6 RESULTADOS FISICOS Y ECONOMICOS

José Terra[1], Guillermo Scaglia[3], Pablo Rovira[4] y Fernando García Préchac[2]

En este capítulo se presentan los resultados de productividad física y económica de las cuatro intensidades de uso del suelo del ensayo de larga duración. En el numeral 4.1.3 se presentó una síntesis de estos resultados pero solamente para los verdeos de invierno. Aquí, en cambio, se presentarán los resultados integrados de las 4 intensidades de uso del suelo.

De todas maneras, corresponde aclarar que algunas de las intensidades consideradas, como el Cultivo Continuo, no tuvo a priori la intención de considerarse como una propuesta productiva. Se trató de un tratamiento extremo de intensidad de uso físico del suelo, para contrastar los efectos en el suelo con el de las dos Rotaciones y con el Mejoramiento Permanente de pasturas. Pero igualmente, al formar parte del ensayo, se la analiza como una alternativa productiva mas, en comparación con las tres restantes.

6.1 Productividad Física

La evaluación física de las cuatro intensidades de uso del suelo se realizó llevando un registro detallado de la producción de carne, la de forraje, la de reservas forrajeras, la de grano y la de semilla fina.

La producción forrajera fue determinada mediante cortes previos a la entrada de los animales a los potreros o franjas, aprovechando la oportunidad que ofrece el pastoreo rotativo. El Cuadro 7, presenta los resultados de producción de materia seca hasta 1998 inclusive. Resta completar el procesamiento de la información de 1999-2000.

Cuadro 7: Producción de forraje anual (kg/ha de MS) para cada Intensidad de Uso y componente de la misma durante los dos períodos evaluados.

	MP 96-97	MP 97-98	CC 96-97	CC 97-98	RC 96-97	RC 97-98	RL 96-97	RL 97-98
1º verd. invierno-	-		-		5613	4763	3516	2853
2º verd. verano	-		-		8047	8010	6494	9205
3º verd. invierno	-		-		6680	8423	7831	7746
4º verd. verano	-		-		3200 (fardos)	3500 (fardos)	2200 (fardos)	4025
Pradera consoc.	-		-		3376*	7362	3775*	11580
Pradera 2º año	-		-		10835	12100	8335	11523
Pradera 3º año	-		-		-	-	5154	10278
Pradera 4º año	-		-		-	-	6866	8236
CC invierno	-		4841	3611	-	-	-	
CC verano	-		4020 (fardos)	4500 (fardos)	-	-	-	
Mej. Permanente	5925	9950		-				
MS Total/ha	**5925**	**9950**	**8861**	**8111**	**9438**	**11040**	**7362**	**10907**

** Praderas asociadas con trigo de grano*

[1] Ing. Agr. (realizando Ph.D. en EEUU) Programa Cereales de Verano y Oleaginosas, INIA Treinta y Tres.
[2] Ing. Agr. (M.Sc.), Programa Bovinos para Carne, INIA Treinta y Tres, hasta agosto de 1999.
[3] Ing. Agr., Programa Bovinos para Carne y Ovinos y Caprinos, INIA Treinta y Tres.
[4] Ing. Agr. (M.Sc., Ph.D.), Prof. de Manejo y Cons. de Suelos y Aguas, Fac. de Agron.-UDELAR, Consultor de INIA para los Proyectos PRENADER Nos. 1 y 6.

Se destaca la variación de resultados entre los años presentados, que se deben principalmente al clima. Se hace notar la mayor producción de materia seca en las Rotaciones que en MP y CC, aunque la producción de CC en invierno es muy superior a MP. Si bien la producción física de las praderas es buena, debe destacarse que, principalmente en la Rotación Larga, para poder tener todos sus componentes desde el primer año, se procedió a realizar en los potreros a los que el sorteo asignó 2do., 3ero. y 4to. años de pradera en 1995, un mejoramiento similar al del potrero correspondiente a Mejoramiento Permanente. A medida que fueron pasando los años y se fue contando con dichos componentes instalados a partir de siembras consociadas, la productividad de las pasturas fue aumentando. Por lo tanto, al analizar tanto los resultados físicos como económicos, debe tenerse en mente esta desventaja de las rotaciones, principalmente la Larga, en los ejercicios que se considerarán, ya que el primer ciclo de dicha rotación en un mismo potrero recién se cierra en el otoño de 2001.

Los Cuadros 8, 9, 10 y 11, presentan en detalle la producción de carne, reservas forrajeras y grano de las cuatro intensidades de uso del suelo en los cuatro ejercicios de los que se tienen datos. La producción de carne fue evaluada con terneros y sobreaños de ambos sexos en los primeros años, a los que luego se agregaron novillos y vaquillonas en los últimos años. Los animales se asignaron al azar por categorías a las cuatro intensidades, ajustando la carga (a veces con animales volantes) en los diferentes momentos del año de acuerdo a la producción esperada de las pasturas y cultivos y los requerimientos de los animales (Terra et al., 1997).

El resumen mas reciente de esta información fue presentado en la Jornada de Producción Animal 2000 de INIA-Treinta y Tres (Terra et al., 2000).

Cuadro 8: Producción de carne, reservas y grano según intensidad de uso del suelo y categoría (1996-97).

		Mejoramiento Permanente	Rotación Larga	Rotación Corta	C. Continuo (Verdeo Inv.)
Prod. (kg/há sistema)	sobreaños	100.2	153.0	189.4	211.3
	terneros	186.2	150.6	163.6	125.2
	Total	286.3	303.7	353.0	336.5
Producción de carne	(ha/pastoreo)	**286.3**	**364.4**	**470.6**	**336.5**
Producción de Fardos	(kg ha sistema)	0	630	1225	4000
Producción de Granos	(kg/ha sistema)	0	500	317	0

RL: 1900 kg/ha de trigo en 6 has cosechadas; RC: 2000 kg/ha en 6 has cosechadas.

Cuadro 9: Producción de carne y fardos según intensidad de uso del suelo y categoría (1997-98).

		Mejoramiento Permanente	Rotación Larga	Rotación Corta	Cultivo Continuo
Carne (kg/há)	Sobreaños	184.2	271.5	308.6	223.3
	Terneros	159.4	241.3	252.1	174.4
	Terneras "volantes"	—	29.0	39.7	—
	Otras	—	3.5	7.6	—
	Total	**343.6**	**545.3**	**608.0**	**397.7**
Fardos	(kg/ha sistema)	0	0	875	4500

Cuadro 10: Principales resultados productivos por intensidad de uso en 1998-99

	MP 98-99	RL 98-99	RC 98-99	CC 98-99
Carga Promedio (kg PV ha)	540	630	610	810
Carne Vaca		45	55	90
Carne Terneros	340	350	361	440
Carne Otros	79	107	72	148
Carne (kg/ha sistema)	**479**	**530**	**489**	**678**
Carne (kg/ha pastoreo)	479	570	610	678
Grano (kg/ha sistema) *		833	1500	-
Fardos (kg/ha sistema)	-	-	350	-
Semilla Fina (kg/ha sistema)	-	-	35	-

Nota: RC: 6000kg/ha (hum. 13%) de sorgo grano húmedo en 6 has; 220 kg/ha de semilla de T.Rojo en 4 has; 5 fardos/ha de cola de cosecha de T.Rojo. RL: 5000 kg/ha de Sorgo grano húmedo en 6 has.

Cuadro 11: Principales resultados productivos por intensidad de uso en 1999-00

	MP 99-2000	RL 99-2000	RC 99-2000	CC 99-2000
Carga Promedio (kg PV ha)	420	814	842	1093
Carne Vaca	0	36	49	81
Carne Terneros	222	420	460	413
Carne Otros	20	40	30	25
Carne (kg/ha sistema)	**242**	**496**	**539**	**519**
Carne (kg/ha pastoreo)	242	496	539	519

Nota: se cortó el pastoreo en diciembre de 1999 por efecto de la sequía. Desde el 20 de febrero al 15 de abril se realizaron pastoreos de limpieza con vacas con cría al pie a altas cargas.

La Figura 83 presenta las medias de producción de carne de los cuatro años y su desvío estándar interanual.

Se realizó un análisis de varianza de estos resultados, tomando los años como repeticiones y las intensidades de uso como tratamientos.

Se encontró que la producción del Mejoramiento Permanente es significativamente menor a la de los restantes sistemas, que no difieren entre sí.

La mayor variación interanual la presentó el Cultivo Continuo y la menor los sistemas de rotaciones, en particular la Rotación Corta.

El Mejoramiento Permanente presentó variación intermedia.

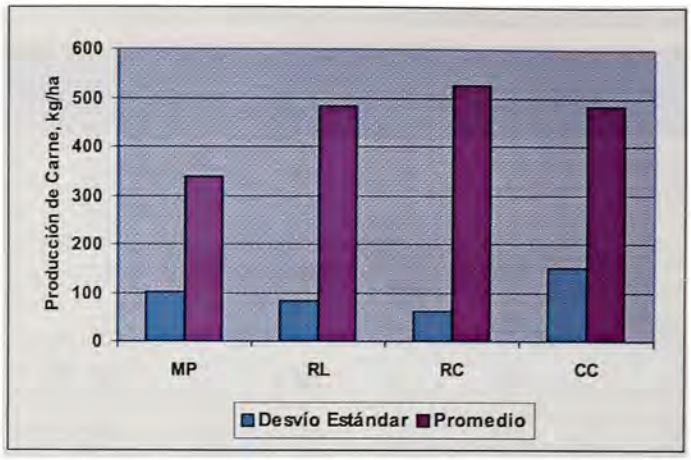


Figura 83. Producción de carne promedio anual y su desvío estándar, según tratamiento de intensidad de uso del suelo.

