
10 AÑOS DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN ARROZ – GANADERÍA

Editores: Enrique Deambrosi¹
Fabio Montossi²
Horacio Saravia³
Pedro Blanco⁴
Walter Ayala⁵

¹ Ing. Agr., MSc., Coordinador de la Unidad de Producción Arroz - Ganadería, INIA Treinta y Tres

² Ing. Agr., PhD., Director del Programa Carne y Lana

³ Ing. Agr., MSc., Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología, INIA Treinta y Tres

⁴ Ing. Agr., MSc., Director del Programa Producción de Arroz

⁵ Ing. Agr., PhD., Director del Programa Pasturas y Forrajes

Título: 10 AÑOS DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN ARROZ – GANADERÍA

Editores:

**Enrique Deambrosi, Fabio Montossi, Horacio Saravia, Pedro Blanco,
Walter Ayala**

Serie Técnica N° 180

© 2009, INIA

ISBN: 978 - 9974 - 38 - 279 - 4

Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología de INIA
Andes 1365, Piso 12. Montevideo, Uruguay
<http://www.inia.org.uy>

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Este libro no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Integración de la Junta Directiva

Ing. Agr., Dr. Dan Piestun - Presidente

Ing. Agr., Dr. Mario García - Vicepresidente



Ing. Agr. José Bonica

Dr. Alvaro Bentancur



Ing. Agr., MSc. Rodolfo M. Irigoyen

Ing. Agr. Mario Costa



AGRADECIMIENTOS

A las siguientes personas que de una u otra forma colaboraron a través de los 10 años, para que este trabajo fuera posible:

Administración

Saavedra, Alicia
Baraibar, Carolina
Castro, Pablo

Biblioteca

Mesones, Belky

Manejo de Arroz

Casales, Luis
Crossa, Gustavo
Denis, César
Duplatt, Washington ^{1/}
Escalante, Fernando
Ferreira, Alexandra
Jara, Ruben
Lauz, Fernando
López, Adriana
Sosa, Beto

Mejoramiento de Arroz

Arismendi, Graciela
Duche, Luis
Duplatt, Luzbel
Duplatt, Ruben ^{1/}
Ferreira, Wilson
Martínez, Luis
Medina, Pablo ^{2/}
Rosas, Juan
Silvera, Walter H.
Vargas, José

Paso de la Laguna

Acosta, Daniel
Barreto, Gonzalo
Correa, José
Furtado, Irma
Gorosito, Julio
Lauz Osvaldo ^{1/}
Rodríguez, Ruben
Texeira, Mario

Personal

Der Gazarián, Verónica

Plantas Forrajeras

Barrios Ethel
Ferreira, Gerardo
Jackson, Jhon
Serrón, Néstor
Silvera, Wilson

Secretaría

Alvarez, Olga
Cossio, Gloria
Crossa, Eloisa

Semillas

Acevedo, Antonio
Duplatt, Miguel
Duplatt, Juan
Oxley, Mabel
Pimienta, Ariel

Servicios Auxiliares

Mesa, Dardo
Bas, Rafael
De León Fredys ^{3/}
Domínguez, Miguel
Figueroa, Mauro
Gadea, Domingo
Sosa, Bruno

Servicio de Operaciones

Falero, Isidro ^{1/}
Hernández, Jorge
Alonzo, Jorge
Bauzil, Raúl
Escalante, Ruben
Ituarte, Gerardo

Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología

Segovia, Carlos

Unidad de Informática

Sosa, Martín

^{1/} hasta 2007; ^{2/} hasta 2002; ^{3/} hasta 2000.

TABLA DE CONTENIDO

10 AÑOS DE LA UNIDAD DE PRODUCCIÓN	
ARROZ - GANADERÍA	7
UNIDAD DE PRODUCCIÓN ARROZ GANADERÍA	
Desempeño productivo de los bovinos para carne en la Unidad de Producción Arroz - Ganadería de INIA Treinta y Tres	13
Desempeño productivo de los ovinos en la Unidad de Producción Arroz - Ganadería de INIA Treinta y Tres	29
Producción de arroz	41
Análisis económico de la "UPAG Comercial"	51
Importancia de la investigación integrada a escala semi-comercial	79
ESTUDIOS ANALÍTICOS	
PASTURAS	
Evaluación de leguminosas sobre rastrojos de arroz	89
BOVINOS PARA CARNE	
Suplementación de novillos sobre praderas en rastrojos de arroz - Efecto de la fuente de suplementación	93
Efecto de la estrategia de suplementación (autoconsumo vs. suplementación infrecuente) y el nivel de sal en el suplemento sobre el desempeño productivo de novillos en terminación durante el verano	99
Alternativas de suplementación de novillos - Efecto del método de entrega de la ración	105
OVINOS	
Efecto de la dotación en el engorde de corderos sobre laboreos de verano	115
Caracterización de la calidad de la canal y la carne de corderos pesados y super pesados Romney Marsh en el sistema arroz - pasturas de la UPAG - INIA Treinta y Tres	121
Producción intensiva de carne de calidad con corderos pesados de la raza Romney Marsh en el sistema arroz - pasturas de la UPAG - INIA Treinta y Tres	129
Intensificación de la producción de carne ovina en laboreos de verano en sistemas de arroz – ganadería: suplementación con concentrados en corderos pesados	137

ARROZ

Efectos del pisoteo de corderos pastoreando raigrás instalado en laboreos de verano sobre el siguiente cultivo de arroz.....	149
Efectos del barbecho químico y determinación del momento óptimo de aplicación de glifosato para la implantación y rendimiento del arroz sembrado con cero laboreo.....	159
Impacto de la intensidad de laboreo en los rendimientos de arroz de la UPAG, durante tres zafras (2006/07, 2007/08 y 2008/2009).	167
Estudio de las poblaciones de <i>Sclerotium oryzae</i> en el suelo y su relación con la Podredumbre del tallo del arroz.....	189
Semillazón del capín en la rotación de la Unidad de Producción Arroz - Ganadería.....	199

**10 AÑOS DE LA UNIDAD
DE PRODUCCIÓN
ARROZ – GANADERÍA**

UNIDAD DE PRODUCCIÓN ARROZ GANADERÍA (UPAG)

Equipo Técnico de INIA

Ejecución
Oscar Bonilla

Coordinación
Enrique Deambrosi

Referencia en Producción de

Carne y Lana
Pablo Rovira

Pasturas y Forrajes
Raúl Bermúdez

Arroz
Enrique Deambrosi

Economía Agraria
Bruno Lanfranco

Unidad de Comunicación y Trasferencia de Tecnología
Horacio Saravia

Gonzalo Zorrilla - Coordinación hasta 2003
Gustavo Ferreira – Economía – hasta 2001

Comisión de Apoyo

Pablo Bachino
José Bonica
Alfredo Lago
Ernesto Stirling
Pablo Vincent

Instituto Plan Agropecuario

Eduardo Deal
José Gayo
Juan J. Durán

I. INTRODUCCIÓN

Es responsabilidad de la investigación nacional, estudiar las causas y efectos de los distintos procesos involucrados en la producción agropecuaria, teniendo en consideración las condiciones ambientales existentes en el país, incluyendo en éstas no sólo las variables climáticas, sino también las condiciones topográficas, la disponibilidad de suelos y agua y la diversidad microbiana.

Cuán rico es el país y nuestra zona en particular, y cuántas ventajas comparativas posee, y qué limitado es el conocimiento. Basta salir al exterior, para valorar los recursos que aquí nos brinda la naturaleza. Se deben utilizar todas las herramientas tecnológicas disponibles para innovar y también para validar la información generada en otros ámbitos, ya sea de otras zonas del país, como del exterior. No todo lo que sucede en otras partes, debe necesariamente ocurrir aquí de la misma manera, y también puede suceder a la inversa, por lo que se debe disponer de la capacidad de generar nuevas opciones de manejo de los recursos, que quizás no sean las más apropiadas para otras regiones, ya sea desde el punto de vista productivo como económico. No hay peor resultado, que aquel que no genera información.

La Estación Experimental del Este, dependiente del Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger (CIAAB - MGAP) en su comienzo, y del INIA en la actualidad, se ha caracterizado por la búsqueda permanente de nuevas opciones en el manejo de los recursos naturales disponibles. Esa acción ha sido motivada y a su vez apoyada, de distintas maneras por el Estado y por el Sector Privado, lo que ha facilitado en buena medida la difusión y adopción del conocimiento generado.

II. ANTECEDENTES

En la década de los años 70, técnicos de la Estación Experimental del Este dependiente en aquel entonces del Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger (MGAP), recomendaron al sector productor de la zona Este del país, una secuencia de uso del suelo utilizándolo 2 años con la producción de arroz seguidos por 4 años de producción pecuaria.

El modelo que fue validado en el Campo Experimental de Paso de la Laguna durante 17 años (Méndez, R., 1993), incluía en la segunda etapa la siembra de una mezcla de especies forrajeras, integrada por gramíneas y leguminosas.

El sistema en su conjunto resultó más productivo que el utilizado hasta ese momento (descansos de 8 a 10 años sin siembras de arroz, donde se permitía la regeneración de las pasturas naturales), elevándose el potencial del cultivo y posibilitando un cambio muy importante en la producción ganadera.

La sugerencia de uso permitió no sólo incrementar la cantidad de forraje producido, sino fundamentalmente su calidad, lo que permitió en los establecimientos que la adoptaron el comienzo de una transformación en el tipo de producción ganadera de la zona, pasando de ser exclusivamente de cría, a generar posibilidades de realizar un engorde eficiente de novillos. No obstante, como todo cambio introducido también generó problemas debidos a la mayor frecuencia del cultivo, registrándose en el arroz una mayor presencia de enfermedades de los tallos y de malezas, entre las que se destacaban no sólo el capín, sino también arroz rojo.

¹ Ing. Agr., MSc., Coordinador de la UPAG, INIA Treinta y Tres.

III. ORIGEN

En el marco de discusión del Plan Quinquenal 1997-2001 (Plan Indicativo de Mediano Plazo) de INIA, y atendiendo el interés demostrado por los productores de arroz en el Grupo de Trabajo de INIA Treinta y Tres, se definió la necesidad de retomar una línea de investigación que involucrara la integración de la producción de arroz con la ganadería.

Disponiendo de un marco económico diferente, que propiciaba un uso agrícola más intensivo, comenzaron reuniones de intercambio de ideas entre técnicos de INIA y una comisión de 5 miembros elegida por los productores de arroz. Se analizaron las posibilidades existentes, limitadas seriamente por la disponibilidad de recursos en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (en particular de área) y se definieron los objetivos a obtener.

La propuesta del proyecto “Sostenibilidad productiva y económica de sistemas mixtos intensivos con arroz”, fue elevada a la Dirección Nacional del Instituto en junio de 1998, en forma conjunta por las Áreas Cultivos y Producción Animal, estando involucrados los Programas Nacionales de Investigación Bovinos de Carne, Ovinos, Plantas Forrajeras y Arroz. En la reunión mantenida por la Junta Directiva de INIA con el Consejo Asesor Regional de INIA Treinta y Tres el 22 de setiembre de 1998, se comunica a este último la aprobación del proyecto, y en 1999 se puso en marcha la Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG) en la Unidad Experimental Paso de la Laguna, la que ha finalizado su décimo año de ejecución.

IV. OBJETIVOS

Los objetivos planteados fueron:

Validar nuevas tecnologías de arroz y ganadería para la zona Este del país, en una unidad de producción intensiva, que enfrentando los problemas asociados a una alta frecuencia de uso arrocero del suelo, asegure

la sostenibilidad productiva, económica y de los recursos naturales.

Generar un ámbito para la investigación analítica vinculada a la integración del arroz con la producción ganadera, para lograr sustentabilidad, estabilidad y rentabilidad.

V. IMPLEMENTACIÓN

En las discusiones previas, se estudió la posibilidad de instalar un área de producción de arroz continuo dentro de la Unidad Experimental Paso de la Laguna (UEPL), de manera de disponer de un caso extremo de intensidad agrícola, que permitiera un mejor análisis de las alternativas de rotación y sus problemas. Dicha alternativa fue finalmente descartada, por la falta de superficie disponible en la UEPL.

De acuerdo a la propuesta de intensificación sugerida por los productores y a la disponibilidad de recursos existente, condicionada además por la historia de uso, se optó por estudiar los efectos o impactos de una determinada secuencia de utilización del suelo. Debe quedar claro que INIA no recomienda “únicamente” el uso y manejo del suelo utilizado en esta situación.

En su inicio la UPAG dispuso de una superficie de 78 ha, compuesta de 5 potreros arrozables y 2 de campo natural mejorado con lotus El Rincón y lotus Maku. Los potreros cultivables presentaban una gran diversidad en su uso previo (hasta 10 años de arroz en 15 posibles), por lo que presentaban serios problemas de malezas (capín y arroz rojo), así como de enfermedades de los tallos.

VI. ESTRATEGIA DE USO DEL SUELO

En el área cultivable se produce arroz en el 40% del espacio y del tiempo, lo que significa un incremento de la presencia agrícola, en comparación con la antigua rotación recomendada de 2 años de arroz y 4 años de pasturas (33%).

Se evita producir 2 años de arroz en forma consecutiva, intercalando entre ellos un año intermedio, lo que permite realizar siempre un laboreo anticipado para el cultivo, que incluye trabajos de nivelación y construcción de drenajes. De dicha manera, se pretende incorporar al suelo en el verano los esclerocios, formas de resistencia de las fuentes de enfermedades de los tallos, y sembrar en lo posible el cultivo con cero laboreo en la primavera. Si existe la posibilidad, se construyen las taipas en forma inmediata a la preparación. Con este manejo, se pretende además contribuir a un mejor control del arroz rojo presente en las chacras. Por otro lado, al reducir el número de labores necesarias para realizar la siembra, la práctica también permite incrementar las posibilidades de ubicar la misma, en el período climáticamente más aconsejable.

Luego de realizar la cosecha del primer año de arroz, la que se recomienda hacer en seco, para evitar el huelleado, se siembra por avión un verdeo (raigrás) que permite disponer de forraje para la alimentación de los bovinos, en los 2 inviernos existentes entre los cultivos de arroz. Luego de la cosecha del segundo arroz, también por avión, en general se siembra una mezcla de raigrás, trébol blanco y lotus, que constituye la fuente de alimento principal de la producción ganadera del establecimiento (Cuadro 1). En ambos casos, no se realiza labor de preparación alguna previa a la instalación de las pasturas, salvo la construcción de los drenajes necesarios para el retiro del agua del área.

Cuadro 1. Uso del Suelo en la UPAG

	Año 1				Año 2				Año 3				Año 4				Año 5			
trim	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
uso	A	R	R	R	L	Rr	Rr	A	A	P	P	P	P	P	P	P	L	Pr	Pr	A

A= Arroz R= raigrás sobre arroz P= pradera sobre arroz L= laboreo de verano
 Rr= raigrás regenerado sobre el laboreo Pr= pradera regenerada sobre el laboreo
 trim= trimestre

La producción pecuaria se basa en el engorde de novillos y corderos que son adquiridos a fines del verano (total o parcialmente). A su ingreso, los animales disponen de la pradera sembrada sobre el arroz de segundo año y los mejoramientos de lotus. Luego de realizar los laboreos de verano para las siembras del cultivo, se regeneran en ambos casos las pasturas existentes previamente, sin agregar semilla. No bien dichas situaciones permiten el pastoreo, son utilizadas con corderos, quienes producen menor huelleado y pisoteo, permaneciendo los mismos hasta su envío a frigorífico. Los novillos rotan en los 5 potreros restantes, siembras de raigrás y pradera de primer año, pradera de segundo año y los mejoramientos de campo. Las máximas ganancias se obtienen en la primavera, donde se produce la mayor oferta de forraje.

La UPAG plantea un escenario especial, donde el engorde de animales de la empre-

sa, se realiza en un período acotado por la siembra del arroz. Por un lado, se limita la productividad de las praderas al realizarse un laboreo de verano en el segundo año de instaladas las mismas, y por otro se retiran los corderos de los laboreos a mediados de setiembre, para realizar las aplicaciones de glifosato que posibiliten la instalación del cultivo.

VII. EJECUCIÓN

La realización de los trabajos en general se ha mantenido dentro de la estrategia fijada en los comienzos, para los rubros de producción pecuario y arrocero. Las variaciones que se han introducido en algunas prácticas de manejo, en el transcurso de los 10 años de ejecución, fueron discutidas y acordadas previamente con la Comisión de Apoyo Externa integrada por productores.

Desde su primer año de ejecución se ha realizado un análisis económico de una empresa ficticia de 780 ha, denominada "UPAG comercial", que opera multiplicando por 10 los parámetros de producción, tanto animal como agrícolas, resultantes de las actividades realizadas en la Unidad de Producción. Dicha metodología utilizada para el cálculo económico, que supone la existencia de retornos

a escala constante en la producción, puede ser discutible y es analizada en la sección correspondiente.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Méndez, R. 1993. Rotación Arroz-Pasturas. Análisis físico-económico del cultivo. INIA. Serie Técnica No 38.

