganadera, presentan características diferenciales en función de los factores primarios de producción y de la acción del hombre (Toranzos, 2003).

El área ganadera totaliza 32.817.378 has, es decir 69,8% de la superficie total del NOA (Orellana, 2003). La producción bovina se realiza en sistemas pastoriles extensivos y semi extensivos, sobre pastizales y bosques naturales degradados, con un fuerte componente de leñosas arbustivas y arbóreas que limitan severamente la oferta de forraje (Mussari, 2005; Kunst y col., 2003; Kunst, 2006) y la capacidad de

carga animal de los sistemas (Orellana, 2003). Las forrajeras nativas más destacadas son *Setaria spp*, *Gouinia spp*, y *Trichloris spp*, que aportan entre 1500 y 3000 kg MS/ha/año. La complementación con pasturas cultivadas perennes, podría ser un factor que posibilite otorgar un adecuado manejo a los pastizales naturales (De León, 2003). El incremento de la superficie implantada con gramíneas tropicales, permitiría elevar la carga animal y la producción de carne por hectárea (De León, 2003), en áreas de pastizales naturales, especialmente en aquellas degradadas.

A continuación se muestra la evolución de la superficie implantada con pasturas tropicales en las diferentes provincias del NOA (Cuadro 1).

**Cuadro 1: Incremento de la superficie implantada con pasturas tropicales en el Noroeste Argentino (NOA)**

Provincias	Superficie total (has) con pasturas perennes		Tipos de pasturas			
	Año 1994	Año 2002	Pasturas tropicales		Otras	
			Has	%	Alfalfa	Otras
Catamarca	4394	74238	70418	94,8	3570	249
Jujuy	6775	6289	2631	38,8	1053	2605
Salta	37921	102958	88835	86,3	11452	2671
Santiago del Estero	55022	234166	169440	72,3	52589	112137
Tucumán	15545	22403	18016	80,4	3267	1120
Total NOA	119657	440054	348934	79,3	76931	18934

Fuente: INDEC, 2002

Si bien se observa en el cuadro 1 que existe un aumento significativo de la superficie implantada con forrajeras cultivadas, la misma continúa siendo baja en relación al potencial de la región.

Teniendo presente el axioma establecido por Ricci (2006): “No hay vacas sin pasto”, a continuación se describe la situación ganadera del NOA.

#### Situación de la ganadería del NOA

La existencia ganadera bovina en el país asciende a 48.700.000 de cabezas (INDEC, 2002). Por categorías, el 43% son vacas, el 21% terneros y terneras, y el 17% novillos y novillitos. Las cinco provincias pampeanas concentran el 76%, el NEA el 15%, el NOA el 4%, Cuyo 3% y la Patagonia 2% (INDEC, 2002).

La mayor cantidad de hacienda vacuna de la región del noroeste (80%) se concentra en el Umbral al Chaco (predominan los sistemas mixtos) y en el Chaco semiárido ganadero. Un 90% del área está ocupada con recursos naturales y el resto ha sido desmontado para explotación agrícola y/o ganadera.

La región NOA presenta una composición de rodeo integrada por más del 83% de hembras y terneros, lo que la califica como zona de cría (exportadora de terneros), donde solo el 15% de las existencias son machos castrados para engorde (Cuadros 2, 3 y 4). La recría y engorde de novillos es una actividad que supera, en la mayoría de los casos, los 18 meses de duración (Holgado y Orellana, 2000).

**Cuadro 2: Existencias ganaderas en las provincias del Noroeste Argentino (NOA)**

Provincia	Catamarca	Jujuy	Salta	Santiago del Estero	Tucumán	NOA
Nº de cabezas	225.438	86.438	488.179	1.023.600	101.499	1.925.132

Fuente: INDEC, 2002

**Cuadro 3: Índices que caracterizan a la ganadería bovina del Noroeste Argentino**

Índices	Años	
	1994	2002
Terneros/stock	0,22	0,21
Vacas/stock	0,40	0,42
Novillos/vacas	0,50	0,40
Terneros/vacas	0,55	0,50

Fuente: INDEC, 2002

A continuación en el cuadro 4 se observa que Tucumán es la provincia del NOA en donde se faenan la mayor proporción de cabezas de ganado bovino.

**Cuadro 4: Número de cabezas de ganado bovino faenadas en las provincias del Noroeste argentino**

Provincia	Número de Cabezas	%
Catamarca	50.560	11
Jujuy	21.469	4
Salta	87.613	18
Santiago del Estero	71.828	15
Tucumán	250.053	52
Región NOA	481.523	100

Fuente: SAGPyA, 2005

La producción bovina de la región, y particularmente de Tucumán, resulta en su conjunto altamente deficitaria, cubriendo el consumo solo en un 39% de la demanda (Orellana, 2003).

Mussari (2005) presenta un análisis de la situación ganadera del NOA estableciendo:

## **Fortalezas**

- Aptitud agroecológica para el desarrollo de la ganadería
- Bajo costo de producción
- Posibilidad de utilización de subproductos industriales
- Tecnología disponible

## **Debilidades**

- Autismo de los productores ganaderos
- Baja adopción de tecnología
- Falta de capacitación en todos los niveles
- Falta de información zonal
- Falta de registros de control
- Falta de control del renoval y de mantenimiento de las pasturas
- Baja diversificación de especies forrajeras
- Baja calidad de cueros por incidencia de la garrapata
- Falta de homogeneidad y continuidad en la oferta de novillos terminados
- Mercado local abastecido por animales de otras provincias

Dichas debilidades se reflejan en los siguientes índices productivos:

- Densidad: 13 ha/cabeza
- Terneros logrados: 51%
- Infraestructura: escasa

La ganadería de cría bovina tiene una productividad de 6 kg de carne/ha/año y una potencialidad de 35 kg de carne/ha/año (Orellana, 2003).

Atendiendo a lo señalado por Mussari (2005) y Orellana (2003), es posible pensar que si bien la zona fue definida como de cría, el mejoramiento de los sistemas, tanto por las inversiones (alambrado, provisión y distribución de agua, instalaciones de manejo, implantación de pasturas, maquinarias y equipos, etc.) como por el uso apropiado de los recursos (estacionamiento de servicios, control sanitario, registros, plan de mejora genética, manejo de los recursos alimenticios, etc.) podría cambiar el perfil de la región. El ciclo completo y la invernada tendrían espacios posibles.

En ese sentido los sistemas de cría, en sus decisiones, deberían asumir un doble compromiso: con los recursos disponibles y con el destino del producto (terneros) en cuanto a las características del proceso de invernada.

No hay una respuesta única para las situaciones particulares que se presentan en nuestra compleja realidad. Pero sí hay en ella, elementos comunes y estables sobre los que se debe trabajar en la búsqueda de herramientas para resolver la problemática de los distintos sistemas de producción.

El potencial de la zona silvopastoril por incorporación de un 20% de pasturas cultivadas y niveles de eficiencia de uso de la biomasa forrajera del 60%, permitirían un sensible incremento de la capacidad de carga (pasar de 18 a 3,3 ha/cab). Los terneros de esta zona de cría podrían ser invernados en un ciclo corto, de 12 meses, sobre pasturas tropicales cultivadas en el 14% de la superficie del Umbral al Chaco. La capacidad de producción de alimentos de esta zona admite una carga de 1,8 cab/ha si además se destinara a la ganadería el grano correspondiente a un 10% de la superficie asignada a esa producción. Los granos pueden y deben incorporarse a la ganadería. Estas acciones permitirían duplicar la producción de carne de una región que actualmente sólo participa con un 40% en la demanda (Toranzos, 2003).

## **2. La Provincia de Tucumán**

La Provincia de Tucumán, parte integrante de la región del NOA, se extiende entre los paralelos 26° 05' y 28° 03' de latitud sur y los meridianos 64° 33' y 66° 12' de longitud oeste, con una superficie de 22.524 km<sup>2</sup>.

Dos grandes unidades paisajísticas pueden distinguirse en el territorio tucumano (Zuccardi y Fadda, 1985):

a) El área montañosa resultante del encuentro de dos grandes sistemas estructurales: por el sur las Sierras Pampeanas y por el norte las Sierras Subandinas. Esta área cubre el 45% del área total de la provincia.

b) El área llana que incluye las siguientes regiones: el pedemonte, la llanura deprimida y la llanura chaco pampeana.

Es en el área llana donde se instala principalmente el polo de producción agropecuario (Ricci, 2006).

Por su importancia actual, pero sobre todo por su potencial de expansión para el desarrollo de la ganadería, se destaca la región de la llanura deprimida. Localizada en el centro de la provincia de Tucumán, a ambos márgenes del río Salí, se extiende desde el sur del departamento capital hasta el sur del río Marapa, en el departamento Graneros. Hacia el oeste, el límite natural está dado por el pedemonte y al este, el arroyo Muerto – Mista en los departamentos Cruz Alta y Leales. Ocupa aproximadamente un 17,5% de la superficie provincial y el 29,8% del área llana.

Constituye una planicie aluvial de suaves ondulaciones y débiles depresiones, con pendientes menores del 0,5%.

El sector ubicado al occidente del río Salí está recorrido por una densa red hidrográfica constituida por ríos y arroyos provenientes del área montañosa.

Numerosos arroyos nacen igualmente en esta área. Por el contrario, al este del río Salí el único cauce existente lo constituye el arroyo Muerto – Mista.

Toda el área está afectada por la presencia de una napa freática a escasa o mediana profundidad, lo cual influye sobre el balance hídrico de la región, incidiendo marcadamente en la génesis y morfología de los suelos, en el régimen hídrico y en las condiciones de aireación (Figuroa y col., 1996). Los suelos son de poco desarrollo, deficientes en materia orgánica y nitrógeno, de reacción neutra a alcalina, frecuentemente con tendencia a la salinización y susceptibles a la erosión. La baja capacidad de infiltración y el encostramiento son problemas comunes en los suelos cultivados de la región (Molina y col., 2001).

La naturaleza de la napa determinó la diferenciación de dos subregiones (Zuccardi y Fadda, 1985):

a) Subregión de la llanura deprimida no salina u occidental: La presencia de una napa no salina, determina que esta subregión tenga aptitud eminentemente agrícola, constituyendo un importante sector del área cañera

b) Subregión de la llanura deprimida salina u oriental (LDS): Se localiza al este y sur de la subregión anterior ocupando parte de los departamentos de Cruz Alta, Leales, Monteros, Chicligasta, Río Chico y Graneros. Comprende aproximadamente el 70.4% de la llanura deprimida, lo que representa el 21% de la superficie llana y el 12.3% del total de la provincia respectivamente.

Una limitante importante en esta última subregión es la napa freática caracterizada por su profundidad con marcadas fluctuaciones estacionales y salinidad (salina sódica). Las condiciones climáticas, en especial las precipitaciones, varían de oeste e este. En función del factor climático se diferencian dos microrregiones (Cuadro 5).

**Cuadro 5: Caracterización de la llanura deprimida salina de Tucumán (LDS)**

	Llanura deprimida salina	
	Semiárida (36,2%)	Seca subhúmeda (63,7%)
Ubicación	Vértice sudeste del área salina	Este del río Salí y sur de la subregión no salina
Clima	Cálido	Seco – subhúmedo cálido
Precipitaciones	650 mm al oeste hasta los 500 mm en el sudeste.	disminuye desde 900 mm al sudoeste hasta 650 mm en el este
Evapotranspiración Potencial	aumenta de 950 mm a 1000 mm de oeste a sudeste.	950 mm anuales
Temperatura media anual	19,5 °C	
La temperatura media del mes más cálido (Enero)	26 °C	25 °C
La temperatura media del mes más frío (Julio)	12,5 °C	12 a 15 °C
Heladas	Se registran en el período junio – agosto.	12 a 15 días por año, registrándose en el período junio – agosto.
Suelo	Perfil AC, A(B)C y AB <sub>t</sub> C; cuyo horizonte A constituye un epipedón mólico.	
Limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edáficas</li> <li>• Importante período con déficit hídrico (9 meses: desde abril a diciembre)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• salinización de los horizontes</li> <li>• la mayoría de los suelos afectados son de naturaleza salino sódica</li> <li>• deficiencia hídrica en el período invierno –primavera (5 a 9 meses)</li> <li>• intensidad y frecuencia de heladas</li> </ul>
Aptitud	Ganadera y complementariamente agrícola en condiciones de secano.	Agrícola, ganadera y forestal.

Fuente: Elaboración propia en base a los antecedentes reportados por Zuccardi y Fadda, 1985; y Figueroa y col., 1996

Ricci (2006) resume las características de la LDS del siguiente modo:

- Gran fragilidad
- Elevadas concentraciones de sales en superficie o subsuperficial
- Altas posibilidades de erosión hídrica como eólica
- Problemas de encharcamiento
- Dificultad de drenaje
- Gran heterogeneidad textural de los suelos, aún en distancias muy reducidas
- Rendimientos agrícolas decrecientes
- Altas temperaturas de verano y heladas en invierno
- Extracto arbóreo casi desaparecido
- Concentración de las lluvias desde noviembre a abril (85 a 90%), con alta variabilidad en el total como en la distribución, por efecto año.

El mismo autor expresa que dadas las características señaladas, la aptitud de la llanura deprimida salina es ganadera, y que si se adoptara esta actividad para recuperar los ecosistemas degradados y mejorar su potencial productivo, las pasturas tropicales cultivadas tendrían un importante rol.

Esta afirmación está avalada por los trabajos de investigación realizados en la región sobre todo con gramíneas tropicales perennes y que tuvieron su expansión a partir de la década del '80 (Ricci, 2006; Ricci y col., 2001; Ricci y col., 2000a y b; Pérez y col., 2000; Roncedo y col., 1998; Ricci y col., 1997a y b; Ricci y col., 1995; Pérez y col., 1995; Rodríguez Rey y col., 1985).

Lo expuesto hasta aquí evidencia que el desarrollo de sistemas ganaderos en la llanura deprimida salina de Tucumán significa enfrentarse a un problema de producción en un ambiente frágil, agroecológicamente marginal, que requiere el manejo de numerosas variables para:

- Comprender el funcionamiento de los sistemas de producción, detectar vacíos de información y áreas de conocimiento deficitarias, y simular respuestas de esos sistemas frente a distintas modificaciones en sus estructuras y/o perturbaciones de sus procesos.

- Desarrollar sistemas de manejo para objetivos particulares (manejo del suelo integrado al manejo del pastoreo, control de la pradera, detección de umbrales admisibles entre beneficio económico y deterioro ambiental, entre otros).

Este planteo requiere una visión renovada de la producción pecuaria que deje visualizar íntegramente los distintos componentes del sistema de producción e implica nuevas estrategias para el abordaje de los problemas. El enfoque de sistemas que nació con el concepto que la mera descripción de los componentes no es suficiente para explicar un fenómeno, podría resultar una interesante herramienta para aplicar en este caso.

# **CAPITULO II**

## **ANTECEDENTES**

## **1. La sostenibilidad<sup>1</sup> y el Enfoque de Sistemas**

No hay una definición concisa y universalmente aceptada sobre sistemas agropecuarios sostenibles, pero hay conceptos generales, muy difundidos y con gran aceptación por quienes están preocupados por la sustentabilidad de nuestra biosfera frente a una población mundial en continuo crecimiento (Torp-Donner y Juga, 1997).

El concepto básico de sustentabilidad es la capacidad de lograr continuidad en el tiempo (Arzeno, 1999). Una de las definiciones más conocidas es la presentada por la World Commission on Environment and Development (1987) según la cual el desarrollo sustentable es aquel que permite la satisfacción de las generaciones presentes sin comprometer la posibilidad de satisfacer las necesidades de las generaciones futuras.

Las definiciones de agricultura sostenible enfatizan la mantención de la productividad y de la utilidad agrícola minimizando los impactos ambientales (Faeth, 1994). Etimológicamente sostener significa mantener, servir para que cierta cosa no se extinga y llevado a agroecosistemas sostenibles significa la capacidad de seguir siendo productivos y a la vez mantener la base de los recursos (Reijntjes y col., 1995).

Existe un consenso creciente acerca de que el logro de una ganadería mas sustentable exige un cambio en la forma en que se han abordado, hasta ahora, los sistemas agropecuarios. Se ha privilegiado el estudio de los componentes por sobre el conocimiento de las interrelaciones entre ellos. En este sentido, Viglizzo (1996) indica que la sustentabilidad no es una propiedad de un campo o de una parcela, es propiedad de un sistema ecológico, económico y social. El mismo autor dice que por tratarse de un bien común involucra todo un sistema y no a sus componentes aisladamente.

### **1.1.- Visión sistémica**

Sarandón (2002) expresa que la falta de una visión sistémica ha generado dificultades para percibir las salidas no deseadas de un sistema, lo que ha originado graves problemas ambientales. Según Becht (1974), es necesario entender que un sistema es un arreglo de componentes físicos, un conjunto o colección de cosas unidas o relacionadas de tal manera que forman y actúan como una unidad, una entidad o un todo. Coincidiendo con este concepto, Lugo y Morris (1982) señalan que es imposible interpretar el comportamiento de un sistema dado, sólo en base a estudios sobre el comportamiento de sus partes. Por ello, para abordar la complejidad del manejo sustentable de agroecosistemas, es recomendable adoptar un enfoque de

---

<sup>1</sup> La bibliografía consultada no establece diferencia conceptual entre los términos "sostenible" y "sustentable", razón por la que en el presente trabajo los mismos serán utilizados como sinónimos

sistemas, donde se contemplen sus componentes y las interrelaciones que se dan entre los mismos, por ejemplo las relaciones entre entradas (que pueden ser altos o bajos insumos) y las salidas (obtención de productos).

Si se tiene en cuenta que los principales problemas asociados a la pérdida de sustentabilidad en actividades agropecuarias se vinculan al difícil equilibrio entre alternativas de altos y bajos insumos en función del producto logrado, es posible que a través de una visión sistémica se logre una mejor comprensión de los procesos.

## **1.2.- La sostenibilidad de los sistemas de producción**

Wagner (1990), citado por Viglizzo (1996), señala que la idea de reemplazar la agricultura moderna por modelos productivos de bajos insumos, puramente orgánicos, libre de químicos no es en la práctica, sustentable y que la idea puede lucir bien por algún tiempo y más aun engañar al público inocente, pero no parece ser una solución definitiva para los problemas de la agricultura en el largo plazo. Para Viglizzo y Roberto (1997), las actividades agropecuarias de bajos insumos desarrollaron sus bases de conocimiento científico y empírico observando al sistema natural como un donante de insumos esenciales. Los mismos autores señalan que la degradación por sobre extracción ha sido la consecuencia inevitable de esta perspectiva, que generalmente culmina en una declinación productiva y económica perceptibles.

Ningún proceso productivo es neutro para el ambiente (Viglizzo y Roberto, 1997), tanto en las agriculturas intensivas de altos insumos como en las extensivas de bajos insumos suelen plantearse situaciones severas de pérdida de sustentabilidad (Ruttan, 1992; Viglizzo, 1994). Es inevitable que toda producción interfiera en los equilibrios naturales del ecosistema, que sea extractiva y que genere desechos. La clave está en la magnitud que adquiere esa intervención y hacia donde se vuelca la relación entre extracción y generación de desechos (Viglizzo y Roberto, 1997).

Viglizzo (1989), establece que al proponer una intensificación de los sistemas ganaderos es necesario tener presente que un uso intensivo de los factores de la producción, inevitablemente asociados a altos costos, exige como condición necesaria, la existencia de un ambiente relativamente invariable y seguro. El mismo autor señala que la solución a la intensificación de los sistemas pasa por la creación de un nuevo ambiente, diseñado por el hombre y controlado en gran medida por él, que es el ambiente tecnológico.

Los sistemas de bajo nivel de insumos son, en general, más sensibles que los sistemas de alto nivel de insumos a los cambios climáticos y no es fácil coincidir con la

aparente falta de sensibilidad de estos sistemas a los cambios en el ambiente económico (Viglizzo, 1994).

Desde el punto de vista ambiental el grado en que un ecosistema aumente su sostenibilidad dependerá de un manejo que conlleve a la optimización de los siguientes procesos (Astier y Masera, 1996):

- disponibilidad y equilibrio del flujo de nutrientes;
- protección y conservación de la superficie del suelo;
- preservación e integración de la biodiversidad;
- explotación de la adaptabilidad y complementariedad en el uso de recursos genéticos animales y vegetales.

La degradación de los recursos productivos se presenta como un problema realmente grave, sobre el cual pareciera no existir aún una suficiente concientización en los distintos estamentos. Para Landi (2000), este proceso degradatorio lejos de estabilizarse, tiende a acentuarse a medida que se incrementa el uso inadecuado de los agroquímicos y se expanden los cultivos agrícolas, el talado irrestricto de los bosques, el aprovechamiento irracional de las pasturas cultivadas y pastizales naturales.

La agricultura moderna con predominio de monocultivos y con bajo nivel de diversidad, presenta una gran fragilidad. Su equilibrio no depende de mecanismos internos de regulación, sino de variables externas de control, basadas principalmente en energía fósil y agroquímicos, muchas veces tóxicos, que permiten el establecimiento de vegetales y especies animales con baja capacidad de competencia frente a otras poblaciones residentes en el sistema, tales como especies nativas que han co-evolucionado en el medio y que presentan gran adaptabilidad.

Debe tenerse en cuenta que, acorde lo señalado por Viglizzo (1999), el significado de sustentabilidad cambia a través de distintas escalas geográficas: el potrero, predio, el ecosistema, la eco-región, el país, el continente o el planeta. Continúa diciendo que a nivel potrero, el concepto puede ser expresado en términos de mantenimiento de propiedades edáficas como la materia orgánica, la dotación mineral, o la estabilidad estructural del suelo. A nivel predio o ecosistema adquiere significación el sostenimiento de la performance biológica y económica del sistema de producción a través del tiempo. A escalas mayores, es la sustentabilidad del sistema socio económico el que se privilegia, sobre todo en los niveles de decisión política.

La sustentabilidad ecológica no siempre es compatible con la sustentabilidad económica o social. A escala predial, por ejemplo, la búsqueda de una alta

productividad económica entra a menudo en conflicto con la sustentabilidad ecológica y viceversa (Viglizzo, 1999).

La sostenibilidad a escala predial es la que interesa al productor rural porque define la tendencia de su negocio en el mediano y largo plazo. Aunque en general sus decisiones responden a una economía de corto plazo, es consciente que una mala gestión de sus recursos naturales puede resentir la productividad del sistema en plazos más prolongados.

Gómez y col. (1996) señalan que, a nivel finca, un sistema de producción es considerado sustentable si éste conserva los recursos naturales y satisface las necesidades del productor, que maneja el sistema y que ambos requisitos no son sustituibles uno por otro.

Para Viglizzo (1999), generalizar sobre la sustentabilidad económica (SE) de la ganadería, en particular, puede llevarnos a conclusiones erróneas si el problema no está bien encuadrado, ya que la SE no debe ser vista como una propiedad intrínseca a la actividad, sino que responde a factores externos a ella, como los económicos, los financieros o la forma en que productor administra su negocio.

En concordancia con lo expuesto, Viglizzo (1996) propone que como paso previo a cualquier intento de medición de la sustentabilidad, es necesario definir qué nivel del sistema quiere ser evaluado, ya que los problemas ambientales ocurren a distintos niveles de resolución geográfica, y sus impactos tienen una importancia acorde a la escala en que se manifiestan (global, continental, regional, nacional, ecosistémica, zonal o local). Este mismo autor indica que hacer operativo el concepto de sostenibilidad implica un esfuerzo sustancial de investigación para generar un conjunto aceptable de procedimientos estandarizados de evaluación, que conduzcan a resultados prácticos.

### **1.3.- Los Indicadores**

Un indicador describe un proceso específico o un proceso de control. Los indicadores por lo tanto, son particulares a los procesos en los que forman parte, pudiendo ser apropiados para una función determinada e inapropiados para otra. Por esta razón no existe una lista de indicadores universales (Bakkes y col., 1994). El tipo de indicador será diferente según la escala espacial del estudio.

Los indicadores que se propongan deben tener diversas características (Astier y Masera, 1996):

- ser integradores

- fáciles de medir, susceptibles al monitoreo, que se obtengan a partir de información fácilmente disponible
- adecuados al nivel de agregación del sistema de análisis
- preferentemente aplicables en un rango de ecosistemas y condiciones socioeconómicas y culturales
- que tengan un alto nivel de confiabilidad
- fácil comprensión
- deben permitir medir cambios en las características del sistema a través del tiempo
- las mediciones deben repetirse en el tiempo
- deben centrarse en aspectos prácticos y ser claros

Cuando se seleccionan indicadores se debe tener en cuenta la interrelación entre aspectos ambientales y socioeconómicos. El peso relativo de cada uno dependerá de la escala geográfica considerada en el análisis.

La metodología para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad (Astier y Masera, 1996) presenta una lista de indicadores que comúnmente aparecerán en el análisis de sustentabilidad, según el área de evaluación:

- **Indicadores sociales:** normalmente este tipo de indicadores se incorporan en forma muy fragmentada o casi por compromiso en las evaluaciones convencionales. Parte del problema es que tienden a ser cualitativos y difíciles de definir con precisión, por lo que no es sencillo ubicarlos en marcos de evaluación de tipo numérico.
- **Indicadores económicos:** en este campo existen varios indicadores convencionales, los cuales normalmente se dirigen a evaluar la rentabilidad económica de un determinado proyecto de inversión o sistema de manejo. Los indicadores económicos convencionales deben verse como un instrumento auxiliar, importantes pero indicativos sólo de aspectos parciales del problema.
- **Indicadores ambientales:** estos deberían proporcionar buena información sobre la capacidad de los sistemas propuestos de ser ambientalmente productivos y sustentables (Cuadro 6)

**Cuadro 6: Indicadores ambientales genéricos**

Atributo/Criterio de diagnóstico	Indicador	Forma de medición
<b>Productividad</b>	Biomasa total Rendimiento	Distribución de biomasa Rendimientos por producto y subproducto
<b>Estabilidad, Resiliencia, Confiabilidad</b>		
Diversidad en el tiempo y en el espacio	Evolución histórica de rendimientos; patrón de uso del suelo; policultivos; número de especies manejadas; índice de complementariedad	Tendencia y coeficiente de variación rendimientos. Tasa de cambio de uso del suelo. Índice de diversidad.
Conservación de recursos	Calidad de suelo y agua	Porcentaje de materia orgánica. Estabilidad de los agregados.
	Degradación de suelos	Tasa de infiltración del agua en el suelo, compactación, erosión (tipos, nivel y %).
Variabilidad del sistema	Incidencia de plagas, enfermedades y siniestros	Evolución de daños por plagas, granizo, heladas, etc. Frecuencia de ocurrencia de siniestros.
<b>Auto dependencia</b>		
	Subsidio energético	Energía producto/energía insumos
	Eficiencia energética	Insumos externos/unidad de producto, accesibilidad de insumos externos
	Grado de dependencia externa	Proporción de necesidades básicas cubiertas con la producción propia

Fuente: Astier y Masera (1996)

Astier y Masera (1996) proponen los siguientes indicadores ambientales específicos: tasa de tierra equivalente, cobertura del suelo, diversidad de especies y/o variedades, eficiencia energética, nivel de erosión del suelo, materia orgánica, propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, rendimientos y variación de rendimientos por siniestros ambientales. A estos indicadores Viglizzo y col. (2002) agrega el estudio de los gases de efecto invernadero.

## **2. Sistemas de producción ganaderos**

### **2.1. Producción primaria.**

#### **2.1.1.- Producción de Materia Seca**

En la Llanura Chaqueña Tucumana, los cambios de localidades implican también cambios en las condiciones climáticas y variaciones de suelos (Zuccardi y Fadda, 1985).

Soares Filho (1994) expresa que el potencial de una pastura está representado por la cantidad y calidad del forraje que es capaz de producir en un determinado lugar. Un elemento importante a considerar respecto a la cantidad de materia seca (MS) producida, es la frecuencia de corte. Esta última incide sobre la producción total de MS. En pastos tropicales los cortes frecuentes pueden prácticamente inhibir la asimilación de nutrientes y reducir apreciablemente las reservas de carbohidratos. Esto último repercute en un pobre desarrollo del área foliar y afecta, por lo tanto, la tasa fotosintética y la producción de MS (Pérez, 2000). El total de MS anualmente producido por las forrajeras tropicales, es mayor cuando menor es la frecuencia de corte a la que fueron sometidas (De León y col., 1995a y b; Pérez y col., 1995; Ricci y col., 1997b; Roncedo y col., 1998; Ricci y col., 2000b; Ricci y col., 2001).

Existe gran cantidad de información sobre la producción de MS y distribución estacional de las pasturas tropicales en el período estival, para las diferentes provincias del NOA (De León y col., 1998; De León, 1998a y b; INTA, 1998; Namur y col. 1996). El análisis de la misma permite realizar las siguientes consideraciones (De León, 2004a):

1. el amplio rango o la gran variabilidad de la producción de un mismo genotipo en un mismo lugar, debido fundamentalmente a las variaciones de las precipitaciones entre años y en segundo lugar a la declinación de la producción de estas pasturas a medida que envejecen.
2. las diferencias de producción de una misma pastura en distintas zonas ya que la expresión del potencial de producción está condicionado a las características ambientales del lugar que se trate.
3. la distribución de la producción, si bien muestra una concentración en el verano, presenta importantes diferencias entre especies y entre zonas, lo que permite diferenciar claramente la potencialidad del aporte forrajero en las distintas épocas y así poder aprovechar las características de cada una de las especies para conformar una cadena forrajera.
4. los distintos cultivares de una misma especie, pueden ofrecer características muy distintas en cuanto a su producción de forraje y su distribución.

A continuación se presentan valores de referencia para la región NOA (Cuadro 7)

**Cuadro 7: Producción forrajera de las pasturas tropicales en la región NOA**

Espece	Producción MS (Tn/ha)	
<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. Texas 4464	2,5 – 3	Namur y col (1996); De León (1998b); Ricci y col (2001)
<i>Cenchrus ciliaris</i> cv. Biloela	4 - 5	Namur y col (1996); Ricci y col (2001)
<i>Panicum maximum</i> cv. Gatton	6 – 9	De León (1998b); Ricci y Toranzos (2004a)
<i>Panicum maximum</i> cv Green	4,5 – 8	Ricci y col (1997b)
<i>Chloris gayana</i> vc. Común	3 - 7	Ricci y Toranzos (2004a); Alcocer y col (2005); Renolfi y col (2005)
<i>Chloris gayana</i> Ec. Local	3 – 4	De León (1998b)
<i>Chloris gayana</i> cv. Callide	4 – 9,5	De León y col (1998); Alcocer y col (2005); Renolfi y col (2005)
<i>Chloris gayana</i> cv. Finecut	3,5 - 11	Alcocer y col (2005); Renolfi y col (2005)
<i>Chloris gayana</i> cv. Topcut	3,5 – 9,5	Alcocer y col (2005); Renolfi y col (2005)
<i>Chloris gayana</i> cv. Katambora	3,5 - 10	Alcocer y col (2005); Renolfi y col (2005)
<i>Chloris gayana</i> cv. Boma	6,5	Alcocer y col (2005)
<i>Panicum coloratum</i> cv. Bambatsi	5 – 9	Roncedo y C. Valenzuela (1996); De León y col (1998); Ricci y Toranzos (2004a)
<i>Brachiaria brizantha</i> cv Marandú	8,5 - 13	Roncedo y col (1998) Ricci y Toranzos (2004a)

Ricci y Toranzos (2004a) determinaron en condiciones de campo en la llanura deprimida salina (durante 5 años), la producción acumulada en el período de crecimiento (septiembre – abril) de biomasa aérea (kg MS/ha) de *Brachiaria brizantha* cv Marandú (BR), *Panicum maximum* cv Gatton (GP), *Panicum coloratum* cv Bambatsi (CL) y *Chloris gayana* cv Común (GR). Los autores concluyeron que de las forrajeras comparadas, BR acumula mayor cantidad de MS en el período anual de crecimiento activo de biomasa aérea. La menos productiva es GR. Presentan producciones intermedias GP y CL, sin diferencias entre sí. Sin embargo, la producción de GR, presenta una mayor estabilidad relativa.

Además del conocimiento de los potenciales de producción de las distintas especies, es importante considerar las características y diferencias entre las pasturas respecto a sus curvas de producción durante su ciclo de crecimiento bajo condiciones de pastoreo. Esto no ha sido abordado regionalmente en profundidad. A pesar de que las gramíneas C<sub>4</sub> cultivadas en la LDS puedan tener un patrón de crecimiento común entre los meses de septiembre y abril, es posible encontrar diferencias de comportamiento entre ellas en cuanto a los momentos de producción. Definir este aspecto permitiría tomar decisiones, con un fundamento científico, sobre la o las pasturas a implantar y el diseño de estrategias de manejo (Ricci y Toranzos, 2004b). Dichos autores determinaron en condiciones de campo en la LDS y durante dos años, la distribución temporal de la biomasa aérea producida en el período de crecimiento (septiembre – abril) por *Brachiaria brizantha* cv Marandú, *Panicum maximum* cv Gatton, *Panicum coloratum* cv Bambatsi y *Chloris gayana* cv Común. La producción mensual de MS se agrupó en tres períodos:

P1: Comprende a los meses de septiembre a noviembre.

P2: Comprende a los meses de diciembre a febrero.

P3: Comprende a los meses de marzo a abril.