6.2 Resultados Económicos

La metodología utilizada para la obtención de los resultados económicos que se presentan y analizan a continuación, fue liderada por el Dr. Gustavo Ferreira, Economista de INIA-Tacuarembó.

Se posee información de cuatro ejercicios: 96-97, 97-98, 98-99 y 99-00. Resultados de los tres primeros fueron publicados en las Jornadas 97, 98 y 99 de Producción Animal de la Unidad Experimental Palo a Pique (Ferreira et al., 1997, 1998; Ferreira y Rovira, 1999). En la primera de dichas publicaciones se presenta el método y detalle del cálculo de Ingresos y Costos.

Los ingresos brutos incluyen las ventas de las diferentes categorías utilizadas en los sistemas de intensidad de uso del suelo, principalmente novillos y terneros de sobreaño, pero ocasionalmente vacas gordas, vaquillonas y terneros al destete (animales volantes). También incluyen ventas de forraje, principalmente fardos y ocasionalmente silo, así como ventas ocasionales de granos y semilla fina.

Los costos directos corresponden a los insumos (semillas, fertilizantes, herbicidas, combustible, sanitarios animales) y operaciones (aplicaciones de herbicidas, siembra, refertilizaciones, cosecha, otros) involucrados en los cultivos y pasturas de los sistemas, así como también los costos de mano de obra. Se hace notar que los costos indirectos no se han considerado en los análisis que se presentan.

Los precios de insumos y productos utilizados fueron los corrientes, correspondientes a las fechas en que se realizaban las ventas de los productos y las compras de insumos (ver Anexo 10.3).

Al disponerse de resultados de cuatro ejercicios, se realizó el análisis estadístico tal como se lo describió al principio de esta publicación.

Se consideró cada ejercicio como una repetición y a las cuatro intensidades de uso como tratamientos, en un diseño de Bloques al azar. Las variables que se analizaron fueron: Ingreso Bruto (IB); Costos Directos (CD); Margen Bruto (MB); Relación Costo/Beneficio (C/B); MB de la situación mas favorable (MB+F), consistente en un incremento de 20% de los Ingresos y una disminución de 20% de los Costos; y MB de la situación mas desfavorable (MB-F), consistente en una disminución de 20% de los Ingresos y un aumento de 20% de los Costos.

La Figura 84 presenta el resultado mas importante, que es el margen bruto.

Cuadro 10: Principales resultados productivos por intensidad de uso en 1998-99

	MP 98-99	RL 98-99	RC 98-99	CC 98-99
Carga Promedio (kg PV ha)	540	630	610	810
Carne Vaca		45	55	90
Carne Terneros	340	350	361	440
Carne Otros	79	107	72	148
Carne (kg/ha sistema)	**479**	**530**	**489**	**678**
Carne (kg/ha pastoreo)	479	570	610	678
Grano (kg/ha sistema) *		833	1500	-
Fardos (kg/ha sistema)	-	-	350	-
Semilla Fina (kg/ha sistema)	-	-	35	-

Nota: RC: 6000kg/ha (hum. 13%) de sorgo grano húmedo en 6 has; 220 kg/ha de semilla de T.Rojo en 4 has; 5 fardos/ha de cola de cosecha de T.Rojo. RL: 5000 kg/ha de Sorgo grano húmedo en 6 has.

Cuadro 11: Principales resultados productivos por intensidad de uso en 1999-00

	MP 99-2000	RL 99-2000	RC 99-2000	CC 99-2000
Carga Promedio (kg PV ha)	420	814	842	1093
Carne Vaca	0	36	49	81
Carne Terneros	222	420	460	413
Carne Otros	20	40	30	25
Carne (kg/ha sistema)	**242**	**496**	**539**	**519**
Carne (kg/ha pastoreo)	242	496	539	519

Nota: se cortó el pastoreo en diciembre de 1999 por efecto de la sequía. Desde el 20 de febrero al 15 de abril se realizaron pastoreos de limpieza con vacas con cría al pie a altas cargas.

La Figura 83 presenta las medias de producción de carne de los cuatro años y su desvío estándar interanual.

Se realizó un análisis de varianza de estos resultados, tomando los años como repeticiones y las intensidades de uso como tratamientos.

Se encontró que la producción del Mejoramiento Permanente es significativamente menor a la de los restantes sistemas, que no difieren entre sí.

La mayor variación interanual la presentó el Cultivo Continuo y la menor los sistemas de rotaciones, en particular la Rotación Corta.

El Mejoramiento Permanente presentó variación intermedia.

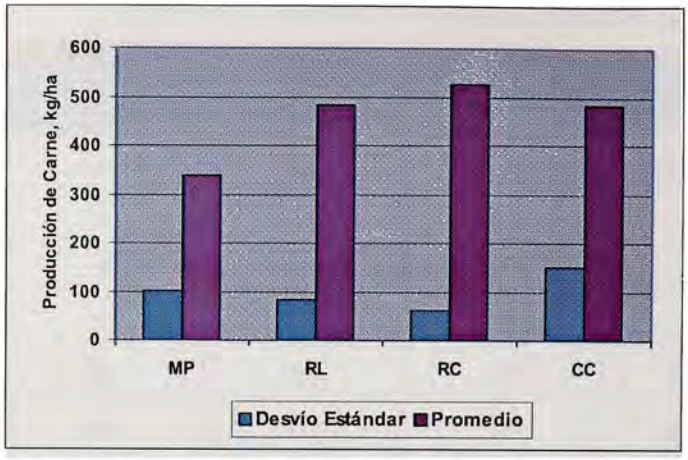


Figura 83. Producción de carne promedio anual y su desvío estándar, según tratamiento de intensidad de uso del suelo.

6.2 Resultados Económicos

La metodología utilizada para la obtención de los resultados económicos que se presentan y analizan a continuación, fue liderada por el Dr. Gustavo Ferreira, Economista de INIA-Tacuarembó.

Se posee información de cuatro ejercicios: 96-97, 97-98, 98-99 y 99-00. Resultados de los tres primeros fueron publicados en las Jornadas 97, 98 y 99 de Producción Animal de la Unidad Experimental Palo a Pique (Ferreira et al., 1997, 1998; Ferreira y Rovira, 1999). En la primera de dichas publicaciones se presenta el método y detalle del cálculo de Ingresos y Costos.

Los ingresos brutos incluyen las ventas de las diferentes categorías utilizadas en los sistemas de intensidad de uso del suelo, principalmente novillos y terneros de sobreaño, pero ocasionalmente vacas gordas, vaquillonas y terneros al destete (animales volantes). También incluyen ventas de forraje, principalmente fardos y ocasionalmente silo, así como ventas ocasionales de granos y semilla fina.

Los costos directos corresponden a los insumos (semillas, fertilizantes, herbicidas, combustible, sanitarios animales) y operaciones (aplicaciones de herbicidas, siembra, refertilizaciones, cosecha, otros) involucrados en los cultivos y pasturas de los sistemas, así como también los costos de mano de obra. Se hace notar que los costos indirectos no se han considerado en los análisis que se presentan.

Los precios de insumos y productos utilizados fueron los corrientes, correspondientes a las fechas en que se realizaban las ventas de los productos y las compras de insumos (ver Anexo 10.3).

Al disponerse de resultados de cuatro ejercicios, se realizó el análisis estadístico tal como se lo describió al principio de esta publicación.

Se consideró cada ejercicio como una repetición y a las cuatro intensidades de uso como tratamientos, en un diseño de Bloques al azar. Las variables que se analizaron fueron: Ingreso Bruto (IB); Costos Directos (CD); Margen Bruto (MB); Relación Costo/Beneficio (C/B); MB de la situación mas favorable (MB+F), consistente en un incremento de 20% de los Ingresos y una disminución de 20% de los Costos; y MB de la situación mas desfavorable (MB-F), consistente en una disminución de 20% de los Ingresos y un aumento de 20% de los Costos.

La Figura 84 presenta el resultado mas importante, que es el margen bruto.

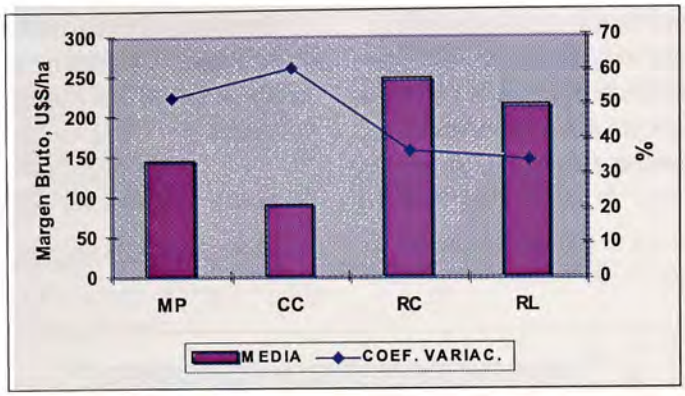


Figura 84. Margen bruto de las cuatro intensidades de uso del suelo y su coeficiente de variación entre años.