I. ANTECEDENTES

Desde inicios de la década del 70 se comenzaron a estudiar en la Estación Experimental del Este rotaciones y sistemas de producción animal que permitieran un uso más racional e intensivo del suelo para la zona arroceras, tratando de mejorar la eficiencia de producción física y económica. Bonilla y Grierson (1982) publicaron los resultados de 4 años de invernada bovina basados en una rotación de 2 años de arroz y 4 años de praderas, complementado con un área permanente de *Lotus corniculatus*. Se lograron producir 250 kg de carne por hectárea, lo que en su momento cuadruplicó la media de producción de la zona, la cual aún tenía un perfil netamente criador.

Más de 30 años después dicho esquema de producción aún sigue vigente, aunque se han producido cambios importantes en los sistemas de producción de arroz - ganadería. La siembra de praderas sobre los rastrojos de arroz se ha generalizado. Información publicada por DIEA (2008), en la zafra 2007/2008, destaca que un 65,7% de las 87.700 ha de arroz de "salida" (cuando la chacra ingresa a la fase ganadera) fueron sembradas con pasturas plurianuales.

Adicionalmente, se desarrolló un proceso de intensificación del cultivo de arroz y de la producción ganadera asociado a las condiciones de mercado y a la incorporación de nuevas tecnologías. En el caso de la ganadería, se observó una generalización en el uso de suplementos que determinó el aceleramiento del ciclo de engorde y la disminución de edad de faena de los novillos provenientes de la zona baja. Este proceso determinó nuevos desafíos en cuanto a lograr la estabilidad y armonía entre los distintos rubros, ajustando

las cadenas forrajeras y la producción animal en función de un esquema de alta frecuencia de uso del componente arroceras del suelo. Con ese nuevo escenario fue que se definió la estrategia de invernada bovina de la Unidad de Producción Arroz - Ganadería (UPAG) a partir del año 1999.

II. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

Dos etapas se identifican desde el punto de vista metodológico: a) la generación de la base de datos, y b) el procesamiento y análisis de dicha base de datos para la discusión de los resultados. Para la primera etapa, se relevó y unificó la información publicada relacionada al comportamiento productivo de novillos en las actividades de difusión de cada ejercicio. Las distintas variables estudiadas (área de pastoreo, peso inicial, peso final, largo de invernada, nivel de suplementación, dotación, ganancia de peso, y producción de carne) fueron promediadas por ejercicio y, en algunas de ellas también por estación del año. A tales efectos se consideró enero-febrero-marzo (verano), abril-mayo-junio (otoño), julio-agosto-setiembre (invierno) y octubre-noviembre-diciembre (primavera).

Para el análisis de la base de datos, se utilizaron indicadores de estadística descriptiva (media, desvío estándar, coeficiente de variación, mínimo, máximo). Se analizó el efecto del ciclo de rotación considerando el ciclo 1 (1999 a 2003), y el ciclo 2 (2004 a 2008). En el caso concreto de algunas variables y/o relaciones entre ellas se utilizaron funciones del paquete estadístico SAS versión 9.1.3 (SAS Inst. Inc., Cary, NC), concretamente las relacionadas a análisis de varianza, correlaciones y regresiones. Aunque el diseño y manejo de los animales y pasturas en la UPAG no permiten un análisis estadístico en profundidad

¹ Ing. Agr., MSc., Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

² Téc. Rural, Ejecutor de la UPAG hasta octubre de 2008

de estos componentes, el mismo es útil para cuantificar la fortaleza de ciertas diferencias o relaciones entre variables.

III. DESCRIPCIÓN GENERAL

1. Superficie de pastoreo y base forrajera

El esquema de la rotación estuvo basado en las ventajas que ofrece la tecnología de

siembra de especies forrajeras, de producción principalmente invierno - primaveral, sobre rastrojos de arroz. Dada la estacionalidad de dicha producción de forraje fue necesario complementar la base forrajera con mejoramientos de campo, área destinada principalmente a utilizarse en el período crítico del otoño. Como resultado, la base forrajera de la UPAG para la producción de carne bovina estuvo compuesta por praderas (1^{er} y 2^o año), raigrás y mejoramientos de campo (Figura 1).

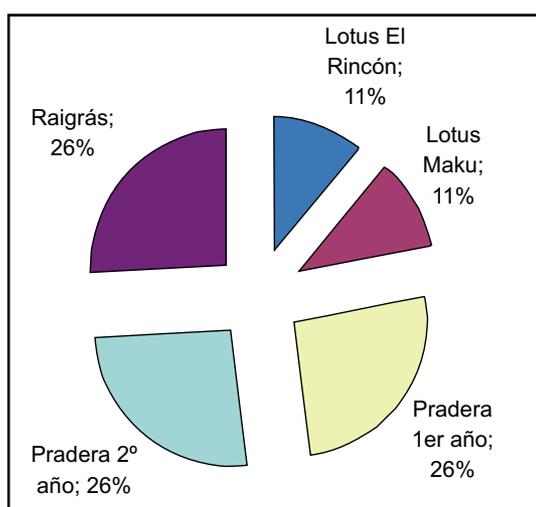


Figura 1. Composición porcentual de la base forrajera (base de 52 ha).

La mezcla utilizada en la siembra de praderas fue trébol blanco (*Trifolium repens*) cv. Zapicán (3 kg/ha), *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel (6 kg/ha) y raigrás (*Lolium multiflorum*) cv. LE 284 (15 kg/ha). Dichas especies y cultivares han demostrado tanto en pruebas parcelarias como en áreas comerciales un buen comportamiento sobre rastrojos de arroz. Se determinó una base de leguminosas trébol blanco y lotus, en donde el primero contribuye significativamente en la producción de materia seca, teniendo el inconveniente de su tendencia a dominar sobre las otras especies de la pradera, pudiendo ocasionar problemas de meteorismo. El lotus ayuda a disminuir los problemas de meteorismo y hace una contribución estival importante en la mezcla. La inclusión de raigrás a dicha base de leguminosas aumenta la producción de forraje,

fundamentalmente en el primer año, y mejora el balance de la mezcla, disminuyendo aún más los riesgos de meteorismo. Este tipo de pradera normalmente no se fertiliza a la siembra ya que luego de la cosecha de arroz existe cierta residualidad del fósforo agregado a la siembra del cultivo, que sería suficiente para lograr una buena implantación y producción de forraje de las leguminosas introducidas. La fertilización de la pradera se realiza en el 2^o año de la misma con un nivel de 100 kg/ha de superfosfato triple (0-46/46-0).

Los mejoramientos de *Lotus subiflorum* cv. El Rincón y *Lotus uliginosus* cv. Maku fueron sembrados en 1999 (8 kg/ha) y 2000 (3 kg/ha), respectivamente. Anualmente se refertilizaron con dosis y fuentes variables de fósforo.

La superficie promedio de pastoreo bovino fue 52 ha, aunque con una importante variación estacional (Figura 2). De enero a julio, la base forrajera efectivamente disponible para pastoreo bovino estuvo compuesta únicamente por los mejoramientos de campo y la pradera de 2º año, correspondiendo a un 49% del área total. Entre enero y febrero, se realizaban

los laboreos de verano sobre la pradera de 2º año y el raigrás. En tanto en abril se cosechaba el arroz y se sembraban las pasturas (pradera y raigrás) sobre los rastrojos. Dichas siembras brindaban el primer pastoreo entre los meses de agosto y setiembre, en la mayoría de los años (Figura 3)

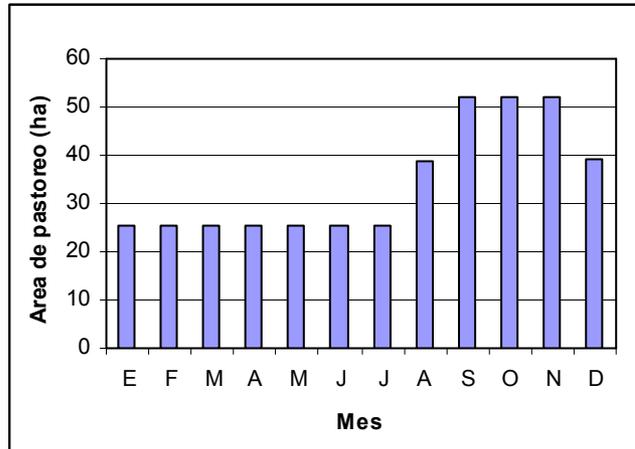


Figura 2. Evolución mensual del área efectiva de pastoreo bovino.



Figura 3. Pradera sembrada por avión sobre rastrojo de arroz (74 días luego de la siembra).

2. Utilización de suplementos

El objetivo principal de la suplementación con fardos fue mantener una adecuada carga otoño - invernal hasta que se incorporaran al pastoreo las siembras sobre rastrojos de arroz hacia finales del invierno. Adicionalmente, contribuyeron al suministro de fibra en pasturas mejoradas con bajo contenido de materia

seca a principios del otoño. El suministro de fardos comenzó en el ejercicio 2001. La estrategia fue reservar los mejoramientos de campo, tanto de lotus Maku como de lotus El Rincón, desde diciembre hasta febrero, fecha en la cual se enfardaban. El objetivo fue no solo trasladar el excedente de forraje producido durante la primavera y verano hacia las épocas críticas de mínima producción de

forraje y/o área de pastoreo reducida (otoño e invierno), sino también para permitir la limpieza de los mejoramientos favoreciendo así el rebrote de la pastura. A partir de mayo - junio, los fardos se colocaban en el potrero de pastoreo bovino protegidos por aros de metal para maximizar su eficiencia de utilización.

La suplementación otoño-invernal con concentrados energéticos se inició en el año 2003, quinto ejercicio de la UPAG (Figura 4). El afrechillo de arroz únicamente fue utilizado

en el año 2003, luego se suministró ración comercial de engorde de novillos a razón de 0,7-1,0% del peso vivo entre los meses de mayo y setiembre. El objetivo de la suplementación energética fue incrementar el ritmo de ganancia de peso durante el otoño e invierno manteniendo una dotación acorde a la disponibilidad de forraje en cada año en particular y mejorar la ganancia animal debida al desbalance proteico - energético que se produce en estas pasturas mejoradas en esta estación del año. .



Figura 4. Suplementación energética de novillos.

3. Esquema de producción animal

El esquema de producción empleado en la UPAG tuvo como objetivo principal favorecer un proceso eficiente de engorde de novillos con una edad de faena a los 2 a 2,5 años, y elevada producción de carne por superficie. No obstante, es necesario destacar que el objetivo no fue maximizar la producción de carne bovina por unidad de superficie sino hacerla sostenible y compatible en el largo plazo junto a los otros rubros (arroz y ovinos) involucrados en la UPAG, a través de un manejo eficiente de los recursos en su globalidad.

El ingreso de los animales, definidos como novillos sobreño, se realizó escalonado en 2 o 3 momentos del año en relación al progresivo mejoramiento del crecimiento y disponibilidad de pasturas. El primer lote de novillos, representando alrededor del 50% de los animales, ingresaba entre febrero y mayo, ya que a partir de ese momento se contaba con la disponibilidad de forraje necesario en las praderas de 2º año (Figura 5). El restante 50% de los novillos ingresaba entre junio y setiembre al incorporarse para el pastoreo las siembras de pasturas sobre rastrojos de arroz.



Figura 5. Novillos pastoreando la pradera de segundo año en otoño.

La época de terminación del engorde también estuvo condicionada a la disponibilidad de forraje, por lo cual fue necesario escalonar el proceso de terminación. El primer lote de animales para faena se lograba hacia principios de la primavera (setiembre - octubre), en tanto el segundo lote se comercializaba hacia principios del verano (diciembre - enero).

Las ganancias medias de peso necesarias para obtener el resultado antes mencionado fueron aproximadamente 700 a 800 g/a/día durante los días de invernada. Esto incluye variaciones estacionales que van desde mantenimiento hacia fines del otoño hasta más de 1200 g/a/día en primavera.

Para el logro de dicho objetivos, se estableció un programa de utilización de las pasturas tendiente al óptimo aprovechamiento del forraje producido en función de la edad y estado de desarrollo de las pasturas, considerando también los requerimientos nutricionales de los novillos y el desempeño productivo esperado.

El pastoreo de la pradera en el año de implantación estuvo dirigido a asegurar la futura

productividad de la misma por lo que estuvo restringido a un corto periodo primaveral que contemplara las necesidades de semillazón. El pastoreo de la pradera de 2º año y el raigrás fue menos conservador, haciéndose en función de las necesidades circunstanciales de forraje y no necesariamente como un manejo preestablecido de promoción de crecimiento y de favorecer la persistencia futura de las pasturas mejoradas.

Regularmente, se hacían muestreos de pasturas al ingresar los animales al potrero de pastoreo. Con el propósito de obtener adecuados niveles de aumento de peso de los animales en crecimiento y engorde se estableció como mínimo de disponibilidades de forraje de 1200-1500 kg/ha de materia seca (MS) al ingreso del pastoreo. Del mismo modo, la utilización de la pastura se intentó realizar manteniendo disponibilidades de forraje moderadamente altas (800-1000 kg/ha de MS) al retirar los animales. Esto fue en términos generales, ya que debieron tenerse en cuenta situaciones de manejo específicos que determinaron que en algunos momentos las disponibilidades se alejaran de los límites indicados.

IV. PRODUCCIÓN FÍSICA

1. Manejo general

El intervalo entre la cosecha de arroz y la siembra de las pasturas sobre los rastrojos fue, en promedio, de 17 y 20 días, para el raigrás y la pradera, respectivamente. La fecha de siembra promedio de las pasturas sembradas sobre rastrojo de arroz fue el 5 de mayo. La siembra mas temprana y tardía fueron en los ejercicios 2001 y 2000, siendo el 11 de abril y 23 de mayo, respectivamente. En promedio, durante el 1^{er} ciclo de la rotación (1999-2003) las pasturas se sembraron 10 días más temprano que durante el 2^o ciclo de la rotación (2004-2008). El intervalo promedio entre la siembra de las pasturas sobre los rastrojos de arroz y el primer pastoreo fue de 92 y 119 días para el raigrás y la pradera, respectivamente, de acuerdo a información disponible en 6 de los 10 ejercicios evaluados.

En promedio ingresaron a la UPAG 51 novillos sobreaño por ejercicio con un peso vivo (media \pm desvío estándar) de 270 ± 31 kg, distribuidos en 2 a 3 momentos del año (fines de verano, fines de otoño y/o fines de invierno). Los días de pastoreo bovino por ejercicio

variaron entre 212 (2005) y 365 (2002) días. El peso final promedio de los novillos producidos en la UPAG fue 447 ± 25 kg, lo que determinó que por ejercicio se agregaran en promedio 177 ± 28 kg/animal.

No hubo diferencias significativas ($P > 0.05$) en las variables arriba mencionadas al pasar del 1^{er} ciclo (1999-2003) al 2^o ciclo (2004-2008) de la rotación. Numéricamente, la variación mas importante fue una disminución del 15% en los días de pastoreo en el 2^o ciclo de la rotación. Adicionalmente, en el 2^o ciclo se incrementó el peso vivo inicial ($+12$ kg/animal), el peso vivo final ($+20$ kg/animal) y los kg agregados por ejercicio ($+10$ kg/animal), comparado con el 1^{er} ciclo de la rotación.

En promedio se obtuvieron 3 fardos redondos pesados (aproximadamente 400 kg MS) por hectárea de mejoramiento de campo (12 ha) En los veranos lluviosos, se llegaron a confeccionar casi 5 fardos/ha. El nivel de suplementación con voluminosos (media \pm desvío estándar) fue de 291 ± 154 kg/ha. Los fardos confeccionados fueron de baja calidad (Cuadro 1). Hubo un incremento significativo de la suplementación con voluminosos al pasar del 1^{er} ciclo al 2^o ciclo de la rotación (178 y 288 kg/ha MS, respectivamente).

Cuadro 1. Valor nutritivo de los fardos provenientes de los mejoramientos de campo (análisis promedio de 2 ejercicios)

	Fardo lotus Rincón	Fardo lotus Maku
Proteína cruda, %	7,6	7,4
Digestibilidad, %	38,7	44,6
Fibra Detergente Neutro, %	77,6	76,0
Fibra Detergente Acida, %	52,1	54,0
Cenizas, %	8,1	11,4

Fuente: Laboratorio Nutrición Animal INIA La Estanzuela

En promedio, la suplementación energética se extendió durante 123 días, con un mínimo y máximo de 100 y 149 días, respectivamente. El nivel de suplementación (media \pm desvío estándar) fue de 339 ± 190 kg/ha. En los 2 últimos ejercicios se incluyó la estrategia de suplementación en comederos de autoconsumo utilizando ración comercial

con 10% de sal como limitador del consumo animal. El Cuadro 2 muestra el valor nutritivo de los suplementos utilizados. Hubo un incremento significativo de la suplementación con concentrados energéticos al pasar del 1^{er} ciclo al 2^o ciclo de la rotación (32 vs. 375 kg/ha, respectivamente).

Cuadro 2. Valor nutritivo de los suplementos energéticos utilizados.

	Afrechillo de arroz	Ración balanceada	Ración autoconsumo (10% sal)
Proteína cruda, %	12,9	10,3	10,8
Digestibilidad, %	-	77,8	78,6
Fibra Detergente Neutro, %	-	29,0	24,6
Fibra Detergente Acida, %	5,7	8,5	9,23
Cenizas, %	6,2	8,9	19,2
Energía metabolizable, Mcal/kg MS	-	2,89	2,96

Fuente: Laboratorio Nutrición Animal INIA La Estanzuela

Nota: los datos de afrechillo y ración de autoconsumo corresponden a 1 año, los datos de ración balanceada corresponden al promedio de 2 años.