Las conclusiones establecidas por los autores fueron las siguientes:

- La variabilidad del régimen hídrico, de las heladas agronómicas invernales y las características edáficas de la LDS inducen un comportamiento diferencial de las forrajeras en estudio en cuanto a la distribución de su producción para los tres períodos considerados en esta experiencia. En forma general, la MS producida es mayor en P2 siguiendo en orden descendente P3 y P1.
- CL y GT resultaron las forrajeras con mayor estabilidad en su producción de MS por períodos, independizándose de la variable años en los P1 y P3. GT registra una marcada concentración estival de su producción.
- En el caso de BR se destaca su alta dependencia a condiciones climáticas tropicales, mostrándose sensible a déficit hídricos en el período de verano, pero

respondiendo favorablemente, en función de su potencial genético, a mayores precipitaciones.

- GR es un genotipo poco tolerante a anegamientos temporarios, lo que coincide con lo manifestado por Skerman y Riveros (1990). En años sin este disturbio la distribución de MS en los distintos períodos puede resultar importante en las explotaciones ganaderas por su rebrote primaveral temprano (P1) y su producción otoñal (P3). La producción de primavera y otoño representó el 31% de la producción total.

### 2.1.2. Calidad de la producción primaria

Es necesario conocer no solo la capacidad de producción de las distintas especies ante diferentes alternativas de manejo (épocas de corte o defoliación), sino también estudiar sus efectos sobre los parámetros de calidad, para poder formular así cadenas forrajeras óptimas para situaciones en particular y hacer uso eficiente de la pastura (Roncedo y col, 1998).

Las forrajeras tropicales presentan una serie de características y respuestas particulares que condicionan la calidad del forraje disponible. En el cuadro 8 y fig. 2 es posible observar variaciones en la composición de la pastura a medida que avanza en su estado de crecimiento, lo que trae aparejado una importante pérdida de calidad (De León y Boetto, 2004; De León, 2004b; Gomes Pereira y Melo Moreira, 1998; Reis y col, 1997; Ricci y col, 1997a; Gomide y Queiroz, 1994).

**Cuadro 8: Variación en los componentes de la pastura al avanzar en su ciclo de crecimiento.**

<b>AUMENTA</b>	<b>DISMINUYE</b>
Kg. Materia Seca	% Hojas Verdes
% Tallos	% Proteína Bruta
% Fibra	Digestibilidad
% Lignina	
% hojas Muertas	
Avance del estado de crecimiento	
	
Vegetativo Encañamiento Floración Maduración	

Fuente: De León, M. (1994)

La mejor calidad se presenta en el rebrote primaveral, a partir del cual disminuye con el avance en el grado de madurez de la planta (Ricci y col, 1997a).

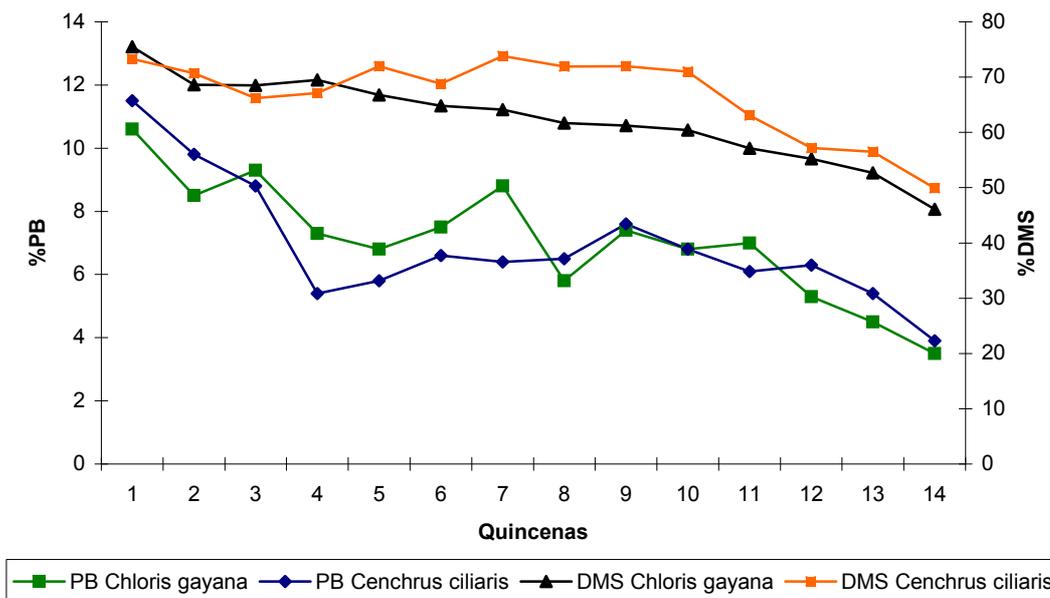


Figura 2: Digestibilidad de la materia seca (DMS%) y contenido de proteína bruta (PB%) de *Chloris gayana* y *Cenchrus ciliaris* durante su ciclo de producción. Fuente: De León (1998b)

La primera consecuencia de esto es que la ganancia de peso vivo de los animales disminuye a medida que aumenta la edad de rebrote. De León (2004b) propone que pueden manejarse tres factores importantes para contrarrestar esta tendencia general y mantener altos niveles de ganancia de peso durante la época de crecimiento de la pastura:

1. Elección de especies y cultivares
2. Manejo de la frecuencia de defoliación o corte
3. Pastoreo cabeza y cola

Con respecto al primer punto, el mismo autor señala que entre las distintas pasturas existen diferencias en el momento, la intensidad y la velocidad con que se produce el pasaje al estado reproductivo y por ende los cambios en su calidad.

En *Chloris gayana* existen cultivares diploides (D) ( $2n=20$ ) (Finecut, Topcut, Katambora, Pioneer, Común) y tetraploides (T) ( $2n=40$ ) (Callide, Samford) los cuales se diferencian, entre otras características, por los días que tardan en llegar a floración. Los principales factores que afectan este fenómeno son la temperatura media diaria y el fotoperíodo a las que son sometidas las pasturas (Tarumoto, 2005).

Bogdan, Tarumoto y Mochizuki, Oyama, Sato y col y Kokubu y Taira citados por Tarumoto (2005) reportan que D son neutrales a la longitud del día, mientras que T son sensibles al fotoperíodo, y la floración se induce cuando se exponen a días acortándose. Esto último provoca que T encañen más tardíamente y en consecuencia mantengan mayor calidad durante el verano (Ricci y col, 1995). Sin embargo Tarumoto (2005), trabajando con D, encontró que longitudes de días cortos (12 horas) tienen

efecto en acelerar el inicio de la floración cuando las temperaturas medias diarias son mayores a 22°C.

En cuanto al manejo de la frecuencia de defoliación o corte, el mismo se puede realizar adecuando la carga animal; mediante cortes para henificación o con un rizado del remanente.

Los valores más altos de calidad, tanto para proteína bruta (PB) como para digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS), se encuentran con cortes cada 28 días, cuando los mismos se comparan con cortes cada 56 días. (De León, 1991; De León, 1994; De León y col, 1995c y Ricci y col, 1997a).

Ricci y col (1997a) trabajaron sobre el efecto de la frecuencia de segado sobre parámetros de calidad, PB, DIVMS y fibra detergente neutro (FDA), en siete cultivares de gramíneas tropicales (*Panicum maximum* cvs Gatton y Green, *Setaria anceps* cv Narok, *Chloris gayana* cvs Común y Tuc y *Cenchrus ciliaris* cvs Texas y Biloela). Los autores encontraron que existe una marcada influencia de la frecuencia de corte en la calidad de la MS para todos los cultivares estudiados. Esta se afecta negativamente cuando la frecuencia pasa de 4 a 8 semanas (Cuadro 9).

**Cuadro 9: Efecto de la frecuencia de defoliación sobre la calidad del forraje durante el verano, expresada en proteína bruta (PB), fibra detergente ácido (FDA) y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS).**

Pastura	Frecuencia de defoliación (días)	PB (%)	FDA (%)	DIVMS (%)	
<i>Chloris gayana</i> cv Común	28	7,8	44,7	52	Ricci y col (1997a)
	56	6,4	45,7	47	
<i>Panicum coloratum</i> cv Bambatsi	28	11-12		67	Peuser (1994); De León y col (1995c)
	56	7		57-58	
<i>Panicum maximum</i> cv Gatton	28	11	42	70-65	Ricci y col (1997a); Peuser (1994); De León y col (1995c)
	56	6	46	60-55	
<i>Cenchrus ciliaris</i> cv Biloela	28	8,7	45	57	Ricci y col (1997a)
	56	7,3	47	53	

Las gramíneas tropicales presentan por lo general un bajo contenido de proteína, lo que constituye un inconveniente, ya que ha sido demostrado que cuando las cifras descienden por debajo del 8% el consumo animal disminuye marcadamente (Elliot y Tops 1973 citado por Pérez, 2000). El contenido de proteína bruta en las gramíneas tropicales, oscila en 3 – 4% en invierno y 6 – 12% en primavera-verano (Peruchena, 2005).

El desempeño animal es función directa del consumo de materia seca digestible. Los valores de digestibilidad rara vez superan el 65% (Carballo y González, 1991).

La fibra detergente neutro (FDN) puede ser utilizada para caracterizar la dieta, ya que la misma está relacionada directamente con el llenado del rumen e inversamente con el nivel energético de la ración (Mertens, 1992). Según Van Soest (1983) el tenor de FDN en las forrajeras aumenta durante su desarrollo, siendo mayor en los tallos que en las hojas, por lo que los valores de FDN se sitúan en niveles del 65% para rebrotes y del 75 -80% en estadios avanzados de madurez, encontrándose raramente, valores inferiores al 55%.

### 2.1.3. Diferidos

Una práctica para disminuir la diferencia en la disponibilidad de forraje entre épocas consiste en diferir el corte con el objeto de utilizar el forraje como heno en pie durante el período frío y seco. Esta práctica se denomina diferido de los forrajes, siendo estos últimos componentes dietarios de baja calidad.

Leng (1990) define a los forrajes de baja calidad como aquellos en que la digestibilidad de la MS es inferior al 55%, el porcentaje de PB es menor a 8, poseen bajos contenidos de azúcares y almidón (<100 gr/kg) y altos niveles de fibra generalmente con alto grado de lignificación.

Entre los forrajes diferidos existe una amplia variación, encontrándose valores de digestibilidad de la MS de 35 – 55%, con contenidos de PB entre 3 y 6%. Estas variaciones responden a diferencias entre especies, entre cultivares de una misma especie y aún dentro de los mismos cultivares relacionados con el manejo previo impuesto. La calidad del diferido varía también de acuerdo a la zona donde está implantada la pastura debido a diferencias climáticas y edáficas.

Ricci y Guzmán (1992) trabajando con Grama Rhodes con diferentes fechas de clausura, encontraron que la calidad incrementó a medida que disminuyó el tiempo de clausura (Cuadro 10).

**Cuadro 10: Fecha de rezago, digestibilidad de la materia seca (DMS%), digestibilidad de la materia orgánica (DMO%), proteína bruta (PB%), fibra detergente ácido (FDA%) y energía metabolizable (EM) en Grama Rhodes**

Fecha de rezago	Días de corte	DMS %	DMO %	PB %	FDA %	EM (Mcal/kg MS)
31 de octubre	236	36,32 d	36,03 e	4,64 c	55,75 a	1,31 e
30 de enero	146	40,42 c	39,93 d	5,29 c	50,23 ab	1,46 d
15 de febrero	130	41,08 c	40,75 cd	5,75 bc	49,85 abc	1,48 cd
2 de marzo	115	42,81 bc	42,65 bc	5,64 bc	48,82 de	1,55 bc
30 de marzo	87	44,56 ab	44,15 ab	6,65 ab	48,17 e	1,61 ab
16 de abril	71	44,14 ab	44,04 ab	7,10 a	49,44 bcd	1,59 ab
CV%		5,14	5,53	16,6	1,65	5,14

Fuente: Ricci y Guzmán, 1992

Candotti y Berti (2000a) reportan valores de calidad de *Chloris gayana* cv. Callide diferida de: PB 3%; DIVMS 46,7% y FDA 45,1%. Con dicha pastura alimentaron durante 112 días 26 terneros brangus de 176 kg de peso vivo inicial, registrándose una pérdida de 15,6 gr/animal/día (Candotti y Berti, 2000b)

Como consecuencia de la baja concentración de nitrógeno durante la época invernal, los aumentos de peso vivo de los bovinos son bajos o incluso se registran pérdidas de peso, lo cual se acentúa de manera significativa en animales jóvenes con altos requerimientos nutricionales (Chaparro y Pueyo, 2001; Candotti y Berti, 2000b).

La mayor restricción está vinculada al valor nutritivo de las pasturas y no a la oferta forrajera (Candotti y Berti, 2000a), siendo la primera quien determina el bajo consumo de MS. Según los mismos autores, prácticas como la fertilización nitrogenada no otorgarán beneficios económicos si los excedentes forrajeros del verano son destinados a ese fin (Cuadro 11).

**Cuadro 11: Disponibilidad forrajera promedio (kg MS/ha), digestibilidad % y proteína bruta % en una pastura de *Chloris gayana* cv. Callide diferida.**

	Sin fertilizar	Fertilizada	CV %
Disponibilidad forrajera promedio (kg MS/ha)	3180 a	4718 b	20,23
Proteína bruta (%)	6,05 a	6,25 b	4,98
Digestibilidad (%)	41,71 a	41,82 a	4,66

Letras diferentes indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre tratamientos. Test de Duncan.

Fuente. Candotti y Berti, 2000a.

Las ganancias de peso de los animales durante el invierno – primavera, dados los recursos forrajeros utilizados en el Chaco semiárido no superan los 0,200 kg/cab/día (Ferrando y col., 2000).

De León y col. (1993) al referirse a la caracterización del ambiente ruminal con pasturas de baja calidad, señalan que :

- El alto contenido de fibra lignificada y el bajo tenor proteico de estos forrajes, hace que el aporte de nutrientes a la flora microbiana sea escaso, afectándose la fermentación y la tasa de pasaje.
- Bajo estas condiciones de forrajes el ambiente ruminal se caracteriza por una escasa concentración de  $\text{NH}_3$  para el incremento óptimo de la flora microbiana. A medida que se mejore su concentración mejorará la digestión de la fibra y por ende el consumo
- Una escasa población microbiana afectará no solo la digestión potencial del forraje, sino también será escaso el aporte de proteína bacteriana a nivel intestinal.
- Un pH ruminal tendiente a la neutralidad es el adecuado para el desarrollo de la flora celulolítica. Cualquier factor que provoque su disminución afectará la digestión de la fibra.

## **2.2. Producción secundaria**

### **2.2.1. El componente animal**

Al decidir sobre un tipo de animal se debe tener en cuenta que éste constituye un factor de variación de la ganancia de peso vivo y que sea el más adecuado para un determinado sistema dependerá del criterio con el que se compara: medida de eficiencia utilizada (economía y biología), momento de faena (edad constante, peso constante o madurez constante) y de las características de intensidad del sistema de producción analizado (Williams y col., 1995).

La variabilidad existente entre las razas de carne es de gran magnitud si se las considera desde el punto de vista del tamaño y la capacidad para crecer, la relación entre el músculo y la grasa, la edad a la pubertad, la producción de leche y la adaptación a ecosistemas templados, subtropicales, tropicales, áridos, etc. Las razas con más facilidad de terminación y generalmente de menor tamaño tienen ventajas cuando la alimentación es a pasto o con escasa suplementación con granos; siendo su peso de faena relativamente bajo (450 kg o menos) y con un adecuado nivel de marmolado en el músculo (Lagos, 2001).

El tamaño corporal que diferencia a los biotipos bovinos, se relaciona con aspectos productivos, como la ganancia de peso vivo potencial, la velocidad de terminación, la eficiencia de conversión alimenticia, la calidad del producto y el costo de mantenimiento (Orellana, 2003). El tamaño óptimo de los animales es un aspecto que ha sido discutido y debatido durante al menos 150 años (Klosterman, 1972; Mezzadra, 1995). Klosterman (1972) ratifica que no existe un tamaño único adaptado a todas las situaciones de producción, sino que para cada situación agroeconómica existe un tipo de animal mejor adaptado.

Orellana (2003) expresa que si bien son numerosas las ventajas de una invernada corta de un año de duración en sistemas pastoriles de alta calidad y alta ganancia media diaria, ésta es propia de planteos de avanzada, que utilizan novillitos de biotipos medianos, y llegan a un peso de faena de 360 - 420 kg. Destaca además la importancia de obtener un ritmo de ganancia media diaria (0,700 kg/ día) sostenido y estable, que permite una posterior composición tisular de la res de excelencia.

En ciertos sistemas o zonas ganaderas que cuentan con limitada oferta forrajera (calidad – cantidad) solamente se pueden utilizar para producir carne biotipos chicos. En caso de introducir animales de mayor tamaño sin mejorar la alimentación se alargará la duración de la invernada (Di Marco, 1998).

El uso del forraje como única fuente de alimentación afecta la terminación de los animales y alarga la invernada, lo cual se agrava a medida que aumenta el frame, ya que los grupos genéticos de mayor potencial tendieron a mostrar mayor sensibilidad al ambiente (Latimori y Kloster, 2003; Canosa, 2001).

La raza es un factor de variación importante en cantidad y calidad de grasa. Razas Bos indicus producen canales pesadas y musculosas, de mediana calidad carne algo oscura de fibras más gruesas, con menos contenido graso y de diferente calidad respecto a Bos taurus. En algunos casos, las cruzas de Bos taurus con Bos indicus dan canales más livianas que las de las razas puras aunque con carne con más grasa intramuscular, de mejor aceptabilidad (Crouse y col., 1989).

Cada raza o biotipo tiene un peso óptimo de sacrificio que se corresponde con el grado de madurez o edad biológica, expresándose como porcentaje del peso adulto (Lagos, 2001).

En INTA Corrientes sobre pasturas naturales con suplementación de corrección estacional, se determinaron los pesos de sacrificio y rendimiento en diversos biotipos, resultando de 393.1 y 52% para braford 3/8; 384 y 54.2% braford 5/8; 338.2 y 54.2% hereford y 341 y 55.5% para nelore (Capellari y col., 2003). Los novillos cruza fueron más pesados y con un rendimiento en canal uniforme respecto a las razas que les dieron origen. Refiriéndose también a braford, Ayerza (1989) expresa que se debe

tener presente que las mejores reses de novillos en el gancho son las de 3/8, 1/4 y 1/2 sangre, y que los invernadores buscan por lo general esas variedades.

### 2.2.2. Respuesta animal

Existen pocas experiencias a nivel regional sobre ciclos completos de engorde de novillitos sobre pasturas tropicales. En general las evaluaciones de producción secundaria, están referidas al período de crecimiento activo de la forrajera o en estado diferido.

Entre los principales factores que afectan la productividad de los sistemas ganaderos podemos señalar (Peruchena, 1999):

- Producción, crecimiento y valor nutritivo de las pasturas.
- Proporción del forraje producido que es consumido por los animales (carga animal)
- Eficiencia de conversión del forraje en carne (kg forraje / kg producido)
- Eficiencia individual de los animales en el ciclo de engorde (kg/animal).

La carga es un factor que, en general, mantiene una relación inversa con la ganancia individual de los animales en pastoreo (Viglizzo, 1981; Escuder, 1996; Villalobos, 2001).

Estas relaciones generales no siempre ocurren en pasturas tropicales ya que en muchos casos, una mayor disponibilidad de forraje esta asociada a una baja en su calidad por altas tasas de crecimiento y rápido pasaje al estado reproductivo (De León, 2004a). El mismo autor señala que en otros casos se suelen presentar estructuras o arquitecturas de la pastura que no permiten una adecuada cosecha del forraje por parte del animal, ocasionando limitantes en el consumo y por lo tanto baja ganancia de peso.

Pérez (2000) realizó ensayos de evaluación de la producción secundaria con pasturas tropicales durante el período estival en la LDS de Tucumán. Se utilizaron variantes de carga animal y sistemas de pastoreo, tomando siempre cargas fijas a los efectos de simular el tratamiento que el ganadero realiza en el campo. Estableció 3, 4 y 5 cabezas por hectárea, tratándose en todos los casos novillos origen CER Leales de INTA, cruza cebú de 18 meses de edad promedio y con peso vivo aproximado de 230 a 250 kg en el momento de inicio del ensayo.

En el modelo de 3 y 5 animales/ha se realizaron cambios fijos, cada 28 días independientemente del estado de la pastura y de los animales, con lo que se obtuvieron cargas instantáneas de 6 y 10 cab/ha respectivamente. En la propuesta de 4 cab/ha se realizaron cambios de lote según el estado de la pastura y la respuesta de los animales, con una carga instantánea de 12 cab/ha.

Las pasturas evaluadas fueron *Panicum maximum* cv Gatton y *Brachiaria brizantha* cv Marandú.

Los resultados se muestran en el cuadro 12

**Cuadro 12: Ensayo de pastoreo de *Panicum maximum* cv Gatton y *Brachiaria brizantha* cv Marandú. Leales, Tucumán, Argentina.**

Pastura	Parámetros	Carga animal (cab/ha)		
		3	4	5
<i>Panicum maximum</i> cv Gatton	Kg PV/ha	171	--	222
	Duración (días)	140	--	140
	AMD (gr/día)	412	--	335
	Disponibilidad (kg MS/ha)	3500	--	3250
<i>Brachiaria brizantha</i> cv Marandú	Kg PV/ha	211	333	260
	Duración (días)	158	152	136
	AMD (gr/día)	433	554	392
	Disponibilidad (kg MS/ha)	4050	4200	3210

Fuente: Pérez, 2000

Los tiempos de ocupación presentaron valores de 7 a 10 días, dependiendo del momento del ciclo (Pérez, 2000).

La respuesta al manejo racional (atiende al estado de la pastura y del animal) supera en productividad a estrategias de manejo a cambio fijo (cada 28 días), entendiéndose que dicha ventaja obedece a una mejor calidad del material ofrecido (Pérez y col., 1997; Roncedo y col., 1996).

Si la producción de carne por hectárea es función del número de días de pastoreo \* aumento medio diario \* número de cabezas, será posible mantener la ganancia de peso de los animales con mayor carga animal, si se ajusta el sistema de pastoreo a menor tiempo de permanencia en cada potrero (comparado con 28 días). El acceso más frecuente a potreros de pastoreo nuevos permitiría compensar el efecto de la mayor carga con un menor tiempo de permanencia, para una mejor recuperación de la pastura (Gerrish, 1998). También sería posible un incremento en el consumo debido a las mejores posibilidades de selección de forraje por parte del animal (Galli y col., 1996).

Pérez (2000) realizó un ensayo con el objetivo de determinar el afecto que produce el incremento de carga animal (3 a 4 cab/ha) y el ajuste del sistema de pastoreo a cambios de mayor frecuencia sobre el aumento medio diario. Se trabajó con dos lotes de 12 animales cruzas cebú de 14 meses de edad y 260 kg de peso vivo promedio. El diseño fue totalmente aleatorizado. Los cambios de lote se realizaron cada 28 días en la carga de 3 cab/ha (28 días de ocupación y 28 días de descanso), y cada 14 días promedio en la de 4 cab/ha (14 de ocupación y 28 de descanso). En cada cambio de lote se determinó disponibilidad de materia seca, % de proteína bruta y peso vivo de los animales. Los resultados se analizaron en un arreglo factorial de 2 años \* 2 tratamientos (Cuadro 13).

**Cuadro 13: Disponibilidad de materia seca (MS) y aumento medio diario (AMD) obtenidos en ensayos de pastoreo en *Panicum coloratum* cv. Bambatsi. Leales, Tucumán, Argentina**

Pastura	Parámetros	Carga animal (cab/ha)	
		3	4
<i>Panicum coloratum</i> cv. Bambatsi	Kg de Carne/ha	240	282
	Duración (días)	173	168
	AMD (gr/día)	470	434
	Disp. Kg MS/ha	3050	2810

Fuente: Pérez, 2000

El autor señala que aumentando el número de cabezas por hectárea es posible mantener el aumento medio diario si se ajusta la técnica de pastoreo, dentro del rango de valores utilizados en el ensayo, y que la propuesta de mayor carga y menor tiempo de permanencia nivela las diferencias de aumento medio diario, debido a que la oferta inicial que se logra con el sistema de pastoreo basado en una mayor frecuencia de cambios, es estadísticamente la misma.

Para la provincia de Salta, Mussari (2005) presenta datos sobre productividad de diferentes sistemas de alimentación (Cuadro 14)

**Cuadro 14: Productividad de diferentes sistemas de alimentación en la provincia de Salta.**

	Monte	Gatton panic	Gatton panic con suplementación
Producción PV (kg/ha)	7	197	409
Producción (kg/cab)	70	142	170
Carga (cab/ha)	0,1	1,37	2,41
Carga (kg/ha)	35	411	538
AMD (kg/cab/día)	0,192	0,394	0,465

Fuente: Mussari, 2005

En base a los resultados obtenidos en las experiencias presentadas, se puede decir que para lograr mayores ganancias de peso se deberá recurrir a un suministro extra de nutrientes, con el propósito de incrementarlos, de optimizar la fermentación ruminal y balancear los productos disponibles para el animal.

### 2.2.3. Rol de la suplementación en la intensificación de los sistemas productivos

En muchos sistemas de producción que utilizan como base las pasturas tropicales, es necesario establecer programas de suplementación para obtener niveles aceptables de desempeño animal (Reis y col, 1997).

El valor nutritivo de las gramíneas tropicales constituye uno de los factores limitantes para la intensificación de la producción de carne regional (Peruchena, 2005). Un problema adicional es la estacionalidad en el crecimiento de las pasturas, que presentan altos niveles de acumulación de materia seca en el período primavera – verano – otoño y escaso o nulo crecimiento invernal. La suplementación en pastoreo es una de las principales herramientas para la intensificación de los sistemas ganaderos regionales. La misma permite corregir dietas desbalanceadas, aumentar la eficiencia de conversión de las pasturas, mejorar la ganancia de peso de los animales y acortar los ciclos de crecimiento y engorde de los bovinos (Peruchena, 1998). También permite aumentar la capacidad de carga de los sistemas productivos, incrementando la eficiencia de utilización de las pasturas en sus picos de producción y aumentando el nivel de producción por unidad de superficie (kg/ha/año) (Leng, 1983).

#### 2.2.3.1. Suplementación de pasturas de baja calidad: diferidos

El uso de diferidos como único componente de la dieta, es adecuado para cubrir los requerimientos de un sistema de cría con servicios estacionados, pero no

cubre las exigencias nutricionales que demanda la invernada (De León, 2004a). Mas aún, en el primer invierno post destete se presenta uno de los mas importantes desbalances nutricionales, ya que contrastan los altos requerimientos proteicos y energéticos de los terneros en crecimiento con el bajo valor nutritivo de las pasturas (Peruchena, 2005). La ganancia de peso esperada en novillitos y terneras que consumen este tipo de pasturas es baja, oscilando entre 50 y 200 gr/día y en algunas ocasiones dan como resultado pérdidas de peso (Malafaia y col., 2003; Reis y col, 1997; Peuser, 1994).

El factor más importante que limita la respuesta animal es el consumo de materia seca. El alto contenido de fibra lignificada y el bajo tenor proteico de estas forrajeras hace que el aporte de nutrientes a la flora microbiana sea escaso, afectándose la fermentación y la tasa de pasaje. Surge así la suplementación como una herramienta que permite lograr mayores ganancias de peso vivo. Según Peuser (1994), el efecto de la misma se verá reflejado en:

- Incrementar la provisión de nutrientes
- Optimizar la fermentación ruminal
- Balancear los productos disponibles para el animal

Para que el programa de suplementación sea eficaz, es necesario que la disponibilidad de forraje no sea menor a 2500 – 3000 kg MS/ha al inicio del período de pastoreo (Andrade y Alcade, 1995). En forrajes de baja calidad y ante bajos niveles de suplementación (0,3 – 0,5% PV), existe un leve aumento en el consumo de forraje. Ante suplementaciones mayores (1% PV) puede existir una depresión en el consumo de forraje (Elizalde, 2001). A pesar de ello, se observa un aumento global del consumo de nutrientes puesto que se sustituye un forraje baja calidad por un suplemento de alta calidad.

Con respecto a las alternativas de suplementación pueden señalarse experiencias respecto a:

➤ **Suplementación nitrogenada**

La limitante primaria al crecimiento y productividad animal en pasturas de baja calidad es el nitrógeno ([Lopes de S.Thiago](#) y Márquez da Silva, 2001). Una vez superada esta limitante la respuesta animal estará condicionada por el aporte energético (Haddad y Castro, 1998). Según Milford y Minson (1966), siempre que el tenor de PB sea inferior al 60 gr/kg de MS, la ingestión de forraje será reducida por la deficiencia de nitrógeno.

La suplementación nitrogenada mejora la concentración de amoníaco en el fluido ruminal, lo que permite el crecimiento de las bacterias celulolíticas y una biomasa completamente funcional, se incrementa la degradación del forraje y consecuentemente se incrementa el consumo (Malafaia y col., 2003).

La magnitud de la respuesta a la suplementación nitrogenada depende del tipo de suplemento, ya que no será igual si se trata de nitrógeno no proteico (NNP) o proteína verdadera, (Peuser, 1994) y de las características del forraje utilizado (Malafaia y col., 2003).

#### Nitrógeno no proteico (NNP)

El compuesto mas ampliamente utilizado es la urea. Su velocidad de hidrólisis es muy elevada, lo que condiciona su eficiencia de aprovechamiento con forrajes de lenta digestión. Para mejorar su utilización se deberá utilizar la urea asociada a suplementos que aporten hidratos de carbono rápidamente fermentescibles (Malafaia y col., 2003; Russell y col., 1992; Lange, 1980).

#### Nitrógeno proteico

El efecto de la proteína verdadera sobre la respuesta animal, estará condicionada por la degradabilidad ruminal de la misma (De León, 2004b; Peuser, 1994). Aquellas proteínas de alta degradabilidad ruminal mostraron el mismo efecto que la urea sobre el consumo y la digestión de la pared celular del forraje base. Aquellos que resisten la fermentación bacteriana, aportan aminoácidos a nivel intestinal, lo cual ayuda a cubrir deficiencias específicas de los mismos, aumentando así la respuesta animal (Reis y col., 1997).

Según Haddad y Castro (1998) suplementos proteicos, que contienen más del 20% de PB, dan como resultado mayores respuestas en el consumo de forraje que aquellos en donde el valor de PB es menor al 20%.

#### ➤ Suplementación energética

Las concentrados energéticos, con baja proteína, (granos) deprimen el consumo de forraje y no mejoran la fermentación de la fibra por lo que no son una alternativa para suplementar bovinos con forrajes de bajo nivel proteico (Malafaia y col., 2003; Elizalde, 2001; Canton y Dhuyvetter, 1997).

El suministro de granos modifica el ambiente ruminal (disminución del pH) y como consecuencia se afecta la actividad de las bacterias celulolíticas y por otro lado se mantiene la deficiencia de nitrógeno, el cual es utilizado prioritariamente por las bacterias amilolíticas deprimiendo la digestión de la fibra (Jones y col, 1988).

➤ **Suplementación energético-proteica**

Dadas las principales limitantes que presentan estos recursos forrajeros como su bajo contenido de proteína bruta, su baja digestibilidad y el bajo nivel de consumo, se ha planteado la suplementación energético – proteica como la mejor alternativa (Malafaia y col., 2003).

La respuesta animal se modifica si a los granos de cereales se les adiciona una fuente de nitrógeno. Si bien se mantiene la disminución de la digestibilidad de la pared celular por el incremento de los granos, se obtiene un aumento en el consumo total de materia seca digestible. De León y col, (1992), proponen para este tipo de pasturas de baja calidad una suplementación energético-proteica que permite incrementar las ganancias de peso vivo de los animales (fig.3)

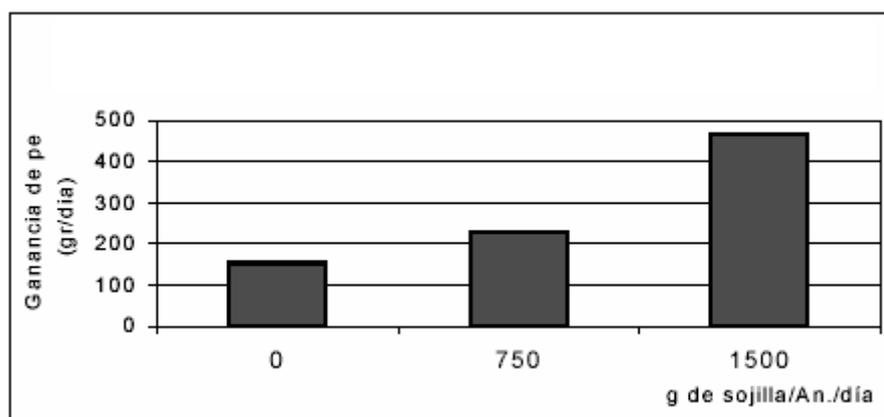


Figura 3: Suplementación de vaquillonas con soja en una pastura de Grama Rhodes diferida. Fuente: De León, M.; García Astrada, A.; Ustarroz, E.; Ramos González Palau, C.; y Faya, F. (1992)

En la suplementación invernal se observa efecto aditivo a la utilización de concentrados energético – proteicos (Balbuena y col, 2000).

La mejora debido a la suplementación energético proteica generalmente es mayor con bajos niveles de suplemento (Elizalde, 2001). Pueden obtenerse sustanciales mejoras (en términos porcentuales no absolutos) con niveles moderados de suplementos (0.3 – 0.5 % PV).