Se observa que el mayor MB y la menor variación interanual la presentaron los dos sistemas de Rotaciones. En tanto el menor margen y la mayor variación la tuvo el sistema de Cultivos Continuos. El Mejoramiento Permanente tuvo resultados económicos intermedios.

El MB se compone de los IB menos los CD, que se presentan en las Figuras 85 y 86.

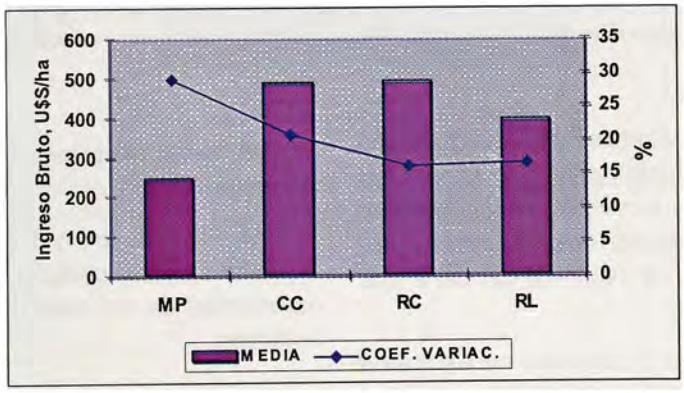


Figura 85. Ingreso bruto de las cuatro intensidades de uso del suelo y su coeficiente de variación entre años.

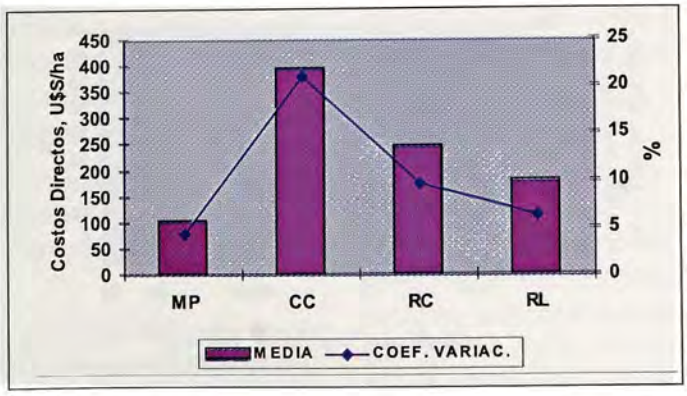


Figura 86. Costos directos de las cuatro intensidades de uso del suelo y su coeficiente de variación entre años.

El IB no fue estadísticamente diferente entre CC y las Rotaciones. El menor valor, con significación estadística, lo presentó MP, con la mayor variación entre años. Nuevamente, la menor variación aparece en las Rotaciones.

En cuanto a CD, el valor más pequeño y la menor variación entre años la presenta el MP, mientras que CC presenta los mayores CD y variación interanual. La diferencia de CD entre RC y RL resultó significativa al 5%; también, RL presentó menor variación interanual.

La Relación C/B se presenta en la Figura 87.

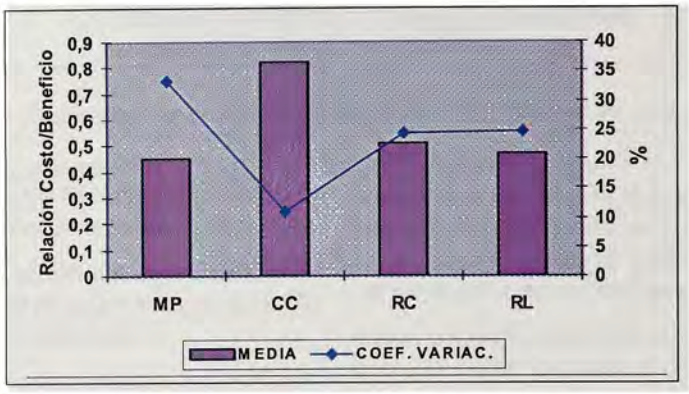


Figura 87. Relación Costo/Beneficio de las cuatro intensidades de uso del suelo y su coeficiente de variación entre años.

La mayor C/B la presenta CC, también con la menor variación interanual; esto quiere decir que independientemente de la variación interanual de producción física, precios de productos y precios de insumos, CC tiene una alta C/B.

Entre los otros 3 sistemas no existieron diferencias significativas en los valores medios de C/B, pero MP presentó mayor variación interanual.

Las Figuras 88 y 89, presentan los resultados de las situaciones MB+F y MB-F, resultantes de un análisis de sensibilidad realizado.

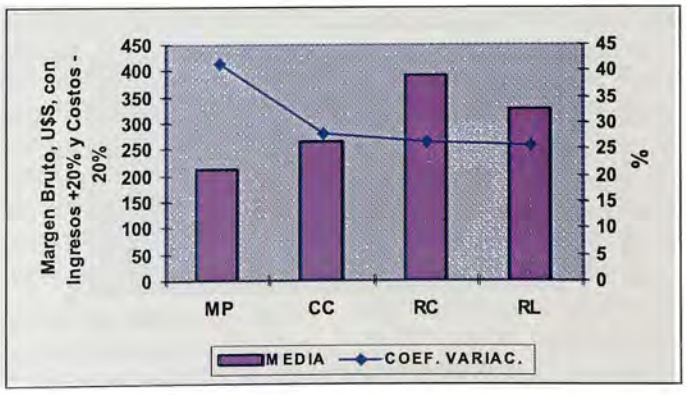


Figura 88. Margen bruto con 20% de incremento de Ingresos y 20% de disminución de Costos (MB+F), de las cuatro intensidades de uso del suelo y su coeficiente de variación entre años.

El MB en la situación mas favorable considerada en el análisis de sensibilidad (MB+F) fue significativamente menor y mas variable entre años en MP. CC tuvo MB+F significativamente menor al promedio de las dos rotaciones y entre estas la diferencia no fue significativa.

La variación interanual no fue muy diferente entre CC y las dos rotaciones, aunque tiende a ser algo menor en las últimas.

En la situación menos favorable considerada (MB-F, Figura 89), CC siempre arrojó resultado negativo y menos variable entre años.

El MB-F de las otras tres intensidades de uso no fue estadísticamente diferente, aunque MP mostró la mayor variación interanual.

La variación de RL es semejante a la de CC, en tanto la de RC es algo mayor.

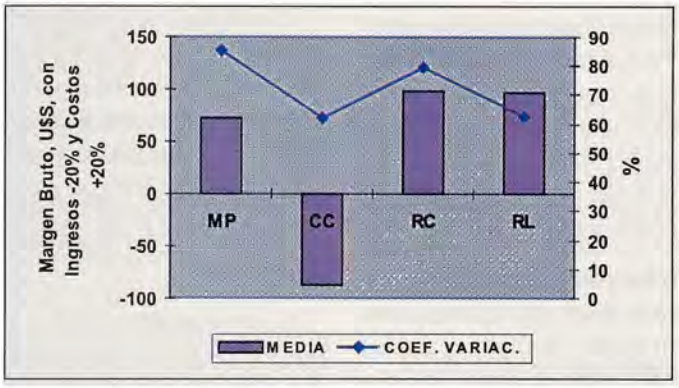


Figura 89. Margen bruto con 20% de disminución de Ingresos y 20% de aumento de Costos (MB-F), de las cuatro intensidades de uso del suelo y su coeficiente de variación entre años.

A la luz de estos resultados, debe descartarse económicamente la realización de un sistema de producción de Cultivos Continuos con Siembra Directa para destino forrajero en los suelos de las Lomadas del Este.

Lo que resulta muy importante es verificar la mayor sostenibilidad económica de las Rotaciones Forrajeras en relación al Mejoramiento Permanente.

Esto surge de su mayor MB, con menor variación interanual. La relación C/B de las Rotaciones y MP no es diferente, aunque los CD de las Rotaciones son mayores. Las Rotaciones determinan mayor MB que MP en condiciones favorables y no generan menor MB en condiciones desfavorables.

Pero recordando que el análisis precedente consideró solamente los costos directos, es importante señalar que el cambio tecnológico de la incorporación de áreas mejoradas en base a rotaciones forrajeras con siembra directa, está más al alcance de aquellos productores que por diferentes razones no tengan que realizar la inversión para la compra de una sembradora y una fumigadora.

7 RESUMEN Y CONCLUSIONES

Los suelos de las Lomadas del Este, dentro de la zona de influencia de INIA Treinta y Tres, presentan limitantes en cuanto al riesgo de erosión y degradación, riesgo de sequía y drenaje, que los ubican entre las Clases III y IV de Capacidad de Uso del USDA. Estos problemas tuvieron su manifestación más evidente en el período en el que se los utilizó para producir soja con laboreo convencional, sin rotación con pasturas.

Considerando que su capacidad productiva es más ganadera que agrícola, en 1995 se comenzaron dos proyectos conjuntos con financiación del PRENADER (MGAP-Banco Mundial), de mediana y larga duración, sobre los Argisoles y Planosoles (Argiudoles típicos y álbicos) de la Unidad Alférez del Mapa de Reconocimiento de Suelos del Uruguay, en la Unidad Experimental Palo a Pique.

La situación de comienzo fue la de un campo natural regenerado luego de algunos cultivos de soja hacía más de 10 años, seguidos de una pradera con trébol blanco, lotus y raigrás que se perdió y se engramilló.