2. Dotación

La dotación promedio (media ± desvío estándar) en los 10 ejercicios fue 0,60 ± 0,12 UG/ha sobre la superficie total de pastoreo bovino (52 ha). Si se considera la superficie disponible efectivamente para pastoreo, de acuerdo a la Figura 2, la dotación promedio fue 0,81 ± 0,18 UG/ha, con un mínimo en

1999 (0,48 UG/ha) y máximo en 2001 (1,05 UG/ha) (Figura 6). La dotación mínima coincide con el primer año de la UPAG cuando aún la rotación forrajera no estaba completa, y la dotación máxima coincide con el año donde hubo brotes de fiebre aftosa cercanos a la UPAG lo que restringió el movimiento de los animales entre los potreros de pastoreo.

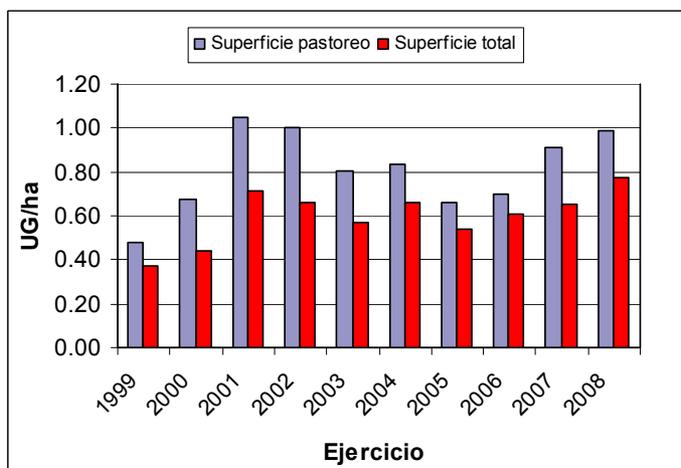


Figura 6. Evolución de la dotación bovina por superficie efectiva de pastoreo.

La dotación se mantuvo relativamente constante durante el otoño, invierno y primavera, siendo el verano la estación con menor dotación bovina aunque con una gran variabilidad dependiendo del año (Figura 7). En los ejercicios 2005 y 2006, que coinciden con los de menor dotación bovina dentro del 2º ciclo de la rotación (ver Figura 6), no se registró pastoreo bovino durante el verano. En el otro

extremo, la dotación en el verano fue máxima en el ejercicio 2002. Una mayor carga animal durante el verano estuvo asociada a veranos lluviosos con excesos de forraje, necesidad de control del capín en praderas enmalezadas y/o a la realización tardía de laboreos de verano en la pradera de 2º año lo que permitió extender el periodo de pastoreo.

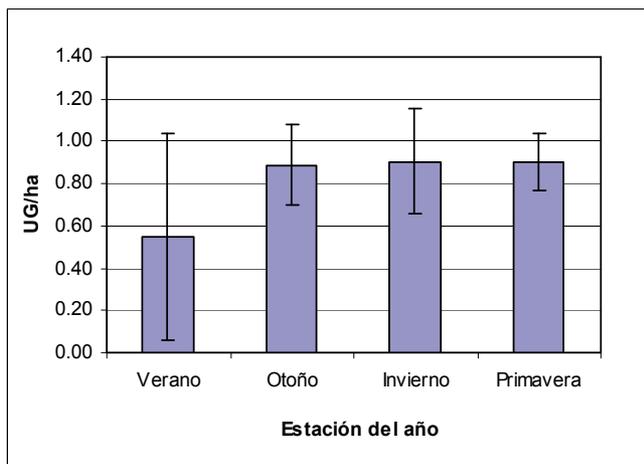


Figura 7. Dotación en el área efectiva de pastoreo y desvío estándar por estación.

La dotación en el área efectiva de pastoreo durante el 2º ciclo de la rotación (2004-2008) fue levemente superior a la dotación bovina durante el 1º ciclo de la rotación (1999-2003), correspondiendo a valores de 0,82 y 0,80 UG/ha, respectivamente ($P>0.05$). Únicamente durante el invierno, la dotación bovina fue significativamente mayor en el 2º ciclo que en el 1º ciclo de la rotación, siendo 1,00 y 0,81 UG/ha, respectivamente ($P<0.05$) (Figura 8). El incremento de la dotación invernal durante el 2º ciclo de la rotación fue debido a la inclu-

sión de la suplementación energética. En el otoño y primavera la dotación bovina fue 5 y 23% superior durante el 2º ciclo de la rotación comparado con el 1º ciclo. En tanto, en el verano la relación fue inversa, en donde la dotación disminuyó un 50% al pasar del 1º al 2º ciclo de la rotación, probablemente debido al ajuste de medidas de manejo que permitirían cumplir con la estrategia de invernada de la UPAG (“libre de animales durante la mayor parte del verano”).

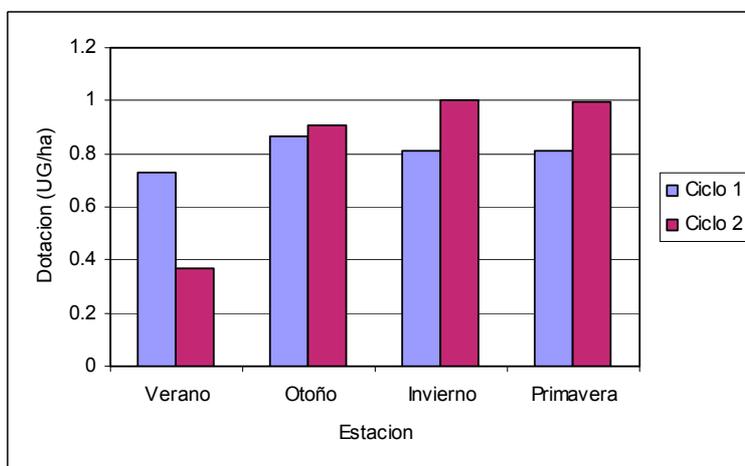


Figura 8. Dotación bovina estacional por ciclo de pastoreo. Nota: Ciclo 1 (1999-2003); Ciclo 2 (2004-2008).

3. Ganancia diaria de peso vivo

La ganancia diaria de peso vivo promedio de los novillos en invernada fue 813 g/a/día, con un coeficiente de variación de 16% (Figura 9). El mínimo fue 626 g/a/día en el ejercicio 2001 asociado a restricciones en el movimiento de los animales debido a un brote de aftosa cercano a la UPAG. La máxima ganancia de peso vivo se registró en el ejercicio 2005 con 982 g/a/día. La ganancia diaria de peso fue significativamente mayor ($P < 0.05$) durante el 2º ciclo de la rotación (2004-2008) que durante el 1º ciclo (1999-2003), correspondiendo a valores de 918 y 708 g/a/día, respectivamente. Dicha diferencia fue atribuida al ajuste de

la base forrajera y de medidas de manejo a medida que avanzaron los ejercicios de producción. Adicionalmente, a partir del ejercicio 2003 se implementó la suplementación energética. El ritmo de ganancia diaria es una variable muy importante en invernadas de corta duración, como lo es el caso de la UPAG. Si bien a lo largo de los 10 ejercicios existieron factores coyunturales no predecibles que afectaron parcialmente la ganancia de peso (inundaciones, sequías, aftosa), las metas de producción fueron logradas a través del ajuste de la dotación y de medidas de manejo (momento de ingreso de los animales, suplementación, etc.).

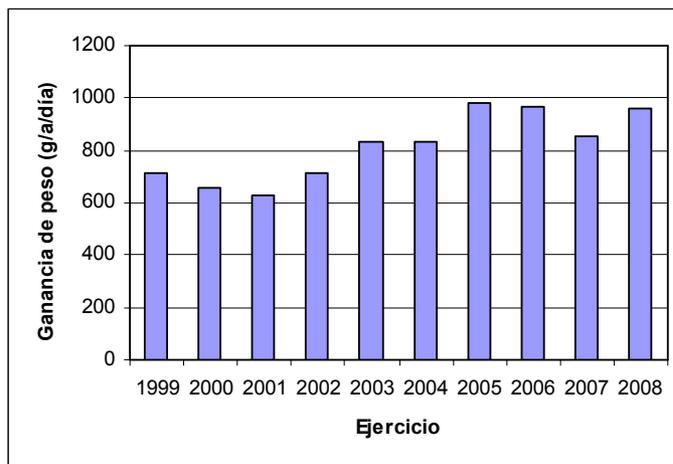


Figura 9. Ganancia diaria de peso vivo de novillos por ejercicio.

Promediando los 10 ejercicios, la ganancia diaria de peso vivo fue máxima en primavera y mínima en otoño (Figura 10). El verano fue la estación más variable. La ganancia de peso del verano estuvo alta y negativamente correlacionada con la ganancia de peso del otoño ($r = -0,75$) ($P = 0,011$). A mayor ganancia de peso durante el verano menor desempeño productivo durante el otoño debido a que se

ingresaba al otoño con menor disponibilidad de forraje producto de su utilización durante el verano. Ante esta situación, la suplementación energética tendió a adelantarse en el tiempo, iniciando el periodo de acostumbramiento a la suplementación hacia los primeros días de mayo a los efectos de contrarrestar la baja oferta de forraje otoñal.

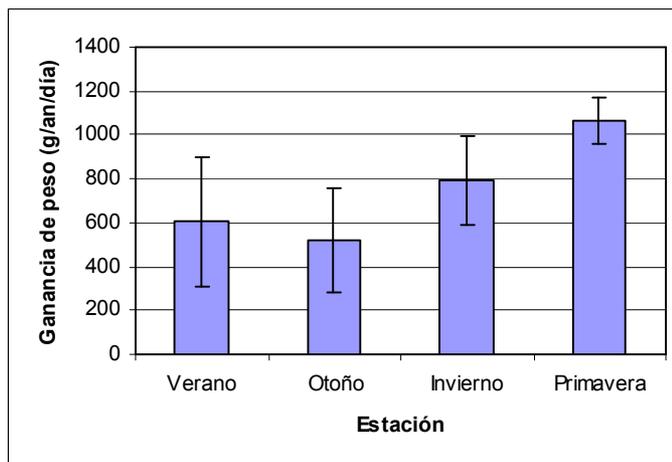


Figura 10. Ganancia diaria estacional de peso vivo de novillos y desvío estándar (Promedio de 10 ejercicios)

La ganancia de peso durante el 2º ciclo de la rotación fue significativamente superior durante el otoño y la primavera comparada

con la ganancia de peso durante el 1º ciclo, fundamentalmente asociado a la suplementación energética (Figura 11).

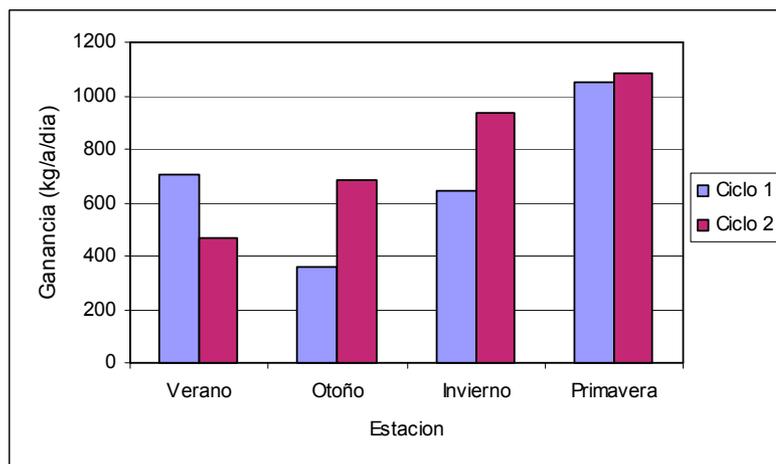


Figura 11. Ganancia de peso estacional por ciclo de rotación. Nota: Ciclo 1 (1999-2003); Ciclo 2 (2004-2008).

4. Producción de carne por superficie

Para el cálculo de la producción de carne se consideraron las 52 ha de pastoreo bovino. La producción de carne promedio de los 10 ejercicios fue 178 kg/ha (Figura 12). El 2º ciclo de la rotación (2004-2008) produjo significativamente más carne que el 1º ciclo (1999-2003), siendo los valores de 216 y 140 kg/ha, respectivamente. Esto fue debido a que en los

2 primeros años de iniciada la UPAG la base forrajera aún no estaba totalmente establecida, lo que afectó el desempeño productivo de los animales. En 1999 se utilizó una pradera degradada en sustitución de la pradera de 2º año y el mejoramiento de lotus Maku recién se sembró en otoño de 2000. Adicionalmente, la suplementación energética se inició en el ejercicio 2003, abarcando sólo un año del 1º ciclo de la rotación.

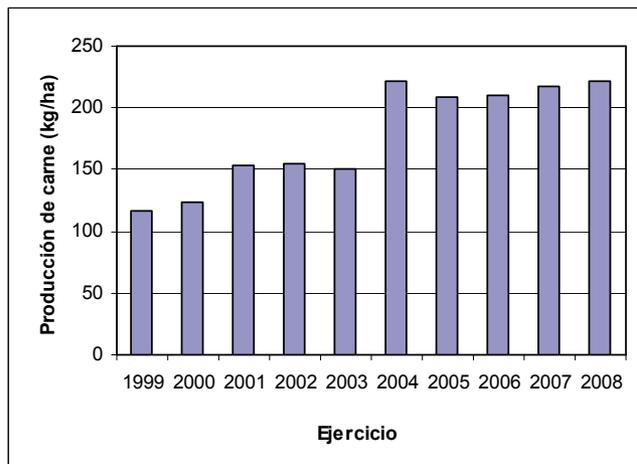


Figura 12. Producción de carne bovina por superficie

Si se compara la producción de carne de la UPAG durante el 2º ciclo de la rotación (2004-2008) con la producción de carne de la invernaada en los sistemas comerciales arroz - carne del Este relevados en el Proyecto GIPROCAR en el periodo 2003/04-2006/07 (Simeone *et al.*, 2008), la UPAG produjo un 25% más de carne (216 y 172 kg/ha, respectivamente).

El coeficiente de variación de la producción de carne en el ciclo 1 y 2 de la rotación fue 12,9% y 2,7%, respectivamente. Una vez establecida la rotación e incluida la suplementación energética se manifestó una alta estabilidad en la producción de carne a pesar de las variaciones que puedan existir de un año a otro, en aspectos relacionados al clima, implantación y producción de pasturas, etc.

La producción de carne fue marcadamente estacional, con un 6, 13, 38 y 44% del total producido en verano, otoño, invierno y primavera, respectivamente. Asociado a la alta variación de la dotación y la ganancia de peso en el verano, la producción de carne en dicha estación fue la que presentó también el mayor coeficiente de variación. En términos porcentuales, el segundo ciclo de la rotación (2004-2008) produjo más carne durante el invierno y menos durante la primavera comparado con el primer ciclo (1999-2003) (Figura 13). La suplementación invernal incrementó la producción de carne en el invierno e hizo al sistema menos dependiente de la producción de carne en primavera.

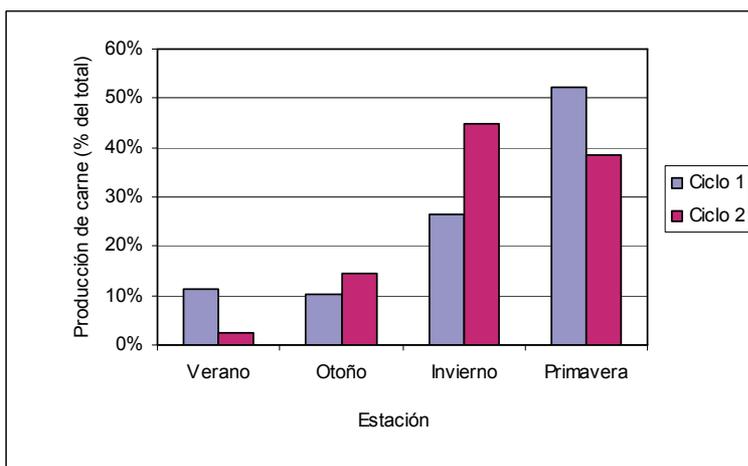


Figura 13. Producción de carne estacional (%) por ciclo de rotación

En el ejercicio 2008 se calculó la producción de carne bovina por tipo de mejoramiento de la UPAG (Cuadro 3). La base de producción fue la pradera de 2º año, con más de 400 kg/ha en 225 días de pastoreo lo que demuestra el potencial de producción similar a otras zonas del país. En términos porcentuales, la pradera de 2º año, el raigrás, el mejoramiento y la pradera de 1º año aportaron un 59, 20, 11 y 10% a la producción total de

carne en el ejercicio 2008. El relativamente bajo aporte de la pradera de 1 año se debió a los pocos días efectivos de pastoreo asociado al intervalo siembra - primer pastoreo (131 días) y a la estrategia de manejo en el año de implantación en donde los pastoreos tienen como objetivo el pastoreo poco intenso de la pradera, fundamentalmente del raigrás, para luego aliviar durante el verano permitiendo la semillazón de las especies.

Cuadro 3. Producción de carne por componente de la rotación (Ejercicio 2008).