### 2.2.3.2. Suplementación de forrajes durante el período estival

Existen pocos antecedentes de suplementación durante la época estival en pasturas tropicales en condiciones de subtropicalidad. Durante este período las pasturas tropicales permiten ganancias de peso vivo de 400 – 500 gr/animal/día. La tentativa de suplementar deberá ser analizada de acuerdo al objetivo de cada sistema de producción. En gramíneas de mediana a alta calidad, puede ser utilizada energía adicional, si dicha implementación fuera económicamente ventajosa (Gomes Pereira y Melo Moreira, 1998). La suplementación puede significar un adicional de ganancia de peso de 100 a 200 gr/animal/día, lo que permitiría reducir considerablemente el tiempo de invernada ([Lopes de S.Thiago](#) y Márquez da Silva, 2001). Peruchena (2005) realizó una experiencia de suplementación proteica y energético proteica con novillos alimentados con *Brachiaria brizantha* madura como pastura base. Ambas alternativas de suplementación permitieron corregir la curva de crecimiento de los novillos y lograr la terminación para faena de los mismos antes de ingresar al período crítico invernal.

Balbuena y col (2000), trabajaron con una pastura tropical, *Dichantium caricosum* (Cuadro 15). El período de suplementación fue de 2/12/98 al 4/3/99. Los tratamientos fueron: T1: testigo sin suplementación; T2: sorgo molido y pellet de algodón (13,3% PB en base seca en la muestra) y T3 pellet de algodón (34% PB en base seca de la muestra).

**Cuadro 15: Diferentes alternativas de suplementación sobre una pastura base de *Dichantium caricosum***

Variable	T1	T2	T3
Carga (nov/ha)	2	2	2
Disponibilidad media de MS total (kg/ha)	891	1009	1064
Suplemento (kg/día)	0	2	1
Nivel de supl. (% PV)	0	0,56	0,29
AMD (kg/día)	0,681	0,760	0,794

Fuente: Balbuena y col, 2000

Los resultados de suplementación estival de pastura tropicales demostraron un incremento en la ganancia de peso vivo con respecto al testigo sin suplementar. La eficiencia de la suplementación energético proteica es baja, con la obtención de efectos de sustitución (Balbuena y col, 2000).

Malafaia y col. (2003) establece que la suplementación energética durante el período estival mejora la utilización de la proteína del pasto, especialmente cuando ésta tiene alta degradabilidad ruminal.

Los sistemas de engorde intensivo, sobre pasturas tropicales, que persigan como objetivos ciclos de corta duración (300 – 400 días), alta eficiencia individual de los novillos (600 – 700 gr/día) y alta producción por ha (300 – 700 kg/ha/año), requieren la implementación de sistemas permanentes de suplementación (Peruchena, 2005; Hamilton y Dickie, 1988).

#### 2.2.4.- Calidad del producto

Latimori y col. (2002) expresan que cuando se hace referencia al producto generado en las diferentes alternativas productivas, resulta inevitable considerar sus características cualitativas, pues las perspectivas proyectan un escenario próximo con una demanda creciente en exigencias no solo de atributos específicos de calidad, sino también de homogeneidad y regularidad de esas características.

Según Mahé (1997), se debe tener en cuenta también que la calidad en la carne puede ser causal de restricción comercial a terceros países, fundamentada ésta en: la salud a través de la nutrición y seguridad alimentaria; el hedonismo, que apunta a las características organolépticas de la carne; preservación de los recursos y calidad ambiental, y la ética con la preocupación por la calidad de procesos, biodiversidad y bienestar animal. Un sistema que se pretenda sustentable no puede desatender este aspecto. Santolaria (1997) expresa que las condiciones y técnicas de control del proceso productivo y posteriormente durante el transporte en el presacrificio y postsacrificio afectan a los parámetros de calidad y que el estrés y sus consecuencias físico químicas pueden afectar negativamente la calidad.

Orellana (2003), hace referencia a las características culturales y la mejora en los ingresos en Japón, Canadá y la Unión Europea y expresa que ello, unido a los efectos de la contaminación de los alimentos y la inseguridad, han acentuado y ampliado las exigencias de calidad de las carnes de diferentes especies, creando nichos de mercado con características especiales de inocuidad y/o calidad, en los que se exigen tecnologías de procesos, buenas prácticas de manejo de los animales, aplicación del sistema de Análisis de Riesgo y Puntos Críticos de Control (HACCP), trazabilidad y certificación.

En calidad alimentaria los estándares y gustos de los consumidores han cambiado, no existe tipificación de los requerimientos, ni un sistema único que valore los atributos de calidad. Sí hay una tendencia mundial hacia la unificación de los parámetros “medibles” y los acontecimientos sanitarios enfrentan al sector a una nueva demanda de la sociedad: carnes vacunas saludables con menos contenido calórico, menos grasas saturadas, menos colesterol e inocuas (Orellana, 2003). El

mismo autor considera que las nuevas exigencias que debe enfrentar el sector ganadero, requiere una caracterización de los parámetros productivos, la evaluación integral, subjetiva y objetiva, de los animales en pie; la canal; el quinto cuarto y la carne (evaluación física y química).

### **3.- Indicadores de sostenibilidad de sistemas ganaderos pastoriles**

Sobre la aplicación de indicadores de sostenibilidad en sistemas ganaderos pastoriles, los antecedentes destacan la importancia de ítems con una estrecha interrelación, tales como: la conservación del recurso suelo, la producción primaria, la contaminación ambiental y la cantidad y calidad del producto.

#### **3.1. Degradación agroecológica**

Es en la erosión de los suelos donde se puede observar con mayor claridad el impacto de la degradación de los ecosistemas. Se estima que un 20% del territorio argentino está afectado por procesos de erosión hídrica y eólica, lo cual representa unas 60 millones de hectáreas (Casas, 2000). Los procesos de erosión hídrica crecen a un ritmo de 223.000 hectáreas por año (Irustia y Maccarini, 1992).

Sin dudas los factores que propician este fenómeno están asociados con las características hidrodinámicas del suelo superficial, pendiente del terreno, la cantidad e intensidad de las precipitaciones (Jasso Ibarra y col, 1999); pero resulta imprescindible destacar el efecto negativo que puede llegar a tener la acción antrópica si no se presta mayor atención a las prácticas de manejo del suelo y de las praderas como una forma primaria de controlar los procesos de degradación (Bravo y Florentino, 1999). Entre estas últimas se pueden citar: densidad de vegetación (cobertura) y prácticas que contribuyan a no alterar y/o mejorar las propiedades químicas y físicas del suelo.

En los sistemas pastoriles de producción bovina, la productividad está principalmente condicionada por la producción de forraje (De León y col, 1995a,d). Los mismos autores señalan que la introducción de gramíneas megatérmicas cultivadas mejoradas puede incrementar la disponibilidad forrajera y por lo tanto la producción animal. No obstante la productividad de todas las pasturas tropicales declina con el paso del tiempo, siendo la tasa de decrecimiento diferente según variaciones en la fertilidad del sitio estudiado, las condiciones estacionales durante la vida de la pastura y el sistema de manejo empleado (Robbins y col, 1987). Esta degradación es un proceso dinámico degenerativo. Macedo (1993) y Macedo y Zimmer (1993), la definen

como el proceso evolutivo de la pérdida de vigor, productividad y capacidad de recuperación natural de las pasturas para poder sustentar los niveles de producción y calidad exigida por los animales, y también para superar los efectos nocivos de plagas, enfermedades y malezas.

Si bien la ganadería pastoril implica una actividad en la que la extracción de nutrientes del suelo es muy inferior a la de agricultura de cosecha (Viglizzo, 1994) debe destacarse también su influencia en las propiedades de los suelos, dependiendo de la naturaleza de las interacciones que se produzcan en el complejo animal - pastura en cada agroecosistema (Toranzos y col, 2001). El énfasis en la productividad animal a corto plazo sin la consideración de las consecuencias en los otros componentes ha sido la causa primaria de la degradación del recurso suelo (Williams y Chartres, 1991). Un correcto planteo ganadero aporta materia orgánica y fertilidad al sistema (Díaz Zorita, 1997) y el establecimiento de pasturas perennes con gramíneas, durante al menos 3 a 5 años, permite la recuperación física de los estratos superiores de suelos degradados (Díaz-Zorita y Davies, 1995).

### **3.2. Evaluación del mantillo y cobertura vegetal**

En sistemas pastoriles con un adecuado manejo, la cosecha de forraje por parte del animal alcanza valores entre el 50-60% de la producción de materia seca aérea. La porción no consumida representa una importante fuente de retorno de nutrientes para el sistema, siendo su distribución uniforme en el área de pastoreo, en contraposición a lo que sucede con las excretas de los animales (Monteiro y Werner, 1997).

El material muerto de las plantas que retorna al suelo sufre un proceso de descomposición con una posterior liberación de los nutrientes contenidos en ella. Los microorganismos desintegradores de la materia orgánica se multiplican muy activamente cuando tienen a su disposición energía y nutrientes, especialmente nitrógeno. Con un material fácilmente degradable los microorganismos proliferan con rapidez y si ese material no tiene suficiente nitrógeno para cubrir su demanda, éstos lo toman del suelo, con lo cual, al cabo de poco tiempo, el suelo queda empobrecido de éste elemento. Cuando los microorganismos mueren, el nitrógeno orgánico pasa nuevamente a la forma mineral, restableciéndose el equilibrio perdido.

Scholefield y col., (1993) encontraron que la liberación del nitrógeno está relacionada con la concentración del material muerto de la forrajera. Queda como interrogante si esas contribuciones de nitrógeno son suficientes para contrabalancear las pérdidas y mantener estable el nivel de este elemento.

En los sistemas ganaderos el sobrepastoreo es una importante causa de degradación de las pasturas, ya que quiebra el equilibrio entre el reciclaje de nutrientes acumulados, producto del residuo vegetal, y el crecimiento de la gramínea. Se reduce además el vigor de las plantas, su capacidad de rebrote y la producción de semillas. Como consecuencia se observa menor productividad y capacidad de competencia con especies invasoras (Nascimento Júnior y col, 1994). Los efectos degenerativos serán mayores cuando más severas sean las restricciones impuestas por el ambiente para el crecimiento de las plantas, y si la presión ambiental es alta, el estrés provocado por el pastoreo es crítico. Como este último es manipulable dentro de un sistema, es entonces el hombre el que define el grado de daño al que someterá al agroecosistema en cuestión. El pastoreo continuo puede ser muy perjudicial para la vegetación y el suelo. En sistemas de pastoreo continuo Yong-Zhong y col., (2005) reportaron baja cobertura vegetal, pobre acumulación de mantillo, muy baja concentración de C orgánico y N y una muy reducida actividad de la flora microbiana del suelo. El efecto animal provocó la presencia de suelo desnudo susceptible a la erosión, con la consecuente pérdida de materia orgánica y la aparición de malezas subarborescentes y arbustivas con alta capacidad de invasión (Taylor y col, 1997).

Aparece un nuevo parámetro, la cobertura vegetal, en estrecha relación con la cantidad de mantillo existente y cuya evaluación puede ser abordada desde diferentes ópticas. Por un lado es importante su consideración como factor protector del suelo y por otro como indicador del estado de la pastura de interés para la alimentación del ganado.

El Manual de Prácticas Integradas de Manejo y Conservación de Suelos (FAO, 2000), establece que el principio más importante en el manejo sostenible de suelos esta referido a aumentar su cobertura.

Existe evidencia que un 40% de cobertura reduce las pérdidas de suelo frente a lo que ocurriría en el mismo suelo desnudo, si bien esto se refiere sólo a la erosión por salpicadura (Shaxson y col, 1989). Investigaciones en Kenia cuantificaron el efecto de diferentes coberturas orgánicas sobre las pérdidas de suelo con lluvias simuladas que provocaron erosión por surcos y salpicadura, mostrando que se requiere entre 67 y 79% de cobertura para reducir las salpicaduras (FAO, 2000). En el mismo sentido Lal (1975) encontró que la erosión disminuía con el aumento de las tasas de mantillo, resultando un mejor comportamiento con coberturas de 4 y 6 toneladas por hectárea.

El manejo sostenible de las pasturas impone un balance positivo en el reciclaje de nutrientes, siendo esto fundamental para una adecuada producción de materia seca vegetal. Las decisiones de manejo podrán propiciar o dificultar este reciclaje.

La rapidez del movimiento de los nutrientes en el suelo varía con el clima, principalmente con la temperatura y precipitaciones por ser factores que influyen en la disponibilidad, movilidad y pérdidas de nutrientes (Santos, 1998).

Corsi y Martha Jr. (1997) afirman que los animales en pastoreo interfieren en forma significativa sobre las pasturas, alterando la distribución y la eficiencia de aprovechamiento de los nutrientes reciclados. Rezende y col. (1999) encontraron que al duplicar la carga animal de 2 a 4 cabezas por hectárea se produjo una significativa reducción de la deposición de mantillo.

Cálculos realizados directamente a campo mostraron valores de 15 y 18 toneladas de materia seca de mantillo depositado anualmente. Los bajos niveles de mantillo encontrados en diversas situaciones (0,8 – 1,5 toneladas de materia seca por hectárea) pueden deberse a la alta descomposición (Rezende y col, 1999).

### **3.3. Gases de efecto invernadero: metano**

En las últimas décadas, el deterioro de los recursos naturales evidencia los efectos del crecimiento de la población. La presión por aumentar la frontera agrícola y elevar la producción de alimentos para una población creciente ha traído como consecuencia aumentos en la tasa de deforestación, en el uso de agroquímicos, en la erosión de los suelos, en el deterioro de las cuencas y fuentes de agua y en la emisión de gases asociados al calentamiento global (French, 1994).

Mas allá del debate científico que aún hoy se plantea sobre las causas y consecuencias de este fenómeno, la problemática entró en la agenda de la política ambiental de numerosos gobiernos. En este contexto la Convención Marco de las Naciones Unidas y el Protocolo de Kyoto constituyen dos ejemplos de la intención de afrontar un problema ambiental global. En particular, el protocolo de Kyoto, establece obligaciones cuantificadas de reducción de emisiones para algunos países y fija sanciones para los estados que no cumplan con las mismas. Además crea mecanismos tendientes a generar incentivos positivos para lograr cambios en el comportamiento de los actores públicos y privados que permita modificar la tendencia al aumento de la concentración de dichos gases. En este sentido se pretende implementar un sistema de comercio de derechos de carbono.

Los gases con efecto invernadero incluyen, entre otros, el vapor de agua, el dióxido de carbono, el metano, el óxido nitroso, otros óxidos de nitrógeno, el ozono,

el monóxido de carbono, los hidrofluorocarbonados, los perfluorocarbonados y el hexafluoruro de azufre (Beaumont Roveda, 1999).

El metano ( $\text{CH}_4$ ) es un componente importante, pues si bien su concentración es mucho menor que la del anhídrido carbónico ( $\text{CO}_2$ ), su poder de calentamiento global es 21 veces superior al de este último (Berra y Taboada, 1999). Además, es el gas con menor vida atmosférica, y cualquier disminución en su emisión tendrá un efecto marcado.

Anualmente se liberan a la atmósfera aproximadamente unas 535 millones de toneladas de metano, de las cuales el 30% responden a causas naturales (liberación de los océanos y otras masas de agua). El 16% (85 millones de toneladas) provienen de la fermentación entérica en rumiantes. Argentina es el sexto país emisor de  $\text{CH}_4$  producido por vacunos con aproximadamente 2,75 millones de toneladas.

Bovinos, ovinos, caprinos y camélidos producen metano en sus procesos digestivos, principalmente a través de las fermentaciones bacterianas ruminales, que provocan la eliminación de dicho gas por eructación. Tiene importancia secundaria el metano producido a nivel intestinal. (Johnson, 1999).

La energía liberada bajo la forma de metano representa del 4 al 10% de la energía bruta ingerida (Basso y Franco, 1999).

La cantidad producida varía por diversos factores como la especie, la dieta y el manejo (Berra y col, 1999). La Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (1994), estima que los rumiantes producen entre 65 y 100 Tn de metano por año. Los bovinos son la fuente principal, produciendo cerca del 95 % de las emisiones. El volumen que puede producir un bovino varía entre 110 kg/cab/año en una vaca productora de leche y 90 kg/cab/año en un vacuno productor de carne (Vermorel, 1995). La tasa de emisión de  $\text{CH}_4$  por parte de los rumiantes domésticos es considerada como la tercera fuente de emisión a escala global.

### 3.3.1. Los sistemas bovinos y la producción de metano

La reducción de las emisiones de metano es posible con la aplicación de tecnologías que permitan incrementar la productividad de los sistemas. Los países desarrollados buscan aumentar la productividad mejorando la calidad de la dieta, eliminando deficiencias nutricionales, usando promotores del crecimiento y genotipos adecuados (Johnson y Johnson, 1995). Gran parte de la investigación se ha orientado a la manipulación de la fermentación microbiana del rumen en un intento por inhibir la

metanogénesis en miras a incrementar la eficiencia energética de los procesos digestivos (Santoso y col., 2004).

El metano puede ser reducido con dietas que contienen altos niveles de carbohidratos no estructurales, mediante la cosecha de forrajes de alta calidad o la inclusión de alimentos ricos en almidón que aumentan la producción de ácido propiónico y diluyen los gastos de mantenimiento. La relación carbohidratos estructurales – no estructurales tienen influencia en la pérdida de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> como subproductos finales de la fermentación ruminal. La producción de CH<sub>4</sub> guarda una relación directa con la producción de ácido acético e inversa con la de ácido propiónico (Viglizzo y Roberto, 1997).

Existe cada vez mas convencimiento que la eficiencia en el uso de los alimentos por unidad de producto (carne, leche o trabajo) puede ser mejorado considerablemente mediante la aplicación de normas de manejo (DeRamus y col, 2003). Los investigadores han identificado tecnologías de procesos e insumos que permiten incrementar la eficiencia de la producción ganadera (Henning y col, 2001). Sin embargo, pocos estudios se han realizado sobre las emisiones de metano en relación al manejo y productividad de los sistemas pastoriles (Pavao-Zuckerman y col, 1999). Es necesario estudiar dicha relación para poder comparar prácticas tradicionales (pastoreo continuo) con nuevas herramientas. Esto permitirá mejorar la eficiencia de la producción ganadera de carne.

La posibilidad de limitar las emisiones del ganado mediante la intervención en los procesos (manejo pastoril) provee de beneficios económicos y ambientales. La mejor estrategia de mitigación es probablemente a través de la mejora de la eficiencia de uso de la energía de los alimentos. Asumiendo un porcentaje constante de pérdida de metano, esta estrategia permitirá disminuir las pérdidas de metano por unidad de producto (Johnson y Johnson, 1995).

Con respecto al tipo de pastura, Kurihara y col (1999), concluyeron que la relación entre producción de metano, utilización de la energía y cambio del peso vivo de los animales alimentados con pasturas tropicales diferían de aquellos alimentados con pasturas templadas. Esto coincide con lo expuesto por Primavesi y col. (2004) quienes en sus resultados experimentales encontraron que existe una mayor tasa de liberación de metano en regiones tropicales comparada con templadas debido principalmente a la menor digestibilidad del forraje consumido.

Kurihara y col (1999), quienes también encontraron mayor liberación de metano en forrajes tropicales comparados con pasturas templadas, lo adjudican a los mayores

niveles de fibra y lignina, en tanto que otros autores lo relacionan a menores niveles de carbohidratos no estructurales (Van Soest, 1994 citado por DeRamus, 2003) y menor digestibilidad (Minson, 1990). Los rumiantes de los trópicos y subtrópicos experimentan fluctuaciones estacionales en la disponibilidad y calidad del forraje ofrecido, lo que repercute en la ganancia de peso y en las emisiones de metano resultantes por unidad de producto obtenido.

DeRamus y col (2003) encontraron valores de emisión de metano de 86 a 193 gr/día en vaquillonas pastoreando grama bermuda. Kurihara y col (1999), verificaron para vaquillonas cebuinas tasas de emisión de 160 a 257 g/día/animal, y 0,42 e 0,71 g/día/kg de PV, respectivamente, con granos y forrajeras de clima templado. Una forrajera tropical, de peor calidad, resultó en una pérdida de peso de los animales con una emisión de 0,32 g/día/kg de PV y 113 g/día/animal. Utilizando ecuaciones de predicción, Crutzen y col (1986) estimaron una producción anual de metano de 54 kg por animal. La estimaciones tienen rangos de 32 – 83 kg/vaquillona/año y 60 – 95 kg/vaca/año. Harper y col (1999) encontraron para animales en pastoreo valores de emisiones de 0,230 kg de CH<sub>4</sub>/animal/día, lo que corresponde a una tasa de conversión de 7,7 a 8,4% de la EB consumida. Los animales que consumen dietas de alta digestibilidad ricas en granos producen 0,070 kg CH<sub>4</sub>/animal/día.

El sistema de pastoreo utilizado tiene efectos significativos en la cantidad de metano liberado. DeRamus y col (2003), señalan que el pastoreo rotativo controlado permite reducir un 22% las emisiones de metano en comparación con un sistema de pastoreo continuo. El primero permite tener plantas vigorosas que proveen una constante oferta de nutrientes para el ganado y si la eficiencia de producción aumenta, en general, las emisiones de metano por unidad de producto se reducen.

### 3.3.2. Modelos de predicción

Los estudios por calorimetría indirecta muestran que las pérdidas de metano fluctúan entre 2 – 12% de la energía bruta (EB) consumida. La mayoría de la información disponible de emisiones de dicho gas deriva de estos estudios. Con estos datos se realizaron modelos y ecuaciones de predicción para estimar producción de metano en rumiantes con parámetros como consumo de materia seca y calidad de alimentos (Johnson y Johnson, 1995; Crutzen y col, 1986). Blaxter y Chapperton (1965) proponen un modelo en función de la digestibilidad del alimento y la EB

requerida para mantenimiento. Para la mayoría de los alimentos el rango de producción de CH<sub>4</sub> varía entre el 5-7% de la EB.

El modelo de Moe y Tyrrell (1979) utiliza relaciones entre carbohidratos dietarios y producción de metano. El modelo incluye para el cálculo tres fracciones de carbohidratos: residuos solubles digestibles (S), hemicelulosa digestible (H) y celulosa digestible (C).

Blaxter y Wainman (1964) estiman metano como un porcentaje de la energía metabolizable a partir de energía bruta y el nivel de granos en la dieta, en tanto que Giger – Reverden, (1995) basan su modelo en la fibra de la dieta (celulosa), FDN, FDA, gases y proteína

La producción de metano también se ajustó adecuadamente con la digestibilidad aparente de la energía destinada a niveles cercanos al mantenimiento  
 $CH_4 = 2,58 + 0,151 * Dig$

El Panel Intergubernamental de Cambio Climático –IPCC- (1996), propone la siguiente fórmula:

$$\text{Emisión de metano (kg/año)} = \frac{\text{EB consumida (Mj/día)} \times \text{TCM} \times 365 \text{ días/año}}{55.65 \text{ Mj/kg de metano}}$$

Donde: EB: Energía bruta; TCM: Tasa de conversión de metano (energía consumida que es transformada en metano), extraídas de tablas diseñadas por el IPCC para novillos jóvenes en crecimiento y bajo condiciones de pastoreo.

Las emisiones de metano pueden expresarse de diversas maneras, siendo kg CH<sub>4</sub> / kg de peso vivo producido un índice adecuado que provee de información sobre la eficiencia del proceso (Kurihara y col, 1999). Esta propuesta coincide con lo expresado por Leng (1993) en el sentido que el desarrollo de sistemas de producción amigables con el medio ambiente requiere que el incremento de la producción sea acompañado con una mayor eficiencia de producción y no con un mero incremento del número de animales.

### **3.4.- Riesgo de utilización de la energía fósil.**

La necesidad de evolucionar hacia niveles de productividad más elevados, requeriría del uso intensivo de insumos costosos en términos energéticos. Esta energía de apoyo es incorporada a los sistemas a través de un conjunto de insumos, tal como los combustibles fósiles. Los sistemas agroganaderos altamente productivos y eficientes en la utilización de varios insumos económicos (tierra, mano de obra, bienes de capital) pueden tornarse llamativamente vulnerables frente a los problemas energéticos futuros (Viglizzo y Gingins, 1982). Viglizzo y col (2002) establecen que un aumento progresivo del consumo de energía fósil será indicativo de un mayor grado de intensificación productiva y un riesgo creciente sobre el ambiente.

Este panorama conduce a reflexionar acerca del desarrollo de estrategias que reduzcan la vulnerabilidad de los procesos productivos frente a un recurso cada vez más escaso.

Con la evolución técnica agropecuaria, se produce una creciente gravitación de las maquinarias, fertilizantes, plaguicidas, alimentos procesados y otros insumos que, indirectamente, conforman un efectivo subsidio energético a la producción. El esfuerzo debe centrarse en caracterizar un tipo de sistema capaz de sostener niveles elevados de producción con insumos relativamente bajos de energía fósil (Viglizzo y Gingins, 1982)

Los mismos autores, con el propósito de estimar la eficiencia de utilización de la energía fósil compararon tres sistemas de producción: 1. agrícola; 2. ganadero y 3. agrícola – ganadero. La eficiencia de utilización de dicha energía se calculó a partir de la relación existente entre la cantidad de producto obtenido de una hectárea, y la cantidad de energía fósil (Mcal/ha/año) utilizada en ese proceso productivo. La distinta naturaleza de estos procesos productivos determina diferencias acentuadas en la cantidad de producto obtenido por unidad de energía utilizada (Cuadro 16).

**Cuadro 16: Eficiencia productiva por unidad de energía en distintos sistemas de producción**

Sistemas	Energía fósil (Kg producido/Mcal)
Agrícola	1,60
Ganadero	1,13
Agrícola – Ganadero	5,30

Fuente: Viglizzo y Gingins (1982)

Los sistemas mixtos equilibrados pueden dar lugar a sistemas alternativos de producción eficientes en el uso de la energía fósil. La ganadería puede jugar un papel importante en zonas con definida aptitud agrícola (Viglizzo y Gingins, 1982).

Hetschmidt y col (2004) proponen a los sistemas pastoriles de producción que utilizaban los indígenas como una de las formas más sustentables de producción conocidas. Los autores remarcan, que no existe otra forma de producción menos dependiente de recursos externos finitos, tales como combustibles fósiles, fertilizantes o pesticidas.

Gingins y Viglizzo (1981) evaluaron la eficiencia energética de producción de carne bovina en distintos sistemas de engorde: A. sistema extensivo (E); B. sistema semiintensivo (S) y C. sistema intensivo (I). Los resultados obtenidos por dichos autores se muestran en el cuadro 17.

**Cuadro 17: Consumo y eficiencia de utilización de energía fósil (EF) para la producción de carne.**

Sistemas	Consumo de EF (Mcal/kg de carne)	Eficiencia utilización de la EF (gr de carne/Mcal)
Extensivo	2,14	467
Semiintensivo	0,98	1020
Intensivo	6,72	149

Fuente: Gingins y Viglizzo (1981)

Es evidente que un sistema intensivo sustenta su producción de carne sobre la base de un fuerte subsidio energético, que está, estrechamente asociado a costos productivos elevados (Gingins y Viglizzo, 1981). La relaciones de eficiencia señalan una ventaja de 3:1 para E en referencia I. Sin embargo, esta posición se contrapone a las necesidades crecientes de alimentos para una población mundial en expansión, por lo que, al tomar decisiones sobre los sistemas a implementar, se requiere un análisis exhaustivo de las relaciones entre insumos y productos obtenidos.

#### **4.- Formulación de hipótesis y objetivos**

Los antecedentes revisados, en función de la situación problemática de la LDS de Tucumán, permitieron la obtención de información sobre dos aspectos:

- a) relacionados con la factibilidad de producción primaria y secundaria
- b) relacionados con controles vinculados a la sostenibilidad de los sistemas de producción ganadera.

Diferentes autores explican los procesos de pérdida de vigor, productividad y capacidad de recuperación natural de las pasturas por su estrecha relación con las características del suelo, elección de la especie a implantar, fertilización, ataque de plagas y manejo inadecuado. Para la LDS de Tucumán cobrarían particular relevancia la elección de la pastura a implantar y las prácticas aplicadas en su utilización teniendo en cuenta las condiciones del recurso suelo. Por otra parte, se señalan también factores que pueden incidir negativamente en la evolución de los sistemas de producción y que debieran ser controlados y cuantificados.

En base a esta información y con el propósito de entender, explicar o mejorar el funcionamiento de los sistemas reales de producción ganadera de la LDS de Tucumán, se planteó la posibilidad de utilizar modelos de producción. Para ello se tuvo presente que, según Aguilar González y Cañas Cruchaga (1992), un “Modelo” es la representación de un objeto, concepto o sistema de tal forma que, aún siendo distinto a la entidad que representa, puede homologar su funcionamiento y/o uno o varios atributos de ella y en este sentido se consideran una herramienta de análisis. En cuanto al tipo de modelo a utilizar los mismos autores definen, entre otros, a los modelos isomórficos (tienen gran semejanza en componentes y relaciones con el objeto que representan, existiendo algún nivel de abstracción o simplificación), dentro de los que se encuentran los modelos físicos de producción a escala que pueden servir de marco conceptual para estudiar e investigar los diferentes sistemas.

Lo expuesto permitió la formulación de la Hipótesis y los Objetivos que se presentan a continuación:

#### **4.1.- Hipótesis**

En la LDS de Tucumán es posible desarrollar, con el marco de referencia de la sostenibilidad, un modelo de producción de carne bovina sobre la base de pasturas tropicales y suplementación estratégica que permita, en un lapso no superior a 12 meses, invernar novillos desde el destete entregando un producto acondicionado para faena.

#### **4.2.- Objetivos**

##### **4.2.1.- Objetivo General**

Evaluar la capacidad de un modelo físico mejorado de producción de carne bovina sobre la base de pasturas tropicales y suplementación, para incrementar la eficiencia ecológica y/o económica de un modelo tradicional preexistente en la LDS de Tucumán.

##### **4.2.2.- Objetivos específicos**

- a) Definir un modelo teórico de producción de carne bovina sobre la base de pasturas tropicales y suplementación para la LDS de Tucumán.
- b) Desarrollar en campo el modelo físico de producción tradicional de carne bovina de la LDS de Tucumán
- c) Desarrollar en campo un modelo físico mejorado de producción de carne bovina para la LDS de Tucumán.
- d) Validar las predicciones del modelo teórico de producción con los resultados del modelo físico mejorado.
- e) Comparar la sostenibilidad de los modelos físicos (tradicional y mejorado) mediante el uso de indicadores.

# **CAPITULO III**

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

## 1. Desarrollo de los modelos

En función de la hipótesis y los objetivos planteados se desarrolló un modelo teórico y dos modelos físicos de producción a escala. Un **Modelo Físico Tradicional** (MFT) que representó la situación actual de producción de carne en invernada en la llanura deprimida salina de Tucumán (LDS), replicando la tecnología utilizada en los campos de los productores. Paralelamente se desarrolló un **Modelo Teórico** (MT) en base a los antecedentes y a los recursos tecnológicos disponibles, que llevado a terreno permitió obtener un **Modelo Físico Mejorado** (MFM) como una alternativa tecnológica para satisfacer objetivos de producción física, económica y que se encuadre dentro de los patrones de sostenibilidad.

Los dos modelos físicos (**MFT y MFM**) se desarrollaron en el mismo sitio para garantizar idénticas condiciones edáficas y climáticas; se determinaron los controles a efectuar sobre los mismos, estimándose algunos parámetros a partir de éstos y se adoptó una metodología para evaluar en forma comparativa la sostenibilidad de **MFT y MFM**.

### 1.1. El sitio

Las actividades, que se desarrollaron entre Mayo de 2001 y Junio de 2004, tuvieron sede en el Campo Experimental Regional Leales de INTA, localizado en departamento Leales, provincia de Tucumán. Se encuentra situado a 52 km al sudeste de la ciudad de San Miguel de Tucumán (27°11' L.S y 65°17' L.O) a una altitud de 335 msnm. La precipitación media anual es de 880mm (1960-1999) concentrados de octubre a marzo. La temperatura media anual es de 19°C, siendo la media del más cálido 25°C y la del mes más frío 13°C. El clima es de tipo subtropical subhúmedo con estación seca según clasificación Thornthwaite.

Con el propósito de caracterizar la condición edáfica inicial del sitio experimental, en el mes de mayo de 2001 se tomaron diez muestras de suelo por hectárea (Cuadro 18). Se consideraron los siguientes parámetros: pH, resistencia eléctrica, materia orgánica, carbonatos y fósforo. Dichas determinaciones se efectuaron para profundidades de 0 – 25 cm y 25 - 50 cm.

**Cuadro 18. Condición inicial de los suelos de los potreros seleccionados.**

<i>Muestra</i>	Prof. cm	Mat. Org % (W-B)	pH agua 1:2.5	C.E (e.s)	CaCO3 %	P ppm Bray 1
Potreros <i>Chloris gayana</i> cv. Callide	0 - 25	3	6,5	1,45	---	5,7
	25 - 50	---	7,2	1,74	0,04	---
Potreros <i>Chloris gayana</i> cv. Finecut	0 - 25	2,4	7,7	5,60	---	8
	25 - 50	---	8,8	8,40	0,11	---

**1.2.- Modelo Físico Tradicional. Su caracterización.**

Se implementó en una superficie de 10 hectáreas, con un planteo puramente pastoril, basado en la utilización de pasturas tropicales. Para el caso particular se utilizó *Chloris gayana* cv Finecut (implantada en enero de 2001), como único recurso forrajero, por su mayor tolerancia a condiciones de salinidad.

Los animales utilizados fueron 20 novillitos braford (sin restricción de sangre cebú), de producción de la cría local (Cuadro 19).