Los objetivos de estos trabajos fueron:

1) comparar diferentes intensidades de uso del suelo en cuanto a proporciones de cultivos forrajeros (ocasionalmente cosechados para grano) y pasturas en la rotación, en términos de sus efectos sobre las propiedades del suelo (la calidad del suelo) y de su productividad física y económica;

2) probar la hipótesis de que la reducción del laboreo, en particular el no laboreo o siembra directa (SD), es un elemento central en la productividad física y económica de nuevos sistemas de producción más intensivos en estos suelos; y

3) solucionar los problemas asociados a la utilización de la tecnología de SD.

Las intensidades de uso del suelo consideradas son: Mejoramiento permanente de pasturas (MP), Rotación corta (RC) de dos años de cultivos forrajeros y dos años de pasturas, Rotación larga (RL) de dos años de cultivos forrajeros y cuatro años de pasturas y Doble cultivo anual continuo (CC).

Los distintos componentes anuales de las cuatro intensidades de uso comparadas se dispusieron al azar en unidades experimentales de 6 ha, sin repeticiones sincrónicas, conformando un total de 72 ha de área experimental; para la realización de análisis de varianza para estos 4 tratamientos se consideran los años como repeticiones.

Los ensayos analíticos de mediana y corta duración, destinados a alcanzar los objetivos 2 y 3, se ubicaron dentro de las unidades experimentales del ensayo de larga duración sobre intensidad de uso del suelo.

Las mayores diferencias entre rotaciones con destino forrajero y rotaciones agrícola- ganaderas son:

1) en las primeras se utiliza una alta proporción de la biomasa producida por los cultivos, por lo que los residuos para cubrir el suelo en SD y retornar materia orgánica al suelo son menos que en los sistemas en los que los cultivos son cosechados para grano;

y 2) también en las primeras, tanto las pasturas como los cultivos son pastoreados directamente, por lo que el riesgo de compactación superficial es mayor.

En cuanto a la <u>sustentabilidad física de la calidad del suelo,</u> los resultados muestran que el ritmo de erosión en rotaciones de cultivos y pasturas con SD fue similar al del campo natural, mientras que las mismas rotaciones con LI sufrieron casi 3 veces más erosión.

En las rotaciones con SD el contenido de materia orgánica o carbono orgánico del suelo no solamente no baja, sino que en 5 años pasó a ser algo superior al de MP, que es muy semejante al del campo natural. Si se realiza CC con SD, ocurre una pérdida de materia orgánica que tiende a equilibrarse en pocos

años (7,5% desde 1995 a 1999); en cambio, con Laboreo convencional o intensivo (LI), si bien a ritmo decreciente, la pérdida continúa a lo largo del tiempo, llegando a ser de 24% en igual período. La utilización de Laboreo reducido (LR) determinó un nivel de pérdida de materia orgánica intermedio (12%).

La materia orgánica en el suelo responde al balance entre pérdidas y ganancias. Que ocurra una disminución de materia orgánica en CC con SD para uso forrajero responde a la alta utilización de la biomasa producida a la que se hizo referencia antes; quizás en CC con SD pero con utilización para grano de los cultivos, el resultado sea de equilibrio o inclusive de ganancia de materia orgánica.

Estos resultados indican que desde el punto de vista de la sustentabilidad de la calidad del suelo, en sistemas de producción con pastoreo directo, aún con SD, también es necesaria la rotación de los cultivos con las pasturas.

La materia orgánica en SD se concentra principalmente en los primeros centímetros del suelo, por debajo de la cobertura de residuos; la disponibilidad de P (Bray No. 1) y un incremento de acidez se correlacionan con la distribución en profundidad de la materia orgánica; ninguno de estos hechos ha mostrado ser un problema. La disponibilidad de $N\text{-}NO_3$ resultó mucho más afectada por la variación climática que por las diferentes intensidades de laboreo utilizadas en los ensayos.

Al comienzo del ciclo de cultivos de las rotaciones, sobre praderas o campos naturales, la no diferencia entre SD y laboreo es lograble solamente si se realiza un barbecho químico de suficiente duración (unos dos meses); si no se hace barbecho químico la disponibilidad de N con SD es inferior que con la realización de laboreo. Pero debe destacarse que el uso continuado de LI, al reducir el stock de materia orgánica del suelo, determina que la realización de laboreo no produzca importantes cantidades de $N\text{-}NO_3$; mientras que con SD tiende a ocurrir lo contrario al pasar el tiempo.

En sistemas extractivos de biomasa como los que se discuten, es importante vigilar la evolución del potasio del suelo, habiéndose comenzado a notar un valor inferior en CC, aunque con una diferencia todavía de escasa importancia con las otras intensidades de uso. La densidad aparente se correlacionó negativamente con la cantidad de materia orgánica del suelo, lo que indica que el mayor contenido de materia orgánica afectó positivamente la estructura del suelo; la densidad aparente fue más baja en RL, luego en RC con un valor escasamente inferior al de MP, y CC tuvo el valor más alto. Lo relevante de estos resultados es que en todos los casos se utilizó solamente SD.

No se encontraron diferencias significativas entre las intensidades de laboreo en CC sobre la producción de los verdeos de invierno, excepto en el primer pastoreo del primer año, en contra de SD; en dicha ocasión no se realizó barbecho químico por falta de conocimiento.

Partiendo de una pastura, artificial o natural y suelo con un estado de degradación no extremo, es normalmente suficiente la realización de un buen barbecho químico para minimizar la pérdida de producción física que se dice está asociada al cambio o transición de utilización de laboreo a utilización de SD.

Si el estado de degradación del suelo es muy avanzado, no solamente se obtiene baja productividad con SD, sino que seguramente también con LI. Una vez que el suelo pasa a usarse con SD, el transcurrir del tiempo con la reconstitución de la materia orgánica, determina mejora de las propiedades físicas, químicas y biológicas, es decir de la calidad del suelo.

En consonancia con la evolución de la disponibilidad de N, ya comentada, no se encontró diferencia en la respuesta a la fertilización N entre las tres intensidades de laboreo utilizadas (la interacción N*Laboreo no fue significativa en ninguno de los ensayos); esto con-

tradice la opinión generalizada de que con SD se debe usar más fertilización N. Pero esto, nuevamente, puede no ser cierto en una situación de transición sin uso de barbecho químico.

La utilización por pastoreo de la materia seca producida por los verdeos de invierno es por lo menos 10% mayor con SD que con LI; en situaciones lluviosas dicha diferencia se incrementó a 30%.

La productividad de los verdeos de invierno en los potreros del ensayo de larga duración, durante los años 1996, 97, 98 y 99, en el período invernal, en términos de kg de materia seca por ha, estuvo entre 4400 y 5560, generando una producción de carne entre 336 y 493 kg/ha, con un margen bruto entre U$S 59 y U$S159/ha.

Dos años de experimentación con maíz mostraron la ventaja de SD sobre LI en un año con verano seco y la no existencia de diferencia en un verano con buena disponibilidad hídrica. Este cultivo de verano tampoco mostró diferente respuesta al N aplicado en función de la intensidad de laboreo utilizada, tanto en condiciones de alta disponibilidad (año seco), como de disponibilidad que determinó respuesta al N aplicado (año húmedo).

En el ensayo de intensidad de laboreo x N, con los mismos tratamientos en las mismas parcelas desde 1995, se encontró más materia orgánica y disponibilidad de N en aquellas que recibieron siempre 150 kg de N/ha que las que no lo recibieron nunca. Ello determinó mayor productividad de sorgo para silo en 1998-99. La diferencia de productividad entre ambas situaciones fue menor en SD que en LI y LR, lo cual se asociaría a mayor contenido de materia orgánica en SD sin fertilización N histórica, que en LI y LR también sin dicha fertilización.

La realización de algún tipo de laboreo a la salida del ciclo de pasturas para el verdeo cabeza de rotación no determinó diferencia con empezar dicho ciclo con SD, en términos de la resistencia a la penetración (compactación), luego de los pastoreos del verdeo durante el invierno. Antes de los pastoreos dicha diferencia era evidente. Un cultivo de sorgo para grano plantado con SD sobre las diferentes situaciones anteriores no mostró diferencias significativas de rendimiento en función de la intensidad de laboreo utilizada para el verdeo cabeza de rotación.

Este resultado difiere de los encontrados en las rotaciones de la EEMAC, donde la realización de dicho laboreo benefició la productividad de los cultivos posteriores. Nuevamente, la gran diferencia radica en que en Palo a Pique los cultivos (principalmente de invierno) se pastorean, en tanto que en la EEMAC las rotaciones son agrícola-ganaderas, con los cultivos cosechados para grano, sin ser pastoreados y dejando todo su rastrojo en superficie.

El nivel de compactación por pisoteo animal puede controlarse con la carga animal utilizada en cada pastoreo y con su frecuencia. Un ensayo de cargas de corderos pesados (60, 120 y 180 corderos/ha instantáneamente) sobre verdeos con SD fue utilizado para estudiar el efecto sobre el cultivo de verano siguiente. Moha plantada con SD (ver Terra et al., 2000, Ser. Téc. No. 111) no mostró diferencias significativas en dos años de ensayo en materia seca producida y tampoco en grano (evaluado solamente el segundo año).