Pastura	Ha	Producción de carne (kg/ha)*	Días efectivos de pastoreo	UG/ha en días de pastoreo
Pradera 1º año	11	108	21	3,26
Pradera 2º año	16	438	225	1,88
Raigrás	15	160	71	2,20
Mejoramiento	12	108	83	2,32

* Incluye suplementación con ración balanceada al 1% del peso vivo en la pradera de 2º año, mejoramiento de campo y raigrás durante 93, 60 y 42 días, respectivamente.

V. ANÁLISIS DE VARIABLES QUE EXPLICARON LA PRODUCCIÓN DE CARNE

Cuando se analizaron todas las variables con la producción de carne, se encontró que la dotación anual promedio en el área total de pastoreo ($r = 0,64$), la ganancia diaria de peso vivo ($r = 0,81$) y el nivel de suplementación energética ($r = 0,92$) fueron las únicas variables que se correlacionaron significativamente con el nivel de producción de carne por superficie ($P < 0,05$).

Cuando se consideraron individualmente, dichas variables explicaron un 42%, 65% y 86% de la variación en la producción de carne ($P < 0,05$), respectivamente (Figura 14). En el caso de la dotación y ganancia de peso, am-

bas variables se desagregaron por estación del año (otoño, invierno, primavera y verano), para medir su impacto en la producción de carne anual del sistema. La dotación en invierno, la ganancia diaria de peso en invierno y la dotación en primavera fueron las 3 variables que se correlacionaron significativa y positivamente con la producción de carne ($P < 0,05$). Individualmente, explicaron un 70, 68 y 54% de la variación en la producción de carne, respectivamente. De esta información surge que los ejercicios que produjeron más carne por superficie fueron aquellos que tendieron a producir más carne en el invierno basado en una mayor dotación y ganancia de peso de los animales. El nivel de producción de carne en el invierno explicó un 90% de la variación en la producción de carne anual de la UPAG.

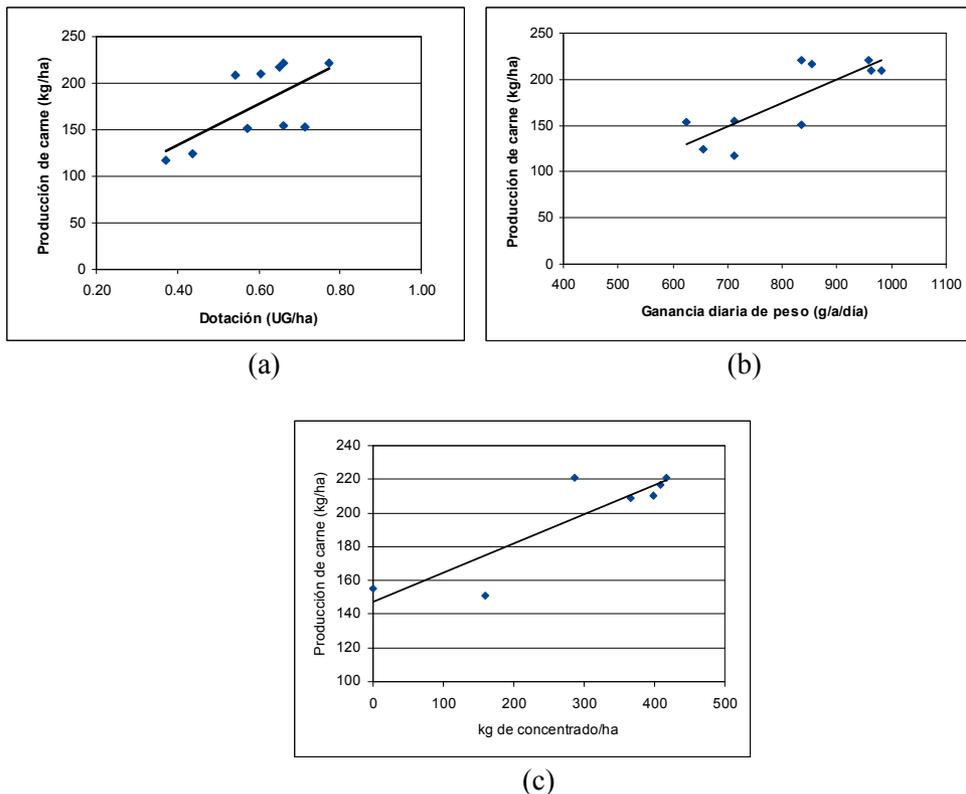


Figura 14. Relación entre la producción de carne por superficie y (a) dotación, (b) ganancia diaria de peso, y (c) nivel de suplementación energética.

En el caso de la relación entre el nivel de suplementación energética y la producción de carne anual de la UPAG (Figura 11c), si bien no existió un rango amplio de distribución de los valores observados (pocos valores de suplementación en el rango intermedio de 200 a 400 kg/ha de suplemento/ha), por cada incremento de 100 kg/ha de ración la producción de carne por ejercicio se incrementó 20 kg/ha. La UPAG sin suplementación en los primeros 4 ejercicios produjo un promedio de 137 kg/ha de carne, mientras que en los restantes 6 ejercicios con un nivel de suplementación promedio de 340 kg/ha produjo 205 kg/ha de carne bovina. En función de dicha relación, la

eficiencia obtenida fue de 5 kg de suplemento para lograr 1 kg adicional de peso vivo.

Cuando las 3 variables de relación significativa con la producción de carne (dotación, ganancia de peso y nivel de suplementación) se analizaron en conjunto en un modelo de regresión múltiple, la variable ganancia de peso perdió importancia significativa frente a las demás. La dotación y el nivel de suplementación explicaron un 95% de la variación en la producción de carne por superficie ($P < 0,05$) (Cuadro 4). Sin duda el nivel de suplementación fue la principal variable en determinar la producción de carne.

Cuadro 4. Coeficientes de regresión (b) y de determinación (R^2) de variables significativas que explicaron la producción de carne bovina en la UPAG.

	b ± error estándar	R² parcial
Nivel de suplementación, kg/ha	0,21 ± 0,02	0,86
Dotación, UG/ha	67,2 ± 23,1	0,09

VI. CONCLUSIONES

- La dotación en el área efectiva de pastoreo, la ganancia diaria de peso vivo y la producción de carne por superficie promedio en los 10 ejercicios fue de 0,81 UG/ha, 813 g/a/día y 178 kg/ha, respectivamente. Existió un incremento significativo en la ganancia diaria de peso (+30%) y en la producción de carne por superficie (+54%) al pasar del 1er ciclo (1999-2003) al 2º ciclo (2004-2008) de la rotación.

- El nivel de suplementación promedio con concentrados y voluminosos fue de 339 y 291 kg/ha, respectivamente. Hubo un incremento significativo de la suplementación en el 2º ciclo de la rotación comparado con el 1er ciclo.

- El nivel de suplementación energética y la dotación en el área total de pastoreo explicaron un 95% de la variación en la producción de carne por superficie.

- Los resultados presentados confirman la viabilidad productiva de la actividad de engorde de novillos basado en la utilización de pasturas sembradas sobre rastrojos de arroz dentro de un esquema de alta frecuencia de uso arrocero del suelo.

VII. CONSIDERACIONES FINALES Y PERSPECTIVAS

La integración del arroz y la ganadería permitió el desarrollo de una actividad de engorde de bovinos de alta producción y estabilidad en los 10 años de funcionamiento de la UPAG. Si bien en un escenario de buenos precios para el arroz, el éxito económico de la UPAG como empresa estuvo más relacionada con la productividad del cultivo, no debe despreciarse el papel estabilizador jugado por la ganadería

en los momentos en que el sector arrocero se encontraba deprimido debido a bajos precios del grano.

La visión conjunta del arroz y la ganadería es una fortaleza del sistema, ya que si se miran por separado ambos rubros, individualmente perdieron competitividad en años específicos asociados a problemas de producción, mercado o clima.

El uso de modelos de simulación, alimentados por información experimental en la medida de lo posible, es una herramienta flexible y de corto plazo que permite la proyección de las ventajas y desventajas de los diferentes sistemas de integración arroz-ganadería en aspectos productivos, económicos, y ambientales, antes que los mismos sean instalados en el campo.

La producción de carne bovina de la UPAG se sustentó en la utilización de las praderas sembradas sobre rastrojos de arroz. Dicha tecnología es de bajo costo lo que asegura la rentabilidad de la estrategia inserta en una rotación de arroz - pasturas. El Cuadro 5 muestra la evolución del costo de la siembra de una pradera y su relación con el precio del novillo y la bolsa de arroz en el periodo 2000-2009. En promedio de la serie histórica la siembra de 1 ha de pradera compuesta por trébol blanco (3 kg/ha), lotus (6 kg/ha) y raigrás (12 kg/ha) registró un costo promedio de 61 US\$/ha, equivalente a 72 kg de novillo gordo de exportación y a 7,4 bolsas de arroz. En un escenario de incremento de los costos de implantación de pasturas sobre los rastrojos de arroz, es necesario el ajuste en la definición del esquema forrajero con la evaluación de nuevas especies, variedades y mezclas forrajeras en función de cada objetivo de producción.

Cuadro 5. Evolución del costo de siembra de una pradera sobre rastrojo de arroz^a

Año	Costo pradera ^b (US\$/ha)	Valor novillo ^c (US\$/kg)	Valor arroz (US\$/bolsa) ^d	kg de novillo para sembrar 1 ha de pradera	Bolsas de arroz para sembrar 1 ha de pradera
2000	50	0,74	5,15	67,6	9,7
2001	42	0,76	5,31	55,3	7,9
2002	35	0,52	5,80	67,3	6,0
2003	42	0,52	9,05	80,1	4,6
2004	50	0,78	8,00	64,1	6,2
2005	52	0,84	7,06	61,9	7,4
2006	73	0,88	7,76	82,9	9,4
2007	60	1,06	9,02	56,6	6,6
2008	92	1,32	16,40	69,7	5,6
2009	116	1,04	11,00	111,5	10,5

NOTA: ^a Hasta 2005 parcialmente tomado de Stirling (2005).

^b Datos suministrados por CALVASE (Periodo 2006-2009).

^c Serie histórica novillo gordo de exportación en abril de cada año (DIEA).

^d Precio definitivo + devolución de impuestos, excepto 2009 (precio provisorio usado en UPAG).

Una estrategia de invernada bovina tan corta como la adoptada por la UPAG tiene riesgos asociados a la variabilidad climática y forrajera, más aun cuando la fase de pasturas es de sólo 2 años. En rotaciones arroz - pasturas más largas, las praderas de 3° o 4° año muchas veces actúan como buffer o estabilizadoras del sistema. Los resultados de producción de forraje obtenidos en el ejercicio 2008/09 demostraron que la pradera de 2° año produjo alrededor del 40% del forraje total destinado al engorde bovino. Cualquier falla en la implantación de dicha pradera y/o periodos de sequía una vez implantada, afectarían significativamente la producción de forraje del sistema y el nivel de producción de carne. Por tal motivo, la adopción del riego estratégico de pasturas de alto potencial de respuesta permitiría brindar seguridad y estabilidad al sistema de producción.

Adicionalmente, en rotaciones tan cortas cobra mayor importancia la productividad y utilización de la pradera de 1er año. La profundización en estudios relacionados al acondicionamiento del rastrojo (drenaje y paja) así como fecha y densidad de siembra permitirían explorar alternativas para potenciar la producción de forraje de la pradera en el año de su instalación.

Fue claro el impacto positivo de la suplementación en el incremento de la producción de carne al pasar del 1er al 2° ciclo de la rotación. Si bien la respuesta a la suplementación fue alta, muchas veces generó problemas de liquidez o de capacidad de solventar dicha práctica asociado a la variabilidad en los precios de las raciones comerciales. Por tal motivo, muchos productores han comenzado a producir su propio suplemento energético dentro del predio. En este sentido, la inclusión del cultivo de sorgo para destino animal, fundamentalmente como grano húmedo, ya sea dentro o fuera de la rotación con arroz, es una alternativa válida de suplementación que tiende a bajar el costo del kg de suplemento en la medida que se obtengan buenos rendimientos del cultivo. En un escenario de incremento de la competencia por disponibilidad de tierras, el aumento del nivel de oferta de alimentos dentro del rubro ganadero, ya sea a través de la suplementación y/o el riego de pasturas, entre otras posibilidades, permitiría un incremento de la producción de carne sustentado en una mayor dotación. Para el logro de dicho objetivo, es clave el conocimiento de la relación suelo - planta - animal - suplemento en las pasturas sembradas sobre rastrojos de arroz, que no necesariamente debe ser la misma que en las pasturas convencionales

de otras zonas del país debido a diferencias ambientales y topográficas.

La generación de alimentos dentro del predio también permitiría el desarrollo de sistemas más intensivos de producción. Algunos sistemas de arroz - ganadería de la región han comenzado a sustituir el tradicional esquema de engorde pastoril tendiendo a incorporar el encierre estratégico de terneros y/o novillos durante períodos cortos de tiempo (3 - 4 meses) con dietas basadas en grano de sorgo, afrechillo de arroz y otros subproductos de la industria arrocería. Es necesario el estudio práctico y conceptual de las diferentes alternativas de producción en sistemas que incluyen la alimentación a corral, definiendo claramente las etapas del proceso de engorde, el desempeño productivo objetivo, los componentes nutricionales utilizados y las diferentes combinaciones de sistemas de alimentación.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Bonilla O. R. y Grierson J. A. 1982. Un sistema de producción de carne en rotación con arroz. Centro de Investigaciones Agrícolas Alberto Boerger. Estación Experimental del Este. Miscelánea 48. 13p.

DIEA. 2008. Encuesta de Arroz. Zafra 2007/08. Serie Encuestas N° 261. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Consultado el 28/05/2009 en: http://www.mgap.gub.uy/diea/encuestas/SE%20261_Encuesta%20Arrocera_1.pdf

Simeone, A., Andregnette, B., y Buffa, J.I. 2008. Variables que afectan el resultado físico y económico de la ganadería en los sistemas arroz-pasturas del este. En: Producción de carne eficiente en sistema arroz-pasturas. Serie N° 22 FPTA-INIA. pp. 19-40.

Stirling, E. 2005. Utilización de las praderas luego del cultivo de arroz. Revista Arroz N° 41. Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA).

IX. AGRADECIMIENTOS

A todos los funcionarios de campo que participaron y colaboraron en el manejo de los bovinos en la UPAG. En especial, a Daniel Acosta y Mario Texeira, por su involucramiento y responsabilidad en el logro de los objetivos planteados.

A los Ing. Agr. Fabio Montossi y Horacio Saravia por los aportes realizados en la confección del presente artículo.

I. ANTECEDENTES

La Estación Experimental del Este (INIA Treinta y Tres) desde hace más de 30 años ha venido generando y difundiendo tecnologías para la producción de carne bovina en sistemas de arroz - ganadería. La integración del rubro ovino a dichos sistemas es relativamente reciente asociado a la búsqueda de nuevas opciones, complementarias a la producción de arroz y/o carne bovina. En este sentido, fue muy importante el crecimiento que ha tenido desde el año 1996 el Operativo Cordero Pesado, que estimuló la inclusión del engorde de corderos dentro de los sistemas de arroz - ganadería, fundamentalmente sobre laboreos de verano

El laboreo de verano consiste en adelantar para los meses de verano las labores de

preparación de tierra, nivelación y drenaje del terreno (Figura 1). Si es posible, también se construyen en esa época las taipas necesarias para el posterior riego del cultivo, de forma tal que en la primavera siguiente, luego de la aplicación de un herbicida total, se siembra el arroz sin realizar movimientos de suelo o apenas con un mínimo de trabajo. Cuando el laboreo se realiza después de una pradera y/o raigrás, y la semillazón previa de las especies forrajeras fue abundante, la pastura tiene grandes probabilidades de regenerarse al menos parcialmente, proporcionando una excelente oportunidad para el engorde de corderos sin estropear el relieve y sin dificultar la posterior implantación del arroz. En la última zafra (2007/08) el área de laboreo de verano se estimó en 39.000 ha (Bonilla, 2008), reflejando así un potencial importante para explorar la producción de carne ovina.



Figura 1. Tapiz regenerado luego de laboreo de verano, incluyendo nivelación, drenaje y construcción de taipas.

¹ Ing. Agr., MSc., Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

² Téc. Rural, Ejecutor de la UPAG hasta octubre de 2008

II. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS

Dos etapas se identificaron desde el punto de vista metodológico: a) la generación de la base de datos, y b) el procesamiento y análisis de dicha base de datos para la discusión de los resultados. Para la primera etapa, se relevó y unificó la información publicada relacionada al comportamiento productivo de corderos en las actividades de difusión de cada ejercicio. Las distintas variables estudiadas (área de pastoreo, peso inicial, peso final, kg agregados por animal, largo de invernada, fecha de ingreso a los laboreos, días de pastoreo de los laboreos, dotación, ganancia de peso, producción de carne por superficie) fueron promediadas por ejercicio. Dada la importancia de los laboreos de verano en la producción de carne ovina, el análisis de las variables se realizó en forma global, abarcando toda el área de pastoreo ovino, y en forma parcial, considerando únicamente la producción de carne proveniente del área de laboreos de verano.