Se realizaron tres ciclos de engorde:

26 de junio de 2001 – 25 de junio de 2002

10 de julio de 2002 – 5 de julio de 2003

8 de julio de 2003 – 6 de julio de 2004

**Cuadro 19. Caracterización de los novillitos seleccionados para cada ciclo de engorde**

	2001-2002	2002-2003	2003-2004
Peso de nacimiento (kg)	30	30	30
Peso destete (kg)	162	158	160
AMD nacimiento destete (gr/día)	575	624	594
Peso vivo inicial del ensayo (kg)	140	145	168

El sistema de pastoreo fue continuo con cargas fijas, siendo esta última de 2 cab/ha. Pérez (2000) establece valores de carga animal de 1 a 1,5 cab/ha para sistemas con pasturas naturales de la LDS. La utilización de pasturas tropicales

permite incrementar dicho valor, siempre que se contemplen normas de manejo adecuadas.

El modelo contempla un período de evaluación de 12 meses, por lo que los animales no podían permanecer mayor tiempo en el sistema. Al finalizar dicho período, los mismos fueron retirados y evaluados en pie para determinar su destino.

### **1.3.- Modelo Teórico.**

#### **1.3.1.- Formulación y restricciones**

Los antecedentes expuestos en el Capítulo II permitieron definir un Modelo Teórico (MT) de producción de carne en invernada para la llanura deprimida salina de Tucumán, como una propuesta superadora de los sistemas reales tradicionales de producción (fig. 4).

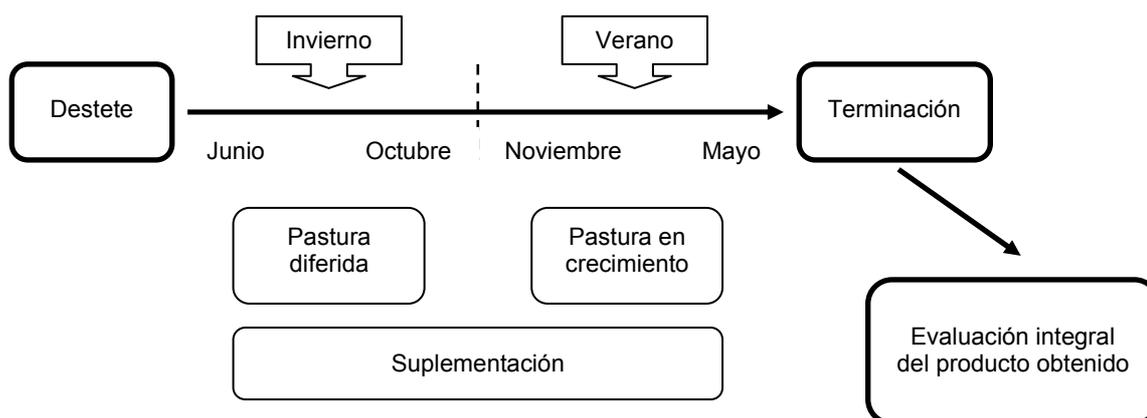


Figura 4: Esquema general del modelo teórico

#### **Restricciones:**

Para que el MT califique como potencialmente superador de las deficiencias detectadas en los sistemas tradicionales, debe cumplir con algunas premisas en cuanto a:

**Animales:** Biotipo braford o brangus, de producción de la cría local, con un porcentaje de sangre cebú no mayor de 50%. Pringle y col (1997) indican que la dureza de la carne se incrementa linealmente con el incremento de sangre Brahman y Nelore. Carnes con más de ½ sangre de Bos indicus son significativamente menos tiernas que con menos de dicha proporción (Crouse y col, 1989; Koch y col, 1982; Wheeler y col, 1990), producen canales de mediana calidad, carne algo oscura y con menor contenido graso (Orellana, 2003).

Peso vivo inicial: 140 – 170 kg

Edad: 6 – 9 meses

Buen nivel nutricional y sanitario predestete

Pasturas: pasturas tropicales por la relativa tropicalidad de la región, siendo *Chloris gayana* la de mejor adaptación en los sistemas productivos ganaderos de la LDS.

Producción primaria esperada: un rango de 5500 a 7500 kg de MS/ha/año, con los rangos que se muestran en el cuadro 20 para distintos parámetros de calidad.

**Cuadro 20. Calidad de la materia seca ofrecida a los animales.**

	Período invernal	Período estival
	Diferido	Crecimiento vegetativo
PB%	5 – 6	10 - 7
DMS%	35 – 55	65 - 55
FDN	78 - 81	70 - 75
FDA	47- 53	38 - 40
Mcal EM/kg MS	1,3 – 1,65	2,1 – 1,7

Período de terminación menor a 12 meses: esto último involucra factores inherentes al animal (previamente citados), su manejo alimenticio y sanitario. Se puede decir que la ganancia media diaria engloba estas características. La misma se fijó en 0,650 a 0,800 kg/novillo/día. Con ello se impide superposición entre lotes y que un mismo grupo de animales permanezca en el sistema más de un período invernal.

Caracterización del producto

Animales de 18 a 21 meses edad (diente de leche). Después de los 28 meses la terneza cae por mayor acumulación y menor solubilidad del tejido conectivo (Orellana, 2002).

Faena: Características de la canal (Cuadro 21), según lo establecido por Orellana (2003)

### **Cuadro 21: Características de la canal del producto del modelo teórico**

	Clasificación de las canales	Análisis físico químico de la carne
Conformación	A o B	---
Terminación	1 - 2	---
Rendimiento (%)	>56	---
pH (24 horas)	5,5 – 5,8	---
Espesor de grasa dorsal (mm)	5 - 8	---
Área del ojo de bife (cm <sup>2</sup> )	---	55 - 80
pH (15 -20 días post faena)	---	5,5 – 5,6

#### **1.3.2.- Desarrollo del Modelo Teórico**

##### **1.3.2.1. Base pastoril**

Dadas las restricciones de cantidad y calidad de la pastura ofrecida que impone el modelo, se propone como pastura base *Chloris gayana* cv Finecut, que se destaca por su habilidad para tolerar condiciones salinas (Pérez, 2005). Por sus características estructurales de foliosidad, tallos finos y madurez uniforme se destaca para su utilización como diferido y la producción de henos de calidad. Presenta grandes ventajas gracias a su precocidad en el rebrote primaveral, lo que le permite ser aprovechada verde en crecimiento desde el mes de noviembre. Su ciclo de producción se extiende hasta abril - mayo.

Además considerando los antecedentes de la LDS en cuanto a la variabilidad del suelo, se considera la alternativa de acompañar a Finecut con *Chloris gayana* cv Callide. Esta última se caracteriza por su mayor capacidad de producción de materia seca, en relación a Finecut, cuando las condiciones edáficas no son marcadamente salinas. Dado que presenta una floración tardía (fines de verano), mantiene estable su calidad. Su momento de aprovechamiento va desde mediados de diciembre a mayo.

##### **1.3.2.2. Suplementación**

La base forrajera disponible indica la necesidad de considerar la estrategia de la suplementación a efectos de lograr el aumento medio diario impuesto. La misma diferencia dos períodos.

Período invernal - Diferido	→	Energética – proteica
Período estival - Crecimiento vegetativo	→	Energética

### 1.3.2.3. Requerimientos alimenticios de los animales

Consumo de materia seca (CMS): se estimó en función de la siguiente fórmula<sup>2</sup>:

$$\text{CMS} = \text{Peso Vivo} \times 0.0107 / 1 - \text{Coeficiente Digestibilidad}$$

Consumo teórico esperado de materia seca: 2,5 – 2,7 % PV.

Los requerimientos nutritivos de los animales fueron estimados en base a la metodología propuesta por el NRC (1984).

### 1.3.2.4. Esquema de alimentación

En función del estado de los recursos forrajeros ofrecidos a los animales, se diferenciaron dos escenarios contrastantes: Período invernal (Fig. 5 y Cuadro 22) y Período estival (fig. 6 y cuadro 23).

#### Período invernal

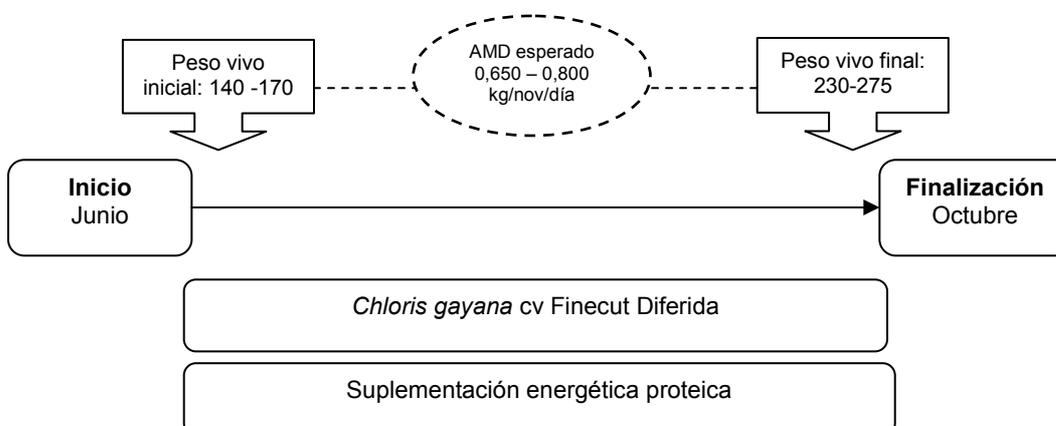


Fig.5: Esquema de alimentación invernal propuesto por el modelo teórico

<sup>2</sup> Dr. Osvaldo Paladines. Universidad Católica de Chile. 1992. Comunicación personal

**Cuadro 22: Aporte de los diferentes alimentos durante el período invernal**

	Consumo teórico			
	% total de la materia seca consumida	Kg de MS/animal/día	Kg MS/animal	% Peso vivo
Suplemento energético	35 – 40	1,900 – 2,200	290 - 335	0,9 – 1,0
Suplemento proteico	20 – 30	1,100 – 1,700	168 – 260	0,5 – 0,8
CG cv Finecut diferida	38 – 49	2,100 – 2,700	321 – 418	1,0 – 1,3

Objetivo de la suplementación proteica: aportar 300 gr de proteína bruta/animal/día.

Carga animal durante el período invernal: 5 cab/ha de pastura diferida

Consumo de pastura diferida calculado: 1600 – 2100 kg/ha

Período estival.

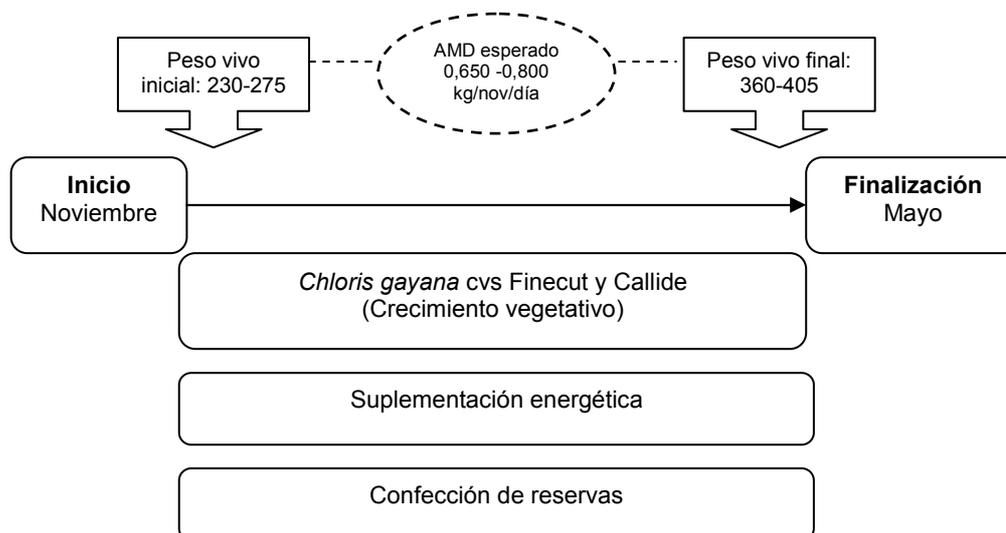


Fig.6: Esquema de alimentación estival propuesto por el modelo teórico

### **Cuadro 23. Aporte de los diferentes alimentos durante el período estival**

	Consumo teórico			
	% total de la materia seca consumida	Kg de MS/animal/día	Kg MS/animal	% Peso vivo
CG cvs Finecut y Callide	74 – 85	6,400 – 7,400	1355 – 1570	1,9 – 2,2
Suplemento energético	20 – 30	1,700 – 2,700	360 – 570	0,5 – 0,8

Carga animal durante el período estival: 2 cab/ha

Consumo de pastura calculado: 1355 – 1570 kg MS/nov

#### 1.3.2.5. Manejo de la pastura:

La carga media anual establecida fue de 2 cab/ha, en función de los antecedentes de producción primaria. La misma permite compatibilizar producción ganadera por unidad de superficie, preservación y perdurabilidad del sistema, flexibilidad ante variaciones climáticas.

- Pastoreo rotativo racional cuidando establecer tiempos de ocupación (7 – 12 días) y descanso (25 – 35 días) de las pasturas que aseguren la perdurabilidad del sistema.
- Corte mecánico de las pasturas para la confección de reservas (rollos) con el fin de:
  - a) actuar como regulador en el manejo de la misma dada la concentración de la producción que puede llegar a afectar la calidad ofrecida. Que los pastos de verano "se pasen" no solo importan porque hay un recurso que se desperdicia, sino que además estamos ofreciendo al animal un forraje de menor calidad.
  - b) control mecánico de malezas

Con la base pastoril propuesta y el manejo impuesto a la misma, las estimaciones de producción en base a los antecedentes disponibles son:

Período estival: Producción de materia seca: 5400 – 6300 kg/ha

Eficiencia de uso de la pastura: 50%

Asignación de materia seca por animal: 2700 – 3150 kg/nov

Período invernal: Disponibilidad de pastura diferida: 4600 – 6000 kg/ha

Eficiencia de uso de la pastura diferida: 35%

#### **1.4.- Modelo Físico Mejorado. Su caracterización.**

##### 1.4.1.- Superficie y pasturas

Se utilizaron como insumos los patrones establecidos por el modelo teórico y fue implementado en una superficie total de 20 hectáreas:

- *Chloris gayana* (CG) cv Finecut: 12 hectáreas (implantada en enero de 2001)
- *Chloris gayana* (CG) cv. Callide: 8 hectáreas (implantada en diciembre de 1994)

La superficie fue dividida en potreros de 2 has cada uno para posibilitar el adecuado control del pastoreo, por lo que la carga instantánea fue de 10 cab/ha (fig. 7)

Se manejaron tiempos de ocupación y descanso de las pasturas y se realizaron cortes mecánicos para la confección de reservas (rollos).

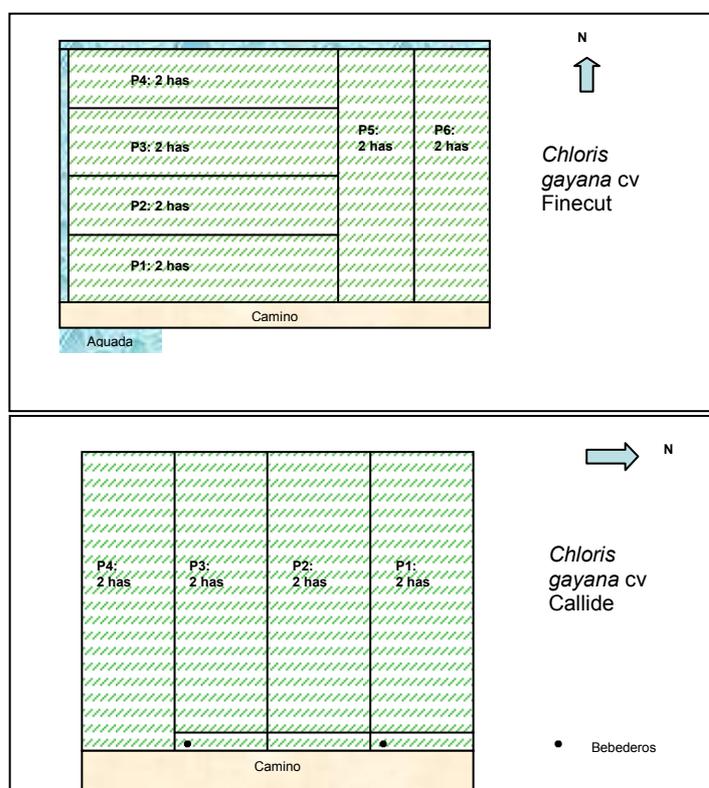


Fig. 7: Esquema del Modelo Físico Mejorado.

#### 1.4.2.- Componente animal y ciclos productivos

Se realizaron tres ciclos de engorde:

26 de junio de 2001 – 9 de mayo de 2002

10 de julio de 2002 – 4 de mayo de 2003

8 de julio de 2003 – 4 de abril de 2004

Se utilizaron anualmente 40 novillitos braford ( $\frac{3}{8}$  y  $\frac{1}{2}$  sangre) de 6,5 a 8 meses de edad (Cuadro 24), de producción de la cría local, los que conformaron dos repeticiones de 20 animales cada una.

**Cuadro 24: Caracterización de los novillitos seleccionados para cada ciclo de engorde**

	2001-2002	2002-2003	2003-2004
Peso de nacimiento (kg)	30	30	30
Peso destete (kg)	160	170	164
AMD nacimiento destete (gr/día)	624	646	575
Peso vivo inicial del ensayo (kg)	139	142	170

Se implementó un sistema de cargas fijas de 2 cab/ha.

#### 1.4.3.- Suplementación

Para el cálculo de la misma se contó con:

- Peso vivo de los animales
- Calidad de la pastura
- Calidad de los concentrados

Los requerimientos de los animales fueron determinados según el NRC (1984).

## **1.5.- Controles sobre los modelos físicos tradicional y mejorado**

El control de los modelos físicos (MFT y MFM), se efectuó mediante el monitoreo de los siguientes parámetros:

### **1.5.1.- Control de la evolución del suelo**

Al finalizar el último ciclo de invernada (mayo de 2004) se extrajeron diez muestras de suelo por hectárea para evaluar la evolución de los siguientes parámetros edáficos: pH, conductividad eléctrica, materia orgánica y fósforo. Dichas determinaciones se efectuaron para profundidades de 0 – 25 cm y 25 - 50 cm.

### **1.5.2.- Controles sobre la producción primaria**

#### **1.5.2.1.- Cantidad de forraje**

Se utilizó para ambos modelos la metodología propuesta por la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (Toledo, 1982).

Para el MFM: A la entrada de los animales a cada potrero se tomaron 10 muestras de 1 m<sup>2</sup> cada una por hectárea.

Para el MFT: Se tomaron 10 muestras de 1 m<sup>2</sup> cada una por hectárea para determinar cantidad de materia seca en los siguientes momentos:

Al inicio del período experimental: Junio de 2001

Al finalizar cada ciclo de engorde: Junio de 2002, 2003 y 2004

En todos los casos cada muestra de campo se peso en fresco. De la misma se tomó una submuestra de 500 gr, la cual se colocó en bolsas de papel poroso para ser secada en estufa a 65°C hasta peso constante.

#### **1.5.2.2.- Calidad del forraje**

Para el MFM: Se tomaron 20 muestras por hectárea, en cuatro estados fenológicos (crecimiento, hoja bandera, floración y semillazón) y al estado diferido. Las muestras de cada estado fenológico se recolectaron en dos momentos, comprendidos dentro del período estival de cada ciclo de engorde.

El material se colectó por corte a 10 cm del suelo.

Esto permitió ajustar con mayor precisión los niveles de suplementación, del MFM, para cada momento y establecer valores más ajustados de consumo de materia seca de los animales (Mendoza y Lascano, 1984).

Por muestra, el total de forraje cosechado fue cortado y homogeneizado manualmente. De allí se tomaron 5 muestras compuestas de alrededor de 250 gr que colocadas en bolsas de papel poroso, fueron secadas en estufa a 65°C hasta peso constante. El material seco y molido (tamiz de 1 mm) fue enviado a laboratorio donde se determinó proteína bruta, fibra detergente neutra, fibra detergente ácida y digestibilidad de la materia seca.

#### 1.5.2.3.- Evaluación de la cobertura vegetal

Este punto comprende:

- Evaluación del mantillo existente ( $\text{gr}/\text{m}^2$ )
- Evaluación porcentual de la cobertura vegetal

La condición inicial de los sitios se determinó en mayo de 2001, previo al pastoreo, sin presentar diferencias significativas entre los modelos para las variables analizadas (pastura base:75%; mantillo:5%; malezas:6%; suelo desnudo:14%). La medición final se efectuó en junio de 2004.

Se trabajó sobre *Chloris gayana* cv. Finecut y Callide estableciéndose lugares de muestreo, en función del manejo del pastoreo propuesto. Para el MFT se delimitaron dos macroparcelas de 10000 m<sup>2</sup> cada una; y cuatro para el MFM (dos macroparcelas para Finecut y dos para Callide).

El mantillo existente ( $\text{gr MS}/\text{m}^2$ ) se monitoreó en los meses de septiembre, enero y junio de los ciclos de pastoreo 2002-2003 y 2003-2004, tomando al azar 20 muestras de  $\frac{1}{4}$  m<sup>2</sup> por hectárea. El material se colectó, tamizó y secó en estufa (>72 hs y 65 °C).

El porcentaje de cobertura se registró en iguales momentos que para mantillo, mediante el uso de transectas y un marco de 1 metro cuadrado, reticulado en décimas de metro (Toledo 1982). Se relevaron los siguientes datos: % de superficie con la pastura original; con mantillo; con malezas y con suelo desnudo.

Los resultados fueron analizados estadísticamente mediante el análisis de la varianza.

#### 1.5.3.- Controles sobre la producción secundaria

En todos los casos los animales se pesaron a su ingreso en los modelos físicos y cada 28 días a primera hora de la mañana, sin desbaste.

La evaluación final de los novillitos se efectuó de acuerdo a los siguientes criterios:

- Por tiempo: 12 meses como límite de permanencia de los animales en el modelo físico.
- Por estado corporal: la evaluación de animales en pie (grado de terminación) fue realizada por un experto en dicha materia.

Los parámetros de producción animal (variables de respuesta) analizados fueron los siguientes:

- Ganancia de peso vivo por unidad de superficie (kg/ha/año)
- Aumento medio diario logrado (kg/novillito/día)
- Tiempo requerido para alcanzar el peso de faena

#### 1.5.4.- Control de la calidad de reses y carne

El mismo se realizó sobre una muestra de 10 animales por cada ciclo de engorde.

Se utilizó la metodología de evaluación combinada e integral, propuesta por Orellana (2003)

La faena se llevó a cabo en frigorífico autorizado, siguiendo la normativa oficial.

##### 1.5.4.1.- Características y clasificación de la canal

Conformación y terminación: Las mismas estuvieron a cargo de un experto calificador del frigorífico. La terminación se relaciona con la cantidad de grasa de cobertura e interna de la canal y se establece observando la grasa externa que se distribuye comenzando en la región de la cruz extendiéndose hacia abajo en el pecho, extremidades anteriores (cogote, brazuelo) y posteriores (cuadril, pierna y garrón). En la media canal se observa el desarrollo de la grasa en la cara interna de la misma.

El estado de engrasamiento de la canal se valoró según el sistema oficial asignándole un número del 0 al 4 en orden creciente de los depósitos grasos exteriores (Cuadro 25).

Cuadro 25: Criterios de calificación de la canal en función al grado de engrasamiento.

Grado de engrasamiento	Descripción	Observaciones
0	Nada	Rechazado para consumo interno
1	Escasa	Requeridos para consumo
2	Moderada	
3	Abundante	Exceso de grasa
4	Excesiva	

Rendimiento de la canal: se estableció relacionando el peso de la canal en caliente y el peso vivo al sacrificio. Se expresa en porcentaje.

pH de la canal: las canales fueron a cámara frigorífica y a las 24 horas postmortem se procedió a determinar su pH en la zona lumbar, entre 4ª y 5ª vértebras, con un peachímetro de penetración. En el mismo momento se midió con calibre el espesor de grasa dorsal (mm).

#### 1.5.4.2.- Análisis físico de la carne

Área de ojo de bife: la misma se realizó sobre el block de bifes correspondientes a nivel del cuarteo de la media canal a nivel del espacio intercostal 10º - 11º, que corresponde al área del corte transversal del músculo *Longissimus dorsi*, mirando en la dirección de la cabeza de la media canal colgada del garrón. Con papel transparente e impermeable se calca la sección mencionada y sobre la misma se determina la superficie. Esta última se expresa en cm<sup>2</sup>.

pH de la carne: se tomó entre 15 a 20 días posteriores al sacrificio.

## 2.- Evaluación de la sostenibilidad de los modelos

Con el propósito de evaluar la sostenibilidad de los modelos físicos tradicional y mejorado, se utilizó la metodología propuesta por Gómez y col (1996).

Dada la escala geográfica considerada para el caso particular, se seleccionaron prioritariamente indicadores ambientales, sin que esto signifique desconocimiento de los aspectos sociales y económicos involucrados en cualquier sistema productivo.

### 2.1.- Protocolo para la medición de la sustentabilidad

- Definir los requerimientos para alcanzar la sustentabilidad
- Seleccionar un grupo de indicadores (Cuadro 26)
- Especificar los umbrales
- Transformar los indicadores en índices de sustentabilidad

### Cuadro 26: Indicadores seleccionados: caracterización de los mismos.

Tipo de indicador	Denominación	Unidad de medida
Ambiental	Materia orgánica (MO)	%
	Cobertura <i>Chloris gayana</i> (CG)	%
	Cobertura Malezas (CM)	%
	Suelo desnudo (SD)	%
	Mantillo (M)	gr MS/m <sup>2</sup>
	Producción ganadera (PG)	Kg PV/ha/año
	Emisión de metano (EM)	Kg de CH <sub>4</sub> /kg de PV producido
	Riesgo de utilización de energía fósil (R)	kg de PV producido/Mcal energía fósil utilizada
Social	Responsabilidad técnica (RT)	Sin dimensión
Económico	Margen bruto (MG)	\$/ha/año

### 2.2.- Estimaciones

En función de los datos obtenidos se estimaron los siguientes parámetros que permiten una aproximación a la evaluación integral de los modelos y que, además, en los antecedentes son considerados como un aporte al análisis de la sostenibilidad de los mismos.

### 2.2.1.- Estimación de la producción de metano por fermentación entérica.

La estimación de la producción de metano por fermentación entérica se realizó siguiendo el método de nivel 2 (Panel Intergubernamental de Cambio Climático – IPCC-, 1996):

$$\text{Emisión de metano (kg/año)} = \frac{\text{EB consumida (Mj/día)} \times \text{TCM} \times 365 \text{ días/año}}{55,65 \text{ Mj/kg de metano}}$$

Donde: EB: Energía bruta; TCM: Tasa de conversión de metano (energía consumida que es transformada en metano), extraídas de tablas diseñadas por el IPCC para novillos jóvenes en crecimiento y bajo condiciones de pastoreo.

Las emisiones de metano se expresan en kg/nov/día; kg/kg de peso vivo; kg/kg de peso producido y kg/novillito terminado. Los resultados fueron analizados estadísticamente mediante el análisis de la varianza y posterior comparación de medias a través del test de Tukey.

Para la estimación de los parámetros mencionados se utilizaron los valores calidad de las pasturas (% MS, PB, FDN, FDA y digestibilidad de la pastura), lo que permitió el control permanente de la calidad de la dieta y estimar la ingestión de materia seca para cada animal.

### 2.2.2.- Riesgo de utilización de energía fósil

La misma se expresa en kg de peso vivo producido/Mcal energía fósil utilizada (Gingins y Viglizzo, 1981). Se midió la contribución energética individual de los siguientes insumos: mecánicos, repuestos para la reparación de equipos, combustible para transporte de insumos físicos y labores culturales, semillas, fertilizantes, plaguicidas y alimentos procesados ya que tienen un valor energético agregado por los combustibles fósiles requeridos para su fabricación o elaboración. Un conjunto de ecuaciones conforman la base de cálculo para estimar la contribución energética por ha y por año de los insumos contemplados

### 2.2.3.- Responsabilidad Técnica

Para realizar esta estimación se propone trabajar con una escala nominal (Cohën y Manion, 1990). Este tipo de escala identifica las categorías en que se pueden clasificar individuos, sujetos o hechos. Las categorías deben ser mutuamente exclusivas y en ese sentido se consideraron las siguientes:

- Sin asesoramiento técnico
- Asesoramiento técnico esporádico
- Asesoramiento esporádico por técnicos con formación orientada a la agroecología
- Asesoramiento permanente por técnicos con formación orientada a la agroecología

### 2.2.4.- Margen Bruto

Es éste un indicador económico que permite estimar el beneficio posible de una actividad determinada.

Arzeno (1999) propone al margen bruto como el principal indicador económico, considerando que en el mismo se involucran las relaciones insumo producto, siendo entonces suficientemente abarcativo. Además es conocido y habitualmente utilizado por los productores.

Los dos componentes básicos del margen bruto son los ingresos (productos generados por el proceso productivo) y los costos (valorización de los insumos utilizados en el mismo). Para el cálculo se utilizan siempre los costos directos, es decir aquellos en los que se incurre solo al realizar la actividad y por lo tanto aparecen y desaparecen con la actividad que los origina.

Según la finalidad del cálculo se lo puede utilizar para analizar una actividad pasada o bien para la toma de decisiones sobre un emprendimiento a realizarse en el futuro.

## **2.3.- Determinación de umbrales**

Los mismos se determinaron para cada caso en particular usando criterios diferenciales (Cuadro 27). Para los casos que existieron valores locales de referencia se tomaron los valores medios, a los cuales se les adicionó un 20% (Gómez y col, 1996) que constituye la exigencia de mejora. El criterio fue comparar la sustentabilidad de los dos modelos físicos (MFT y MFT) dada la situación zonal preponderante.

En casos en que la información local no se encontró disponible se tomaron valores de referencia bibliográfica de agroecosistemas similares.

**Cuadro 27: Determinación de umbrales para indicadores ambientales, económicos y sociales**

Indicador	Umbral	Referencia
Producción ganadera (PG)	190 kg PV/ha/año	Pérez (2000) (Valor local)
Riesgo de utilización de energía fósil (R)	2,1 kg de PV producido/Mcal energía fósil utilizada	Nasca y col (2004) (Valor local)
Cobertura <i>Chloris gayana</i> (CG)	65 %	Astier y Masera (1996)
Cobertura Malezas (CM)	15 %	Astier y Masera (1996)
Suelo desnudo (SD)	8 %	FAO (2000)
Mantillo (M)	250 gr MS/m <sup>2</sup>	Lal (1975)
Emisión de metano (EM)	0,350 kg CH <sub>4</sub> /Kg PV producido	Nasca y col (2005) (Valor local)
Materia orgánica (MO)	2 %	Astier y Masera (1996)
Margen bruto (MG)	180 \$/ha	Pérez. P (2005) <sup>3</sup>
Responsabilidad técnica (RT)	2	García Posse. F (2005) <sup>4</sup>

Los indicadores se expresan en las mismas unidades que el umbral y los índices de sostenibilidad respectivos se calculan como la relación entre el valor del indicador y el valor del umbral.

En el caso de CM, SD y EM, los valores fueron transformados por medio de escalas nominales, en base a una propuesta de Sarandón (2003)<sup>5</sup>, dado que los mismos presentan una relación inversa con la sustentabilidad (ésta última es menor a medida que los valores del indicador aumentan).

Sobre esta base un sistema agropecuario será sostenible si el promedio de los índices de los indicadores seleccionados es igual o mayor que uno, siendo el valor "1" el límite de sostenibilidad. Esta metodología permite comparar sistemas agropecuarios y monitorear cambios a través del tiempo,

<sup>3</sup> Ing. Zoot. Pedro Pérez. 2005. Comunicación personal.

<sup>4</sup> Ing. Zoot. Fernando García Posse. 2005. Jefe de Extensión Rural del CER Leales, INTA. Comunicación personal.

<sup>5</sup> Ing. Agr. Santiago Sarandón. 2003. Curso Agroecología. Maestría en Ciencias Agrarias Or. Producción Sostenible. Facultad de Agronomía y Zootecnia. UNT. Comunicación personal.

posibilitando asimismo confrontar diferentes escenarios mediante la alteración de umbrales o la adición de indicadores.

**CAPITULO IV**  
**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

## 1.- El Modelo Físico Tradicional (MFT) y el Modelo Físico Mejorado (MFM)

A continuación se presentará el resultado de los controles efectuados en los dos modelos físicos (MFT y MFM), los que serán discutidos en forma comparativa teniendo como referencia los atributos que Sarandón (2002); Astier y Masera (1996) y Brunett Pérez y col. (2005), proponen para los agroecosistemas o sistemas de manejo sostenible.

### 1.1.- Control de parámetros edáficos

En ambos casos los parámetros edáficos se mantuvieron estables en el período analizado, destacando el equilibrio de la MO con el paso del tiempo (Cuadros 28, 29, 30 y 31)

**Cuadro 28: Comparación de parámetros edáficos en *Chloris gayana* cv. Finecut, en el Modelo Físico Tradicional**

	Prof (cm)	Mayo 2001	Junio 2004
Materia orgánica	0 – 25	2,4 a	2,1 a
	25 – 50	---	---
PH	0 – 25	7,7 a	7,8 a
	25 – 50	8,8 a	8,5 a
C.E. (e.s)	0 – 25	5,60 a	5,65 a
	25 – 50	8,40a	8,32 a
P ppm Bray 1	0 – 25	8,0 a	7,7 a
	25 – 50	---	---

**Cuadro 29: Evaluación de parámetros edáficos de muestras extraídas en junio de 2004 en el Modelo Físico Mejorado.**

<i>Muestra</i>	Prof. cm	Mat. Org % (W-B)	pH agua 1:2.5	C.E. (e.s)	CaCO3 %	P ppm Bray Kurtz 1
Potreros <i>Chloris gayana</i> cv. Callide	0 – 25	3,1	6,8	1,48	---	5,6
	25 - 50	---	7,4	1,73	0,04	---
Potreros <i>Chloris gayana</i> cv. Finecut	0 – 25	2,7	7,6	5,63	---	7,9
	25 - 50	---	8,4	8,38	0,11	---

En los cuadros 30 y 31 se presenta en forma comparativa la situación inicial (2001) y final (2004) de los potreros del MFM, en función de cuatro parámetros edáficos.