En este segundo año también se incluyó sorgo forrajero, que respondió en forma inversa a lo esperado, con mayor producción en la carga invernal alta y menor en la baja, por una interacción ocurrida en dicho año entre carga en el invierno, cobertura del suelo e infestación de malezas.

Los resultados de estos ensayos apuntan a que en sistemas con pastoreo directo de todos los componentes de la rotación, el laboreo no sirve más que a cortísimo plazo para eliminar compactación superficial por pisoteo, pero que dicha compactación superficial pue-

de no tener la magnitud de consecuencias negativas sobre los cultivos siguientes que comúnmente se cree.

Los resultados de los ensayos de renovación de praderas engramilladas mostraron que con dosis de 5 l de glifosato/ha, entre mediados de febrero y mediados de abril, es posible reducir en forma muy importante la población de gramilla, tanto aérea como subterránea. En 1999 la aplicación de febrero aparece como más efectiva en controlar la gramilla, pero favoreció en demasía la renovación de raigrás sobre la de trébol blanco.

Estas son las dos especies del banco de semillas que más responden al control de gramilla, el raigrás desde el primer año y el trébol blanco en el segundo y tercero desde la intervención. El agregado de nueva semilla (resiembra) no se mostró efectivo en estos ensayos, lo que seguramente obedece a que las praderas fueron bien manejadas (aliviadas para tener semillazón y refertilizadas con P), por lo que contaban con un buen banco de semillas.

Las siembras consociadas de las pasturas con los verdeos de invierno en SD no presentaron mayores complicaciones sobre el rastrojo de la moha enfardada, al cierre del ciclo de cultivos de las rotaciones. Los ensayos al respecto demostraron, como otros antecedentes en el tema, que las semillas pequeñas de las leguminosas trébol blanco y lotus tienen pobre instalación en el mismo surco y a igual profundidad que las semillas del cultivo de invierno.

Generalmente tuvieron muy buena implantación al voleo, pero fue aún algo mejor en pasadas cruzadas a las del cultivo, a profundidad de 1,5 cm. Mientras que el dactylis mostró que en las condiciones de este rastrojo se puede también sembrar al voleo si la humedad del suelo es favorable; en un año con condiciones secas durante el período de siembra y emergencia, tuvo mejor implantación y sobrevivencia al segundo año la siembra en surcos cruzados a los del verdeo de invierno. En líneas alternas no tuvo tan buena implantación como la que se logró con este método de siembra en ensayos de la Facultad de Agronomía (Amarante et al., 1999).

La productividad en kg de materia seca por ha, de las cuatro intensidades de uso del suelo hasta 1998 fue: MP 7937, RL 9134, RC 10239 y CC 8486. Las rotaciones se destacaron por su mayor producción de forraje y por su menor variación interanual.

La productividad en kg de carne por ha promedio anual de los cuatro ejercicios de los que se poseen datos fue: MP 338, RL 484, RC 527 y CC 485. El desvío estándar interanual fue: MP 103, RL 82, RC 61 y CC 151. También las rotaciones muestran mayor producción animal con menor variación.

Los resultados económicos indican que las intensidades de uso más sustentables son las rotaciones de cultivos y pasturas (coincidiendo con los resultados de sustentabilidad de la calidad del suelo). El sistema económicamente más riesgoso, y por lo tanto menos sustentable es CC. El Margen Bruto en U$S/ha fue: MP 143, RL 212, RC 245 y CC 89; los coeficientes de variación interanual fueron: MP 52%, RL 34%, RC 37% y CC 61%.

Las rotaciones tuvieron mayor sustentabilidad económica que MP porque tuvieron mayor Margen Bruto con menor variación interanual, igual relación Costo/Beneficio, mayor Margen Bruto en condiciones económicamente muy favorables e igual Margen Bruto en condiciones económicamente muy desfavorables. Cabe aquí señalar que, como se dijo en el texto, la intención no era comparar productiva y económicamente estas cuatro intensidades de uso del suelo, ya que de antemano se sabía que CC no tiene cabida como sistema en sí mismo, en una explotación pecuaria.

También, a la luz de los resultados, puede tener mucho sentido el plantearse rotaciones más extensivas que las utilizadas en este pro-

yecto en establecimientos pecuarios; por ej. un año de cultivos forrajeros, que cierren en una siembra consociada y una duración de la pastura que llegue a por lo menos 5 años, considerando alguna renovación si es necesaria. Además, ningún establecimiento puede ser todo MP, RL, RC o CC, como en el análisis realizado; en función de los recursos naturales y financieros disponibles y los objetivos de producción, habrá que optimizar las proporciones de estas y otras alternativas con la del campo natural.

También importa recordar en este resumen que el análisis económico se basó solamente en costos directos, por lo que los productores que no poseen las máquinas para llevar adelante la tecnología de SD deberán enfrentar los costos indirectos correspondientes.

En síntesis, se puede decir que sistemas de producción animal basados en rotaciones forrajeras realizadas con SD son física y económicamente sustentables en los frágiles suelos de las Lomadas del Este, representados por la Unidad Alférez. Es más, los primeros datos, que requieren confirmación de más años, apuntan a un mejoramiento de la calidad del suelo (nivel de materia orgánica) por sobre la del campo natural.

Este es un resultado único para los sistemas de producción conocidos en nuestras condiciones y puede ser económicamente explotado en términos de créditos de Carbono fijado en el suelo, si dicha oportunidad se concreta por los acuerdos internacionales.

Pero aunque ello no se concretara, es una oportunidad de presentar la producción pecuaria siendo realizada con procesos totalmente sustentables y ambientalmente amigables, lo que en los tiempos de la trazabilidad y la calidad de productos y procesos, es de indudable valía.

Por otra parte, los niveles de productividad alcanzados indican que con esta tecnología, las Lomadas del Este, cosideradas como una zona de producción animal de corte criador, pueden pasar a considerarse con potencial hasta para realizar lechería. Inclusive, dentro de las rotaciones, algunos cultivos pueden destinarse a cosecha de grano y algunas pasturas destinarse a cosecha de semilla fina (como ya ocurre desde hace años en la zona próxima a José Pedro Varela).

En función de los resultados encontrados, de la acumulación de efectos conocidos de los tratamientos aplicados, de que recién a partir del 2001 todos los momentos de todas las rotaciones se harán sobre al menos un ciclo de rotación previo en cada unidad experimental, de la inversión realizada en montar y ejecutar estos proyectos y de que los efectos sobre la calidad del suelo deben confirmarse con más años para ser publicados a nivel internacional, es altamente recomendable el continuar estos experimentos.

Pero también, debe valorarse que se trata de un material experimental único en el país y por lo que se conoce, probablemente en la región y quizás también a mayor escala, en cuanto ensayo de larga duración de intensidades de uso del suelo con fines pecuarios.

El ensayo de Rotaciones de la Estanzuela se ha convertido en un clásico a nivel nacional e internacional y ha generado la mayor parte del conocimiento experimental sobre rotaciones agrícola-ganaderas que posee el país; el de Palo a Pique está en camino de serlo en cuanto a rotaciones forrajeras, si es que se lo continúa en el tiempo.

8. AGRADECIMIENTOS

Al Ing. Agr. Federico Blanco, responsable inicial de los Proyectos PRENADER Nos. 1 y 6, quien organizó la infraestructura del experimento de larga duración en mas de 76 ha y lo puso a funcionar. Luego se desvinculó laboralmente del INIA.

Al Ing. Agr. (M.Sci.) Guillermo Scaglia, responsable de Producción Animal en la UEPP hasta 1999, por su liderazgo y colaboración en todo lo referente a los aspectos de Producción Animal de los Proyectos hasta que en 1999 se desvinculó del INIA.

Al Ing. Agr. Pablo Rovira, que ha reemplazado al Ing. Scaglia desde 1999.

Al Ing. Agr.(Ph.D.) Gustavo Ferreira de INIA Tacuarembó, por su liderazgo en la metodología que permitió obtener los resultados económicos de estos Proyectos.

Al Ing. Agr. Horacio Saravia por la revisión del borrador de esta publicación.

A los funcionarios del INIA Sres. Daniel de Souza y Wilson Silvera por su responsabilidad en la ejecución de toda la operativa de campo y de las etapas iniciales de procesamiento de muestras en los laboratorios.

Al Laboratorio de Suelos de INIA La Estanzuela, por los análisis químicos de suelos.

A los actuales Ings. Agrs. Rafael Bottaro Carve, Andrés Pollero, Luis Bottaro O'Brien, Washington Cuadro, Gonzalo Jaureche, Gonzalo Pinedo y Alfredo Martín Silveira, que realizaron sus Tesis de Grado en los trabajos experimentales de estos Proyectos.

Al Programa PRENADER (Banco Mundial-MGAP) por el financiamiento de los Proyectos.

9. BIBLIOGRAFÍA

Allison F. E., (1973). Soil Organic Matter and its role in crop production. Ed. Elseivier Scientific Publishing Company, 1973. 637 pp.

Allmaras, R.R., G.W. Langdale, P.W. Unger, R.H. Dowdy y D.M. Van Doren (1991). Adoption of conservation tillage and associated planting systems. In R. Lal y F.J. Pierce (Eds.) Soil management for sustainability, SWCS, p: 53-83.