Para el análisis de la base de datos se utilizaron indicadores de estadística descriptiva (media, desvío estándar, coeficiente de variación, mínimo, máximo). Se analizó el efecto del ciclo de rotación en la mayoría de las variables considerando el ciclo 1 (1999 a 2003), y el ciclo 2 (2004 a 2008). Se utilizaron las funciones del paquete estadístico SAS versión 9.1.3 (SAS Inst. Inc., Cary, NC) de análisis de varianza, correlaciones y regresiones.

III. DESCRIPCIÓN GENERAL

1. Superficie de pastoreo y base forrajera

El esquema de engorde ovino en la UPAG estuvo basado en las ventajas que ofrece la utilización del forraje regenerado luego del laboreo de verano, de producción principalmente otoño - invernal, debido a que en setiembre se deben iniciar las actividades para la siembra del arroz. Dada la estacionalidad de dicha producción de forraje, en algunos

ejercicios fue necesario complementar la base forrajera destinada a pastoreo ovino con mejoramientos de campo, área que se utiliza fundamentalmente en los periodos de principios de otoño y/o primavera, complementando la oferta de forraje del laboreo.

La actividad de engorde ovino se realizó en 9 de los 10 ejercicios de la UPAG. En el año 2007, no se realizó debido a la alta infestación de capín que presentaban los laboreos de verano, por lo cual se decidió la aplicación de glifosato como estrategia de control. El área promedio destinada al engorde de corderos fue de 38 ha, de las cuales 24 ha correspondieron a laboreos de verano y las restantes 14 ha a pasturas mejoradas, fundamentalmente mejoramientos de campo. Únicamente en los ejercicios 2001, 2005 y 2006 el engorde de corderos se realizó exclusivamente sobre laboreos de verano. En el resto de los ejercicios, en promedio, un 56% del tiempo total de invernada se realizó sobre laboreos de verano, con un mínimo en el ejercicio 2003 representando sólo un 29% del tiempo, asociado a la tardía fecha de ingreso de los corderos a estos laboreos (julio).

2. Esquema de producción animal

El esquema ovino empleado en la UPAG tuvo como objetivo la producción de carne ovina de calidad. El objetivo no fue maximizar la producción física sino hacerla sostenible y compatible en el largo plazo junto a los otros rubros involucrados en la UPAG (arroz y bovinos) a través de un manejo eficiente de los recursos en su globalidad.

El ingreso de los animales se realizó escalonado en relación al progresivo incremento del área de pastoreo asociado a la evolución forrajera de los laboreos de verano. El primer lote de corderos generalmente ingresaba hacia finales de verano (marzo), en tanto el segundo lote de corderos ingresaba hacia fines de otoño - principios de invierno (junio).

La época de terminación del engorde estuvo condicionada a la aplicación del herbicida

sobre el laboreo de verano para la siembra del arroz, actividad que se realizaba a mediados de setiembre. Al menos dos semanas previas al embarque se realizaba la esquila de los corderos. Al momento del embarque cada cordero debía pesar como mínimo 34 kg con una condición corporal igual o mayor a 3,5, cumpliendo con los requisitos del Operativo Cordero Pesado.

Hasta el año 2002, los corderos utilizados fueron únicamente de raza Corriedale. En el año 2003, se firmó el convenio "Producción de carne de calidad con la raza Romney Marsh" entre la Asociación Rural del Uruguay, la So-

ciudad de Criadores de Romney del Uruguay e INIA (Figura 2). Los objetivos generales de este Convenio fueron contribuir al aumento de la eficiencia productiva y calidad de los productos de la raza Romney, a través de la implementación de planes de investigación, teniendo en cuenta los requerimientos de las cadenas productivas textiles y cárnicas, así como los consumidores locales y extranjeros. Como resultado se incorporó la utilización de corderos Romney Marsh en las actividades de engorde de la UPAG complementado con estudios de caracterización de la canal y carne.



Figura 2. Corderos Romney Marsh sobre laboreo de verano

IV. PRODUCCIÓN FÍSICA

1. Descripción general

En promedio ingresaron a la UPAG 186 corderos por ejercicio con un peso vivo (media \pm desvío estándar) de $28,4 \pm 2,7$ kg. Los días de pastoreo ovino por ejercicio variaron entre 133 (2001) y 284 (2004) días. El peso final promedio de los corderos producidos en la UPAG fue $40,3 \pm 3,2$ kg, lo que determinó que por ejercicio se agregaran en promedio $11,9 \pm 3,7$ kg/animal.

La Figura 3 muestra el histograma de frecuencias absolutas del mes de ingreso de los corderos a los laboreos de verano. En 4 ejercicios (44%), los corderos ingresaron a pastorear los laboreos en el mes de mayo, y en 6 ejercicios (67%) en el bimestre mayo - junio. El pastoreo temprano (marzo) del tapiz regenerado sobre los laboreos de verano estuvo asociado a la realización temprana del laboreo (enero) y/o a la necesidad de control del capín. En el otro extremo, el pastoreo tardío (julio) estuvo relacionado con el retraso en la fecha de realización del laboreo (laboreos

inconclusos en febrero debido a exceso de precipitaciones que se debieron terminar de hacer en marzo - abril). Debido a que la fecha de finalización del engorde de corderos sobre los laboreos de verano es estricta (mediados

de setiembre) para poder aplicar glifosato previo a la siembra de arroz, la fecha de ingreso a estos laboreos es una de las variables más importantes para asegurar la producción de carne ovina sobre dicha base forrajera.

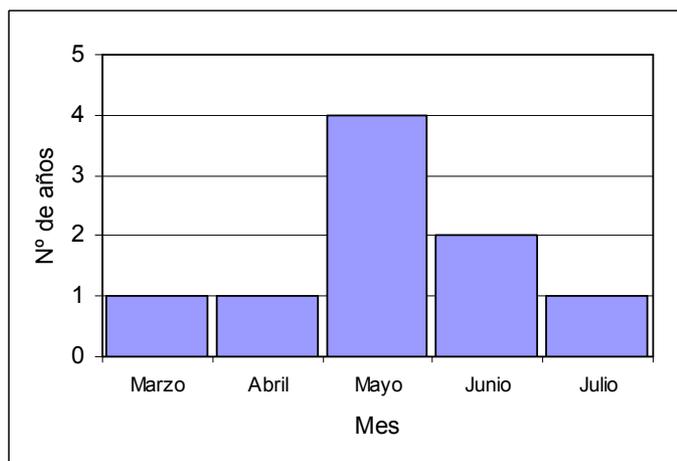


Figura 3. Histograma de frecuencias del mes de ingreso de los corderos a los laboreos de verano.

La utilización de los laboreos de verano se extendió por 128 ± 29 días por ejercicio. Existió un incremento en los días de pastoreo de los laboreos de verano al pasar del 1er al 2º ciclo de la rotación (109 y 148 días, respectivamente). Esto fue debido a que hacia la mitad de los 10 años de funcionamiento de la UPAG la realización de los laboreos de verano comenzó a adelantarse en el tiempo desde febrero - marzo hacia enero. El principal objetivo fue evitar las condiciones meteorológicas de fines del verano y principios del otoño que generalmente retrasaban el trabajo de la maquinaria (precipitaciones, días más cortos, etc.). Esto determinó una oferta más temprana de forraje sobre los laboreos y un mayor período de utilización.

La disponibilidad y producción de forraje del tapiz regenerado sobre los laboreos de verano fue altamente variable asociado a la pastura previa, fecha de realización de los laboreos, condiciones climáticas, dotación, etc. En términos generales, bajo pastoreo ovino en un rango de 6 a 12 corderos/ha, la disponibilidad de forraje se mantuvo en el entorno o por debajo de los 1000 kg/ha MS (Figura 4). El valor nutritivo del forraje ofrecido por los laboreos fue de medio a alto, debido a las especies que componen el tapiz y/o al estado vegetativo de las mismas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Valor nutritivo (%) del forraje ofrecido por los laboreos de verano (Ejercicio 2008).

Parámetro	Pastura anterior al laboreo	
	Raigrás	Pradera
Digestibilidad Materia Orgánica	65,6	81,7
Proteína Cruda	16,3	17,0
Fibra Detergente Neutro	46,8	49,1
Fibra Detergente Acida	42,6	37,5
Cenizas	16,9	13,9



Figura 4. Disponibilidad de forraje característica en los laboreos de verano.

2. Dotación

Considerando el área total de pastoreo ovino, la dotación promedio (media \pm d.e.) en los 9 ejercicios fue $5,3 \pm 3,0$ corderos/ha, con un mínimo en 2000 (2 corderos/ha) y máximo

en 2005 (12 corderos/ha). Si se considera únicamente la dotación sobre los laboreos de verano, más representativa del esquema de engorde ovino de la UPAG, la media \pm d.e. fue $8,0 \pm 2,5$ corderos/ha (Figura 5).

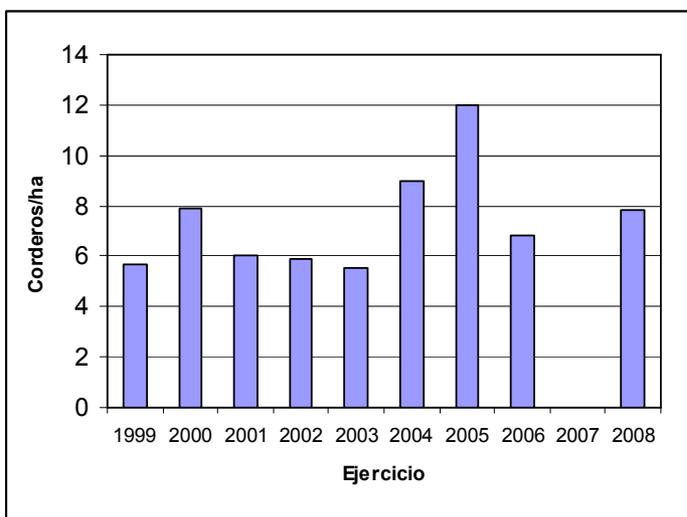


Figura 5. Dotación de corderos sobre laboreos de verano.

Nota: En el año 2007 no se realizó la actividad de engorde ovino en la UPAG”

La dotación de corderos sobre laboreos de verano fue significativamente mayor en el 2º ciclo de la rotación comparado con el 1er ciclo de la rotación, correspondiendo a valores de 9 y 6 corderos/ha, respectivamente ($P < 0.05$). El adelanto en la fecha de realización de los laboreos de verano determinó una oferta más temprana de forraje sobre los laboreos y un mayor período de utilización que permitió elevar la carga animal sobre los mismos.

La dotación fue la principal variable de ajuste año a año, en función de las características del laboreo (fecha de realización, fecha de ingreso del pastoreo, disponibilidad de piso, etc.) y de los corderos (peso vivo y condición corporal al inicio de la invernada). Información experimental generada dentro de la UPAG demostró que existe una asociación lineal y negativa entre la dotación de corderos y la ganancia diaria de peso vivo sobre laboreos de verano. A medida que se incrementó la dotación en el rango de 6 a 18 corderos/ha, el desempeño productivo individual de los corderos tendió a disminuir significativamente debido a un menor consumo de forraje y/o menor posibilidad de seleccionar el forraje de mayor valor nutritivo (ver sección de Trabajos analíticos en ovinos en esta misma publicación).

3. Ganancia de peso

La ganancia diaria de peso vivo promedio de los corderos en toda el área de pastoreo fue 73 g/a/día, con un mínimo y máximo de 42 y 113 g/a/día en los ejercicios 2000 y 2004, respectivamente. La máxima ganancia diaria coincidió con el año en que corderos recién destetados ingresaron a pastorear las praderas durante los meses de verano hacia finales del ejercicio. El objetivo fue lograr corderos gordos precoces (marzo) para acceder a mejores precios de venta.

La ganancia de peso de los corderos sobre laboreos de verano fue 72 g/a/día, con un coeficiente de variación de 30% (Figura 6). Hubo ejercicios con ganancias por encima de 100 g/a/día (2003, 2004, 2006) pero también ejercicios con ganancias por debajo de 50 g/a/día (2002 y 2005). En éste último caso, las bajas ganancias de peso estuvieron asociadas a problemas climáticos. En el año 2002, los laboreos se hicieron parcialmente debido al exceso de lluvias en el verano - otoño mientras que en el año 2005 los laboreos, si bien fueron realizados, debieron soportar periodos prolongados de inundación durante el otoño afectando la producción de forraje y el área de pastoreo. La ganancia de peso sobre laboreos de verano durante el 2º ciclo de la rotación fue un 36% superior a la ganancia de peso registrada durante el 1er ciclo (90 vs. 66 g/a/día, respectivamente).

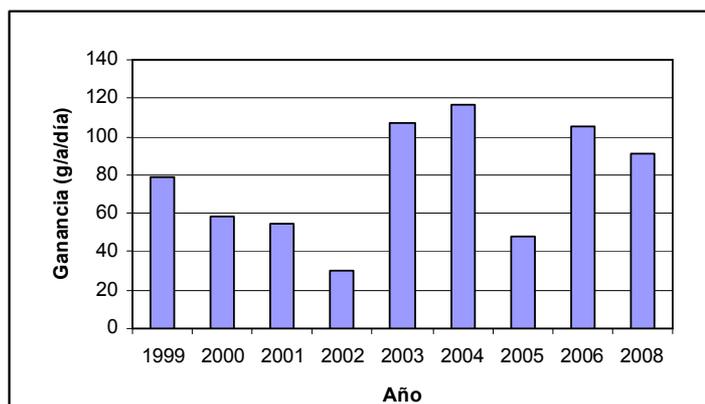


Figura 6. Ganancia diaria de peso de corderos sobre laboreos de verano.

La tasa de ganancia diaria asociado a los días de pastoreo determinó que por ejercicio se agregaran en promedio 12 kg por animal, de los cuales 9 kg fueron agregados sobre los laboreos de verano. El peso vivo de los corderos al ingresar a los laboreos de verano es una variable muy importante si el objetivo es terminar los animales sobre dicha base forrajera. Corderos muy livianos no tienen tiempo suficiente sobre estos laboreos para llegar al peso mínimo individual exigido por el Operativo Cordero Pesado (34 kg). El promedio \pm d.e. del peso vivo de corderos ingresados a los laboreos de verano fue de $29,5 \pm 3,1$ kg, con un mínimo y máximo de 24,6 y 34,4 kg, respectivamente. Si se considera que la ganancia diaria de peso de los corderos pastoreando el tapiz regenerado sobre laboreos de verano fue de 72 g/a/día, y asumiendo un periodo de utilización de los laboreos de verano de 4 meses, se requeriría un peso mínimo individual de 25 kg al ingreso de los laboreos

de verano para asegurar su terminación sobre los mismos. En caso contrario, se debe considerar la necesidad de contar con otras pasturas dentro de la rotación para completar el engorde de los corderos (mejoramientos y praderas).

4. Producción de carne por superficie

El promedio \pm d.e. de producción de carne ovina en la UPAG fue de 59 ± 25 kg/ha (Figura 7). Un 78% de dicha producción de carne fue proveniente del pastoreo de los laboreos de verano, con un máximo de 100% en los ejercicios 2001, 2005 y 2006, y un mínimo de 33% en el ejercicio 2002. Existió un incremento significativo en la producción de carne ovina al pasar del primer ciclo de la rotación (1999-2003) al segundo ciclo (2004-2008), correspondiendo los valores a 41 y 81 kg/ha, respectivamente.

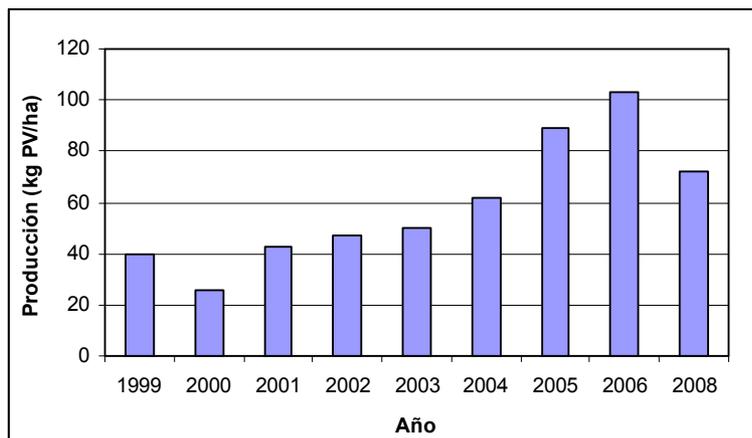


Figura 7. Evolución de la producción de carne ovina en la UPAG.

Si se analiza el nivel de producción de carne ovina únicamente sobre los laboreos de verano, la media \pm d.e. fue 70 ± 36 kg/ha, correspondiendo a valores de 41 y 106 kg/ha durante el 1er y 2º ciclo de la rotación, respectivamente. El incremento de la producción de carne ovina en la UPAG a medida que transcurrieron los ejercicios estuvo basado en una mejora de la producción y utilización de los laboreos de verano.

Si bien la producción de carne por superficie puede parecer baja comparada con otras alternativas de alimentación en la zona Este (mejoramientos de campo, praderas, verdeos, con o sin suplementación), hay que considerar varios aspectos. En primer lugar, el objetivo no fue maximizar la producción ovina sino potenciar la rotación en su conjunto. En segundo lugar, la integración de los rubros arroz y ovino agregaron diversificación y estabilidad a la empresa agropecuaria. En tercer lugar, existió

una alta variabilidad en la oferta de forraje de los laboreos entre año y dentro de años comparando los laboreos provenientes de raigrás o pradera. Finalmente, la pastura regenerada sobre el laboreo tiene un costo muy reducido para la producción ovina, si se asume que el costo operativo del laboreo se asigna al rubro arroz. Esto hace la tecnología altamente rentable, siendo el principal costo asociado al engorde ovino sobre los laboreos la compra de corderos (85%), estando el restante 15% compuesto por costos asociados a sanidad, esquila, mano de obra e impuestos.