**Cuadro 30: Comparación de parámetros edáficos en un pastura de *Chloris gayana* cv. Callide del Modelo Físico Mejorado**

	Prof (cm)	Mayo 2001	Junio 2004
Materia orgánica	0 – 25	3,0 a	3,1 a
	25 – 50	---	---
PH	0 – 25	6,5 a	6,8 a
	25 – 50	7,2 a	7,4 a
C.E. (e.s)	0 – 25	1,45 a	1,48 a
	25 – 50	1,74 a	1,73 a
P ppm Bray 1	0 – 25	5,7 a	5,6 a
	25 – 50	---	---

\*Letras diferentes en filas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

**Cuadro 31: Comparación de parámetros edáficos en un pastura de *Chloris gayana* cv. Finecut del Modelo Físico Mejorado.**

	Prof (cm)	Mayo 2001	Junio 2004
Materia orgánica	0 – 25	2,4 a	2,7 a
	25 – 50	---	---
PH	0 – 25	7,7 a	7,6 a
	25 – 50	8,8 a	8,4 a
C.E. (e.s)	0 – 25	5,60 a	5,63 a
	25 – 50	8,40 a	8,38 a
P ppm Bray 1	0 – 25	8,0 a	7,9 a
	25 – 50	---	---

\*Letras diferentes en filas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

En cuanto a la evaluación de la disponibilidad de fósforo (Bray Kurtz 1), los valores encontrados, sin variantes en cuanto a la situación inicial, podrían estar limitando el rendimiento de las pasturas sobre todo en los potreros de CG Callide. Quintero y Boschetti (2004) indican que en gramíneas, por debajo de 12 ppm de fósforo (Bray Kurtz 1) es muy probable obtener respuestas a la fertilización, siendo el nivel crítico de 6 ppm

## **1.2.- Evaluación de la producción primaria**

El resultado de los controles efectuados sobre la producción primaria surge como consecuencia de las condiciones climáticas de cada ciclo, del efecto de las mismas en el suelo, de las decisiones de manejo que se tomaron acorde tales circunstancias y de los objetivos del modelo de producción.

El forraje ofrecido a los animales de los dos modelos físicos en los 3 ciclos se relacionó con los valores de mantillo depositado y cobertura, los cuales se comportaron como correctos indicadores de la evolución de la pastura a través del tiempo.

### **Modelo Físico Tradicional**

El MFT bajo pastoreo continuo se destacó, coincidiendo con lo expuesto por Riewe (1984), por la dificultad para estimar cantidad y calidad del forraje presente en el período estival. Se cuenta con información de cantidad inicial y final para cada ciclo de invernada (Cuadro 32).

**Cuadro 32: Cantidad de forraje ofrecido (kg MS/ha) al inicio y finalización de cada ciclo de invernada**

	Forraje ofrecido kg de materia seca/ha
Junio 2001	5000
Julio 2002	4700
Julio 2003	3300
Julio 2004	2350

Si bien en este modelo la producción ganadera resultó el evaluador final de la producción primaria, la información generada respecto a las determinaciones iniciales y finales de MS disponible, mantillo y cobertura (Cuadros 33 y 34) permiten efectuar algunas consideraciones respecto al pastoreo continuo.

**Cuadro 33: Mantillo (gr MS/m<sup>2</sup>) existente para una pastura de *Chloris gayana* cv. Finecut, sometida a un manejo continuo.**

	Mantillo (gr MS/m <sup>2</sup> )		
	Septiembre	Enero	Junio
Ciclo 2002-2003	165 aA	105 cA	130 bA
Ciclo 2003-2004	125 aB	89 bB	115 aB

\*Letras mayúsculas diferentes en columnas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

\*Letras minúsculas diferentes en filas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

**Cuadro 34: Valores de cobertura vegetal (%) en función momentos de muestreo.**

	Cobertura vegetal %			
	<i>Chloris gayana</i> cv Finecut	Mantillo	Malezas	Suelo desnudo
2003	57 a	21 a	16 a	8 a
2004	46 b	23 a	22 b	9 a

\*Letras diferentes en columnas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

Como se observa en los cuadros 32, 33 y 34, los parámetros analizados decrecen progresivamente en sus valores con el paso del tiempo, evidenciando su inestabilidad.

En relación a la cobertura, los resultados obtenidos para el tercer ciclo de producción (2004) son coincidentes con los encontrados por Roncedo (2005) quien evaluó una pastura de *Chloris gayana* cv. Común en la LDS sometida a pastoreo continuo. Dicho autor registró para este indicador valores de *Chloris gayana* del 42%; malezas 43% y suelo desnudo 12%, indicando que la población de plantas de *Chloris gayana* presentaba escaso desarrollo, con una fuerte competencia espacial de las malezas.

La disminución generalizada de todos los parámetros analizados puede estar relacionada, al menos parcialmente, con el sistema de pastoreo implementado (continuo) y las condiciones climáticas imperantes. En relación al primero, Texeira y col. (2000) establecen que bajo pastoreo continuo las pasturas tropicales presentan una baja capacidad de soporte, siendo necesarias tres hectáreas de la misma por cada unidad animal (UA). Sin embargo, Walker y col. (1987), trabajando con *Chloris gayana* cv Pioneer fertilizada con diferentes cargas (0,4 – 0,7 y 1,4 cab/ha) y un sistema de pastoreo continuo no encontraron después de cuatro años diferencias significativas en la aparición de malezas. Dichos autores no registraron durante su evaluación situaciones de sequía o inundaciones temporales que pudieran afectar la pastura e incorporaron la fertilización, lo que según Texeira y col. (2000) puede duplicar la productividad de la pastura, disminuyendo así los riesgos de degradación.

Es necesario remarcar que en el subtrópico la aleatoriedad de las condiciones climáticas, principalmente las lluvias, sumadas a las condiciones del suelo, hacen variar la productividad de las pasturas, en rangos que pueden comprometer la persistencia de las mismas y la estabilidad del sistema de producción (Hiernaux y Turner, 1996 citado por Pérez, 2000; Jones, 1984 y Spain y Pereira, 1984). En este sentido Ricci y Toranzos (2004a); Ricci y col., (1997b); Pérez y col., (1995), indican que en la LDS de Tucumán la producción de los pastos tropicales está condicionada y restringida por la variabilidad del régimen de precipitaciones (cantidad y distribución) y las condiciones edáficas. En la figura 8 se muestran las precipitaciones registradas en el CER Leales de INTA para el período 2001 – 2004.

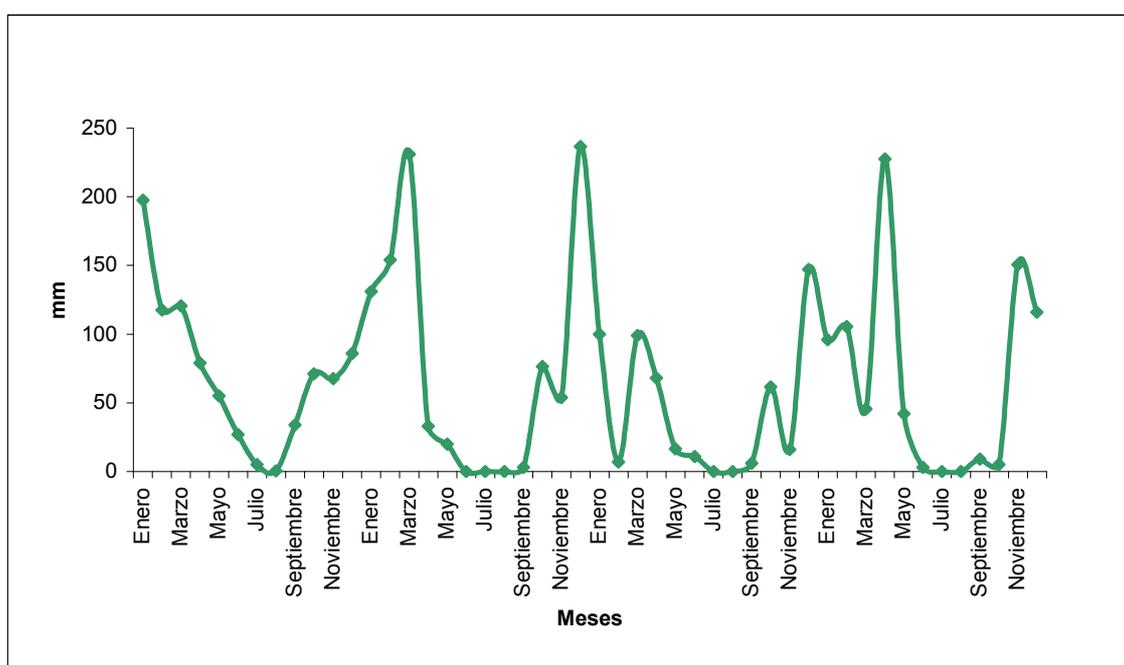


Fig. 8. Precipitaciones mensuales registradas en el CER Leales entre enero de 2001 y diciembre de 2004

Las lluvias determinaron situaciones de anegamientos temporarios durante los meses de marzo y diciembre de 2002; y abril de 2004. En este sentido Ricci y Toranzos (2004b) indican que el relieve propio de la LDS, con escasa escorrentía, sumado a la torrencialidad y distribución de las lluvias, provoca anegamientos transitorios que afectan la cosecha de materia seca de las gramíneas cultivadas.

Ricci (2006) trabajando con *Chloris gayana* cv Común encontró que la misma se presenta como un genotipo poco tolerante a anegamientos temporarios, mostrando un comportamiento errático ante condiciones climáticas de excesos de lluvias y

anegamiento estacional, situaciones estas frecuentes en la LDS. Esto es coincidente a lo expresado por Skerman y Riveros (1990) al indicar que Grama Rhodes requiere suelos bien drenados y que no tolera condiciones de extrema humedad edáfica.

Por otra parte, se presentaron situaciones de sequía durante febrero de 2003 y enero, febrero y marzo de 2004 y para Spain y Pereira (1984), la lluvia o la sequía fuera de la estación climática ejercen un fuerte efecto en la disponibilidad del forraje y en la capacidad de carga de las pasturas, pudiendo ocasionar situaciones de sobrepastoreo. En idéntico sentido se expresan Pérez (2000) y Berti (1999), quien trabajando con cultivares de Grama Rhodes en la región del Chaco semiárido (400–650 mm de precipitación) encuentra que la persistencia en pastoreo de esta especie es pobre, siendo afectada por ciclos secos en forma manifiesta.

Por lo expuesto, se observa que ambos modelos (MFT y MFM) estuvieron expuestos a situaciones de estrés, ya sea por exceso o falta de lluvias, lo cual resultó condicionante de la producción y la persistencia de las pasturas. Una de las diferencias entre MFT y MFM radicó en el sistema de pastoreo implementado. En relación al pastoreo, Riewe (1984) expresa que si la carga animal es continua, la cantidad y naturaleza del forraje presente en las pasturas se hallan en un estado dinámico que sigue por lo menos, dos direcciones como resultado de fuerzas opuestas. En la primera los animales presentes en la pastura, tienen un interés por todo el forraje disponible. Ignorando, por el momento, el crecimiento del forraje, la cantidad total de este disminuye con el pastoreo de tal manera que con el tiempo cada animal experimenta un interés por una menor cantidad de forraje. En estas situaciones, el pastoreo continuo puede causar una disminución persistente del forraje total disponible para el pastoreo. Sin embargo, en situaciones normales, casi simultáneamente se produce el crecimiento de las pasturas que sirve para aportar nuevas existencias de forraje disponible. Relacionando lo expuesto precedentemente por Riewe (1984) con el efecto de las lluvias y las condiciones edáficas imperantes en el presente ensayo, sería posible explicar una baja tasa de crecimiento de las pasturas, lo que finalmente perjudicó la oferta de la misma.

El sistema de pastoreo continuo, caracterizado por una alta selectividad sobre la pastura por parte del animal, que determina gran heterogeneidad de la defoliación (Murillo Flores, 1999), habría provocado situaciones de sobrepastoreo y subpastoreo que llevaron a una disminución de la cobertura vegetal. Roberts (1980) señala que bajo pastoreo continuo con bajas cargas se presentan situaciones de subpastoreo que determinan la acumulación de material lignificado de bajo valor nutritivo, lo cual reduce

el área efectiva de pastoreo. Según Roncedo (2005), esta situación da lugar a que, en aquellos sectores del potrero (sobrepastoreados) en donde la pastura no realiza una ocupación efectiva del suelo, se instalen malezas invasoras de ciclos cortos y de fácil propagación con un gran crecimiento poblacional.

El uso continuo de la pastura sin períodos de descanso en la estación de crecimiento habría contribuido a una disminución de la capacidad de producción de la pastura, permitiendo el avance de malezas y la aparición de suelo desnudo, siendo esta observación coincidente con lo expresado por Nascimento Júnior y col (1994). Walker y col (1987) señalan que bajo pastoreo continuo, las pasturas más longevas de *Chloris gayana* (mayores de 5 años) expresan una disminución de la población y producción de materia seca. Lo expuesto parecería indicar que el pastoreo continuo con una carga animal de 2 cab/ha no sería el único responsable de la degradación del sistema. La producción de la pastura y su persistencia son una respuesta integral a numerosas variables que actúan sobre ella (Jones, 1983), siendo determinante para el caso particular del presente ensayo la variabilidad y distribución de las lluvias registradas, que como se señalara anteriormente, constituyen una característica de la subregión de la LDS de Tucumán.

Considerando que las condiciones climáticas y de suelo fueron idénticas para ambos modelos, las decisiones de manejo (principalmente los sistemas de pastoreo) podrían determinar diferencias en los parámetros de producción primaria evaluados.

A continuación se presentan los resultados encontrados para el modelo físico mejorado.

#### Modelo Físico Mejorado:

##### Forraje ofrecido durante el período invierno-primaveral

Parte del crecimiento estival de las pasturas fue diferido para su consumo en pie en el período invernal. Las fechas de clausura de los potreros se determinaron en función de los antecedentes sobre el tema (De León y col., 1995a; Ricci y Guzmán, 1992) y las condiciones climáticas particulares de cada año. En el cuadro 35 se muestran los valores de materia seca ofrecida durante el período invierno-primaveral.

**Cuadro 35: Forraje ofrecido (kg MS/ha) en el período invierno-primaveral**

		Invernada		
		2001-2002	2002-2003	2003-2004
kg de materia seca/ha ofrecida	Junio	5014 a	4800 a	4750 a
	Julio			
	Agosto			
	Septiembre	4900 a	5100 a	4800 a
	Octubre			

\*Letras diferentes en filas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

El manejo de la pastura establecido permitió que la materia seca ofrecida durante este período no registrara diferencias significativas entre años. Los valores de oferta oscilaron entre 40 – 70 gr MS/kg PV. Si bien Ferrando y col (2000) al trabajar con diferidos de Buffel grass demostraron que asignaciones mayores de 70 gr MS/kg de peso vivo generaron mayores ganancias de peso vivo en animales suplementados, en este caso no fue posible superar ese valor ya que la asignación de forraje estuvo condicionada por la estructura de *Chloris gayana* cv Finecut. Durante el período experimental se observó que cuando se aumentaba el tiempo de clausura de la pastura se obtenía mayor producción de materia seca por unidad de superficie (7000 kg MS/ha), pero no totalmente disponible para el animal porque la planta no se mantiene erecta, influyendo además las condiciones climáticas de otoño e invierno.

#### Forraje ofrecido durante el período estival

La evaluación del forraje ofrecido al ingreso de los animales al pastoreo de los distintos potreros, permite conocer el comportamiento general de la forrajera a través de los años. Estos valores constituyen un elemento de referencia que permite optimizar el manejo de las pasturas, si bien no indican la potencialidad de la pastura, ya que los ensayos de evaluación de productividad requieren un diseño y seguimiento especializado. En el cuadro 36 se exponen los resultados de los 3 ciclos.

**Cuadro 36: Disponibilidad forrajera (kg MS/ha) al ingreso al pastoreo de los distintos potreros durante el período estival en el Modelo Físico Mejorado.**

		Invernada		
		2001-2002	2002-2003	2003-2004
kg de materia seca/ha ofrecida	Noviembre	1741 a	1908 a	1052 b
	Diciembre	2261 a	1844 b	1022 c
	Enero	2468 a	2642 a	1426 b
	Febrero	2893 a	3036 a	1644 b
	Marzo	2584 a	2001 b	2060 b
	Abril	2839 a	2723 a	2017 b

\*Letras diferentes en filas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ )

Los valores de oferta forrajera (kg MS/ha) para los animales en pastoreo directo no muestran estabilidad entre meses de diferentes años. Se observa una disminución significativa de dicho parámetro en el tercer ciclo de producción, siendo esta tendencia, aunque no la intensidad, coincidente con lo señalado para el MFT. Dicho decrecimiento resulta más evidente aún, cuando incorporamos al análisis los tiempos de descanso necesarios para recuperación de las pasturas y la cantidad de materia seca obtenida para la confección de reservas (Cuadros 37 y 38).

**Cuadro 37: Tiempos de ocupación y descanso de las pasturas**

	2001-2002	2002-2003	2003-2004
Tiempo de ocupación de la pastura (días)	Invierno: 39±13 Verano: 11±3	Invierno: 38±11 Verano: 11±2	Invierno: 37±10 Verano: 10±3
Tiempo de reposo de la pastura (días)	Verano: 31±11	Verano: 35±6	Verano: 40±5

**Cuadro 38: Reservas realizadas durante el verano para los tres ciclos de crecimiento de las pasturas.**

Invernada	Pastura: <i>Chloris gayana</i>	Período de corte	Nº de rollos	Kg de MS obtenida
2000-2001	Finecut		100	10800
2001-2002	Finecut	3/1/02 al 13/2/02	145	15312
	Callide		14	1478
2002-2003	Finecut	16/1/03 al 18/2/03	97	10476
2003-2004	Finecut	9/3/04 al 12/4/04	50	5400

El tercer ciclo productivo muestra un significativo aumento de los días de reposo necesarios para recomponer el forraje disponible. El número de rollos obtenidos fue inferior a los años anteriores y el momento de realización se desplazó hacia fines del verano y principios de otoño. No podría descartarse totalmente una

disminución natural de la producción forrajera por el paso del tiempo. Aunque para Viglizzo (1994) la extracción de nutrientes del suelo en una ganadería pastoril es menor que en una agricultura de cosecha, Robbins y col. (1987) expresan que la productividad de todas las pasturas tropicales declina con los años mostrando una menor tasa de crecimiento y en el mismo sentido se manifiestan Macedo (1993) y Macedo y Zimmer (1993).

La producción de los potreros del MFM y su evolución puede ser analizada en función de los resultados obtenidos en los controles de mantillo y cobertura, definidos como indicadores de estado de la pastura en esta experiencia. (Cuadros 39, 40 y 41).

**Cuadro 39: Mantillo (gr MS/m<sup>2</sup>) existente para una pastura de *Chloris gayana* cv. Finecut, sometida a un manejo rotativo racional en el Modelo Físico Mejorado.**

	Mantillo (grMS/m <sup>2</sup> )		
	Septiembre	Enero	Junio
Ciclo 2002-2003	420 a	292 b	440 a
Ciclo 2003-2004	415 a	280 b	452 a

\*Letras diferentes en columnas y filas indican diferencias significativas (p<0.05)

**Cuadro 40: Valores de cobertura vegetal (%) de *Chloris gayana* cv Finecut en sometida a un manejo rotativo racional en el Modelo Físico Mejorado..**

	Cobertura vegetal %			
	<i>Chloris gayana</i> cv Finecut	Mantillo	Malezas	Suelo desnudo
2003	71 a	23 a	6 a	0 a
2004	74 a	26 a	0 b	0 a

\*Letras diferentes en columnas indican diferencias significativas (p<0.05).

**Cuadro 41: Valores de cobertura vegetal (%) de *Chloris gayana* cv Callide en sometida a un manejo rotativo racional en el Modelo Físico Mejorado.**

	Cobertura vegetal %			
	<i>Chloris gayana</i> cv Finecut	Mantillo	Malezas	Suelo desnudo
2003	75 a	21 a	4 a	0 a
2004	74 a	20 a	6 a	0 a

\*Letras diferentes en columnas indican diferencias significativas (p<0.05).

Al analizar comparativamente la información de los cuadros precedentes con los valores de cobertura vegetal y mantillo depositado en el MFT (Cuadros 33 y 34) se encuentra que, a pesar de las variaciones en la distribución de las lluvias entre y dentro de años, en el caso del MFM estos indicadores se mantuvieron estables. Roncedo (2005) establece que los potreros con pastoreo rotativo registran un mayor

rebrote que aquellos que han tenido pastoreo continuo y carga animal igual o menor; y que el descanso favorece la recomposición del tejido fotosintético.

Jones y Jones (1989) evaluaron durante 6 años una pastura fertilizada de *Chloris gayana* cv Samford sometida a dos sistemas de pastoreo (continuo y rotativo) con una carga animal de 5 novillos/ha. Dichos autores encontraron, en el cuarto año de evaluación, después de un período de sequía un aumento significativo de la cantidad de malezas presentes, siendo dicho incremento de un 12% bajo pastoreo continuo y un 4% bajo pastoreo rotativo.

La evolución del mantillo en el MFM que se presenta en el cuadro 39 muestra un equilibrio entre la tasa de deposición y descomposición y esto es coincidente con lo presentado por Rezende y col. (1999), quienes trabajando con *Brachiaria humidicola*, encontraron escasa variación para el efecto año con valores anuales de mantillo de 196 gr/m<sup>2</sup>. Al respecto, Boddey y col. (2004) encontraron que, más allá del período, el mantillo existente y depositado durante el año fue relativamente constante. El primero varió entre 74 y 117 gr/m<sup>2</sup> y la tasa de deposición entre 49 y 73 gr/m<sup>2</sup>. La diferencias con los valores absolutos encontrados por estos autores en zonas tropicales (sin estación seca marcada) pueden explicarse parcialmente por las condiciones climáticas (precipitaciones y temperatura), que inducen altas tasas de descomposición.

Para las condiciones ecológicas de la llanura deprimida salina se observó, dentro de cada año, una disminución estacional del material depuesto. Dicho resultado puede considerarse un producto de la alta tasa de descomposición durante el período estival. En el período de menor temperatura la tasa es inferior, estabilizándose nuevamente el valor de mantillo existente.

Al analizar los valores de cobertura es posible complementar las consideraciones efectuadas con respecto al mantillo.

El sistema se mantiene estable entre años. El control de malezas y la baja proporción de suelo desnudo evidencian un manejo favorable en función de las características externas e internas del MFM. La implementación del pastoreo rotativo permitió un mejor control de la superficie cosechada por el animal que el pastoreo continuo, a pesar que el primero presentó mayores cargas por efecto de la suplementación. Esta

última constituye un factor de ajuste del consumo de pastura, sobre todo en situaciones de restricción forrajera.

En relación al manejo es necesario considerar que el desmalezado realizado para mantenimiento de las pasturas y/o la confección de rollos actúa favorablemente en el control de las malezas. Esta práctica resulta muy beneficiosa para el sistema ya que impide el desarrollo de numerosas especies leñosas y herbáceas. En igual sentido se manifiestan Dutra y col., (2000) y Berti (1999), quienes proponen el control mecánico (uso de la desmalezadora) de malezas como apoyo para el manejo de la pasturas, ya que el mismo permite el control de especies herbáceas invasoras de crecimiento erecto y arbustivas.

El comportamiento de *Chloris gayana* cvs Finecut y Callide muestra a las mismas como pasturas adaptadas a las condiciones de la llanura deprimida, cuando son sometidas a un pastoreo racional, ya que no se registra disminución en los parámetros analizados (cobertura vegetal y mantillo depositado) acorde al criterio expuesto por Milton de Andrade y col, (1999) y resulta contrastante con los resultados alcanzados también con *Chloris gayana* cv Finecut cuando fue sometida a pastoreo continuo en el MFT.

En cuanto a la calidad del forraje, el resultado de los análisis efectuados se muestra en los cuadros 42, 43 y 44.

**Cuadro 42: Calidad de *Chloris gayana* cv Finecut a distintos estados fenológicos.**

Pastura	Estado fenológico	Materia seca (%)	Proteína bruta		Fibra detergente neutro (%)		Fibra detergente ácido (%)		Digestibilidad (%)	
			(%)	CV %	CV %	CV %	CV %	CV %		
<i>Chloris gayana</i> cv Finecut	Prefloración	23	9,0	12	73,4	3	40,3	10	59,9	3
	Floración (80 – 100%)	28	6,8	15	76,2	2	45,4	5	50,1	4
	Diferido	40	5,5	16	80,1	4	51,8	6	48,2	4

**Cuadro 43: Calidad de *Chloris gayana* cv Callide a distintos estados fenológicos.**

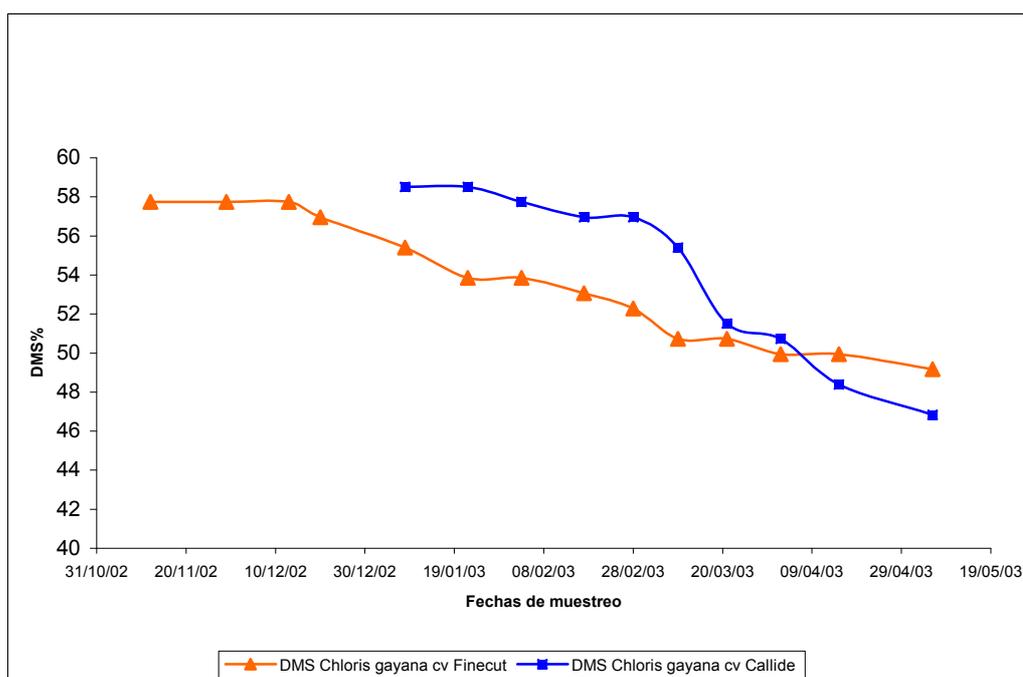
Pastura	Estado fenológico	Materia seca (%)	Proteína bruta (%)	CV %	Fibra detergente neutro (%)	CV %	Fibra detergente ácido (%)	CV %	Digestibilidad (%)	CV %
<i>Chloris gayana</i> cv Callide	Prefloración	24	8,5	13	71,3	7	40,1	4	60,1	9
	Floración (80 – 100%)	28	6,3	11	78,6	6	47,9	6	49,8	8

**Cuadro 44: Calidad de *Chloris gayana* cv Finecut henificada.**

Pastura	Estado	Materia seca (%)	Proteína bruta (%)	CV %	Fibra detergente neutra (%)	CV %	Fibra detergente ácida (%)	CV %	Digestibilidad (%)	CV %
<i>Chloris gayana</i> cv Finecut	Reserva (rollos)	88	6,8	10	77,9	9	45,1	7	54	6

En coincidencias con los antecedentes bibliográficos se registraron marcadas diferencias de calidad en estados fenológicos contrastantes.

Respecto a los valores de digestibilidad que se presentan en la fig. 9, las diferencias a favor del cultivar Callide en los meses de diciembre a marzo son coincidentes con experiencias citadas por Taramoto (2005), respecto a la menor sensibilidad al fotoperíodo de los cultivares tetraploides de *Chloris gayana* y al encañar más tardíamente mantienen mayor calidad en el verano (Ricci y col., 1995). Resulta interesante destacar que estos resultados justificarían la elección de una especie diploide y otra tetraploide por su complementariedad.



**Fig. 9: Digestibilidad de *Chloris gayana*, cvs Callide y Finecut, durante su ciclo de producción**

El corte mecánico de la pastura para la confección de rollos resultó fundamental para mejorar la calidad de la oferta de materia seca tanto en invierno como en verano. En el período estival permitió regular el consumo de la pastura con un límite del 50% de floración. Parte de las reservas de forrajes fueron suministradas a los animales, lo que indica que a las funciones asignadas a las mismas en el MT se agrega una más y esta es:

- Aportar calidad a la deficiencia estacional de producción de forrajes (que afecta tanto la cantidad como la calidad disponible) mediante la transferencia parcial de la producción estival. y la utilización de rollos en el invierno presentó claras ventajas nutricionales respecto al forraje diferido.

Esto guarda estrecha relación con la calidad de los diferidos, el consumo y con las características de la suplementación.

### **1.3 Producción secundaria**

#### **1.3.1 Resultados físicos**

A continuación se presentan los resultados obtenidos para cada ciclo de producción del modelo físico tradicional (Cuadro 45). Se consideró al período invernal como el comprendido entre los meses de junio-julio y octubre y al período estival entre los meses de noviembre a mayo - junio.

**Cuadro 45. Resultados físicos para los tres ciclos de invernada en el modelo físico tradicional**

Datos de producción		Ciclo de invernada		
		2001-2002	2002-2003	2003-2004
Peso vivo inicial (compra)	Kg/cab	140 b	145 b	168 a
Peso fin de Invierno	Kg/cab	148 b	152 b	174 a
Peso vivo final (venta)	Kg/cab	259 a	256 a	258 a
Carga	Kg/ha/año	399	401	426
Carga	Cab/ha/año	2	2	2
Producción	Kg/ha/año	238	222	180
Producción	Kg/cab/año	119	111	90
Ganancia de peso – Ciclo	Kg/cab/día	0,326 a	0,304 a	0,247 b
Ganancia de peso - Invierno	Kg/cab/día	0,060 a	0,055 a	0,050 a
Ganancia de peso - Verano	Kg/cab/día	0,480 a	0,430 a	0,345 b
Peso medio	Kg/cab	200	201	213
Suplementación	kg/cab/año	0	0	0
Rollos	unidades/cab	0	0	0
Mortandad anual	%	0	0	0
Duración de la invernada	días	365	360	363

En filas distintas letras indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

Las ganancias de peso individuales se hallan fuertemente condicionadas por la cantidad y calidad del forraje consumido.

Los bajos aumentos medios diarios registrados durante el invierno (60, 55 50 gr/día para 2001-2002, 2002-2003 y 2003-2004 respectivamente) se explican porque los forrajes diferidos no cubren las exigencias nutricionales que demanda la invernada (De León, 2004a) y coinciden con Ferrando y col (2000), Candotti y Berti (2000a) y Peuser (1994) quienes indican que las ganancias de peso esperadas en novillitos y terneras que consumen este tipo de pasturas es baja, oscilando entre 50 y 200 gr/día, y en algunas ocasiones dan como resultado pérdidas de peso. La mayor limitante de los forrajes diferidos, está vinculada al valor nutritivo de los mismos (Candotti y Berti, 2000b), pero el MFT puede presentar también restricciones en la oferta forrajera al no efectuarse controles sobre la producción primaria ni previsiones para el período invernal.

Durante el período estival se registraron ganancias de peso compatibles con una invernada de 18 – 24 meses de duración. Holgado (2003); Holgado y Orellana (2000); Pérez (2000) y De León (2004a), encontraron que en situaciones de pastoreo con gramíneas tropicales, el forraje verde sólo asegura un ritmo de crecimiento entre 350 y 550 gr/día.

Pérez<sup>6</sup> (1999) trabajando con *Chloris gayana* cv Callide en la LDS obtuvo ganancias de peso vivo de 0,430 kg/día con novillos de 350 kg de PV promedio, en un período de pastoreo desde el 30/12/1999 – 19/4/2000.

En la presente experiencia los aumentos medios diarios de verano y consecuentemente del ciclo productivo disminuyeron significativamente en el último ciclo productivo. Esto pareciera estar relacionado con una disminución de la cobertura de *Chloris gayana* cv Finecut, lo que determinó una menor oferta forrajera.

Dado el peso y condición corporal, los novillitos debieron permanecer en el campo continuando con su recría. Este resultado guarda relación directa con lo expuesto por Pérez (2000), quien establece un tiempo de duración del proceso de invernada tradicional para la LDS de 24 a 30 meses, no pudiéndose cumplir el objetivo de lograr el acondicionamiento para faena de los animales en 12 meses y efectuar la correspondiente evaluación del producto (canal-carne). Latimori y Kloster (2003) indican que cuando los novillos atraviesan su segundo año de crecimiento y/o engorde sobre sistemas pastoriles, presentan una importante ineficiencia en la transformación del forraje en la ganancia de peso. Esto ocurre fundamentalmente por la gran cantidad de nutrientes que deben destinarse al mantenimiento de sus funciones corporales. Los mismos autores señalan que como agravante de la situación estos animales deben enfrentar su segundo invierno en condiciones normalmente limitantes de disponibilidad forrajera, generándose como resultado una muy pobre evolución del peso vivo durante este período, lo que dificultará aún mas las posibilidades de su futura terminación.