Amarante, P., F. García Préchac y M. Pérez Bidegain (1996 y 1997). Siembra directa en sistemas lecheros y ganaderos de la región centro y sur del país. In García Préchac, F.(Ed.) Curso de actualización sobre siembra directa y conservación de suelos, Fac. de Agronomía de la UDELAR, Un. de Ed. Permanente, p: 73-86.

Amarante, P., M. Ferenczi, M. Jaurena, C. Labandera y F. García Préchac (1997a). Introducción de especies forrajeras en campo natural, comparando siembra directa en líneas con voleo superficial, en combinación con diferentes tipos y dosis de herbicidas. In Jornada de Siembra Directa del VII Cong. Nac. de Ing. Agr., AIA-Uruguay, p: 123-125, e In Anais, II Sem. Internacional do Sistema Plantio Direto, EMBRAPA-Trigo y Rev. Plantio Direto, p: 289-292.

Amarante, P., I. Abella, F. Indarte, F. García Préchac y M. Pérez Bidegain (1997b). Alternativas de siembra directa de praderas consociadas. In Jornada de Siembra Directa del VII Cong. Nac. de Ing. Agr., AIA-Uruguay, p: 95-97.

Amarante, P., F. García Préchac y M. Pérez Bidegain (1999). Principales resultados obtenidos recientemente utilizando la tecnología de Siembra Directa en pasturas perennes. Revista Cangüé No.16 de la EEMAC-Fac. de Agronomía, pp: 13 -16.

Andriulo A., Cordone G., (1998). Impacto de Labranzas y Rotaciones sobre la Materia Orgánica de los Suelos de la Región

Pampeana Húmeda. In: Siembra Directa. Ed: Panigatti, Marelli, Buschiazzo y Gil; INTA - Editorial H. Sur. pp: 63-97.

Bermúdez, R., M. Carámbula y W. Ayala (1996). Introducción de gramíneas en mejoramientos extensivos. In Producción Animal, Unidad Experimental Palo a Pique, INIA-Treinta y Tres, Serie Activ. De Dif. No. 110, p: 33-43.

Blackmer, A.M; Morris, T.F; Keeney, D.R; Voss, R.D; Killorn, R. (1991). Estimating nitrogen needs for corn by soil testing. The Leopold Center for Sustainable Agric. And Iowa State Univ. Extension, Pm-1381, Ames, IA.

Bordoli, J.M. (1997). Dinámica de nutrientes y fertilización en siembra directa. In: Curso de Actualización sobre Siembra Directa y Conservación de Suelos. Fac. de Agronomía, UDELAR, Uruguay. Est. Exp.Bañado de Medina. pp 25-30.

Bordoli, J.M. (1998). Fertilización NP de trigo en siembras directas In: Manejo de la fertilidad de suelos en sistemas extensivos. Fac. de Agronomía. Curso de acutalización. p: 47-51.

Bordoli, J.M., (1999). Dinámica de nutrientes y fertilización en siembra directa. In: Siembra sin Laboreo de Cultivos y Pasturas. Fac. Agr. UDELAR, INIA, PROCISUR. Paysandú, Mar. 1999. CD con Resúmenes.

Bottaro Carve, R. y A. Pollero, (1999). Implantación, producción y utilización de verdeos de invierno bajo diferentes intensidades de laboreo, niveles de fertilización nitrogenada y sistemas de rotaciones en lomadas del Este. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de La República, Facultad de Agronomía, 114 p.

Bottaro O'Brien, L. y W. Cuadro (2000). Renovación de pasturas engramilladas e instalación de praderas consociadas con tecnología de siembra directa. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de La República, Facultad de Agronomía, 150 p.

Casanova, O. (1998). Manejo de la fertilización en verdeos. In: Manejo de la fertilidad de suelos en sistemas extensivos. Fac. de Agronomía. Curso de actualización. pp 52-56.

Castaño, M., S. Hernández y A. Rivas (2000). Evaluación de cinco métodos de siembra consociada de trigo forrajero con pradera, en siembra directa. Tesis de graduación, Fac. de Agronomía-UDELAR, 128 p..

Cayssials R., Liesegang J., Piñeyrua J.(1978). Panorama de la Erosión yconservación de suelos en el Uruguay. Montevideo.MGAP. Dirección de Suelos y Fertilizantes, Boletín Técnico Nº 4.

Del Pino, A. (1998), Dinámica de nutrientes en campo natural y pasturas con leguminosas. In Manejo de la fertilidad de suelos en sistemas extensivos, Unidad de Ed. Perm. Y Postgrado, Fac. de Agron.-UDELAR, EE Bañado de Medina, p:35-40.

Devoto, M.; González, G. (1999). Evaluación del comportamiento productivo de la Moha de Hungría (Setaria italica (L) P. Beauvois) en siembra directa. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 72 p.

Díaz, R., F. García Préchac y A. Bozzano (1980). Dinámica de la disponibilidad de nitrógeno y las propiedades físicas del suelo en rotaciones de pasturas y cultivos. In Rotaciones, La Estanzuela, CIAAB-MAP, Miscelánea No. 24, p: 1-25.

Díaz, R. M. (1992). Evolución de la materia orgánica en rotaciones de cultivos con pasturas. INIA Investigaciones Agronómicas 1(I): 103-110.

Doran J., Parkin T., 1994. Defining and Assessing Soil Quality. In: Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. SSSA Special Publication Nº: 35.

Elliott E., Burke I., Monz C., Frey S., Paustian K., Collins H., Paul E., Cole V., Blevins R., Frye W., 1994. Terrestrial Carbon Pools: Preliminary Data from the Corn Belt and Great Plains Regions. In: Defining Soil

Quality for a Sustainable Environment. SSSA Special Publication Nº: 35.

Ernst, O. (1998). Siembra directa de cultivos de invierno y verano. In 2do. Seminario Internacional de Actualización Técnica, Siembra Directa, AIA-Rivera, Ass. Santanense de Eng. Agr., en la pág Weeb de la UEPP de la Fac. de Agronomía, disco de computación con las conferencias presentadas.

Ernst, O. (1999). Siembra sin laboreo de cultivos de invierno . In Siembra sin laboreo de cultivos y pasturas, Cusro de Actualización, Fac. de Aagronomía-UDELAR (Un. De Ed. Perm.)-INIA-PROCISUR-PRENADER, Casa Univ. de Paysandú, Publicación en CD-ROM.

Ernst, O. (2000). Siete años de siembra sin laboreo. Rev. Cangüé, EEMAC-Fac. de Agronomía, No. 20, p: 9-13.

Ferreira, G., G. Scaglia, J. Terra, F. Montossi, R. San Julian (1997). Evaluación preliminar de algunas propuestas tecnológicas. In Producción Animal, Unidad Experimental Palo a Pique, Serie Activ. de Dif. No. 136,INIA-Treinta y Tres, p: 103-109.

Ferreira, G., G. Scaglia y J. Terra (1998). Evaluación preliminar de algunas propuestas tecnológicas. In Producción Animal, Unidad Experimental Palo a Pique, Serie Activ. de Dif. No. 172, INIA-Treinta y Tres, p: 85-92.

Ferreira, G, P. Rovira (1999). Evaluación Preliminar de la Propuesta Tecnológica de Palo a Pique. En: Producción Animal. Unidad Experimental Palo a Pique. Actividades de Difusión N° 195, INIA Treinta y Tres p: 1-8.

García, A. (1994). Manejo del nitrógeno para aumentar la productividad en trigo. INIA La Estanzuela. Serie Técnica 54, 26p.

García, J. (1995). Gramilla y praderas, INIA-La Estanzuela, Serie Ténica No. 67, 14 p.

García Préchac, F. (1991). Strip position, tillage, and water regime effects on a strip intercropping rotation. Ph.D. Dissertation, Dept. of Agronomy, Iowa State Univ., 137 p.

García Préchac, F. 1992. Propiedades físicas y erosión en rotaciones de cultivos y pasturas. INIA Investigaciones Agronómicas 1(I): pp127-140.

García Préchac, F., J.A. Terra y F. Blanco (1996 y 1997). Uso de elementos de la tecnología de siembra directa en producción forrajera en suelos de lomadas del este. In García Préchac, F.(Ed.) Curso de actualización sobre siembra directa y conservación de suelos, Fac. de Agronomía de la UDELAR, Un. de Ed. Permanente, p: 87-100.

García Préchac, F. (1996 y 1997). Aspectos básicos del comportamiento del suelo en siembra directa: propiedades físicas. In García Préchac, F.(Ed.) Curso de actualización sobre siembra directa y conservación de suelos, Fac. de Agronomía de la UDELAR, Un. de Ed. Permanente, p: 11-23.

García Prechac, F (1998). Siembra Directa de Pasturas. In: 2º Seminario Internacional de Actualización Técnica. Siembra Directa. Rivera - Livramento; 20-22 Agosto 1998. Diskette con artículos.

García Préchac, F. (1999). Aspectos básicos del comportamiento del suelo en siembra directa. Propiedades físicas. In Siembra sin laboreo de cultivos y pasturas, Cusro de Actualización, Fac. de Aagronomía-UDELAR (Un. De Ed. Perm.)-INIA-PROCISUR-PRENADER, Casa Univ. de Paysandú, Publicación en CD-ROM.

Gupta V., Grace P., Roper M., 1994. Carbon and Nitrogen Mineralization as Influenced by Long-Term Soil and Crop residue Management Systems in Australia. In: Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. SSSA Special Publication Nº: 35.