5. Producción de lana

La media \pm d.e. de producción de lana total por animal y por superficie fue $3,0 \pm 0,6$ kg/an. y $15,5 \pm 8,7$ kg/ha, respectivamente. Si bien la contribución de la producción de lana a la producción física total de la UPAG fue relativamente baja, es un rubro que agregó diversificación al sistema de arroz - ganadería y que ante escenarios positivos de precios del textil podría incrementar su participación en el resultado económico global de la empresa.

V. PRINCIPALES VARIABLES QUE EXPLICARON LA PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA

Cuando se analizaron todas las variables con la producción de carne en el área total de pastoreo, se encontró que el peso final de los corderos y los días de pastoreo en los laboreos de verano, fueron las dos variables que por sí solas puestas en un modelo de regresión múltiple explicaron el 86% de la variación en la producción de carne de la UPAG ($P < 0.05$). A mayor peso final de los corderos (en un rango de 36 a 43 kg) y a mayor tiempo de permanencia en los laboreos de verano (en un rango de 70 a 180 días), la producción de carne por superficie se incrementó. El Cuadro 2 muestra la relación entre dichas variables. Por cada 10 días adicionales de pastoreo de los laboreos de verano la producción de carne por superficie se incrementó en 7,5 kg/ha. En el mismo sentido, por cada kg adicional en el peso vivo final de los corderos, la producción de carne por superficie se incrementó en 4,2 kg/ha. El análisis del coeficiente de determinación (R^2) parcial indica que en el modelo seleccionado, la variable "días" en laboreo tuvo una mayor significancia en la variación de la producción de carne.

Cuadro 2. Coeficientes de regresión (b) y de determinación (R^2) de variables significativas que explicaron la producción de carne ovina en la UPAG.

	b \pm error estándar	R^2 parcial
Días de pastoreo sobre laboreos	0,75 \pm 0,12	0,58
Peso vivo al final de invernada (kg)	4,20 \pm 1,18	0,28

En función de dicha relación fue recomendable la realización de los laboreos de verano hacia principios de verano (enero) no sólo para maximizar los días útiles de pastoreo hasta la aplicación del herbicida (setiembre) previo a la siembra de arroz sino también para agregar más kilos a los corderos. Un mayor peso final al momento del embarque también tiene repercusiones en el resultado industrial, ya que permite acceder a las categorías de canal mejor valorizadas por la industria.

Cuando se analizó la producción de carne sobre los laboreos de verano, la dotación y los kg de peso vivo agregados por animal, fueron las 2 variables significativas que en conjunto explicaron un 98% de la variación en la producción de carne ovina en los laboreos. En ambos casos, por cada kg adicional agregado por animal o por cada cordero adicional agregado por hectárea, la producción de carne se incrementó cerca de 8 kg/ha. La variable kg agregados por animal estuvo

significativamente correlacionada ($P < 0.05$) con la ganancia diaria de peso vivo ($r = 0,82$) y con el peso vivo final ($r = 0,79$) registrados sobre los laboreos de verano. En el caso de la dotación, la segunda variable de importancia en determinar la producción de carne sobre los laboreos, únicamente se encontró una correlación media ($r = 0,46$) ($P > 0.05$) con los

días de pastoreo en los laboreos de verano. La hipótesis es que la dotación estuvo estrechamente relacionada con la producción de forraje de los laboreos, aunque se carece de dicha información a nivel del sistema, pero la información proveniente de los ensayos analíticos apoya la misma.

Cuadro 3. Coeficientes de regresión (b) y de determinación (R^2) de variables significativas que explicaron la producción de carne ovina sobre laboreos de verano en la UPAG.

	$b \pm$ error estándar	R^2 parcial
kg agregados por animal	7,61 \pm 0,60	0,78
Dotación (corderos/ha)	7,98 \pm 1,10	0,20

VI. INTEGRACIÓN DEL OVINO CON OTROS RUBROS

1. Integración ovinos - bovinos

Si se consideran las 81 has de la UPAG

sobre las cuáles se desarrolló anualmente la actividad ganadera, la media \pm d.e. de la producción de carne total (bovina + ovina) fue de 138 ± 43 kg. Existió un incremento significativo en la producción de carne al pasar del 1er ciclo al 2º ciclo de la rotación (Figura 8).

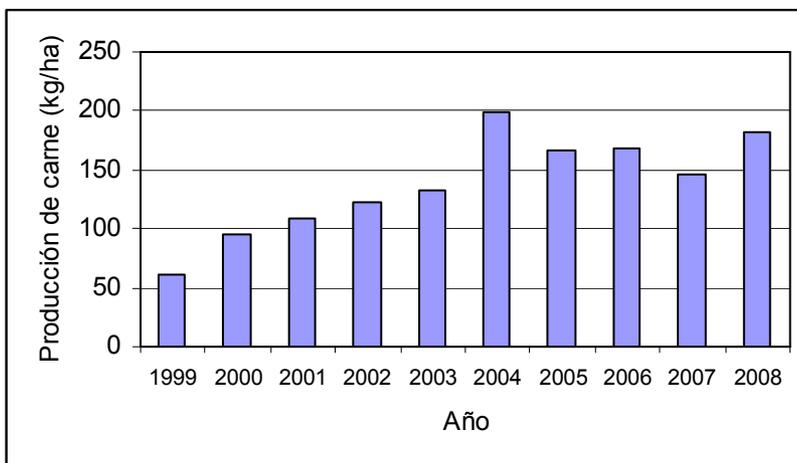


Figura 8. Producción de carne total (bovina + ovina) por ejercicio.

El aporte relativo de la carne ovina a la producción de carne total fue de 17% (Figura 9), con un mínimo en el ejercicio 2007 en donde no hubo engorde ovino y un máximo en el ejercicio 2004 (31%). Pero dicho porcentaje no incluye la producción de lana, la cual promedió 15 kg/ha por ejercicio. Si se utiliza

el factor de carne equivalente de 2,48 para convertir la producción física de lana a carne, el aporte del rubro ovino a la producción de carne total asciende al 37%. Esto resalta la ubicación estratégica del engorde de corderos, en donde a pesar de ser asignado a las áreas de menor potencial de forraje, el rubro

ovino contribuyó significativamente a la producción física de la UPAG. La gran rusticidad del ovino, por su capacidad de adaptación a ambientes limitantes de baja producción de forraje y en condiciones de inundación, su gran capacidad de selectividad de una dieta

de alto valor nutricional del forraje ofrecido aún en situaciones de restricción y la posibilidad de pastorear en horizontes cercanos al suelo, son algunos de los factores que lo diferencian de los bovinos y que justificaron su inclusión dentro de la rotación con arroz.

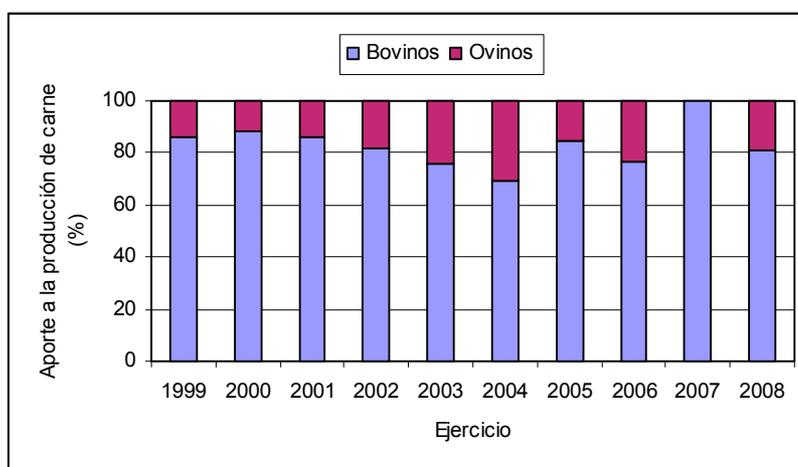


Figura 9. Aporte relativo de bovinos y ovinos a la producción de carne total por ejercicio.

2. Integración ovinos - arroz

No se encontró una correlación significativa entre variables de producción ovina sobre laboreos de verano, tales como producción de carne ($r = 0,33$), dotación ($r = 0,06$), y días de pastoreo ($r = 0,21$) con el rendimiento de arroz. Esto implica que el pastoreo ovino del tapiz regenerado sobre los laboreos de verano no afectó la producción de arroz confirmando información experimental que había demostrado que es posible la interacción de ambos rubros sin que se perjudique el cultivo de arroz al menos en el rango de dotaciones evaluados (6 a 18 corderos/ha) (ver sección de Trabajos analíticos en ovinos en esta misma publicación).

La integración del arroz y el ovino sobre los laboreos de verano permite la obtención de 3 productos diferenciados (carne, lana y arroz) y de calidad en un lapso de 15 meses en el mismo potrero. En enero, se realiza el laboreo, entre marzo y agosto se lleva a cabo el engorde ovino, y finalmente entre setiembre y abril se desarrolla el ciclo del cultivo.

VII. CONCLUSIONES

- La dotación, la ganancia diaria de peso vivo y la producción de carne ovina de calidad por superficie promedio sobre los laboreos de verano en los 10 ejercicios fue de 8 corderos/ha, 72 g/a/día y 70 kg/ha, respectivamente. Existió un incremento significativo en la dotación (+50%), ganancia diaria de peso (+36%) y en la producción de carne por superficie (+158%) al pasar del 1er ciclo (1999-2003) al 2º ciclo (2004-2008) de la rotación.

- La dotación (corderos/ha) y los kg de peso vivo agregados por animal, fueron las 2 variables significativas que en conjunto explicaron un 98% de la variación en la producción de carne ovina en los laboreos.

- La actividad de engorde de corderos se integró exitosamente con el rubro bovino y el arroz. La producción ovina (carne + lana) representó un 37% de la producción física total proveniente de la ganadería (ovinos + bovinos) en la UPAG.

- La utilización de los laboreos de verano con corderos no afectó el rendimiento del cultivo de arroz siguiente.

- Los resultados presentados confirman la viabilidad productiva de la actividad de engorde de corderos basado en la utilización de pasturas naturalmente regeneradas sobre laboreos de verano de muy bajo costo dentro de un esquema de alta frecuencia de uso arrocero del suelo.

VIII. CONSIDERACIONES FINALES Y PERSPECTIVAS

El engorde de corderos inserto en un sistema como el que propone la UPAG sin lugar a dudas es beneficioso tanto desde el punto de vista productivo como económico. En los 10 años de funcionamiento de la UPAG, el ovino fue el único rubro que en ningún año presentó un margen bruto negativo. La principal ventaja competitiva del rubro ovino es que el esquema de producción se sustenta en la utilización de los laboreos de verano de corta duración, siendo esta una pastura de muy bajo costo para la actividad ganadera y de rápido retorno de una inversión de bajo volumen relativo (principalmente el cordero de recría). Pero, precisamente debido al bajo nivel de intervención o mínimo uso de insumos sobre los laboreos, es que la variabilidad de producción de forraje es muy alta afectando los niveles de producción de carne entre años. En un escenario de intensificación de los sistemas de producción de arroz y ganadería, pueden ser necesarias tecnologías de manejo y producción forrajera para aumentar y estabilizar la producción de carne ovina proveniente de los laboreos de verano.

La aplicación de glifosato temprano (marzo-abril) sobre el laboreo de verano cuando existe una alta infestación de capín favorecería la emergencia de especies más valiosas para el engorde ovino, como es el caso de raigrás. Cuando el laboreo se prepara a inicios del verano (enero), es probable la emergencia de poblaciones importantes de capín asociado a condiciones ambientales favorables. Dicho

capín es difícil de controlar únicamente con pastoreo ovino, al menos cuando el nivel de infestación es muy alto como es el caso de suelos con una alta frecuencia de uso arrocero. El encañamiento, floración y semillazón de las plantas de capín no sólo afecta la emergencia y desarrollo de plántulas de raigrás, sino que también disminuye la palatabilidad de la planta de capín e incrementa el banco de semillas de dicha maleza en el suelo.

Asociado o no a la aplicación de glifosato sobre el laboreo de verano, está la opción del agregado de semilla de raigrás, ya sea por avión o en siembra directa. A través de los años se ha observado una alta variabilidad en el aporte del raigrás naturalmente regenerado al total de forraje producido por los laboreos de verano. Hubo años en donde el raigrás fue la especie predominante en los laboreos de verano, y en otros años no llegó a aportar el 20% de la producción de forraje total del laboreo. El manejo previo de la pastura, la fecha de realización del laboreo y las condiciones climáticas antes, durante y después de la realización del laboreo, son factores claves en determinar el aporte del raigrás. Para eliminar dicha variabilidad, el agregado de semilla de esta especie luego del laboreo es una opción válida que permitiría no sólo aumentar la producción y calidad del forraje, sino que también agregaría estabilidad al sistema entre años.

Adicionalmente, una vez implantado o después del primer pastoreo del raigrás, se puede manejar la opción de aplicar urea para incrementar la producción de forraje y/o acelerar el rebrote de la pastura. Sin duda la relación de precios entre el costo de la aplicación de urea y el precio de la carne ovina determinarán la viabilidad de dicha práctica.

En definitiva, tanto la aplicación de glifosato temprano como el agregado de semilla de raigrás con o sin fertilización nitrogenada, son herramientas que por sí solas o combinadas permitirían una mayor producción, calidad y estabilidad del forraje ofrecido por los laboreos de verano.

En períodos tan cortos de invernada sobre laboreos, es importante explorar el potencial de crecimiento de biotipos de alto crecimiento y rendimiento carnicero. Esta es otra área potencial a explorar para incrementar la productividad y la calidad del producto ovino en sistemas arroz - pasturas.

Por último, en la UPAG se ha evaluado la alternativa de producción de corderos pesados sobre los laboreos, pero hay otras alternativas de producción dentro y fuera del rubro ovino. Por ejemplo su utilización para la recría de corderos machos y hembras durante el periodo crítico otoño - invernal. Un sistema de recría no sería tan exigente ni ajustado en los tiempos de utilización del laboreo comparado con un sistema de terminación, en donde se deben cumplir con requisitos de peso vivo y calidad del producto. El pastoreo con terneros también es una alternativa de recría sobre los laboreos de verano. Estudios realizados por INIA Tacuarembó en la región Norte del país, demuestran el buen desempeño productivo de terneros/as sobre laboreos de verano sembrados con raigrás a una dotación de 6 a 9 terneros/ha (Lavecchia *et al* 2009). Cualquiera de estas nuevas alternativas debe cumplir el requisito de ser compatible con la actividad arrocera, fundamentalmente desde el punto de vista del mantenimiento del microrelieve y nivelación del suelo. En los sistemas de arroz - ganadería se debe priorizar el análisis global del uso y manejo del recurso tierra antes que el análisis por separado de cada actividad de producción.

Finalmente, la probable ampliación de los actuales mercados y/o la apertura de otros nuevos, como lo es la exportación de carne ovina con hueso a la Unión Europea o el acceso a Estados Unidos, permiten ser optimistas

en el futuro del negocio del cordero pesado. Dentro de una variada oferta de tecnologías generadas y validadas por INIA sobre diferentes bases forrajeras, la utilización de los laboreos de verano continuará siendo una alternativa viable de producción para satisfacer la demanda nacional e internacional de carne ovina. Teniendo en cuenta el área total de laboreos de verano en Uruguay, estimada en el entorno de 40.000 ha, y utilizando una carga conservadora de 6 corderos/ha atendiendo a la variabilidad de dichos laboreos, los sistemas arroz - ganadería podrían engordar al menos 240.000 corderos por año, lo que representaría un 30% de la faena total de esta categoría.

IX. BIBLIOGRAFIA

Bonilla, O. 2008. Arroz y Ganadería: juntos somos más. Anuario de la Asociación Rural de Jóvenes del Uruguay. pp. 86-89.

Lavecchia, A., Cuadro, R., Luzardo, S., y Montossi, F. 2009. Investigación y difusión de tecnología en sistemas integrados de arroz - pasturas - producción animal. Revista Arroz N° 58. pp. 34-46.

X. AGRADECIMIENTOS

A todos los funcionarios de campo que participaron y colaboraron en el manejo de los ovinos en la UPAG. En especial, a Daniel Acosta y Mario Texeira, por su involucramiento y responsabilidad en el logro de los objetivos planteados.

A los Ing. Agr. Fabio Montossi y Horacio Saravia por los aportes realizados en la confección del presente artículo

E. Deambrosi¹, O. Bonilla²

I. ANTECEDENTES

Cuatro de los 5 potreros utilizados en la producción agrícola de la Unidad, tenían una historia intensa de uso arrocero (Cuadro 1) por lo que presentaban serios problemas de enfermedades de los tallos y de malezas, como capín y arroz rojo (Figuras 1 y 2). Por otro lado, dentro de los mismos existían zonas con mala nivelación y presencia de malezas, gramíneas perennes y algunas especies acuáticas. De acuerdo a ello, la productividad lograda en estas chacras en años anteriores al inicio del proyecto, resultó muy baja.