En la fig. 10 se presenta en forma esquemática el resultado del MFT, en el que se destaca que la obtención de novillitos de recría, los cuales tendrán dos caminos:

- permanecer en el campo hasta su terminación, lo que incrementa la carga del campo ante el ingreso de nuevos novillitos.
- ser comercializados para su acondicionamiento para faena en otros establecimientos.

---

<sup>6</sup> Ing. Zoot. Pedro Pérez. Informes internos al Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Tucumán.

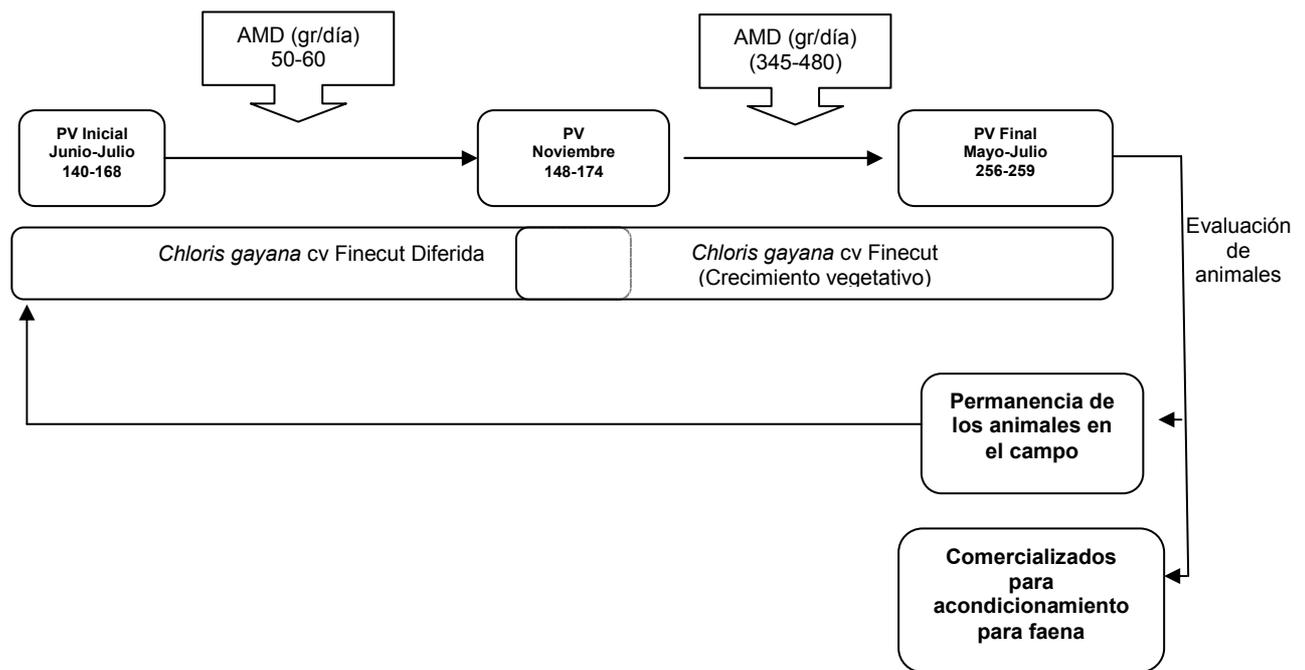


Figura 10: Esquema general del resultado del modelo físico tradicional

Las bajas productividades observadas son el fiel reflejo de la situación de numerosos establecimientos del NOA y del país en general. Los sistemas netamente pastoriles y poco tecnificados se encuentran estancados desde hace años, con bajos niveles de productividad y rentabilidad (Latimori y Kloster, 2003). Un camino para mejorar los modelos tradicionales de producción de carne es considerar la incorporación de tecnologías de procesos e insumos que permitan incrementar de manera sustentable la productividad de los mismos.

A continuación se presentan en el cuadro 46 los resultados físicos para el MFM.

**Cuadro 46. Resultados físicos para los tres ciclos de invernada en el Modelo Físico Mejorado**

Datos de producción		Ciclo de invernada		
		2001-2002	2002-2003	2003-2004
Peso vivo inicial (compra)	Kg/cab	139 b	142 b	170 a
Peso fin de Invierno	Kg/cab	235 b	235 b	257 a
Peso vivo final (venta)	Kg/cab	368 a	360 a	363 a
Carga	Kg/ha	507	502	533
Carga	Cab/ha	2	2	2
Producción	Kg/ha/año	526	534	520
Producción	Kg/cab	229	218	193
Ganancia de peso – Ciclo	Kg/cab/día	0,719 a	0,728 a	0,711 a
Ganancia de peso - Invierno	Kg/cab/día	0,716 a	0,748 a	0,720 a
Ganancia de peso - Verano	Kg/cab/día	0,720 a	0,714 a	0,709 a
Peso medio	Kg/cab	254	251	267
Suplementación	kg/cab	893	993	832
Rollos suministrados	unidades/cab	1,8	1,5	2,3
Mortandad anual	%	0	0	0
Duración de la invernada	días	318	299	271

En filas distintas letras indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

Las ganancias de peso vivo se mantuvieron estables durante los tres ciclos productivos, lo que se explica por el sistema de pastoreo propuesto y la incorporación estratégica de la suplementación. Esta última fue calculada en función de los controles efectuados sobre la producción primaria (cantidad y calidad de la misma), lo cual determinó que las características de los concentrados utilizados fuera diferencial según se trate del período invernal o estival.

La información de los cuadros 42 y 44 sobre la calidad de la base pastoril invernal y el objetivo de producción definió que en todos los casos el nivel de suplementación fuera del 1,4% del peso vivo de los animales. La oferta de diferido en cantidad y calidad (Cuadro 35) no mostró variaciones entre años, lo que sumado a la calidad del mismo (Cuadro 42), permitió que no difirieran los niveles de suplementación en invierno. En el cuadro 47 se muestra el detalle de los suplementos utilizados durante el período invernal en los 3 ciclos de invernada y la participación porcentual de los mismos en la materia seca ofrecida total. Las fuentes utilizadas para el aporte proteico dependieron de la disponibilidad en el mercado local, de la relación precio:valor nutritivo y que se cumplieran las restricciones impuestas por el Modelo Teórico. El suplemento proteico tuvo como objetivo suministrar 300 gr de proteína bruta/animal/día.

**Cuadro 47: Aporte de los diferentes alimentos utilizados durante el período invernal**

	% total de la materia seca suministrada		
	2001-2002	2002-2003	2003-2004
Grano de Maíz	38	39	40
Pellet Girasol	19	---	---
Gluten feed	---	30	31
Rollo CG cv Finecut	34	19	20
CG cv Finecut diferida	9	12	9

De acuerdo a lo expuesto en el cuadro anterior, el aporte de la pastura diferida al consumo total es muy bajo pudiendo explicarse esto, en alguna medida, por el efecto de sustitución señalado por Elizalde (2001) ya que el nivel de suplementación superó el 1% del peso vivo. A esto se suman las consideraciones efectuadas sobre la calidad, y ante ello es posible coincidir con De León (2004a) en cuanto a que este tipo de alimento, como único componente de la dieta, es adecuado para cubrir los requerimientos de un sistema de cría con servicios estacionados pero no cubre las exigencias nutricionales que demanda la invernada. Esta situación y dado que las características del modelo lo permitían, llevó a la utilización de rollos de las mismas pasturas efectuados en el período estival. Estos rollos, con una calidad superior al de la pastura diferida en pie (Cuadro 44) incrementó el consumo de forraje. Con la suplementación energético-proteica se logró, coincidiendo con lo expresado por Peuser (1994), mejorar la provisión de nutrientes, optimizar la fermentación ruminal y balancear los productos disponibles para cubrir el requerimiento animal y resultó imprescindible dadas las expectativas de ganancia de peso.

Durante el período estival la suplementación fue energética y permanente, acorde lo aconsejado por Peruchena (2005) y Hamilton y Dickie (1988). El alimento utilizado fue el grano de maíz quebrado. Los niveles de suplementación (Cuadro 48) se ajustaron en función de la calidad y disponibilidad de la pastura y de los requerimientos de los animales para el aumento medio diario esperado (NRC, 1984).

**Cuadro 48: Niveles de suplementación estival**

	Suplementación (% PV)		
	P1	P2	P3
2001-2002	0,5	0,8	1
2002-2003	0,5	0,8	1
2003-2004	0,6	0,8	1

Período 1 (P1): noviembre – febrero; Período 2 (P2): marzo – abril; Período 3 (P3): mayo

Los niveles de suplementación en este período son superiores a lo establecido por Holgado y Orellana (2000) trabajando con una base forrajera de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. Estos autores determinaron que una suplementación del 0,5% del peso vivo era suficiente y necesaria para alcanzar ganancias diarias del orden de los 700 gr/día, compatibles con la terminación de animales jóvenes en ciclos de 12 meses de duración. En el caso de esta experiencia, los cálculos teóricos efectuados durante los tres ciclos en los que se desarrolló el MFM indicaban la insuficiencia de ese nivel de suplementación si se lo mantenía constante durante todo el período

estival. Las diferencias podrían explicarse, al menos parcialmente, por la calidad de la pastura base (*Chloris gayana*, independientemente del cultivar) que resultó insuficiente para sostener ganancias de peso que permitiera alcanzar un nivel de terminación compatible con una alta calidad de producto.

Bajo las condiciones de manejo propuestas en este modelo fue posible acondicionar novillitos para faena en un ciclo de producción menor a 12 meses. Estos resultados son coincidentes con los de Peruchena (1996) y Peruchena y Sampedro (1996) quienes sobre la base de pasturas tropicales y utilizando granos y subproductos regionales, ajustaron las tecnologías de suplementación a las variaciones en la calidad forrajera, y establecieron que es posible realizar el engorde de novillos en ciclos cortos de 12-14 meses de duración, con ganancias de peso promedio de 500-700 gr/cab/día y con respuestas productivas del orden de 400-700 kg/ha/año.

Los planteos mejorados resultan muy estables en el tiempo, con variaciones en sus índices de productividad mucho más atenuados (Latimori y Kloster, 2003), que las oscilaciones climáticas anuales. A continuación se presenta en forma comparativa (Cuadro 49) el resultado de los tres ciclos de invernada para el MFT y el MFM.

**Cuadro 49. Comparación de cada uno de los ciclos de producción del modelo físico tradicional (MFT) y del modelo físico mejorado (MFM).**

Datos de producción		Ciclos de invernada					
		2001-2002		2002-2003		2003-2004	
		<u>MFT</u>	MFM	MFT	MFM	MFT	MFM
Peso vivo inicial (compra)	Kg/cab	140 a	139 a	145 a	142 a	168 a	170 a
Peso fin de Invierno	Kg/cab	148 b	235 a	152 b	235 a	174 b	257 a
Peso vivo final (venta)	Kg/cab	259 b	368 a	256 b	360 a	258 b	363 a
Carga	Kg/ha	399	507	401	502	426	533
Carga	Cab/ha	2	2	2	2	2	2
Producción	Kg/ha/año	238	526	222	534	180	520
Producción	Kg/cab	119	229	111	218	90	193
Ganancia de peso – Ciclo	Kg/cab/día	0,326 b	0,719 a	0,304 b	0,728 a	0,247 b	0,711 a
Ganancia de peso - Invierno	Kg/cab/día	0,060 b	0,716 a	0,055 b	0,748 a	0,050 b	0,720 a
Ganancia de peso - Verano	Kg/cab/día	0,480 b	0,720 a	0,430 b	0,714 a	0,345 b	0,709 a
Peso medio	Kg/cab	200	254	201	251	213	267
Suplementación	kg/cab	0	893	0	993	0	832
Rollos suministrados	unidades/cab	0	1,8	0	1,5	0	2,3
Mortandad anual	%	0	0	0	0	0	0
Duración de la invernada	días	365	318	360	299	363	271

Para cada ciclo de invernada en filas distintas letras indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ )

Los indicadores físicos analizados muestran al MFM como superador de las limitaciones del MFT. Coincidiendo con lo expuesto por Latimori y Kloster (2003), la inserción estratégica de recursos alimenticios de alta concentración energética permitió aumentar la carga animal y las ganancias individuales y posibilitó el acondicionamiento de novillitos para faena en un lapso inferior a 12 meses.

El aporte de la suplementación fue especialmente importante durante el período invernal, momento en el que se presentan las mayores deficiencias nutricionales de la pasturas tropicales. Según Orellana (2002) las gramíneas tropicales con altos valores de FDN, afectan negativamente el rendimiento en tanto que la inclusión de la suplementación modifica la composición tisular de la res, disminuye el peso y contenidos ruminales, aumenta el engrasamiento total, el peso de la media res, el rendimiento y disminuye la edad a faena.

Latimori y Kloster (2003), expresan que los sistemas de alta productividad realizados sobre una base forrajera con un importante componente de pasturas perennes, se destacan por su capacidad de adaptarse a distintas contingencias (climáticas, relación de precios insumo:producto, demanda) sin variar sustancialmente sus factores de producción. Esta posición se ratifica con los resultados del presente trabajo, ya que al comparar la productividad del MFT y del MFM, se encuentra que este último se destaca por su estabilidad a través del tiempo.

### 1.3.2.- Calidad de la res y de la carne

Los resultados obtenidos y que se muestran en el cuadro 50, califican a las reses como de novillitos (NT) de conformación superior (B).

**Cuadro 50: Calidad de la res y de la carne de los animales del Modelo Físico Mejorado en función de los ciclos de invernada**

	Tipificación Conformación Terminación	Rendimiento de res (%)	Peso de media res (kg)	pH de la res (24 hs)	Espesor de grasa dorsal (mm)	Área de ojo de bife (cm <sup>2</sup> )	pH de la carne
Invernada 2001-2002	NTB1	57,9 a	103 a	5,67 a	6,8 a	61,7 a	5,53 a
Invernada 2002-2003	NTB1	57,4 a	105 a	5,56 a	7,3 a	63,3 a	5,59 a
Invernada 2003-2004	NTB1	57,3 a	106 a	5,58 a	7,1 a	63,7 a	5,53 a

\*Letras distintas en columnas indican diferencias significativas (p<0.05).

El grado de terminación (1) y el espesor de grasa dorsal (6,8 – 7,3 mm) se encuentran dentro de los criterios de comercialización aceptados en Argentina, los cuales van entre 5 y 8 mm, con un grado de gordura 1 en la tipificación (Orellana, 2003). Orellana (2002) establece que valores de 6,5 mm de espesor de grasa dorsal son suficientes y necesarios para impedir el rápido acortamiento de la fibra muscular por frío, que es uno de los factores que determina la terneza.

Los valores de rendimiento de res encontrados son coincidentes con los de Orellana (2003) (57,4%) y Garriz y col., (1998) (57,5%), siendo considerados normales según la clasificación de Garriz y col., (1998) para novillitos y novillos braford en sistemas de alimentación pastoril con suplementación. Valores inferiores fueron obtenidos por Capellari y col., (2002) en biotipos 3/8 braford (52,2%) y en 5/8 braford (54,2%), cuando la alimentación fue puramente pastoril.

El valor medio de pH de las canales no superó 5,7 en los tres ciclos evaluados, resultando adecuado según el criterio establecido por Cabrero (1991), quien determinó valores óptimos de pH entre 5,50 – 5,70 en el músculo *Longissimus dorsi*. Estos resultados son coincidentes con lo encontrado por Orellana (2003) (5,58) y Orellana y Castilla (2002) (5,5 - 5,7) en canales de novillos braford con alimentación suplementaria de grano y manejo técnico.

Los valores de pH de la carne determinados resultan coincidentes con los encontrados por Picallo (2000) en novillitos braford de 12 meses de invernada. Este factor es importante ya que se relaciona con la terneza, siendo esta última mayor cuando el pH de la carne es menor a 5,8, disminuyendo en el rango entre 5,8 y 6,3.

Según Latimori y col. (2002) un producto de buen valor nutritivo e inocuo desde el punto de vista de su contenido de sustancias contaminantes, será aceptado por gran parte de la demanda, aunque en la opinión de Orellana (2002) los parámetros de calidad del ganado, res y carne vacuna varían según el sector de la cadena agroalimentaria que se trate. Si el análisis se efectúa sobre parámetros objetivos, se encuentra que los diferentes sistemas de producción (exclusivo a pasto; pastoril con suplementación o encierre a corral) entregan productos diferentes y definen en gran medida su calidad. Tradicionalmente la comercialización de novillos en el NOA se realiza luego de períodos de invernada de 20 a 24 meses de duración, lo que determina una escasa calidad de las reses.

En esta experiencia, en el MFM, se logró un ritmo de ganancia de peso sostenido, en un lapso inferior a los 12 meses, permitiendo que la composición tisular de la res alcance una buena calificación. Sobre el particular Orellana (2003) expresa que una de las ventajas de la invernada corta de un año de duración en sistemas pastoriles de buena calidad y alta ganancia media diaria es la producción de animales livianos, precoces y aptos para la demanda del consumo interno.

Coincidiendo con este criterio, Latimori y Kloster (2003) indican que la incorporación de tecnología posibilita perfilar un proceso productivo más estable y con mejor calidad y homogeneidad de producto, pero estos autores agregan que a los aspectos tradicionales que determinaban la calidad del producto, en los últimos años se han incorporado aspectos más generales y periféricos al producto en si mismo, y que tienen que ver con cómo y en qué condiciones fue producido, cuán verificable es el proceso y con qué consecuencias para el medio ambiente.

Atendiendo a este último aspecto señalado y a los antecedentes aportados por numerosos autores respecto a la importancia de la liberación de metano por los bovinos en sistemas pastoriles (Johnson y Johnson, 1995; Pavao-Zuckerman y col., 1999; Kurihara y col., 1999), se presenta a continuación, y en forma comparativa, el resultado de las estimaciones realizadas en los dos modelos físicos (MFT y MFM).

#### **1.4.- Estimación de la liberación de metano**

En función de la calidad de los recursos alimenticios (Cuadros 42, 43 y 44) y del consumo de materia seca (Cuadro 51), se efectuó la estimación de la liberación de metano para el MFT y el MFM en el ciclo de invernada 2003-2004 (Cuadro 52).

**Cuadro 51: Estimación del consumo de materia seca (CMS) para el modelo físico tradicional (MFT) y el modelo físico mejorado (MFM)**

		MFT	MFM
CMS (kg MS/100 kg PV)	Invierno	1,3	2,4
	Verano	2,5	2,7

**Cuadro 52: Estimaciones de las liberaciones de metano para el Modelo Físico Tradicional (MFT) y el Modelo Físico Mejorado (MFM)**

Ciclo de invernada		MFT	MFM
Emisión de metano			
Invierno	(KgCH <sub>4</sub> /Nov/Día)	0,055a	0,098b
	(KgCH <sub>4</sub> /Kg de PV)	0,053a	0,058b
Verano	(KgCH <sub>4</sub> /Nov/Día)	0,072a	0,165b
	(Kg/Kg de PV)	0,077a	0,090b
Ciclo	(KgCH <sub>4</sub> /Nov/Día)	0,065a	0,131b
	(KgCH <sub>4</sub> /Kg de PV)	0,063a	0,074b
	(KgCH <sub>4</sub> /Nov/Ciclo)	24	35
	(KgCH <sub>4</sub> /Nov/Año)	24	48

\*Letras diferentes en filas indican diferencias significativas ( $p < 0.05$ ). PV: peso vivo

Los resultados de MFT (24 kg CH<sub>4</sub>/Nov/Año) se asemejan a lo establecido por el IPCC (1996), para sistemas de baja productividad de África, el Medio Oriente y la India, donde se reportan valores de 25 - 32 kg CH<sub>4</sub>/Año, en tanto que el valor de 48 kg CH<sub>4</sub>/Nov/Año encontrado en MFM, es coincidente con lo reportado por numerosos autores para sistemas de producción semejantes (Carmona y col, 2005; Primavesi y col, 2004; Kurihara y col, 1999; DeRamus y col, 2003; Berra y col, 1999; IPCC, 1996).

Al expresar los resultados en estos parámetros encontramos que, en términos absolutos, la producción de metano se incrementó a medida que aumentó el consumo de energía, por ello en el MFM se registran mayores valores de liberación de dicho gas (kg CH<sub>4</sub>/novillo/día, Kg/Nov/Ciclo y Kg/Nov/Año) que el sistema puramente pastoril (MFT) y en ese sentido se coincide con Carmona y col. (2005), quienes encontraron una relación lineal positiva entre la producción de metano (gr/día) y el consumo de materia seca.

Ahora bien, diversos antecedentes sobre el tema (Johnson y Johnson, 1995; Santoso y col., 2004; Viglizzo y Roberto, 1997) hacen referencia a la posibilidad de disminuir las emisiones de CH<sub>4</sub> del ganado mediante la intervención en los procesos (manejo pastoril) o mejorando la eficiencia de uso de la energía de los alimentos,

introduciendo la relación “liberación de metano por unidad de producto”. En el cuadro 53 se presentan los resultados en función de esta relación

**Cuadro 53: Estimaciones en función de producto, de la liberación de metano en el Modelo Físico Tradicional (MFT) y en el Modelo Físico Mejorado (MFM)**

Ciclo de invernada		MFT	MFM
Emisión de metano			
Invierno	(KgCH <sub>4</sub> /Kg de PV producido)	2,755b	0,172a
Verano	(kgCH <sub>4</sub> /kg de PV producido)	0,207a	0,215a
Ciclo			
	(KgCH <sub>4</sub> /Kg de PV producido)	1,435b	0,194a
	(KgCH <sub>4</sub> /Nov Terminado)	71	35

\*Letras diferentes en filas indican diferencias significativas (p<0.05). PV: peso vivo

Kurihara y col. (1999), acuerdan con esta forma de expresar los resultados y la consideran recomendable para el planteo de un sistema productivo comercial sustentable, dado que se obtiene información sobre la eficiencia del proceso y aparecen como índices más adecuados. Estos mismos autores señalan que la asociación entre ganancia de peso (kg/día) y producción de metano (gr/kg de ganancia de peso vivo) es de tipo curvilínea descendente, sugiriendo que con dietas que posibiliten una respuesta animal alta en términos de ganancia de peso, la producción de metano es menor.

En el caso del MFM la utilización de un sistema de pastoreo rotativo racional (tecnología de manejo) y suplementación (tecnología de insumos), tuvo un efecto positivo al reducir significativamente la cantidad de “metano liberado por unidad de producto obtenido” con respecto a los valores del MFT. La suplementación permitió, en el MFM, optimizar los procesos digestivos ruminales durante el período invernal, momento en que la calidad de la pastura no cubre los requerimientos de novillitos en una invernada corta, tal como lo señala Santoso y col., (2004).

Los 2,755 kg CH<sub>4</sub>/Kg producido (MFT), es un valor próximo a lo encontrado por Preston y Leng (1989), quienes trabajando con rumiantes alimentados con heno de baja calidad establecieron valores de 2 kgCH<sub>4</sub>/kg de carne producido.

Los resultados obtenidos permiten relacionar el tema de la liberación de metano en los sistemas ganaderos pastoriles con el riesgo de utilización de la energía fósil, aspecto que Gómez y col. (1986) señalan como otro de los indicadores de sostenibilidad de los sistemas y que se expresa en términos de eficiencia (en este caso: kg de PV producido/Mcal energía fósil utilizada).

### **1.5.- Estimación del riesgo de utilización de energía fósil**

La estimación del riesgo de utilización de energía fósil para el MFT y el MFM se realizó acorde la metodología descrita en el capítulo III. (Cuadro 54)

**Cuadro 54: Estimaciones del riesgo de utilización de la energía fósil (EF) para el modelo físico tradicional (MFT) y el modelo físico mejorado (MFM)**

Modelos	Producción de carne (kg/ha/año)	Eficiencia utilización de la EF (kg de peso vivo/Mcal)
MFT	213	0,405
MFM	560	1,100

Estos resultados permiten su análisis desde dos perspectivas. Por una parte la posición de Hetschmidt y col (2004) que relacionan la sustentabilidad con los sistemas pastoriles de producción que utilizaban los indígenas y con la menor dependencia de recursos externos finitos y por otra, la de Viglizzo y Gingins (1982), quienes plantean la necesidad de caracterizar sistemas capaces de sostener niveles elevados de producción con insumos relativamente bajos de energía fósil, posición compartida por DeRamus y col. (2003), que se refiere a la eficiencia en el uso de los alimentos por unidad de producto (carne, leche o trabajo) y por Henning y col. (2001), quienes consideran que ya están identificadas tecnologías de procesos e insumos que permiten incrementar la eficiencia de la producción ganadera.

En este caso, al igual que se hizo con el tema de la emisión de metano, el criterio adoptado para analizar los resultados será la relación entre la producción y la energía fósil utilizada, porque se coincide en la necesidad de que la intensificación de los sistemas pastoriles debe ser evaluada en forma integral. En ese sentido el modelo tradicional de bajos insumos (MFT) no mostró eficiencia en situaciones en donde la calidad y cantidad de las pasturas deben ser reguladas por el aporte externo de suplementos energéticos y proteicos. En cuanto al MFM, la aplicación de tecnología de manejo en el sistema pastoril pareciera disminuir sensiblemente el efecto del ingreso de insumos externos al modelo, lográndose comparativamente, valores de eficiencia de utilización de la energía fósil superiores que en el MFT. Astier y Masera (1996) indican que este parámetro puede ser utilizado, por parte del sistema, para evaluar la capacidad de regulación y control de sus interacciones con el exterior y lo denominan autosuficiencia o autogestión.

## **1.6.- Margen Bruto**

Los valores de producción física y el control de sus indicadores se complementa con los resultados económicos, por lo que se realizó el análisis del margen bruto para la actividad. Los valores utilizados para el cálculo de los resultados económicos fueron actualizados a julio de 2006.

Alippe y Satorre (2001), destacan que el resultado económico del negocio ganadero resulta de la combinación e interacción de numerosas variables, entre las que se puede mencionar principalmente a la carga animal, relación compra venta y costos de producción. Los modelos físicos planteados muestran diferencias importantes entre dichas variables, lo que determinará la sustentabilidad económica del sistema.

Cabe aclarar que para el modelo físico tradicional, no habiéndose logrado el objetivo de acondicionar los animales para faena en un lapso máximo de 12 meses, se consideró su precio de venta en un valor equivalente a novillitos de recría para su engorde y terminación fuera del sistema.

En los siguientes cuadros (Cuadros 55 y 56) se presenta el resultado económico de ambos modelos físicos.

**Cuadro 55. Resultado económico para los tres ciclos de invernada del modelo físico tradicional**

<b>Margen bruto (\$/ha/año)</b>	2001-2002	2002-2003	2003-2004
<b>Gastos (\$/ha/año)</b>			
Compra de terneros <sup>(1)</sup>	742	769	890
Personal <sup>(3)</sup>	22	22	22
Sanidad	22	22	22
Suplementación	0	0	0
Mantenimiento de pasturas	0	0	0
Rollos utilizados (compra)	0	0	0
Amortización de pasturas	50	50	50
<b>Costo directo total (\$/ha/año)</b>	<b>836</b>	<b>863</b>	<b>984</b>
<b>Ingresos (\$/ha/año)</b>			
Venta de novillos de recría <sup>(2)</sup>	1009	997	1006
Rollos producidos (venta)	0	0	0
<b>Ingreso bruto (\$/ha/año)</b>	<b>1009</b>	<b>997</b>	<b>1006</b>
<b>Margen bruto con amortización (\$/ha/año)</b>	<b>173</b>	<b>134</b>	<b>21</b>

(1) Precio del ternero (primer semestre 2006): 2,5 \$/kg + 6% gastos comercialización

(2) Precio del novillo de recría (primer semestre 2006): 2,05 \$/kg – 5% gastos de comercialización

(3) Se consideró 1 persona por cada 1000 cabezas

**Cuadro 56. Resultado económico para los tres ciclos de invernada del modelo físico mejorado**

<b>Margen bruto (\$/ha/año)</b>	2001-2002	2002-2003	2003-2004
<b>Gastos (\$/ha/año)</b>			
Compra de terneros <sup>(1)</sup>	737	753	901
Personal <sup>(3)</sup>	44	44	44
Sanidad	22	22	22
Suplementación	487	482	452
Mantenimiento de pasturas	23	23	23
Rollos utilizados (compra)	29	26	43
Amortización de pasturas	25	25	25
<b>Costo directo total (\$/ha/año)</b>	<b>1366</b>	<b>1374</b>	<b>1510</b>
<b>Ingresos (\$/ha/año)</b>			
Venta de novillitos <sup>(2)</sup>	1678	1704	1795
Rollos producidos (venta)	70	43	22
<b>Ingreso bruto (\$/ha/año)</b>	<b>1748</b>	<b>1747</b>	<b>1817</b>
<b>Margen bruto con amortización (\$/ha/año)</b>	<b>382</b>	<b>373</b>	<b>307</b>

(1) Precio del ternero (primer semestre 2006): 2,5 \$/kg + 6% gastos comercialización

(2) Precio del novillito para faena (primer semestre 2006): 2,2 \$/kg – 5% gastos de comercialización

(3) Se consideró 1 persona por cada 500 cabezas

Las diferencias entre modelos se incrementan con el paso del tiempo, lo cual es coincidente con lo ocurrido con los resultados físicos. La inestabilidad del MFT pareciera estar directamente relacionada con la falta de flexibilidad ante situaciones

externas desfavorables. Con respecto a estas últimas podemos destacar situaciones de sequía e inundaciones temporarias (ciclos 2002-2003 y 2003-2004) y el elevado peso de ingreso de los terneros en el ciclo 2003-2004.

Esta situación llevó a efectuar un análisis de los datos de margen bruto de cada modelo (Cuadro 57) asignando el valor 100 a los resultados del primer ciclo (fig. 11).

**Cuadro 57. Resultados económicos para los tres ciclos de invernada del Modelo Físico Tradicional (MFT) y del Modelo Físico Mejorado (MFM).**

<b>Margen bruto con amortización</b> <b>(\$/ha/año)</b>	2001-2002		2002-2003		2003-2004	
	MFT	MFM	MFT	MFM	MFT	MFM
	<b>173</b>	<b>382</b>	<b>134</b>	<b>373</b>	<b>21</b>	<b>307</b>

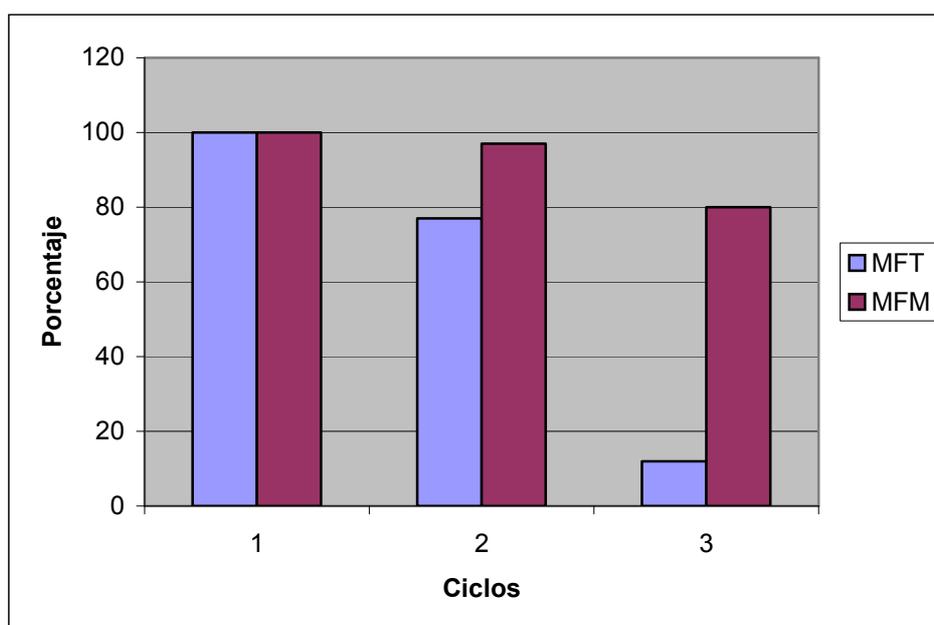


Fig. 11. Disminución porcentual del margen bruto del Modelo Físico Tradicional (MFT) y del Modelo Físico Mejorado (MFM) de los ciclos 2 y 3, en relación al margen bruto del ciclo 1

En el caso del MFT, los resultados del margen bruto ratifican lo expuesto al analizar la información referida a producción primaria y secundaria e indican que su severa disminución en el tercer ciclo obedeció a una acción combinada entre el peso de compra de los terneros (relación ternero/novillo) y la sensible disminución de la ganancia media diaria (Cuadro 45). Esta consideración se sostiene en el hecho de que, siendo el factor peso de compra de los terneros común para ambos modelos, el margen bruto del MFM se afectó en una proporción muy inferior (fig. 11), porque su producción física en los tres ciclos se mantuvo sin diferencias significativas (Cuadro 46). De todas maneras, en esta experiencia la compra de terneros más livianos (entre 140 y 145 kg) redundó en un mayor MB y por lo tanto mejoró el negocio ganadero.