Haynes, R.J. y P.H. Williams (1993). Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. Advances in Agronomy 49, p: 121-130.

Hoffman.E, Perdomo C. (1999). Criterios para el manejo de la fertilizacion nitrogenada en cultivos extensivos bajo cero laboreo. In: Siembra sin Laboreo de Cultivos y Pasturas. Fac. Agr. UDELAR, INIA, PROCISUR. Paysandú, Mar. 1999. CD con Resúmenes.

Hernández, J. (1998). Potasio. In Manejo de la fertilidad de suelos en sistemas extensivos, Unidad de Ed. Perm. Y Postgrado, Fac. de Agron.-UDELAR, EE Bañado de Medina, p:13-17.

Jaureche, G., Pinedo, G. y Silveira, A. (1999). Alternativas sustentables para incrementar la productividad de suelos de Lomadas del Este. Tesis de graduación, Fac. de Agronomía-UDELAR, 163 p..

Jenkinson, D., 1991. The Rothamsted lon-term experiments: are they still of use. Agronomy Journal, 83: 2-10.

Marchesi, C., E. Perez Gomar y F. García Préchac (1997). Lotus consociado con avenaen siembra directa vs. Lotus en cobertura, con distintos tipos y dosis de herbicidas sobre suelos de Basalto. In Jornada de Siembra Directa del VII Cong. Nac. de Ing. Agr., AIA-Uruguay, p: 119-121.

Martino, D. (1996 y 1997). Siembra Directa en los sistemas agrícola-ganaderos del litoral. In García Préchac, F.(Ed.) Curso de actualización sobre siembra directa y conservación de suelos, Fac. de Agronomía de la UDELAR, Un. de Ed. Permanente, p: 41-58.

Martino, D. (1997). Siembra Directa en los sistemas agrícola-ganaderos del litoral. INIA La Estanzuela. Serie Técnica 82, 28pp.

Mitchell C., Westerman R., Brown J y Peck T., 1991. Overview of long term agronomic research. Agronomy Journal, 83: 24-29.

Molina J., Cheng H., Nicolardot B., Chaussod R., Houot S., 1994. Biologically Active Soil Organics: A Case of Double Identity. In: In: Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. SSSA Special Publication Nº: 35.

Morón, A. (1996). El rol del carbono en los sistemas productivos agropecuarios. In: Manejo y fertilidad de suelos. INIA La Estanzuela. Serie Técnica 76, pp 1-7.

Morón, A. y W. Baethgen (1996). Relevamiento de la fertilidad de los suelos bajo producción lechera en Uruguay, INIA-La Estanzuela, Serie Técnica No. 73, 15p..

Morón, A. (1999). Descomposición de rastrojos de cultivos y pasturas. In: Siembra sin Laboreo de Cultivos y Pasturas. Fac. Agr. UDELAR, INIA, PROCISUR. Paysandú, Marzo 1999. CD con Resúmenes.

Morón A., Sawchik J., 1999.Nuevos indicadores de Carbono y Nitrógeno para el diagnostico de uso y manejo de suelos. In: Siembra sin Laboreo de Cultivos y Pasturas. Fac. Agr. UDELAR, INIA, PROCISUR. Paysandú, Mar. 1999. CD con Resúmenes.

Pérez Gomar, E. y F. García Préchac (1993). Manejo de suelos arenosos en Tacuarembó. INIA, Ser. Téc. No. 33, 22 p.

Perdomo, C., 1996. Consideraciones sobre criterios para el ajuste de la fertilización N en cultivos de invierno. In: Manejo y Fertilidad de Suelos. INIA Serie Técnica No. 76 pp.23-26.

Perdomo. C y V. Ciganda (1998). Evaluación del test de NO3 en suel de primavera tardía para las condiciones de producción de maíz en Uruguay. In: Manejo y Fertilidad de Suelos en Sistemas Extensivos (Cultivos y Paturas), Fac. de Agronomía-UDELAR (Un. De Ed. Perm.), EE Bañado de Medina, p: 62-70.

Pierzynski G., Sims T., Vance G. (1994). The Atmosphere: Global Climate Change and Acid precipitation. In: Soils and

Environmental Quality. Ed: Lewis Pub. 313 pp.

Ríos, A., P. Civetta y J.M. Sanz (1997). Control de gramilla en sistemas pastoriles. In INIA, Serie Activ. de Dif. No. 136, p: 15-26.

Risso D., 1994. Consideraciones sobre uso del Nitrógeno en Pasturas. In: Nitrógeno en pasturas. INIA Serie Técnica Nº: 51; 65 pp.

Scaglia, G., Terra, J., San Julián, R.; 1997. Engorde de corderos sobre avena. In: Producción Animal. INIA Treinta y Tres. Serie Activ. Difusión 136 pp 47-58.

Soil Quality Institute (SQI), 1998. Soil Quality Test Kit Guide. SQI, Natural Resources Conservation Service, ARS-USDA.

Smith K. A., 1999. After the Kyoto Protocol: Can soil Scientists make a useful contribution?. Soil Use and Management. June 1999, Vol. 15 No. 2. Pp: 71-75.

Swan, J.B., E.C. Schneider, J.F. Moncrief, W.H. Paulson y A.E. Peterson (1987). Estimating corn growth, yield and grain mositure from air growing degree days and residure cover, Agron. J. 79: 53-60..

Terra, J., G. Scaglia, F. García Préchac y F. Blanco (1997). Avances sobre alternativas tecnológicas para producción forrajera en las Lomadas del Este. In Producción animal, Unidad Experimental Palo a Pique, Serie Activ. de Dif. No. 136, INIA-Treinta y Tres, p: 67-79.

Terra, J.A. y F. García Préchac (1997a). Intensidad de laboreo y fertilización nitrogenada en cultivos forrajeros de invierno sobre lomadas del este. In Jornada de Siembra Directa del VII Cong. Nac. de Ing. Agr., AIA-Uruguay, p: 99-105.

Terra, J.A. y F. García Préchac (1997b). Uso de la tecnología de siembra directa en renovación de pasturas degradadas con gramilla (Cynodon dactylon) en lomadas del este de Uruguay. In Jornada de Siembra Directa del VII Cong. Nac. de Ing. Agr., AIA-Uruguay, p: 133-136, e In Anais, II Sem. Internacional do Sistema Plantio Direto, EMBRAPA-Trigo y Rev. Plantio Direto, p: 293-296.

Terra, J.A. y F. García Préchac (1997c). Uso de la tecnología de siembra directa en renovación de pasturas degradadas con gramilla (Cynodon dactylon) en lomadas del este de Uruguay. In Producción Animal, Unidad Experimental Palo a Pique, INIA-Treinta y Tres, Serie Activ. de Dif. No. 136, p: 93-102.

Terra, J., G. Scaglia y F. García Préchac (1998). Producción física de cuatro intensidades de uso del suelo con tecnología de siembra directa. In Producción Animal, Unidad Experimental Palo a Pique, Serie Activ. de Dif. No. 172, INIA-Treinta y Tres, p: 77-83.

Terra, J.A. y F. García Préchac (1998a). Uso y manejo sustentable de los suelos de las lomadas del este. In Producción animal, Unidad Experimental Palo a Pique, INIA-Treinta y Tres, Serie Activ. de Dif. No. 172, p: 49-66.

Terra, J., G. Scaglia y F.. García Préchac (2000). Moha: Características del cultivo y comportamiento en rotaciones forrajeras con siembra directa. INIA-Treinta y Tres, Serie Técnica No. 111, 62 p.

Terra, J. y F. García Préchac (2000). Contenido de carbono orgánico de un Argiudol típico, en función de la intensidad de laboreo y el uso anterior, en rotaciones de cultivos forrajeros y pasturas bajo pastoreo directo. 11vo. Congreso de la International Soil Conservation Organization, Buenos Aires, Libro de Resúmenes Ampliados.

Terra, J., G. Scaglia, P. Rovira y F. García Préchac (2000). Producción animal de cuatro intensidades de uso del suelo con tecnología de siembra directa, INIA-Treinta y Tres, Ser. Activ. de Dif. No. 225, p: 83-93.

Termezana, A. y M. Carámbula (1971). Estudios en forrajeras. Proyecto Basalto, Mimeograf., Fac. de Agron., UDELAR.

Unger, P.W; Langdale, G.W; Papendick, R.I. (1988). Role of crop residues improving water conservation and use. In Cropping Strategies for efficient use of water and nitrogen. ASA Special Publication Nº 51 USA, pp 69-100.