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de análisis de suelos de muestras extraídas en los 5 potreros arrosables en la primavera del año 1999, en el inicio de la ejecución de los trabajos agrícolas. En la mayoría de ellos, se observan bajos contenidos de carbono orgánico y de potasio, resultantes de la intensidad agrícola previa. A su vez, en la detección de fósforo residual se destaca el método de Ácido Cítrico, con valores que triplican los reportados por el método de Bray 1, tradicionalmente utilizado en el país.

Cuadro 1. Historia de uso agrícola de los potreros antes de comenzar el proyecto

Potrero	Período	Cultivos
1	1976 - 78 1982 - 85 1990 - 93 1996 - 97 en 21 años	2 de arroz 2 de arroz 3 de arroz 1 de arroz 8 de arroz
2	1979 - 89 1989 - 94 en 15 años	5 de arroz 5 años soja o barbecho 5 de arroz continuo 10 de arroz (5 de soja o barbecho)
3	1979 - 81 1985 - 88 1993 - 96 en 21 años	2 de arroz 2 de arroz 3 de arroz 7 de arroz
4	1979 - 80 1984 - 87 1992 - 95 en 21 años	2 años arroz 2 años arroz 3 años arroz 7 de arroz
5	1981 - 83 1983 - 88 1988 - 89	semilleros de trébol blanco y lotus semilleros de sorgo y soja 1 de arroz

¹ Ing. Agr., MSc., Programa Nacional de Producción de Arroz

² Téc. Rural, Ejecutor de la UPAG hasta octubre de 2008



Figura 1. Enmalezamiento de las chacras en la etapa previa

Cuadro 2. Análisis de suelos promedio de los 5 potreros arrozables en setiembre 1999

Potrero	Carbono Orgánico %	Fósforo ppm		Potasio meq/100g
		Bray 1	Ácido Cítrico	
1	1,29	2,1	7,4	0,16
2	1,16	4,7	17,0	0,11
3	1,45	3,3	17,6	0,13
4	1,53	1,8	9,9	0,15
5	3,58	4,1	11,3	0,17



Figura 2. En etapa anterior, control de arroz rojo en forma previa a la cosecha en el actual potrero 4 de la UPAG, mediante aplicación de glifosato con mochila manual

II. DESCRIPCIÓN GENERAL

La estrategia general de manejo de los suelos, tuvo como objetivos principales, el mejor control de enfermedades de los tallos y del arroz rojo, la posibilidad de sembrar el cultivo en la época más adecuada desde el punto de vista climático, y ofrecer condiciones de piso más favorables para el pastoreo posterior de los potreros.

La secuencia de uso establecida, incluyó la siembra de 2 cultivos de arroz, alternados con la siembra de un verdeo (raigrás) en un año intermedio, de manera de poder realizar en ambas situaciones un laboreo anticipado de verano, con nivelación del suelo. Si las condiciones climáticas lo permitían, también en esa época se construían las taipas. Los verdes regenerados naturalmente, dado que se propiciaba la semillazón de la pradera y/o el raigrás previo, fueron utilizados para el engorde de corderos, de manera de conservar la nivelación y evitar un mayor pisoteo y compactación por los animales. En la primavera, se aplicó glifosato para el control de la pastura y se sembró preferentemente con laboreo cero o reducido.

Dada la existencia de una gran diversidad de situaciones entre los distintos potreros, lo que hacía muy difícil determinar en forma clara las causales de los efectos que serían registrados en la producción, se decidió el manejo de un número limitado de variedades, para no incrementar las posibles interacciones. En el comienzo se utilizaron El Paso 144 e INIA Tacuarí, los 2 cultivares más sembrados en la zona. Como todos los años se sembraban 2 potreros en cada ejercicio, en un principio se trató de utilizar una variedad en cada situación, para simular el uso compartido existente en la cuenca de la Laguna Merín. No obstante, como las superficies sembradas en cada uno de los potreros tendía al 50%, resultaba en una mayor proporción de INIA Tacuarí en la UPAG, que en la actividad comercial.

III. ETAPAS DE EJECUCIÓN

En el transcurso de ejecución de la fase agrícola se pueden distinguir 3 etapas, de acuerdo a los problemas existentes y a las prácticas utilizadas.

1. Etapa inicial

La complicada situación de partida de la UPAG, junto a otros factores condicionó en el inicio la obtención de la sostenibilidad económica en forma muy importante, ya que se debieron revertir efectos de largos procesos cuyo impacto excede los períodos anuales de producción agrícola. Muy diferentes podrían haber sido los manejos escogidos, si se hubiera partido de una situación de campo natural o de suelos con largo descanso arrocero.

En la primera etapa de producción de arroz se sembraron El Paso 144 e INIA Tacuarí, las variedades más sembradas en la zona, en las 2 situaciones de uso anterior del suelo existentes en cada zafra (pradera corta o raigrás). Se descartó el uso de otros cultivares promisorios, de forma de manejar los materiales genéticos disponibles para un productor de la zona.

El criterio para asignar las variedades a los usos anteriores ha sido variable, tratándose de aprovechar las características de cada cultivar a las necesidades o problemas que se entendió ofrecían las chacras en cada año en particular. Dentro de una zafra, se procuró instalar los 2 cultivos con una diferencia de 10-15 días en sus fechas de siembra, para disponer de distintos ambientes climáticos, más parecidos a los que podría enfrentar una empresa de mayor superficie de siembra.

La intención dentro del esquema general incluía siembras tempranas sobre laboreos de verano, tendiéndose a la reducción o eliminación del laboreo en la primavera. Las variables climáticas incidieron en forma importante para que ello no fuera siempre logrado.

Atendiendo la opinión de productores, se planteaba realizar los laboreos de verano en el mes de febrero, evitando así la regeneración temprana de raigrás que sufriría más tarde los efectos de la falta de humedad, con la consiguiente pérdida de plantas. Ello incidió

en que por ocurrencia de lluvias en fines de verano-otoño no se pudiera finalizar la etapa de preparación de tierras y construcción de tapias en el período pretendido.



Figura 3. Estudio de conformación y altura de tapias en la etapa inicial

2. Etapa intermedia

Al final del sexto año de ejecución (primero de la segunda vuelta) se realizó un análisis de las posibles razones que podrían estar limitando la obtención de una mayor productividad del cultivo. Se entendía que los resultados no podían ser atribuidos a sólo un factor, sino que se debían a la conjunción de varios de ellos. Parte del problema era consecuencia de la situación existente previa al inicio, parte al resultado de la estrategia utilizada y, por último, no se habían podido manejar algunas situaciones de la manera que se entendía más conveniente.

Si bien no existía un número igual de oportunidades entre las situaciones comparables, de las tendencias observadas hasta esa época surgía que no habían grandes diferencias entre sembrar el cultivo sobre pradera corta o raigrás, así como entre los 2 tipos de siembra (laboreo cero o reducido). Tampoco fueron muy distintos los rendimientos obtenidos se-

gún las variedades utilizadas. Por el contrario, se reafirmaba la importancia de sembrar en los primeros 20 días de octubre y de realizar un buen control de malezas. En relación a este último aspecto, se debe destacar la gran dificultad que originó en los cultivos sembrados en ese período, la emergencia y producción de semillas de capín sobre los laboreos de verano, antes de que ingresaran los corderos a los pastoreos. Ello permitió el incremento muy importante de la presencia de malezas en el arroz sembrado posteriormente, debiéndose aplicar varios productos para manejar las mismas.

3. Etapa final

Por sugerencia de la Comisión de Apoyo integrada por los productores, se abandonó la práctica mantenida desde el inicio de la experiencia de mantener un intervalo de 15 días entre las siembras de las 2 chacras. La segunda pasó a ser sembrada en forma inmediata a la finalización de la primera.

Del estudio realizado a fines del sexto año, se decidió utilizar la doble aplicación de glifosato, cuando se sembró con cero laboreo. La primera de ellas se realizó luego del retiro de los corderos y la segunda en forma posterior a la siembra del cultivo. En algunos casos, se incluyó clomazone en mezcla de tanque con la segunda aplicación.

Se debe destacar la incorporación al Potrero 3, de dos pequeñas áreas que presentaban varios años de descanso sin producción agrícola, cuyos efectos beneficiosos han sido discutidos y destacados en varias oportunidades.

En los últimos 3 años, se sembró la variedad El Paso 144 en las 2 situaciones de uso previo.

En relación a la multiplicación de *Echinochloa spp* (capín) producida sobre el laboreo de verano, con su consiguiente impacto en el enmalezamiento de la siguiente chacra de arroz, se decidió anticipar el ingreso de los corderos al pastoreo, de forma de evitar su semillazón.

IV. RESULTADOS FÍSICOS

En referencia a la productividad del arroz en la Unidad, existe una limitante en la extrapolación de datos generados en superficies pequeñas a escalas mayores de producción, relacionadas con la forma y/o tamaño de los

potreros. En la Figura 4 se presenta un croquis con los potreros utilizados inicialmente en la UPAG; en ella se puede observar la forma irregular que presentan algunos de ellos, lo que dificultó la operativa de algunas prácticas de manejo. En particular, en las proximidades de los límites de las superficies cultivadas se presentaron con mayor frecuencia e intensidad algunos problemas de ejecución que pudieron contribuir a la merma de los rendimientos. Como ejemplos se pueden mencionar la menor eficacia obtenida en los controles de malezas en dichas zonas, realizados mediante aplicaciones de herbicidas en forma aérea, o la mayor exposición al ataque de pájaros en los potreros próximos a bañados.

En el Cuadro 3, se pueden observar los contenidos de carbono orgánico promedio de los suelos, según los resultados obtenidos en las muestras extraídas en los meses de setiembre, en forma previa a la instalación de los cultivos. La información se presenta por potrero y ordenada de acuerdo a los usos previos y a los ciclos de rotación (primer o segundo, constituidos por períodos de 5 años). Se destaca que el contenido de carbono en general ha permanecido estable a través de la ejecución de la secuencia, obteniéndose valores promedio de 1,46 y 1,48% en el primer y segundo ciclo de rotación, así como porcentajes muy similares dentro de cada potrero.

Cuadro 3. Contenidos de carbono de los suelos donde se sembró arroz.

Ciclo de rotación*	Uso ** anterior	Potrero					media	
		1	2	3	4	5		
1	1	1,28	-	1,52	1,54	1,54	1,47	1,46
	2	1,22	1,04	1,43	-	2,07	1,44	
2	1	1,19	1,37	1,53	1,50	1,58	1,43	1,48
	2	1,29	1,15	1,61	1,64	1,91	1,52	

* Ciclo de rotación: 1= años 1 a 5; 2= años 6 a 10.** Uso anterior: 1= pradera; 2= raigrás

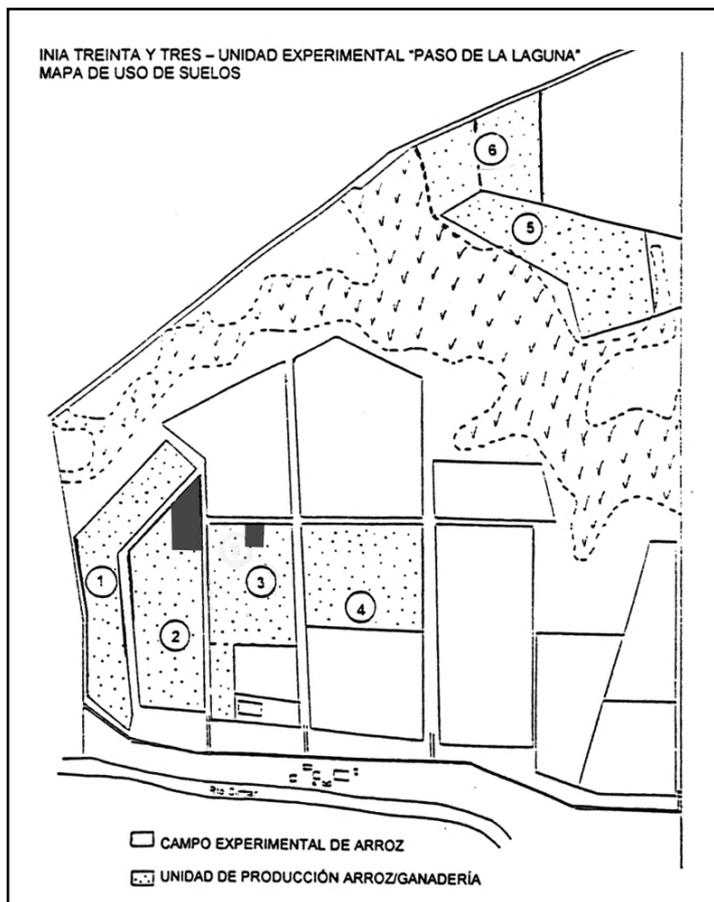


Figura 4. Plano de la Unidad Experimental Paso de la Laguna, con el detalle de los potreros utilizados inicialmente en la UPAG.

En el conjunto de las 20 situaciones manejadas en el período de 10 años, se obtuvo una productividad promedio de 6.685 kg/ha.

El análisis de suelos fue la herramienta utilizada para definir la fertilización de los cultivos. En promedio se aplicaron 71 kg/ha de N, 51 kg/ha de P₂O₅, y 17 kg/ha de K₂O, lo que representa en promedio una relación producto/insumo de 95, 130 y 393 kg de arroz

por unidad de cada uno de los nutrientes mencionados, respectivamente. En algunos potreros, donde existían zonas importantes de suelos con pH mayor a 6, se agregó zinc en el fertilizante utilizado en la instalación del cultivo. El fósforo y el potasio fueron aplicados en la siembra. La fertilización nitrogenada en general fue dividida en 3 épocas de aplicación: siembra, macollaje y comienzos de la etapa reproductiva.



Figura 5.

No existieron diferencias de rendimiento por el uso anterior del suelo, lográndose 6.596 kg/ha en cultivos sembrados después de una pradera y 6.773 kg/ha cuando se lo hizo en forma posterior al verdeo. En general no existieron grandes diferencias en las ferti-

zaciones utilizadas en relación al uso previo, habiéndose aplicado 72,9 y 68,3 kg/ha de N, 50,1 y 52,4 kg/ha de P_2O_5 y 18,3 y 16,2 kg/ha de K_2O luego de las praderas y los verdeos, respectivamente



Figura 6.

En el segundo ciclo de rotación se obtuvo un incremento del 25% en los rendimientos, en relación a los primeros 5 años. Varias razones contribuyeron a la mejora, entre las que se deben incluir las modificaciones realizadas en la operativa general y a una mejor eficacia en la ejecución de ciertas prácticas de manejo. Entre estas últimas, se debe mencionar la siembra en épocas más tempranas y la incorporación de aplicaciones terrestres de herbicidas, que han mejorado notoriamente los resultados obtenidos en los controles de malezas en los bordes de las chacras (Figura 7). También se lograron avances en la implantación del arroz en los préstamos de las taipas

(desgotes), obteniéndose incrementos en la superficie útil de producción de grano. Por otro parte, con la estrategia de suelos establecida se ha obtenido un control del arroz rojo muy interesante, y también de las enfermedades de los tallos del arroz. Este último, a través del manejo combinado de incorporación de los esclerocios al suelo en el verano previo y la aplicación de un funguicida al cultivo, no bien se manifestaron los primeros síntomas en los tallos principales. Se considera muy importante el logro de estos 2 objetivos, desde el punto de vista de la sustentabilidad del sistema de producción.



Figura 7.

En referencia a las épocas de siembra utilizadas, el 5% se sembró en los primeros 10 días de octubre, el 30% entre el 11 y el 20, un 30% entre el 21 y el 31 del mismo mes, un 15% entre el 1 y 10 de noviembre y un 20% del 11 al 20. Los cultivos sembrados entre el 11 y 20 de octubre fueron los más productivos (Cuadro 4).

En el Cuadro 5 se presenta en forma resumida parte de la información generada en la fase agrícola.

En la Figura 8 se presenta la tendencia observada en la productividad de la UPAG, tomando como referencia el promedio de producción de la zona. Para el cálculo de este último, se utilizó como fuente de información, la proporcionada por las empresas industriales en los Grupos de Trabajo Arroz de junio de cada año. Se debe recordar que se partió de una situación complicada, debida a un uso agrícola previo intensivo, con importante degradación de la estructura de los suelos en algunos potreros y presencia generalizada de

malezas y enfermedades. Se puede observar claramente que la etapa intermedia fue la más problemática para la Unidad, generada por los distintos problemas ya mencionados, donde se debe considerar el problema originado en el repique de la producción de semillas de

capín. A partir del año 2005, mediante los cambios introducidos, se ha logrado revertir la situación, lográndose incrementos sucesivos del rendimiento que han permitido superar en las 2 últimas zafras la productividad media de la zona de influencia.

Cuadro 4. Fechas de siembra y productividad.