De la información presentada surge que un adecuado manejo de las pasturas y un correcto programa de suplementación, genera resultados económicos altamente positivos, coincidiendo con lo expresado por Latimori y Kloster (2003) para quienes los modelos intensificados se destacan por la alta velocidad de retorno del capital, derivada de los ciclos de invernada cortos y mejores precios de un producto destinado al mercado interno. La consideración de los resultados de la aplicación de tecnología de procesos y de insumos y del control de indicadores que garanticen la sostenibilidad de los sistemas productivos, guarda estrecha relación con el tema de la Responsabilidad Técnica.

### **1.7.- Responsabilidad Técnica**

Siguiendo la propuesta de Cohën y Manion (1990) la escala de trabajo se definió de la siguiente manera:

Escala	Categorías
0	Sin asesoramiento técnico
1	Asesoramiento esporádico por técnicos sin formación orientada a la agroecología
2	Asesoramiento esporádico por técnicos con formación orientada a la agroecología
3	Asesoramiento permanente por técnicos con formación orientada a la agroecología

Los valores utilizados para la aplicación de la metodología adoptada para el cálculo del Índice de Sostenibilidad (Gómez y col, 1996) fueron los siguientes (Cuadro 58):

**Cuadro 58: Valores de responsabilidad técnica (RT) utilizados para el cálculo del índice de sostenibilidad.**

	<u>RT</u>
MFT	1
MFM	3
Umbral	2

La determinación de estos valores se basó en el relevamiento efectuado por el CER Leales de INTA<sup>7</sup>: El mismo se realizó sobre 30 productores que poseen el 31% del total de cabezas de ganado de la provincia. Los datos suministrados indican que el 90% de los campos ganaderos tienen asistencia técnica esporádica realizada por técnicos sin formación en agroecología, mientras que el 10% restante no tiene asesoramiento técnico.

### **1.8.- Validación del Modelo teórico**

La conceptualización del Modelo Teórico propuesto en el cap. III correspondiente a los aspectos metodológicos y que como se señalara oportunamente, deriva de resultados experimentales, de antecedentes actuales sobre el tema y de teoría generalmente reconocida fue llevada a terreno a través del MFM. Habiendo expuesto el desempeño de dicho modelo a través de la producción alcanzada y la evolución de los indicadores, la estrategia metodológica definida en el presente trabajo permitió realizar una “validación por resultados” del Modelo Teórico. (Cuadro 59).

---

<sup>7</sup> Ing. Zoot. Fernando García Posse. Jefe de Extensión Rural del CER Leales, INTA. (2005). Comunicación personal.

**Cuadro 59: Validación del Modelo Teórico (MT) con los resultados del Modelo Físico Mejorado (MFM)**

	Evaluador	Modelo teórico	Modelo físico mejorado	Unidades
Producción secundaria	Biotipo	Braford Brangus <50% sangre cebú	Braford 3/8 y 1/2 sangre cebú	
	Edad inicio invernada	6 – 9	6,5 – 8	Meses
	Peso vivo inicial	140 - 170	139 – 170	Kg
	Peso vivo final	360 - 405	360 – 368	Kg
	Aumento medio diario durante el ciclo de engorde	0,650 – 0,800	0,711 – 0,728	Kg/animal/día
	Tiempo del proceso hasta terminación	<12	10,5 – 9	Meses
	Kg de peso vivo obtenidos por unidad de superficie	>400	527	Kg PV/ha/año
Producto	Edad del animal al momento de la faena	18 – 21	18 – 19	Meses
	Conformación	A – B	B	
	Terminación	1 – 2	1	
	Rendimiento	>56	57,3 – 57,9	%
	pH canal	5,50 – 5,80	5,56 – 5,67	
	Espesor de grasa dorsal	5 – 8	6,8 – 7,4	mm
	pH de la carne	5,50 – 5,60	5,53 – 5,61	
Producción primaria	Materia seca diferida ofrecida	4600 – 6000	4800 – 5014	Kg MS/ha
	Materia seca crecimiento ofrecida	5400 – 6300	6180	Kg MS/ha
	Cobertura de CG cv Finecut	>65	74	%
	Cobertura Malezas	<15	0 - 6	%
	Suelo desnudo	<5	0	%
Suplementación	Suplementos Energético – proteico durante el invierno	1,4 – 1,7	1,4	% PV
	Suplemento energético durante el verano	0,5 – 0,8	0,8	% PV

La reacción de las variables de respuesta relevantes mostró que la magnitud y la dirección de los cambios en el MFM, ocurrieron conforme lo previsto en el soporte teórico, evidenciando la factibilidad técnico-económica del desarrollo de sistemas ganaderos de base pastoril en la llanura deprimida salina de Tucumán.

Hasta aquí los resultados experimentales se fueron analizando y discutiendo (con el aporte de antecedentes) en función de los distintos componentes del sistema. No obstante el comportamiento diferencial de los distintos indicadores seleccionados se consideró la importancia de la comparación del MFT con el MFM en función del Índice de Sostenibilidad, siguiendo la metodología propuesta por Gómez y col. (1996). Esto permitió la consideración simultánea de todos los indicadores intervinientes y la identificación gráfica de su posición con respecto a los valores límite.

## 2.- Aplicación del índice de sostenibilidad. Comparación de ambos modelos físicos.

### 2.1. Transformación de valores a escala nominal

Acorde lo establecido en el capítulo III (Materiales y Métodos), los valores correspondientes a presencia de malezas (CM), suelo desnudo (SD) y emisión de metano (EM) fueron transformados mediante las siguientes escalas para su aplicación en la metodología planteada (Cuadro 60).

**Cuadro 60: Transformación de los valores de cobertura de malezas, suelo desnudo y emisión de metano a una escala nominal**

Valores de la Escala Nominal	Condición		
	CM (%)	SD (%)	EM (Kg de CH <sub>4</sub> /kg de PV producido)
1	>40	>25	>0,500
2	39 – 20	24 – 10	0,499 – 0,250
3	19 – 10	9 – 5	<0,249
4	<9	<4	----

### 2.2. Cálculo del índice de sostenibilidad

En el caso del margen bruto (MB) los valores utilizados para el cálculo del índice de sostenibilidad corresponden al promedio de los 3 ciclos productivos presentados en el cuadro 57.

El cuadro 61 muestra valores experimentales y estimaciones realizadas en función de los mismos para el MFT y el MFM con sus respectivos umbrales.

**Cuadro 61: Valores utilizados para el cálculo de la sostenibilidad y sus respectivos umbrales**

	IA								IE	IS
	PG	R	CG	CM	SD	M	EM	MO	MB	RT
MFT	213	0,405	46	2	3	115	1	2,1	109	1
MFM	527	1,100	74	4	4	452	3	2,7	354	3
Umbral	190	0,500	65	3	3	250	2	2	180	2

#### Referencias

IA: indicadores ambientales – IE: indicador económico – IS: indicador social

PG: producción ganadera (Kg PV/ha/año)

R: riesgo de utilización de la energía fósil (kg de PV producido/Mcal energía fósil utilizada)

CG: cobertura *Chloris gayana* cv Finecut (%)

CM: cobertura malezas (%)

SD: suelo desnudo (%)

M: mantillo (gr/m<sup>2</sup>)

EM: emisión de metano (Kg de CH<sub>4</sub>/kg de PV producido)

MO: materia orgánica (%)

MB: margen bruto (\$/ha/año)

RT: responsabilidad técnica

Los indicadores se expresan en las mismas unidades que el umbral y los índices de sostenibilidad respectivos se calculan como la relación entre el valor del indicador y el valor del umbral.

Sobre esta base un sistema agropecuario será sostenible si el promedio de los índices de los indicadores seleccionados es igual o mayor que uno, siendo el valor “1” el límite de sostenibilidad.

En los cuadros 62 y 63 se muestran los índices obtenidos para los distintos indicadores considerados.

**Cuadro 62: Índice de sostenibilidad de cada uno de los indicadores seleccionados**

	PG	R	CG	CM	SD	M	EM	MO	MB	RT
MFT	1,12	0,81	0,71	0,67	1,00	0,46	0,50	1,05	0,61	0,50
MFM	2,77	2,20	1,14	1,33	1,33	1,81	1,50	1,35	1,97	1,50

**Cuadro 63: Índice de sostenibilidad de los modelos físicos ganaderos considerando el valor promedio del índice ambiental, económico y social**

	Índice Ambiental	Índice Económico	Índice Social	Índice de Sostenibilidad	
MFT	0,79	0,61	0,50	0,63	No Sostenible
MFM	1,68	1,97	1,50	1,72	Sostenible

### 2.3. Posición de los modelos físicos en relación a los límites de sostenibilidad

En forma gráfica se presenta la posición que adoptan los dos modelos físicos controlados (figura 12) en relación a los límites de sostenibilidad establecidos para la región.

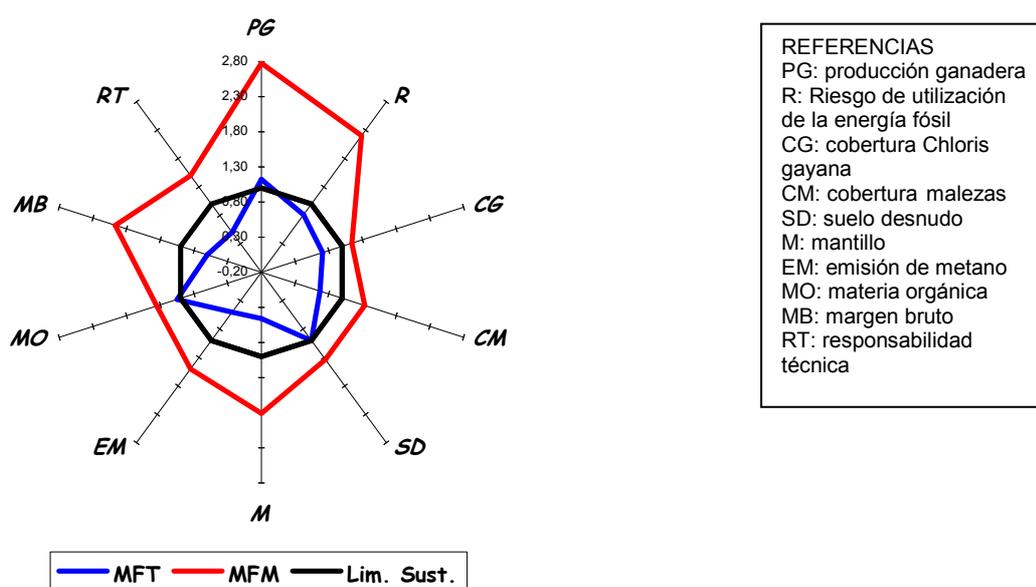


Fig 12: Posición relativa de los modelos controlados en función de los límites de sostenibilidad zonales

Estos resultados reflejan la condición de sostenibilidad de los dos modelos físicos bajo estudio. Se puede coincidir con Ruttan (1992) y Viglizzo (1994) en el sentido que tanto en las agriculturas intensivas de altos insumos como en las extensivas de bajos insumos, suelen plantearse situaciones severas de pérdida de sostenibilidad. En esta visión global es posible detectar, en el caso de MFT, puntos críticos que debieran ser controlados, ya que si bien aspectos como la PG y MO alcanzan el valor umbral de la zona, la posición de CG, M y MB alertan sobre su futuro.

Los valores referidos a la emisión de metano son consistentes con lo expresado por Pavao-Zuckerman y col. (1999) con respecto a la importancia de los estudios que relacionen el manejo y la productividad de los sistemas pastoriles para poder comparar prácticas tradicionales (por ej. pastoreo continuo) con nuevas herramientas. En definitiva esto permitiría mejorar la eficiencia de la producción ganadera. La cobertura de la pastura tropical base aparece como otro aspecto a considerar teniendo en cuenta lo expresado por Robbins y col, (1987), quienes expresan que si bien la productividad de éstas declina con el paso del tiempo, la tasa de decrecimiento es función, entre otros factores, del sistema de manejo empleado.

En cuanto a las decisiones sobre el nivel tecnológico de insumos, resultan aplicables conceptos expuestos por Viglizzo (1989, 1999) en referencia a la intensificación de los sistemas. Este autor plantea la posibilidad de crear un nuevo ambiente al que denomina "ambiente tecnológico", y agrega que éste va a depender del hombre que lo diseña y controla en gran medida y de la capacidad de respuesta del sistema y aquí juegan un papel fundamental los factores primarios de producción (precipitaciones, temperaturas, radiación solar, suelo).

Lo expuesto implica que será necesario incorporar a los sistemas ganaderos, tanto tecnología de proceso como de insumos, lo que claramente involucra a la Responsabilidad Técnica, a través de la que se podrá lograr el manejo adecuado de todos los recursos disponibles.

Si bien es cierto que muchas veces las decisiones se toman en función de la economía de corto plazo, los resultados que se presentan en la figura 12 indicarían que en la escala predial una mala gestión de los recursos naturales y económicos puede resentir la productividad del sistema en plazos más prolongados.

# **Capítulo V**

## **Conclusiones**

El análisis de los resultados obtenidos a partir de las distintas instancias metodológicas propuestas permiten concluir que:

1.- El Modelo Teórico conceptual propuesto, que deriva de resultados experimentales, de antecedentes sobre el tema y de teoría generalmente reconocida, pudo ser llevado a terreno demostrando la validez del mismo.

2.- Como consecuencia del comportamiento de los parámetros productivos y de los indicadores de sostenibilidad utilizados, controlados en tres ciclos productivos, el MFM resultó una alternativa superadora del MFT. Esta posición puede sustentarse en el análisis comparativo de ambos modelos físicos que se sintetiza en los cuadros 64 y 65

Cuadro 64. Parámetros productivos del Modelo Físico Tradicional y del Modelo Físico Mejorado.

	Parámetros	Modelo Físico Tradicional	Modelo Físico Mejorado	Unidades
Producción secundaria	Biotipo	Braford 3/8 y 1/2 sangre cebú	Braford 3/8 y 1/2 sangre cebú	
	Edad inicio invernada	6,5 – 8	6,5 – 8	Meses
	Peso vivo inicial	140 – 168	139 – 170	Kg
	Peso vivo final	256 – 259	360 – 368	Kg
	Aumento medio diario durante el ciclo	0,247 – 0,326	0,711 – 0,728	Kg/animal/día de engorde
	Tiempo del proceso hasta terminación	>12	10,5 – 9	Meses
Producto	Edad del animal al momento de la faena	>21	18 – 19	Meses
	Conformación	Sin posibilidad de determinación	B	Observación del desarrollo muscular comparado con los estándares oficiales
	Terminación	Sin posibilidad de determinación	1	Estado de engrasamiento de la canal
	Rendimiento	Sin posibilidad de determinación	57,3 – 57,9	%
	pH canal	Sin posibilidad de determinación	5,56 – 5,67	
	Espesor de grasa dorsal	Sin posibilidad de determinación	6,8 – 7,4	mm
	pH de la carne	Sin posibilidad de determinación	5,53 – 5,61	
Producción Primaria	Materia seca diferida ofrecida	3300 – 5000	4800 – 5014	Kg MS/ha
	Materia seca crecimiento ofrecida	Sin determinar	6180	Kg MS/ha

Cuadro 65. Indicadores de sostenibilidad del Modelo Físico Tradicional y del Modelo Físico Mejorado.

Indicadores		Modelo Físico Tradicional	Modelo Físico Mejorado	Unidades
Ambientales	Producción ganadera	213	527	Kg PV/ha/año
	Cobertura <i>Chloris gayana</i>	46	74	%
	Cobertura Malezas	22	0 – 6	%
	Suelo desnudo	9	0	%
	Mantillo	115	452	gr/m <sup>2</sup>
	Materia orgánica	2,1	2,7	%
	Riesgo de utilización de la energía fósil	0,405	1,100	Kg PV producido/ Mcal energía fósil utilizada
Económicos	Emisión de metano	1,435	0,194	Kg de CH <sub>4</sub> /kg PV producido
	Margen bruto	109	354	\$/ha/año
Social	Responsabilidad técnica	Sin asesoramiento técnico	Asesoramiento técnico permanente por técnicos con formación en agroecología	

3.- Al considerar en forma simultánea todos los indicadores intervinientes fue posible calcular el índice de sostenibilidad para ambos modelos, resultando el MFM calificado como sostenible. Por el contrario, el MFT, resultó “no sostenible”, lo que refuerza lo anteriormente mencionado en cuanto a la superioridad del MFM.

4.- Sobre el MFM, es posible efectuar consideraciones acerca de su estabilidad y confiabilidad, dos atributos que quedaron evidenciadas en el período experimental.

Respecto al uso de recursos alimenticios externos, el MFM presentó la posibilidad de tomar decisiones de acuerdo a coyunturas (disponibilidad y precios), ya que se registraron cambios en cuanto al alimento concentrado aportador de PB y se visualiza la factibilidad de reducir el porcentaje de suplemento, en determinados momentos y en consonancia con la calidad de las pasturas, dado que en los 3 ciclos experimentales el tiempo para alcanzar la condición de faena fue inferior a los 12 meses. Por otra parte y tal como se señalara al analizar el MB, el MFM fue menos sensible a mayores costos por diferencia en el peso de compra de los terneros.

En una zona, con las restricciones señaladas para la llanura deprimida salina de Tucumán, se destaca la flexibilidad del MFM, ya que contando con una sólida base pastoril (pasturas subtropicales perennes con un manejo racional), permitiría ir avanzando gradualmente en la incorporación y ajuste de componentes, generando nuevas opciones tecnológicas.

El trabajo experimental realizado permitió finalmente validar la Hipótesis de trabajo, ya que el MFM desarrollado en la Llanura Deprimida Salina de Tucumán, con el marco de referencia de la sostenibilidad, posibilitó invernar novillos desde el destete sobre la base de pasturas tropicales y suplementación, entregando un producto acondicionado para faena en un lapso no superior a 12 meses.

## **Capítulo VI**

# **BIBLIOGRAFÍA**

Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos. 1994. Inventory of U.S. greenhouse gas emissions and sinks: 1990-1993. Environmental Protection Agency. National Center for Environmental Publications and Information. Cincinnati. U.S.: 74.

Aguilar González, C. y R. Cañas Cruchaga. 1992. Simulación de sistemas: Aplicaciones en producción animal. Simulación de sistemas pecuarios. RISPAL. ISSN 0253-4746: 195-206.

Alcocer, M.G.; P.G. Pérez; F. Garcia Posse; M. Devani. 2005. Estabilidad de la producción de cultivares de *Chloris gayana* Kunth: Aproximación metodológica. Rev. Arg. de Prod. Anim. 25 (Sup. 1): 223-224.

Alippe, H. y O.V. Satorre. 2001. La invernada en los sistemas de producción argentinos. Capítulo 1. CREA. Cuaderno de Actualización Técnica N° 64: 8-15.

Andrade, P. y C. R. Alcade. 1995. Nutrição e alimentação do novilho precoce. En: Anais Encontro nacional sobre novilho precoce. CATI. Campinas, Brasil: 93-109

Arzeno, J.L. 1999. Empleo de indicadores de sustentabilidad, en sistemas ganaderos. Habilitación de tierras para ganadería. Segunda Jornada Ganadera del NOA. INTA. Salta, Argentina: 109-125

Astier, M. y O. Masera. 1996. Metodología para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS). Grupo interdisciplinario de tecnología rural apropiada. México: 7.

Ayerza, M. G. 1989. La selección del rodeo según la zona. Braford. Ed. Asociación Argentina de Braford. Año 6 (17):24-26.

Bakkes, J.A., G. J. van der Born, J.C. Helder, R.J. Swart, C.W. Hope, J.D.E. Parker. 1994. An Overview of Environmental Indicators: State of the Art and Perspectives. UNEP/ RIVM Report 402001001. Environment Assessment Technical Reports. Holanda: 72 p.

Balbuena, O.; C.D. Kucseva; F.R. Gándara; A. D'Agostini; G.A. Velasco. 2000. Tipo y frecuencia de suplementación estival de novillos en recría sobre pasturas tropicales. Rev. Arg. de Prod. Anim. 20 (Supl. 1): 64-65.

Basso, L y J. Franco. 1999. Producción animal, medio ambiente y sustentabilidad. Editorial Hemisferio Sur S.A. Argentina: 28.

Beaumont Roveda, E. 1999. El protocolo de Kyoto y el mecanismo para un desarrollo limpio. Nuevas posibilidades para el sector forestal de América Latina y el Caribe. Informe Técnico. Secretaría de Recursos Naturales y Desarrollo Sustentable. Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente. República Argentina: 5.

Becht, G. 1974. Systems theory. The key to holism and reductionism. Bioscience 24:569-579

Berra, G y M. Taboada 1999. Inventario de emisiones de gases de efecto invernadero de la República Argentina. Informe Técnico. Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental. Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente. República Argentina: 60-87.

Berra, G; L. Finster; E. Castuma; V. Maldonado. 1999. Reducción y opciones de mitigación de emisiones de metano. Informe Técnico. Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental. Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente. República Argentina: 6-142.

Berti, R.N. 1999. Sustentabilidad de los sistemas ganaderos. Habilitación de tierras para ganadería. Segunda Jornada Ganadera del NOA. Proyecto Macrorregional "Intensificación de la producción de carne bovina en el NOA". INTA: 29-45

Blaxter, K. L. y J. L. Clapperton. 1965. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. Br. J. Nutr. 19: 511-522.

Blaxter, K. L. y F. W Wainman. 1964. The utilization of the energy of different rations by sheep and cattle for maintenance and for fattening. J. Agric. Sci.(Cambridge). 63: 113-128.

Boddey, R. M.; R. Macedo; R. M. Tarre; E. Ferreira; O. C. de Oliveira; C. D. Rezende; R. B. Cantarutti; J. M. Pereira; B. J. R. Alves; S. Urquiaga. 2004. Nitrogen cycling in *Brachiaria tarutti*, pastures: the key to understanding the process of pasture decline, Agriculture Ecosystems & Environment. Vol. 103 (2): 389-403.

Bravo, C y A. Florentino. 1999. Nivel de cobertura, conservación y aguas bajo diferentes sistemas de labranza. Revista de la Facultad de Agronomía, Maracay. Venezuela. 25: 57-74.

Brunett Pérez, L.; C. Gonzales Esquivel; L. A. Garcia Hernández. 2005. Evaluación de la sustentabilidad de dos agroecosistemas campesinos de producción de maíz y leche, utilizando indicadores. Livestock Research for Rural Development. 17 (7): 2005.

Cabrero, M. 1991. La calidad de las canales vacunas. Rev. Bovis. Madrid. 40: 5-9.

Carmona, JC; D.M. Bolívar; L.A. Giraldo. 2005. El gas metano en la producción ganadera y alternativas para medir sus emisiones aminorar su impacto a nivel ambiental y productivo. Rev. Col. Cienc. Pec. 18:1.

Carballo, A y González, B. 1991. Respuesta del Pasto Buffel a diferentes frecuencias y alturas de corte y niveles de fertilización nitrogenada. Revista de Agronomía (LUZ). 8: 167-185.

Candotti, J. J y Berti, R. N. 2000a. Efecto de la fecha de corte y la fertilización nitrogenada sobre la disponibilidad y el valor nutritivo del forraje diferido de Grama Rhodes (*Chloris gayana* Kunth) Callide. Rev. Arg. de Prod. Anim. 20 (Supl. 1): 186-187.

Candotti, J. J y R. N Berti. 2000b. Suplementación de terneros con bloques nutricionales de melaza en pasturas diferidas de Grama Rhodes. Rev. Arg. de Prod. Anim. 20(Supl. 1): 85.

Canosa, F. 2001. Requerimientos del animal y su interacción con el forraje. Cuaderno de Actualización N° 64. CREA. Argentina. Cap. 4: 30-35.

Canton J. S.; D. V. Dhuyvetter. 1997. Influency of energy supplementation on grazing ruminants requirements and responses. Journal of Animal Science. 75: 533-542.

Capellari, A, G.I. Rébak, y M.A. Revidatti. 2003. Calidad de carcasas de novillos de dos años de edad. 3/8 y 5/8 Cebú x Hereford, Tipo Cebú y Tipo Hereford del Noroeste de la provincia de Corrientes. 14º Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas. Universidad Nacional del Nordeste. Soporte magnético. Resumen: V-052.

Capellari, A, G.I, Rebak, M.A. Revidatti, y N.M. Zorzoli. 2002. Relación entre composición genética, rendimiento de faena, residuos duros y cuero en novillos cruza Cebú x Hereford, de 32 a 34 meses, en el norte de la provincia de Corrientes. <http://www.unne.edu.ar/cyt/2002/04-Veterinarias/V-038.pdf>

Casas, R. R. 2000. La conservación de los suelos y la sustentabilidad en los sistemas agrícolas". Instituto de suelos. INTA Castelar. HYPERLINK <http://www.insuelos.org.ar>

Chaparro, CJ y J. D. Pueyo. 2001. Efectos de la suplementación invernal on semilla de algodón sobre las ganancias de peso de destetes y novillos cruzas". Rev. Arg. de Prod. Anim. Vol 21(Supl. 1): 1-2.

Cohën, L. y L. Manion. 1990. Métodos de investigación educativa. Cap. VI. Investigación correlacional. La Muralla S.A. Ed. pp. 197-221.

Crouse, J. D., L. V. Cundiff, R. M. Koch, M. Koohmarie, y S. C. Seideman. 1989. Comparisons of *Bos indicus* and *Bos Taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. J. Anim. Sci. 67:2661

Crutzen, P. J., I. Aselmann, and W. Seiler. 1986. Methane production by domestic animals, wild ruminants, other herbivorous fauna, and humans. Tellus 38B: 271-284.

Corsi, M.; G.B. Martha Jr. 1997. Manutenção da Fertilidade do solo em sistemas intensivos de pastejo rotacionado. Anais 14º Simpósio Sobre Manejo Da Pastagem. Piracicaba. Brasil. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz: 161-192.

De León, M. 2004a. Ampliando la frontera ganadera". Informe Técnico N° 1. Año 2004. INTA Manfredi: 29p.

De León, M. 2004b. Invernada sobre pasturas subtropicales. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Área de Producción Animal, Centro Regional Córdoba, Estación Experimental Agropecuaria Manfredi, Córdoba, Argentina. Proyecto Ganadero Regional: Mejoramiento de la Productividad y Calidad de la Carne Bovina en la Provincia de Córdoba, Informe Técnico N° 4. [html//www.produccionbovina.com](http://www.produccionbovina.com).

De León, M y C. Boetto. 2004. 2º Jornada Ampliando la Frontera Ganadera. Proyecto Ganadero Regional. Informe Técnico N° 6. EEA Manfredi. INTA: 1-10.

De León, M. 2003. El manejo de los pastizales naturales. Boletín Técnico N°2. Año 1. INTA Manfredi. Ediciones INTA. 6p.

De León, M. 1998a. Introducción y evaluación de gramíneas megatérmicas en el norte de Córdoba. Rev. Arg. de Prod. Anim. 18 (Supl. 1): 175.

De León, M. 1998b. Producción y calidad forrajera de *Chloris gayana* y *Cenchrus ciliaris* bajo pastoreo en el norte de Córdoba. Rev. Arg. de Prod. Anim. 18 (Supl. 1): 175-176.

De León, M.; J. C Mombelli; M. del C Spada. 1998. Adaptación de gramíneas subtropicales al área central de Córdoba. Rev. Arg. de Prod. Anim. 18 (Supl. 1): 172.

De León, M.; R. Peuser; C. Boetto; G. Luna; M. Bulashevich. 1995a. Efecto del genotipo y la frecuencia de defoliación sobre la producción de materia seca en gramíneas megatérmicas cultivadas. Rev. Arg. Prod. Anim. 15 (1): 226-228.

De León, M.; G. Luna; R. Peuser; C. Boetto; M. Bulashevich; W. Roblado. 1995b. Evaluación de la producción de materia seca y persistencia de cultivares de Grama Rhodes (*Chloris gayana*) en el Norte de Córdoba. Rev. Arg. Prod. Anim. 15 (1): 233 - 235.

De León, M.; G. Luna; R. Peuser; C. Boetto; M. Bulashevich. 1995c. Efecto de la frecuencia de defoliación y el genotipo sobre la calidad del rebrote. Forraje producido en gramíneas megatérmicas. Revista Argentina de Producción Animal. 15 (1): 229-231.

De León, M.; G. Luna; R. Peuser; C. Boetto; M. Bulashevich; W. Robledo. 1995 d. Evaluación de la producción de materia seca y persistencia de cultivares de Grama Rhodes (*Chloris gayana*) en el Norte de Córdoba. Rev. Arg. Prod. Anim. 15 (1): 233 - 235.

De León, M. 1994. Producción, calidad y utilización de pasturas para el subtrópico semiárido. En Memorias de las Jornadas de utilización de pasturas tropicales. GIPP. Tucumán. Argentina: 40-54

De León, M.; R. Peuser; M. Bulashevich y C. Boetto. 1993. Suplementación de pasturas de baja calidad. Jornada de Actualización para Profesionales: Suplementación en Producción de Carne. INTA Manfredi. P 1-6.

De León, M.; A. García Astrada; E. Uztarroz; C. Ramos González Palau; F. Faya.

1992. Suplementación energético-proteica de vaquillonas en una pastura de Grama

Rhodes (*Chloris gayana* Kunth) diferida. Rev. Arg. de Prod. Anim. 12 (Sup. 1): 24.

De León, M. 1991. Segunda Jornada de Producción Ganadera en Zonas Semiáridas. INTA Jesús María. 13-28.

DeRamus, H.A.; T.C. Clement; D.D. Giampola; P.C. Dickison. 2003. Methane emissions of beef cattle on forages: efficiency of grazing management systems. Journal Environ Qual. 32: 269-277

Di Marco, O.N. 1998. Productividad, eficiencia y terminación. En: Crecimiento de vacunos para carne (Cap. 4). Primera edición. Ed O.N. Di Marco. Argentina: 137 -182.

Díaz Zorita, M. 1997. Intensificación en la producción de carne y sostenibilidad en la Región Pampeana. Actas del Primer Congreso Nacional sobre Producción intensiva de Carne. Eds. INTA; Forrajes y Granos; Forum Argentino de Forrajes; SAGPyA. Argentina: 221-235.

Díaz-Zorita, M. y P. Davies. 1995. Cobertura vegetal y propiedades edáficas de pasturas perennes en la región noroeste bonaerense. Evaluación preliminar. Rev. Arg. Prod. Anim. 15(1): 213-215.

Dutrá, S.; R.E. Barbosa Mascareñas; L.B. Texiera. 2000. Controle de plantas invasoras em pastagens cultivadas. En: Pastagens Cultivadas na Amazonia (Cap. 4). Eds da Costa, de Moura Carvalho, Texiera y Neto. EMBRAPA. Brasil: 72-98

Elizalde, J.C. 2001. Suplementación estratégica en vacunos en pastoreo. Invernada. CREA. Cuaderno de actualización N° 64. Cap. 6: 62-71.

Escuder, C.J. 1996. Manejo de la defoliación. Efecto de la carga métodos de pastoreo. En Producción Animal en Pastoreo (Cap. 5). Ed. Carlos Cangiano. Argentina: 65-83.

Faeth, P. 1994. Análisis económico de la sustentabilidad agrícola. World Resouces Institute. CLADES. Revista N°7. HYPERLINK <http://www.clades.org>.

Failde de Calvo Moscoso, V. 1999. Evaluación de la sustentabilidad de los sistemas del N.O Argentino. INTA. EEA Salta. Argentina. [www.inta.gov.ar/salta/info/documentos/ssutentabilidad.pdf](http://www.inta.gov.ar/salta/info/documentos/ssutentabilidad.pdf).

Food Agricultural Organization (FAO). 2000. Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. En: Boletín 8 de Tierras y Aguas (Cap. 3): 13-28.

Ferrando, C.; P. Namur; V. Burghi; G. Berone. 2000. Efecto de la asignación forrajera y suplementación sobre la ganancia de peso de vaquillonas pastoreando Buffel Grass diferido. Rev. Arg. Prod. Anim. 20 (Supl. 1): 65-66.

Figueroa, L.R.; L.F. Medina; A.M. Pietroboni. 1996. Variaciones del nivel freático en la Llanura Deprimida de Tucumán. INTA –CRTS. Serie Monográfica N° 3: 9-39.

French, J.B. 1994. Current status and trends in animal agriculture in Central America. In: Animal agriculture and natural resources in Central America: strategies for sustainability. Proceedings of a symposium/workshop. Ed. J. Homan. San José, Costa Rica: 9-22.

Galli, J.R.; C.A. Cangiano; H.H. Fernández. 1996. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. Rev Arg de Prod Animal. 16 (2): 119-142.

Garriz, C, O. Bocco; H. Béguet; P. Bussi. 1998. Biotipos carniceros y calidad de res. Rev Arg de Prod Anim. 18 (Supl 1): 263-264.

Gerrish, J. 1998. Why is stocking rate important?. Forage System updates. Vol. 7:2.

Giger – Reverdin, S. 1995. Review of the main methods of cell wall estimation: interest and limits for ruminants. Ani. Feed Sci. Tech. Ámsterdam. 55 (4): 295 – 334.

Gingins, M. y E.F. Viglizzo. 1981. Eficiencia energética de producción de carne bovina en distintos sistemas de engorde. Producción Animal. Ed. AAPA. Argentina. 8: 401-414.

Gomez A.; D. Kelly; J. Syers; K. Coughlan. 1996. Measuring sustainability of agricultural systems at the farm level. En Methods for assessing soil quality. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA. Special Publication Number 49: 401-409.

Gomes Pereira, O y L. Melo Moreira. 1998. Suplementação animal a pasto. Centro de Ciências Agrárias. Departamento de Zootecnia. Universidade Federal de Viçosa. Brasil: 1-30.