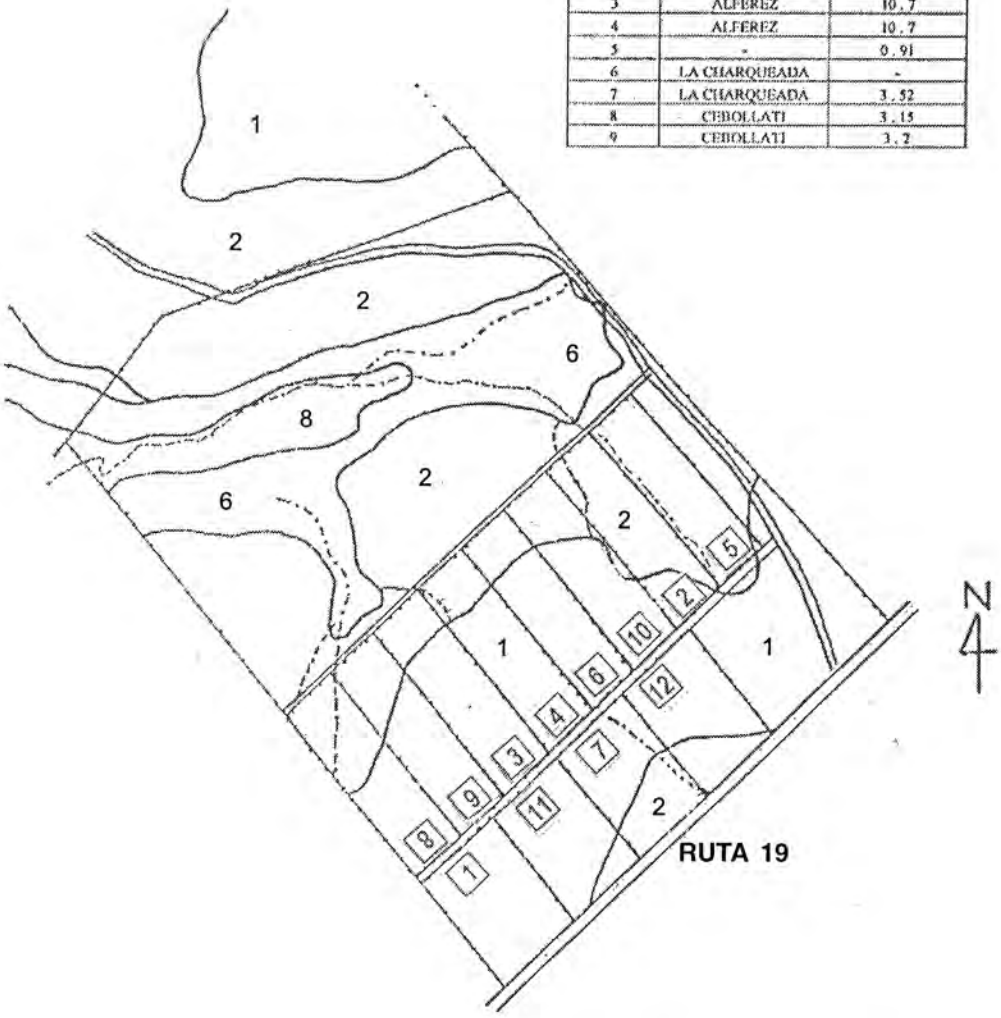
Wanniarachchi, S.D., R.P. Voroney, T.J. Vyn, R.P. Beyaert y A.F. MacKenzie (1999). Tillage effects on the dynamics of total and corn-residue-derived organic matter in two southern Ontario soils, Can. J. Of Soil Sci., 79: 473-480.

Wischmeier, W.H. y D.D. Smith (1978). Predicting rainfall erosion losses, a guide to conservation planning, USDA Agric. Handbook No. 537, 58p..

10. ANEXOS

10.1 Mapa de Suelos y Potreros del Ensayo de Intensidad de Uso de Suelo

Referencia	Unidad de Suelo	Grupo CONEAT
1	ALFEREZ	10.7
2	ALFEREZ	10.7
3	ALFEREZ	10.7
4	ALFEREZ	10.7
5	-	0.91
6	LA CHARQUEADA	-
7	LA CHARQUEADA	3.52
8	CEBOLLATI	3.15
9	CEBOLLATI	3.2



1	2	3	4	5	6	Rotación Larga
7	8	9	10			Rotación Corta
11						Cultivo Contínuo
12						Mejoramiento Permanente

10.2 Régimen mensual de precipitación y evapotranspiración 1995 - 2000 en la UEPP.

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Precipitaciones '95	52	82	105	59	69	132	254	38	51	138	95	14
Evap. Tanque A '95	236	157	143	101	63	42	55	68	101	154	176	262
Precipitaciones '96	60	58	71	208	3	33	27	69	190	59	84	69
Evap. Tanque A '96	226	200	161	81	59	45	47	71	87	121	192	211
Precipitaciones '97	47	135	38	116	66	109	15	205	44	122	144	319
Evap. Tanque A '97	263	160	144	112	71	44	66	63	97	126	173	206
Precipitaciones '98	147	58	97	288	128	168	213	99	56	56	74	134
Evap. Tanque A '98	162	141	121	69	55	49	46	54	110	163	175	202
Precipitaciones '99	48	121	139	87	46	259	61	68	64	40	19	26
Evap. Tanque A '99	202	163	148	88	55	37	47	68	117	153	217	236
Precipitaciones '00	60	124	56	242	270	148	92	52	205	53	62	105
Evap. Tanque A '00	251	188	139	70	62	98	52	71	80	108	183	219

10.3 Detalles del Análisis Económico

Precios de INSUMOS Y OPERACIONES DE IMPLANTACIÓN Y MANEJO DE CULTIVOS Y PASTURAS

			1996-1997		1997-1998		1998-1999		1999-2000	
Concepto	**Producto**	**Unidad**	**U$S/unidad**	**Cant/ha**	**U$S/unidad**	**Cant/ha**	**U$S/unidad**	**Cant/ha**	**U$S/unidad**	**Cant/ha**
Preparación										
	Fertilización	hectárea	10,00	1,0	10,00	1,0	10,00	1,0	10,00	1,0
	Siembra	hectárea	10,00	1,0	10,00	1,0	10,00	1,0	10,00	1,0
	Rotativa	hectárea	8,00	1,0	8,00	1,00	8,00	1,0	8,00	1,0
	Rastra	hectárea	27,00	1,0	27,00	1,0	27,00	1,0	27,00	1,0
Herbicida	Glifosato	Litro	5,20	4,0	5,20	4,0	4,50	4,0	3,75	4,0
	Sulfosato	Litro							460	4,0
	Atrazina	Litro	2,80	3,0	3,80	3,0	2,80	3,0	2,80	3,0
	Metolaclor	Litro	14,50	1,0	14,50	1,0	14,50	1,0	14,50	1,0
	Coadyuvante	Litro	14,00	0,1	14,00	0,1	14,00	0,1	14,00	0,1
Aplicación		ha	10,00	1,0	10,00	1,0	10,00	1,0	10,00	1,0
Fertilización										
-Basal	18-46-0	kg	0,34	100,0						
	20-40-0	kg	0,34	100,0	0,33	100,0	0,28	100,0	0,28	100,0
-Urea	46-0-0	kg	0,31	200,0	0,30	100-200	0,17	100,0	0,17	50-100
	25-25-0	kg	0,32	100-140	0,32	125-150	0,25	100-150	0,25	100-110
-Supertriple	0-46/0-46	kg	0,26	100,0	0,29	100,0	027	100,0	0,25	120,0
Aplicaicón		ha	10,00	1,0	10,00	1,0	10,00	1,0	10,00	1,0
Siembra										
Semilla	Trigo	kg	0,40	120,0	0,40	12,0	0,35	120,0		
	Sudangrás	kg			1,20	30,0				
	Sorgo Forrajer	kg	1,20	20,0			0,90	30,0	0,60	20,0
	Sorgo Granifer	kg			1,20	15-25	2,16	15,0		
	Raigrás	kg	0,75	10,0	0,80	10,0	0,80	10,0		
	Raigrás Cetus	kg							0,60	12,0
	Raigrás Titán	kg							1,20	10-12
	Avena Blanca	kg	0,50	150,0	0,45	100-120	0,45	80-100	0,42	80-100
	Festuca	kg	2,70	4,0-6,0	3,30	6,0	3,30	6,0	2,50	6,0
	Dactylis	kg	4,00	3,0-6,0	4,3	6,0	3,30	6,0	2,50	6,0
	Lotus San G.	kg	4,60	4,0-8,0	4,40	7,0	4,50	7,0	1,80	7,0
	Moha	kg	0,55	25-30	0,40	30,0	0,35	30,0	0,35	30,0
	Trebol Rojo	kg	4,40	8,0	4,40	10,0	4,50	10,0	2,30	10,0
	Trebol Blanco	kg	5,50	2,0-4,0	5,10	2,0	5,20	3,5	3,80	3,5
Operación	Siembra	ha	25,00	1,0	25,00	1,0	30,00	1,0	30,00	1,0
Cosecha	Cosechadora	ha	30,00	1,0	30,00	1,0	30,00	1,0	30,00	1,0

COSTOS Y PRECIOS DE PRODUCTOS (VENDIDOS O USADOS EN EL SISTEMA), COSECHA, Y OTROS INSUMOS, u$s

	1996-97	1997-98	1998-99	1999-2000
Costo Cosecha Fardo	7	7	6	6
Precio por Fardo	18	20	20	20
Cosechadora	25	25	25	35
Carne Tern destete	0,9	0,9	0,9	0,9
Carne Otros/kilo	0,6	0,6	0,6	0,6
Carne Tern/Nov	0,75	0,78	0,75	0,7
Carne Novillos	0,75	0,78	0,7	0,6
Grano Trigo (kg)	0,11			
Grano de Sorgo (kg)		0,075	0,075	0,075
Silo de Sorgo				0,055
Semilla T. Rojo (kg)	2,5	2,5	2,5	2,5
Sanidad U$S/UG	6	6	6	6
Consumo Fardos	10	10	10	10
Mano de Obra (U$S/ha	15	15	15	15