Gomide, J.A.; D.S. Queiroz. 1994. Valor alimenticio das Brachiarias. In: Anais Simpósio sobre manejo da pastagem. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. Piracicaba. Brasil: 223-248.

Haddad M.H. y F.G.F. Castro. 1998. Suplementação mineral e novilhos precoces: uso de sais proteinados e energéticos na alimentação. In: Anais Simpósio sobre produção intensiva de gado de corte. Campinas. Brasil: 188-232

Hamilton, T.; D. Dickie. 1988. Creep feeding beef calves. Ontario: Ministry of Agriculture and Food. Factsheet N° 88-009. 4p.

Harper, L.A.; O.T. Denmead; J.R. Frene; F.M. Byers. 1999. Direct measurements of methane emissions from grazing and feedlot cattle. Journal of Animal Science, Vol 77, Issue 6: 1392-1401.

Heitschmidt, R.K.; L.T. Vermeire; E.E. Grings. 2004. Is rangeland agriculture sustainable?. J. Anim. Sci. 82:E138-E146  
[http://jas.fass.org/cgi/content/full/82/13\\_suppl/E138](http://jas.fass.org/cgi/content/full/82/13_suppl/E138).

Henning, J.; G. Lacefield; M. Rasnake; R. Burris; J. Johns; K. Johnson; L. Turner. 2001. Rotational grazing. Available on line (verified 19 Sept. 2002). Univ. of Kentucky College of Agric., Lexington  
<http://www.ca.uky.edu/agc/pubs/id/id143/id143.htm>

Holgado, F. 2003. Suplementación de novillos en pastoreo de *Brachiaria brizantha* durante el período de crecimiento. Efecto sobre la ganancia de peso vivo. Rev. Arg. de Prod. Anim. 23 (Sup. 1): 30-31.

Holgado, F. y C.R. Orellana. 2000. Suplementación energético proteica durante el período estivo otoñal de novillos sobre *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. Rev. Arg. de Prod. Anim. 20 (Supl. 1): 76-77.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC). 2002. Censo Nacional Agropecuario. Resultados generales. Ministerio de Economía, Buenos Aires. Argentina. <http://www.indec.mecon.ar>

Instituto nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 2002. Plan Tecnológico Regional (2001 – 2004). Centro Regional NOA. Ed. INTA. 38p

Instituto nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). 1998. Guía práctica de ganadería vacuna. II Bovinos para carne, regiones NEA, NOA, Semiárida y Patagónica. 222p.

Instituto nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) y Aeroterra S.A. 1995. Atlas de suelos de la República Argentina. Sistema de Información Geográfico. CD. ISBN 987 - 95542-0-5.

Irustia, C.B y G.D. Maccarini. 1992. La erosión del suelo en la República Argentina. Erosión de suelos en América Latina. Suelos y aguas. FAO: 117-136.

Jasso Ibarra, R; I. Sánchez Cohen; J.J. Stone; J.G. Martínez Rodríguez y E. Gutierrez Ronquillo. 1999. Estimación de parámetros de la respuesta hidrológica en pastizales semiáridos del norte de Méjico. Memorias del IX Congreso Nacional de Irrigación y 4 Simposio de Manejo Integral de Cuencas Hidrológicas, Culiacán, Sinaola, Méjico. ANEI – S49913: 102-108.

Johnson, K.A. 1999. Methods for estimating methane emissions from domestic animals. Greenhouse Gas Committee. Emissions Inventory Improvement Program. Capítulo 6 Volume VIII: 6.1-6.7.

Johnson, K.A. y D.E. Johnson. 1995. Methane emissions from cattle. *J Anim Sci*, 73: 2483-2492

Jones, A; A. Goetsch; R. Stokes; M. Colberg. 1988. Intake and digestion in cattle fed warm or cool season grass hay with or without supplemental grain. *J. Anim. Sci.* 66: 194-203.

Jones, R.R. 1983. Efecto del clima, el suelo y el manejo del pastoreo en la producción y persistencia del germoplasma forrajero tropical. En: Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Metodologías de evaluación. Eds Osvaldo Paladines y Carlos Lascano. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Colombia: 11-31.

Jones, R.J y R.M. Jones. 1989. Liveweight gain from rotationally and continuously grazed pastures of Narok Setaria and Samford Rhodesgrass fertilized with nitrogen in Southeast Queensland. *Tropical Grassland*. 23 (3): 135-142.

Jones, R.M. 1984. Persistencia de las especies forrajeras bajo pastoreo. En: Evaluación de pasturas con animales. Alternativas metodológicas. Eds Carlos Lascano y Esteban Pizarro. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Colombia: 167-199.

Klosterman, E.W. 1972. Beef cattle size for maximum efficiency. *J. Anim. Sci.* 34: 875-880.

Koch, R.M.; M.E. Dikeman; J.D. Crouse. 1982. Characterizations of Biological types of cattle. Carcass composition, quality and palatability. *J. Anim. Sci.* 54:34.

Kunst, C. 2006. El renoval: pasado, presente y futuro. Manejo y control del renoval. Memorias de la 1º Jornada de actualización técnica sobre manejo y control del renoval. 7 y 8 de junio de 2006. Santiago del Estero. Argentina: 9-28.

Kunst, C; R. Ledesma; M. Bazán; G. Angella; D. Prieto; J. Godoy. 2003. Rolado de fachinales e infiltración de agua en el suelo en el Chaco occidental argentino. *Revista de Investigaciones Agropecuarias* 32: 105-122.

Kurihara M.; T. Magner; H. McCrabb; G. McCrabb. 1999. Methane production and energy partition of cattle in the tropics. *British Journal of Nutrition*. 81: 227-234.

Lagos, F. 2001. Tipos raciales y frame. Cuaderno de Actualización Técnica Nº 64. (Cap. 13). Invernada. CREA. Argentina: 136-141.

Lal, R. 1975. Role of mulching techniques in tropical soil and water management. Technical Bulletin N° 1. IITA, Ibadan, Nigeria: 4.

Landi, M.P. 2000. Uso sustentable de los recursos naturales: Desarrollo de un sistema de producción agropecuario para el área centro norte de la provincia de Entre Ríos, Argentina. Diploma Especialización en Desarrollo Local. Universidad Católica "Damaso Larrañaga". Uruguay: 4.

Lange, A.A. 1980. Suplementación de pasturas para la producción de carnes. 2<sup>da</sup>. ed. AACREA. Buenos Aires. Argentina: 74.

Latimori, N.J. y A.M. Kloster. 2003. Invernada bovina en zonas mixtas. Claves para una actividad más rentable y eficiente. Eds Latimori, NJ y Kloster. 2<sup>a</sup> ed. Ampliada: 226-276.

Latimori, N.; A.M. Kloster; M.A. Amigote. 2002. Producción de novillos para exportación en sistemas pastoriles. Los nuevos desafíos para la producción de carne bovina. EEA Marco Juárez. INTA. 7p.

Leng, R. A. 1993. Quantitative ruminant nutrition - A green science. Australian Journal of Agricultural Research. 44: 363-380. <http://www.ciesin.org/docs/004-180/004-180.html>

Leng, R. A. 1990. Factors affecting the utilization of poor quality forages by ruminants particularly under tropical conditions. Nutr. Res. Rev. 3: 277-303

Leng, R.A. 1983. Supplementation of tropical and subtropical pastures for ruminant production. En: Herbivore nutrition in the subtropics and tropics. The Sciences Press. Pretoria. South Africa: 129-144.

[Lopes de S.Thiago, L.R](http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc108/index.html) y J Marquez da Silva. 2001. Suplementação de bovinos em pastejo. Gado de Corte. Documentos 108. EMBRAPA. Brasil.  
<http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/doc/doc108/index.html>

Lugo, A. E. y G. L. Morris. 1982. Los sistemas ecológicos y la humanidad. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico. Serie de Biología – Monografía N° 23, Washington D.C: 82p.

Macedo, M.C.M. 1993. Recuperação de Areas Degradadas: pastagens e cultivos intensivos. Anais Congreso Brasileiro de Ciencias do Solo. Goiania SBSC. Brasil: 71-72.

Macedo, M.C.M. y A.H. Zimmer. 1993. Sistema pasto lavoura e seus efeitos na produtividade agropecuaria. Simposio sobre ecosistemas de pastagens. Jaboticabal Brasil: 216-245.

Mahé L.P. 1997. Environment and quality standards in the WTO: new protectionism in agricultural trade. Eur Rev Agric Econ, 24 (3-4), 480-503

Malafaia, P.; L. da Silva Cabral; R.A. Mendonça Vieira; R.M. Costa; C.A. Brandão de Carvalho. 2003. Suplementação protéico-energética para bovinos criados em pastagens: Aspectos teóricos e principais resultados publicados no Brasil. *Livestock Research for Rural Development*. 15 (12).

<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/12/mala1512.htm>

Mendoza, P. y C. Lascano. 1984. Mediciones en la pastura en ensayos de pastoreo. Evaluación de pasturas con animales. Alternativas metodológicas. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Colombia: 142-165

Mertens, D.R. 1992. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. *In: Anais 29 REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*. Sociedade Brasileira de Zootecnia. Lavras. Brasil: 188-219

Mezzadra, C. 1995. Eficiencia de Producción e Interacción Genotipo-Ambiental. *Genética Zootécnica de Bovinos para Carne*. 35 Años de Trabajo en la Región Pampeada. p 246.

Milford, R. y D.J. Minson. 1966. Intake of tropical pastures species. *En: Anais Congreso Internacional de Pastagens*. São Paulo. Brasil: 815-822

Milton de Andrade, B.; J.A. Mauricio; X. Deise Ferreira. 1999. Avaliação de gramíneas forrageiras no regiao Sul de Mina Gerais. *Pesq Agropec Bras*. Brasilia. 34 (4): 683-689.

Minson, D.J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. T. J. Cunha, (Ed). Academic Press, San Diego. USA. 483p.

Molina, N.C.; M.R. Cáceres; A.M. Pietroboni. 2001. Factors affecting aggregate stability and water dispersible clay of recently cultivated semiarid soils of Argentina. *Arid Land Research and Management*. 15: 77-87.

Monteiro, F.A. y J.C Werner. 1997. Reciclagem de nutrientes nas pastagens. *Anais 14 Simpósio sobre o Manejo da Pastagem*. FEALQ. Piracicaba. Brasil: 55-84

Montenegro, C.; I. Gasparri; E. Manghi; M. Strada; J. Bono; G. Parmuchi. 2004. Informe sobre deforestación en Argentina. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Dirección de Bosques Ministerio de Salud y Ambiente. 8p.

Moe, P.W. y H.F. Tyrrell. 1979. Methane production in dairy cows. *J. Dairy Sci*. 62: 1583-1586.

Murillo Flores, J.C. 1999. Respuesta de una pradera de estrella (*Cynodon nlemfuensis*), Bermuda (*Cynodón dactylon*) y Guinea (*Panicum maximum*), a un sistema de pastoreo intensivo tecnificado móvil con bovinos de engorda. Tesis para obtenerle grado de Maestro en Ciencias Pecuarias. Universidad de Colima. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Méjico. 111p.

Mussari, C.M. 2005. Las características productivas de la región NOA. Situación actual y potencial. 1º Congreso Nacional de Invernada. El negocio ganadero depende de todos nosotros. Ed. AACREA. Rosario. Argentina.

Namur, P.; C. Ferrando; E. Oriente; D. Leguiza; R. Corzo; R. Gatica. 1996. Efectos del ambiente y el cultivar sobre la producción de materia seca de buffel grass (*Cenchrus ciliaris* L.). Rev. Arg. de Prod. Anim. 16 (Supl. 1): 165.

Nasca, J.A, M.R. Toranzos, N.R. Banegas y H.R. Ricci. 2005. Estimación de la producción de metano en sistemas pastoriles de la Llanura Deprimida Salina de Tucumán. Rev. Arg. de Prod. Anim. 25 (Sup 1): 87 - 88.

Nasca, J.A, M.R. Toranzos, H.R. Ricci. 2004. Eficiencia energética de los sistemas de producción de carne de la Llanura Deprimida Salina de Tucumán. Memorias de la XV Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas. Universidad Nacional de Nordeste, Corrientes. Soporte magnético. Área Producción Animal.

Nascimento Junior, D; S.D. Queiroz; M.V.F. Santos. 1994. Degradação das pastagens e criterios para avaliação. In: Simposio sobre manejo de pastagens. Piracicaba. Brasil: 325.

Nacional Research Council (NRC). 1984. Nutrient Requirements of Beef Cattle (6<sup>th</sup> Ed.). National Academy Press, Washington, DC: 38-90.

Orellana, C.R. 2003. Raza criolla Argentina: evaluación integral desde la perspectiva de la ganadería ecológica en el noroeste de Argentina. Tesis Doctoral. Universidad de Córdoba, España: 349p.

Orellana, C.R. y F.M. Castilla. 2002. Desbaste sobre pasturas tropicales: efecto del biotipo. Memorias del III Congreso Uruguayo de Producción Animal y XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal. Montevideo. Uruguay: 9.

Orellana, CR. 2002. Biotipos: sistemas de producción y calidad de carne vacuna. Muestra tecnológica a Tranquera abierta. Publicación especial. INTA. Tucumán. Argentina: 16-22.

Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC). 1996. Reference Manual Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Agricultura Cap. 4. Volume 3: 1-52..

Pavao-Zuckerman, M.A.; J.C. Waller; T. Ingle; H.A. Fribourg. 1999. Methane emissions of beef cattle grazing tall fescue pastures at three levels of endophyte infestation. J. Environ. Qual. 28:1963–1969

Pérez, P. 2000. Producción sostenible de carne bovina sobre pasturas tropicales en regiones semiáridas. Tesis. III Maestría en Agroecología y Desarrollo Rural Sustentable en Andalucía y América Latina. Fac. de Agr. y Zoot. Univ. Nacional de Tucumán. Argentina: 120p.

Pérez, P.; C. Roncedo; H. Ricci y M. Toranzos de Pérez. 2000. Precipitación primaveral y producción de materia seca de *Brachiaria brizantha* cv Marandú. Revista. Agronómica del N.O. Argentino. 30 (1-4): 51-57.

Pérez, P.G.; C. Roncedo; H.R. Ricci; E. Gutierrez. 1997. Pastoreo de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú: efecto de dos cargas animales en la producción de carne por ha. Memoria del I Seminario EcoChaco 95 y XV Reunión Grupo Chaco. Ed. Glatzle, A; Kruk, W y Pérez, H. Filadelfia, Paraguay: 124.

Pérez, P.; C. Roncedo; H. Ricci. 1995. Efecto del año y de la frecuencia de corte sobre la producción y calidad de materia seca de *Brachiaria brizantha* cv Marandú. Rev. Arg. de Prod. Anim. 15 (1): 203-205.

Pérez, H.E.. 2005. Características de las especies forrajeras adaptadas a las condiciones del Noroeste del país. Forrajes 2005: Potenciando el desarrollo ganadero sustentable del subtrópico Argentino. Córdoba. Argentina: 33-41.

Peruchena, C.O. 2005. Suplementación de pasturas de baja calidad. Forrajes 2005: Potenciando el desarrollo ganadero sustentable del subtrópico argentino. Córdoba. Argentina: 102-115.

Peruchena, C.O. 1999. Suplementación de bovinos para carne sobre pasturas tropicales, aspectos nutricionales, productivos y económicos. Palestras da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Porto Alegre. São Paulo. CD-ROM. Ed. SBZ/Gnosis. 17p.

Peruchena, C.O. 1998. Dietas para la nutrición de bovinos en crecimiento y engorde en el subtrópico. Ganadería del NEA. Avances en nutrición animal. Ed. INTA. Argentina: 5-24.

Peruchena, C.O. y D. Sampedro. 1996. Consideraciones sobre la suplementación de bovinos en pastoreo en el subtrópico. Noticias y Comentarios N° 309. Ed. INTA Mercedes. Corrientes. Argentina. 5p.

Peruchena, C.O. 1996. Nutrición de bovinos, su aplicación al desarrollo de modelos de invernada en el subtrópico. Jornada de actualización técnica. Ed. AACREA. Virasoro, Corrientes. Argentina. 19p.

Peuser, R. 1994. Uso estratégico del concentrado en pastos tropicales. En Memorias de las Jornadas de utilización de pasturas tropicales. GIPP. Tucumán. Argentina:138-145.

Picallo, A.B. 2000. Color measurement and tenderness relationships in ten retail beef cuts. 46° International Congress of Meat Science and Technology. Buenos Aires, Argentina. Vol. II: 512-513.

Preston, T.R. y R.A. Leng. 1989. Friendly development. Livestock research for Rural Development. 1 (1). URL. <http://www.cipav.org.co/lrrd1/preston.htm>

Primavesi, O.; R.T. Shiraishi; M. Dos Santos; M. Aparecida; T. Teresina; P. Franklin. 2004. Metano entérico de bovinos leiteiros em condições tropicais brasileiras. Pesq Agropec Bras. 39 (3): 277-283

Pringle, T.D.; S.E. Williams; B.S. Lamb; D.D. Johnson; R.L. West. 1997. Carcass characteristics, the calpain proteinase system, and aged tenderness of Angus and Brahman crossbred steers. J. Anim. Sci. 75: 2955-2961.

Quintero, C.E. y N.G. Boschetti. 2004. Fósforo en pasturas. Sistemas ganaderos en siembra directa. 1° Simposio Nacional. Santa Fé, Argentina: 115-119

Reijntjes C.; B. Haverkort; A. Watters-Bayer. 1995. Cultivando para el futuro. Introducción a la agricultura sustentable de bajos insumos externos. Ed. NORDAN. Primera edición en castellano. Montevideo. Uruguay: 274p.

Renolfi, R.F, M. Perotti, A.T. Gómez y A. Radrizzani. 2005. Producción de forraje de gramíneas megatérmicas en el sitio Gramillal del sudeste de Santiago del Estero. Rev. Arg. de Prod. Anim. 25 (Sup 1): 220-222.

Reis R A.; L. R. A. Rodrigues; J. R. A. Pereira. 1997. A suplementação como estratégia de manejo da pastagem. In: Anais Simpósio sobre Manejo da Pastagem. Piracicaba. Brasil: 123-150

Rezende, C.; R.B. Cantarutti; J.M. Braga; J.A. Comide; J.M. Pereira; E. Ferreira; R. Tarré; R. Macedo; B.J.R. Alves; S. Urquiaga; G. Cadisch; K.E. Giller; R.M. Boddey. 1999. Litter deposition and disappearance in *Brachiaria* pastures in the Atlantic forest region of the South of Bahia, Brazil. Nutrient Cycling in Agroecosystems. 54 (2): 99-112.

Ricci, H.R. 2006. Producción primaria de cuatro gramíneas tropicales perennes cultivadas en la Llanura Deprimida de Tucumán. Tesis. Maestría en Ciencias Agrarias Orientación Producción Sostenible. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina: 140p.

Ricci, H.R. y M.R. Toranzos de Pérez. 2004a. Materia seca acumulada de cuatro gramíneas forrajeras tropicales en clima subtropical y condiciones de salinidad. Memorias de la XXVII Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal. Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional de Piura. Soporte informático.

Ricci, HR y Toranzos de Pérez, MR. 2004b. Distribución temporal de la materia seca producida por gramíneas forrajeras megatérmicas. Memorias de la XXVII Reunión Científica Anual de la Asociación Peruana de Producción Animal. Facultad de Zootecnia. Universidad Nacional de Piura. Soporte informático.

Ricci, H.R; J.A. Nasca; M.R. Toranzos. 2001. Materia seca acumulada por gramíneas tropicales en la llanura deprimida no salina de Tucumán, Argentina. Resúmenes de la XII Reunión de Comunicaciones Científicas y Técnicas. ECA. UNNE. Corrientes. Argentina: 107.

Ricci, H.; P. Pérez; M. Toranzos de Pérez. 2000a. Eficiencia del uso del agua de lluvia en la producción de biomasa aérea de forrajeras tropicales. Memorias XVII Jornadas Científicas. Asociación de Biología de Tucumán. Argentina: 101.

Ricci, H; L. Guzmán; P. Pérez; V. Juárez. 2000b. Efecto del genotipo, precipitación y frecuencia de defoliación sobre la producción de materia seca en gramíneas tropicales. Revista Agronómica del N.O. Argentino. 30 (1-4): 41-49.

Ricci, H.R.; P.G. Pérez; A.M. Díaz; L.P. Guzmán. 1997a. Influencia de la época de segado y de la frecuencia de corte, sobre parámetros de calidad en siete cultivares de gramíneas tropicales. Memoria del 1º Seminario EcoChaco 95 y XV Reunión Grupo Chaco. ED. Glatzle, A; Kruk, W y Pérez, H. Filadelfia, Paraguay: 129

Ricci, H.; L. Guzmán; P. Pérez; V. Juárez; A. Díaz. 1997b. Producción de materia seca de siete gramíneas tropicales bajo tres frecuencias de corte. CIAT. Cali. Colombia. Pasturas Tropicales. 19(2): 45-49.

Ricci, H.; L. Guzmán; P. Pérez; A. Díaz. 1995. Influencia de la época de segado y la época de corte sobre parámetros de calidad en siete cultivares de gramíneas tropicales. *Rev. Arg. de Prod. Anim.* 15 (1): 205-208.

Ricci, H.R. y L.P. Guzmán. 1992. Efecto de la fecha de rezago sobre la producción de materia seca, disponibilidad y calidad invernal del diferido de Grama Rhodes cv. Tuc. Oriental (*Chloris gayana*, Kunth)". *Rev. Industrial y Agrícola de Tucumán.* 69 (1-2): 1-5.

Riewe, M.B. 1984. Manejo del pastoreo fijo o variable en la evaluación de pasturas. Evaluación de pasturas con animales. Alternativas metodológicas. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Colombia: 60-84

Roberts, C.R. 1980. Effect of stocking rate on tropical pastures. *Tropical Grasslands.* 14 (3): 225-231.

Rodríguez Rey, J.C.; J.R. Toll Vera; V.P. Juárez; L.P. Guzmán. 1985. Evaluación de gramíneas estivales perennes tropicales y subtropicales para la zona Este de la provincia de Tucumán. *Rev. Industrial y Agrícola de Tucumán.* 62 (1): 73-105.

Robbins, G.B.; J.J. Bushell; K.L. Buttler. 1987. Decline in plant and animal production from ageing pastures of green panic (*Panicum maximum* var. *Trichoglume*). *J. Agri. Sci.* 108: 407 - 417.

Roncedo, C.S. 2005. Intersiembra de leguminosas tropicales sobre una pastura degradada de Grama Rhodes (*Chloris gayana*). Tesis. Grado Académico de Magíster en Zootecnia. Facultad de Agronomía y Zootecnia. Universidad Nacional de Tucumán. Argentina: 3-66.

Roncedo, C.S. P.G. Pérez; H.R. Ricci. 1998. Efecto de la frecuencia de corte sobre la producción y calidad de la forrajera cultivada *Brachiaria brizantha* cv Marandú. *Rev. Agronómica del N.O. Argentino.* 29 (3-4): 131-144.

Roncedo, C.; P.G. Pérez; H.R. Ricci. 1996. Efecto de dos cargas animales en el aumento medio diario de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú. Memoria de las III Jornadas de Información Científico Técnicas de la Facultad de Ciencias Agrarias y I Jornadas Regionales de Ciencia y Técnica del NOA. Univ. Nac. de Jujuy. Argentina: 96.

Roncedo, C. y J. Carrero Valenzuela. 1996. *Panicum coloratum*: una alternativa possible. GIPP. Boletín Pecuario. Año 5 (5): 1-7.

Russell, J. B.; J. B. O'Connor; D. G. Fox. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. Ruminant fermentation. *J. Anim. Sci.* 70: 3351-3561

Ruttan, V. 1992. Challenges and oportunities for the nacional agricultural research system in the year 2000 and beyond. ISNAR Policy Dialogue, Berlin: 13-18.

SAGPyA. 2005. Informe Productivo Regional Noroeste Argentino. Área de Análisis Económico de la Dirección de Economía Agraria. Subsecretaría de Agricultura, Ganadería y Forestación: 21p

Santolaria, P. 1997. Estudio de la calidad organoléptica de la carne de añojo de siete razas españolas mediante un prueba de consumidores. ITEA. 93A. (2): 89-97.

Santos, P.S. 1998. Reciclagem de nutrientes sobre sistema de pastejo.

[www.tdnet.com.br/domicio/Reciclagem\\_de\\_nutrientes\\_sobre\\_sistema\\_de\\_pastejo.htm](http://www.tdnet.com.br/domicio/Reciclagem_de_nutrientes_sobre_sistema_de_pastejo.htm)

Santoso, B., B. Mwenya, C. Sar, Y. Gamo, T. Kobayashi, R. Morikawa, K. Kimura, H. Mizukoshi, and J. Takahashi. 2004. Effects of supplementing galactooligosaccharides, *Yucca schidigera* or nisin on rumen methanogenesis, nitrogen and energy metabolism in sheep. *Liv. Prod. Sci.* 91: 209-217.

Shaxson T.F.; N.W. Hudson; D.W. Sanders; E. Roose; W.C. Moldenhauer. 1989. Land husbandry: a framework for soil and water conservation. Soil and Water Conservation Society and the World Association of Soil and Water Conservation, Ankeny, Iowa, USA: 10.

Scholefield, D.; K.C. Tyson; E.A. Garwood; A.C. Armstrong; J. Hawkins; A.C. Stone. 1993. Nitrate leaching from grazed grassland lysimeters: Effects of fertilizer input, field drainage, age of sward and patterns of weather. *J. Soil Sci.* 44: 601-613.

Skerman, P. J. y F. Riveros. 1990. Tropical Grasses. Ed. FAO: 10

Sarandón, S.J. 2002. Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable. Ediciones científicas americanas. 119-134.

Soares Filho, C.V. 1994. Recomendação de especies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições. In: Anais Simpósio sobre Manejo de Pastagens. FEALQ. Piracicaba. Brasil: 25-48.

Spain, J.M. y J.M. Pereira. 1984. Sistemas de manejo flexible para evaluar germoplasma bajo pastoreo: una propuesta. Evaluación de pasturas con animales. Alternativas metodológicas. Eds Carlos Lascano y Esteban Pizarro. Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. Colombia: 85-126.

Tarumoto, I. 2005. The effect of temperature and daylength on heading in tetraploid cultivars of rhodesgrass (*Chloris gayana* Kunth). Osaka. Japón. *JARQ.* 39 (2): 105-108.

Taylor, C.A.; M.H. Ralphs; M.M. Kothmann. 1997. Vegetation response to increasing stocking rate under rotational stocking. *J. Range Manage.* 50(4) 439-442.

Texeira, L.B.; M.S. Neto; J. Texiera Neto. 2000. Pesquisas con pastagens cultivadas na Amazonia. En: Pastagens Cultivadas na Amazonia (Cap. 1). Eds da Costa, de Moura Carvalho, Texiera y Neto. EMBRAPA. Brasil: 17-35

Toledo, J. M. (ed). 1982. Manual para la evaluación agronómica. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Red internacional de evaluación de pastos tropicales. Cali, Colombia: 91-110.

Toranzos, M.R.; P.G. Pérez; V. García Valdez. 2001. Efecto de la fertilización nitrogenada en la recuperación de tres gramíneas tropicales degradadas. Avances en la Producción Vegetal del NOA. Area Suelo: 05. Fac. de Agr. y Zoot. Univ. Nac. de Tucumán. Argentina. Soporte Informático.

Torp-Donner, H y J. Juga. 1997. Sustainability - a challenge to animal production and breeding. *Agricultural and Food Science in Finland.* 6: 229-239.

Van Soest, P.J. 1983. Nutritional ecology of the ruminant. Corvallis: Cornell University, USA:88.

- Vermorel, M. 1995. Annual methane emissions of cattle in France. Variations depending on animal type and production level. *Productions Animales*. 8 (4): 265 - 272.
- Viglizzo, E.F.; A.J. Pordomingo; M.G. Castro; F.A. Lértora. 2002. La sustentabilidad ambiental del agro pampeano. Programa Nacional de Gestión Ambiental Agropecuaria. Ed. INTA. Argentina: 11-12.
- Viglizzo, E.F. 1999. Sustentabilidad ecológica y económica de la ganadería. *Rev. Arg. de Prod. Anim.* 19 (1): 1-13.
- Viglizzo, E.F y Z.E. Roberto. 1997. El componente ambiental en la intensificación ganadera. *Rev. Arg. de Prod. Anim.* 17 (3): 271-292
- Viglizzo, E.F. 1996. La sustentabilidad en agricultura. ¿Cómo evaluar y medir?. R.I.A. Ed. INTA. 26 (1): 1-15.
- Viglizzo, E.F. 1994. The response of low input agricultural systems to environmental variability: a theoretical approach. *Agric. Systems*. 44: 1-17.
- Viglizzo, E.F. y M. Gingins. 1982. Eficiencia energética de distintos sistemas de producción. *Producción Animal*. Ed. AAPA. 9: 335-343.
- Viglizzo, E.F. 1989. La interacción sistema-ambiente en condiciones extensivas de producción. *Rev.Arg.Prod.Anim.* 9 (4): 279-294.
- Viglizzo, E. 1981. La carga animal. En: *Dinámica de los sistemas pastoriles de producción lechera (Cap. V)*. Editorial Hemisferio Sur. Argentina: 25-36.
- Villalobos, T. 2001. Producción, evaluación y uso del forraje bajo pastoreo en invernada. En: *Suplementación estratégica en vacunos en pastoreo. Invernada. (Cap. 5)*. Cuaderno de actualización N° 64. CREA. Argentina: 36-61.
- Volante, J.N.; A.R. Bianchi; H.P. Paoli; Y.E. Noé; H.J. Elena; C.M. Cabral. 2005. Análisis de la dinámica del uso del suelo agrícola del Noroeste Argentino mediante teledetección y sistema de información geográfica. Período 2000-2005. *Pro. Re. NOA.* Ediciones INTA. Salta. Argentina: 1-64.
- Walker, B.; P.B. Hodge; P.K. O'Rourke. 1987. Effects of stocking rate and grass species on pasture and cattle productivity of sown pastures on a fertile Brigalow soil in Central Queensland. *Tropical Grasslands*. 21 (1): 14-23.
- Wheeler, T.L.; J. W. Savell; H. R. Cross; D. K. Lunt; S. B. Smith. 1990. Effect of post-mortem treatments on the tenderness of meat from Hereford, Brahman and Brahman-cross beef cattle. *J. of Anim. Sci.* 68: 3677-3686.
- Williams, T.O.; J.M. Powell; S. Fernandez Rivera. 1995. Soil fertility maintenance and food crop production in semiarid West Africa: is reliance on manure a sustainable strategy?. *Outlook on Agriculture*. Vol 24 N°1 pp 43-47.
- Williams, J. y C.J. Chartres. 1991. Sustaining productive pastures in the tropics. Managing the soil resource. *Tropical Grasslands*. 25: 73-84.

World Comission on Enviroment and Development. 1987. Our common future. Oxford University Press. London.

Yong-Zhong, Su; Li Yu-Lin; Cui Jian-Yuan; Zhao Wen-Zhi. 2005. Influences of continuous grazing and livestock exclusion on soil properties in a degraded sandygrassland, Inner Mongolia, northern China. *Catena*, 59 (3): 267-278.

Zuccardi, R.B. y G.S. Fadda. 1985. Bosquejo agrológico de la provincia de Tucumán. Fac. Agronomía y Zootecnia. Univ. Nac. de Tucumán. Miscelánea N° 86. 63p.



Foto 1: Estado general de los potreros correspondientes al Modelo Físico Tradicional, al finalizar el tercer ciclo de invernada. Se observan malezas y suelo desnudo.



Foto 2: Condición general de los potreros correspondientes al Modelo Físico Mejorado, al finalizar el tercer ciclo de invernada.



Foto 3: Estado corporal de los novillitos al cumplir 12 meses de internada en el Modelo Físico Tradicional (Ciclo 2003-2004).



Foto 4: Estado corporal de los novillitos al cumplir 9 meses de internada en el Modelo Físico Mejorado (Ciclo 2003-2004).

Cuadro 1: Principales malezas presentes en el sistema

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre común</b>	<b>Familia</b>
<i>Cynodon dactylon</i> (L) Persoon	Pasto bermuda, pasto perdiz, gramilla blanca	Gramíneas
<i>Solanum heironymi</i> (O. Ktze)	Pocote	Solanáceas
<i>Amaranthus quitensis</i> HBK	Taco, Yuyo colorado	Amarantáceas
<i>Amaranthus spinosus</i>	Ataco espinudo	Amarantáceas
<i>Cardus thoermeri</i> Weinman	Cardo	Compuestas
<i>Sida rhombifolia</i> LINNE	Afata	Malváceas
<i>Wedelia glauca</i> (Ort.) Hoffmann ex Hicken	Sunchillo flor de sapo	Compuestas
<i>Leonorus sibiricus</i> (L)	Yuyo negro	Labiadas
<i>Bidens pilosa</i> L. (Bl) Sherff	Saetilla o Amor seco	Compuestas
<i>Erechthites heiracifolia</i> (L)	Senecio	Compuestas
<i>Tagetes minuta</i> (L)	Chinchilla suico	Compuesta

Planilla 1: Planilla utilizada para la toma de datos de campo de cobertura vegetal.

Pastura:

Fecha de muestreo:

Potrero:

Gr R: Otras G: Lat: Mant: SD:				
Gr R: Otras G: Lat: Mant: SD:				
Gr R: Otras G: Lat: Mant: SD:				
Gr R: Otras G: Lat: Mant: SD:				
Gr R: Otras G: Lat: Mant: SD:				

Gr R: Grama Rhodes

Otras G: Otras gramíneas

Lat: Latifoliadas

Mant: Mantillo

SD: Suelo desnudo