	Fechas de siembra				
	1-10 oct	11-20 oct	21-31 oct	1-10 nov	11-20 nov
Número de cultivos	1	6	6	3	4
Proporción (%)	5	30	30	15	20
Rendimiento (kg/ha)	6.564	7.568	6.728	6.850	5.200

Cuadro 5. Resumen de información general de la producción arrocera

Año	Pot	UA	Ciclo	Lab	CO%	FS	Var	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ap.G	Ren
1	1	1	1	1	1,28	30	1	95	51	26	2	7050
	5	2	1	1	2,07	55	2	66	39	20	2	6200
2	2	1	1	2	-	34	1	73	29	27	1	6500
	4	2	1	1	-	18	2	63	52	17	2	6500
3	3	1	1	2	1,52	47	2	70	24	24	1	5300
	1	2	1	1	1,22	25	1	82	54	18	2	5550
4	5	1	1	3	1,54	49	2	52	45	15	-	4350
	2	2	1	3	1,04	38	1	72	51	26	-	5650
5	4	1	1	1	1,54	25	2	73	56	0	1	5818
	3	2	1	1	1,43	7	1	64	46	0	-	6564
6	1	1	2	1	1,19	49	3	81	60	30	1	4950
	5	2	2	1	1,91	15	1	65	51	26	1	5300
7	2	1	2	2	1,37	31	1	76	60	30	2	6400
	4	2	2	2	1,64	33	2	61	60	30	2	7100
8	3	1	2	1	1,53	12	1	68	55	21	2	8150
	1	2	2	1	1,29	11	1	81	62	24	2	7350
9	5	1	2	3	1,58	34	1	69	56	28	2	8400
	2	2	2	2	1,15	31	1	69	55	27	3	8450
10	4	1	2	1	1,50	16	1	72	65	33	2	9043
	3	2	2	1	1,61	14	1	60	54	27	2	9065

Pot= potrero; UA= uso anterior: 1 pradera, 2 raigrás; Ciclo= 1 años 1- 5; 2 años 6-10; Lab= 1: completo con taipas en verano, 2: faltó construir taipas, 3 faltó preparación en verano; CO%= contenido de carbono orgánico; FS= fechas de siembra: días después del 1 de octubre; Var= variedad 1: EP 144, 2: INIA Tacuarí, 3: INIA Olimar; N= kg/ha de nitrógeno aplicados; P₂O₅= kg/ha de anhídrido fosfórico aplicados; K₂O: kg/ha de óxido de potasio aplicado; ApG= número de aplicaciones de glifosato; Ren= rendimiento en kg/ha

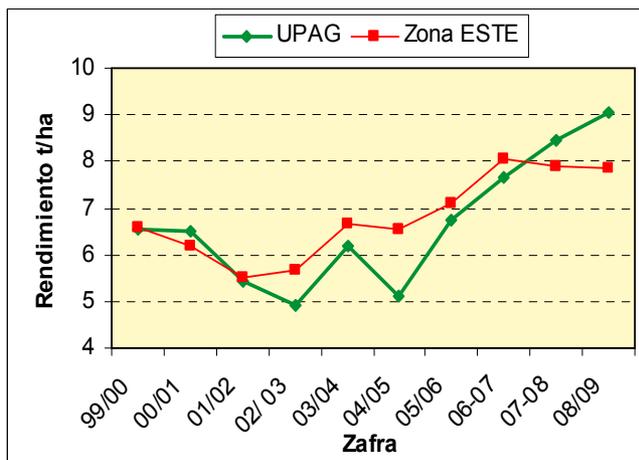


Figura 8. Evolución de los rendimientos promedio de la UPAG en comparación a los obtenidos en la zona Este. Para el cálculo de estos últimos, se tomó en cuenta la información presentada por las empresas industriales en los Grupos de Trabajo Arroz de INIA Treinta y Tres en junio de cada año.

VI. AGRADECIMIENTOS

A los funcionarios Daniel Acosta, Mario Texeira, Gerardo Ituarte, Raúl Bauzil, Jorge Hernández, Isidro Falero y Jorge Alonzo por sus invalorable contribuciones en la realización de los trabajos.

A los Ing. Agr. MSc., Pedro Blanco y Horacio Saravia, por la revisión del trabajo y la formulación de valiosas sugerencias para la mejora del mismo.

B. Lanfranco¹

I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos diez años, la Unidad de Producción Arroz - Ganadería (UPAG) de INIA Treinta y Tres presentó información sobre los resultados productivos y económicos de las actividades de ganadería y arroz desarrolladas en la Unidad Experimental Paso de la Laguna, en el marco del proyecto “UPAG Comercial”.

El objetivo planteado por la Comisión de Apoyo de la UPAG, junto con los técnicos de INIA e IPA, fue la difusión y la validación comercial de un sistema integrado de producción basado en el aprovechamiento de las sinergias provenientes de la explotación conjunta de ambos rubros.

La hipótesis de trabajo se planteó en torno a la viabilidad de una ganadería eficiente, basada en la incorporación de tecnología a costo relativamente bajo. La integración de la actividad ganadera con la arrocería permitiría la utilización de los beneficios que ofrece la agricultura, a través del acceso a pasturas mejoradas de alta producción a costos razonables.

La información económica recogida y presentada, año tras año sobre el desempeño de la “UPAG Comercial” (Lanfranco, 2009, 2007, 2006, 2005; Lanfranco y Rava, 2008; Gayo y Lanfranco, 2004; Deal, 2003, 2002, 2001; Deal y Gayo, 2000) sugiere que la combinación arroz - ganadería permite obtener altas producciones de carne equivalente por hectárea, que se trasladan a resultados econó-

micos atractivos para el productor. Se estima que los resultados de la actividad ganadera no hubieran sido los mismos, si los insumos requeridos para mantener un sistema de pasturas de alta calidad hubieran debido ser financiados a través de los ingresos directos de la misma.

Por otra parte, la experiencia recogida en la UPAG durante la ejecución del proyecto puso de manifiesto otra ventaja. En varias ocasiones, la diversificación de actividades permitió revertir, compensar o atenuar los impactos negativos de uno de los rubros en los resultados económicos globales de la empresa. Los resultados del arroz fueron negativos en cuatro de los diez ejercicios del proyecto (1999/00, 2000/01, 2001/02 y 2004/05), en tanto que la actividad de inviernada de vacunos resultó negativa solamente durante el último ejercicio (2008/09). El resultado económico de la actividad de engorde de corderos pesados siempre fue positivo. No obstante y fortaleciendo la “hipótesis” de complementación y diversificación, entre rubros, el resultado económico global de la empresa solamente resultó negativo solamente en el primero de esos ejercicios.

Los buenos resultados de la actividades ganaderas (engorde de novillos y corderos pesados y producción de lana), permitieron reducir e incluso revertir los malos resultados del arroz. Asimismo, las pérdidas verificadas en el último ejercicio para la ganadería fueron completamente neutralizadas por el arroz, dejando a la empresa con márgenes positivos.

¹ Ing. Agr., MSc, PhD, INIA, Economía.

II. EL MODELO “UPAG COMERCIAL”

1. Objetivos y estrategias de la empresa “UPAG Comercial”

La Unidad de Producción Arroz - Ganadería (UPAG) se instaló a partir de 1999 en la Unidad Experimental Paso de la Laguna de INIA Treinta y Tres, como un módulo de validación y simulación de las condiciones de producción a escala comercial de un predio arrocero - ganadero con un área total de 810 ha.²

El objetivo original consistió en la validación de nuevas tecnologías de arroz y ganadería para la zona este del país en una unidad intensiva que, enfrentando los problemas asociados a una alta frecuencia de uso arrocero del suelo, asegurara la sostenibilidad productiva, económica y de los recursos naturales (Bonilla y Zorrilla de San Martín, 2000).

Para elaborar una estrategia de desarrollo económico y productivo para el módulo de simulación aplicado fue primordial establecer correctamente la situación de partida. El establecimiento “UPAG Comercial” contaba con un potrero de 120 ha de campo natural y cinco potreros arrozables, cuya superficie varió entre 660 y 690 ha³. A su inicio, cuatro de los cinco potreros arrozables tenían una historia de cultivo muy intensa, con problemas serios de incidencia de enfermedades del tallo, presencia de arroz rojo, grandes bancos de semilla de capín y una pérdida generalizada de la estructura del suelo (Bonilla y Zorrilla de San Martín, 2000; Deambrosi y Bonilla, 2005).

En un plan de desarrollo empresarial serio y racional, esta complicada situación de partida no admitía continuar con un sistema de producción que estaba teniendo severas

consecuencias sobre los recursos naturales. La viabilidad misma de la empresa se encontraba seriamente comprometida. Esta situación se encontraba en abierta contradicción con una verdadera racionalidad económica, la que implica una actitud responsable hacia la preservación y conservación de todos los factores de producción pero, por sobre todo, de los recursos naturales.

La estrategia para el plan de desarrollo de la empresa hipotética consistió en la elección de alternativas económicamente viables con varios objetivos, uno de ellos “revertir los efectos negativos de largos procesos, cuyo impacto trasciende los cortos períodos anuales de ejecución de la producción agrícola. Muy diferentes serían los métodos a utilizar, si se partiera de una situación de campo natural o de suelos con largo descanso agrícola” (Deambrosi, 2005).

Desde la óptica de la investigación, el objetivo subyacente fue comprobar las posibilidades de recuperación de una empresa afectada por similares condiciones de partida. Es probable que ésta no fuera la situación de los productores arroceros de referencia, no obstante pudiera ser la de muchos predios de la región que sufren los efectos de una muy alta presión agrícola.

La alternativa elegida implicó, para el caso particular de la “UPAG Comercial”, el desarrollo de un sistema de producción integrado entre el arroz y la ganadería para aprovechar las ventajas de complementación biológica entre distintos rubros de producción, asegurando la recuperación paulatina de los niveles de productividad originales. Se estableció un esquema de rotación arroz - pasturas en las cinco chacras de uso arrocero, tal como se describe en otros artículos de esta misma publicación. Las actividades ganaderas, consistentes en una actividad de engorde de novillos y una actividad de engorde de

² La superficie efectiva fue menor en varios ejercicios debido a que algunas áreas de la UPAG se destinaron a ensayos experimentales, no estando disponibles para el modelo comercial. En esos casos, dicha área de ensayos se consideró como área improductiva en la “UPAG Comercial”.

³ El área de los potreros 2 y 3 que integraron la rotación arroz - pasturas, sufrió variaciones durante el proyecto debido a la instalación de algunas parcelas experimentales en los mismos.

corderos pesados⁴, se vería complementada con el área de campo natural mejorado.

Durante el primer ciclo de la rotación de 5 años, las metas se focalizaron en la recuperación de los suelos y la disminución de malezas – fundamentalmente arroz rojo – como forma de asegurar la sostenibilidad económica de la empresa. En ese contexto, la incorporación de la actividad ganadera estuvo llamada a cumplir un papel estabilizador clave, permitiendo mantener resultados positivos mientras se procedía a la recuperación del potencial productivo de la actividad agrícola. Aparte de los beneficios “agronómicos” esperables a partir de la rotación del arroz con praderas, la estrategia de diversificación permitiría, asimismo, reducir el grado de exposición de la empresa al riesgo económico (Helguera y Lanfranco, 2006).

2. Rentabilidad y racionalidad económica

Los seres humanos desarrollan actividades económicas con el objetivo de mejorar el nivel de bienestar propio y de sus familias. A través de estas actividades se procura satisfacer necesidades de alimentación, salud, vivienda, educación, entretenimiento, etc. Los gustos y las necesidades son muy variados entre las personas y lo que puede ser satisfactorio para algunos puede no serlo para otros. En general, podría decirse que de no mediar una restricción de índole presupuestaria uno podría estar siempre dispuesto a incrementar en forma ilimitada las condiciones de bienestar y confort en las cuales desarrolla su vida.

El objetivo de una empresa guarda una estrecha relación con el objetivo de sus dueños. En última instancia, el objetivo es el mismo, o sea, incrementar el nivel de bienestar del productor y su familia. Cuando se dice que el objetivo de la empresa es obtener el máximo beneficio posible, se entiende que sus propietarios aspiran a lograr el mejor nivel de vida a través de la actividad económica desarrollada en la misma.

A menudo se plantea la maximización de beneficios como un objetivo instantáneo, que no considera la dimensión temporal de cualquier proceso. Según esta concepción, la maximización de beneficios, ya sea que se mida a través de la rentabilidad por unidad de superficie en producción, por unidad monetaria invertida o de cualquier otra forma, supone extraer todo el beneficio posible en forma casi inmediata, aún a expensas de agotar el recurso productivo e hipotecar los niveles de producción futura.

Este error ha llevado a un razonamiento extremo, sostenido incluso por algunos economistas, según el cual la maximización de beneficios (lucro) en el sector agropecuario se contrapone a la preservación y uso sostenible de los recursos naturales, como el agua y el suelo. Esta interpretación reconoce, al menos, dos orígenes. El primero se deriva de la generalidad con que este enunciado aparece en muchos textos introductorios de economía. En su versión más amplia y simplificada, no se menciona la dimensión temporal del problema, la cual obviamente está implícita en todo proceso productivo. El segundo origen surge de una inadecuada estimación de los costos de producción. En el enfoque financiero de la empresa, al contrario de lo que sucede con el enfoque económico, no se consideran los llamados costos implícitos, que a menudo aparecen ocultos y que no se contabilizan al momento de hacer las evaluaciones económicas.

A modo de ejemplo, el hecho de que la tierra no se deprecie en términos contables puede llevar a pensar, erróneamente, que el suelo es un recurso inagotable que mantiene su productividad independientemente de cómo se lo utilice en el proceso de producción. Algo similar ocurre con los recursos forrajeros del campo natural o con el agua para los animales. Las consecuencias de un pastoreo inadecuado pueden traducirse en un deterioro de la composición botánica del tapiz, comprometiendo en esa forma la producción futura de forraje, en cantidad y calidad. La posible contaminación de los cursos de agua conlle-

⁴ La producción de lana se consideró dentro de la actividad de engorde de corderos pesados.

va efectos que a menudo se soslayan en la estructura de costos. Todos estos son factores que han abonado la confusión existente acerca del verdadero significado del concepto de maximización, como objetivo económico de la empresa.

La racionalidad económica se verifica en la aplicación de paquetes tecnológicos que hagan un uso adecuado de todos los factores de producción, fundamentalmente los recursos naturales, asegurando la sostenibilidad de la unidad productiva. La maximización de los beneficios económicos debe entenderse en el marco del ciclo de vida de la empresa. En otras palabras, se maximiza un flujo de beneficios que trasciende hacia las generaciones futuras.

Por lo tanto, en su interpretación correcta, el objetivo de la empresa es la maximización del flujo de beneficios en el tiempo. Desde el punto de vista económico, no es racional realizar una explotación “depredadora” que solamente maximice los ingresos en el corto plazo, hipotecando el potencial productivo de los factores y los recursos naturales. La actividad productiva no se agota en una cosecha, en una esquila o en la venta del primer camión de ganado bovino u ovino. Por el contrario, debe ser entendida como un proceso que transcurre en un período de tiempo considerable, de largo plazo.

Este enfoque, que constituye la verdadera acepción del concepto económico de maximización de beneficios, es el que se aplicó a la llamada “UPAG Comercial”, a los efectos de simular y estudiar su comportamiento empresarial. Adicionalmente, las actuales tendencias del mercado reflejan la importancia que hoy tiene la responsabilidad social de las empresas con respecto a los procesos productivos. Además de la base “filosófica” inherente a esta postura, la cual ya tiene su propio peso, la responsabilidad social se está transformando, suplementariamente, en un elemento de mejora de la competitividad de estos sistemas (por ejemplo, a través de certificaciones) por cumplir con las buenas prácticas agrícolas.

3. El modelo de márgenes brutos

La utilización de márgenes brutos es una forma sencilla de presentar información que permite “establecer comparaciones entre actividades, con independencia de la empresa” en la que se realicen (Rivera, 2004). La definición de margen bruto (MB) utilizada en este proyecto se acerca a la descrita por Rivera (2004) como “la diferencia entre el producto bruto producido por una actividad y los costos directos necesarios para obtener dicho producto”, expresado en términos monetarios. Los costos considerados en este estudio son básicamente costos variables, coincidiendo con lo que Pagés (1996) define como margen variable.

Por su parte, el producto bruto es la valorización monetaria de la producción de la empresa. Contabiliza la totalidad de la producción del ejercicio, haya o no sido vendida. Por simplicidad, durante todo el proyecto se asumió que la producción anual se vendió por completo en cada ejercicio, por lo que producto bruto se asimila a producción vendida y surge del monto obtenido por la misma. A los efectos prácticos, la compra de animales se consideró dentro de los costos. Como todos los animales son comprados y vendidos dentro del mismo ejercicio (no hay producción propia), el cálculo de margen bruto se reduce entonces a $MB = \text{Ventas} - \text{Costos}$.

En este punto conviene hacer alguna referencia acerca de las limitantes del margen bruto como herramienta de análisis, a los efectos de una adecuada interpretación de los resultados aquí presentados. Al dejar de lado los costos fijos, este método no permite determinar el punto de equilibrio de la empresa. Aun cuando el margen bruto sea positivo, la empresa puede estar perdiendo plata si no cubre los costos fijos. Dependiendo de su estructura de costos, los costos fijos pueden tener mayor o menor peso y a un mismo nivel de margen bruto, dos empresas pueden tener puntos de equilibrio diferentes.

La curva de costos variables totales no tiene por que ser lineal, determinando que una actividad que reporta un mayor margen bruto

que otra puede conllevar altos costos fijos asociados que derivan en una menor utilidad para la empresa. A su vez, hay costos variables que varían poco y hay costos variables que varían mucho, es decir que sus respectivas curvas de costos tienen pendientes diferentes. A distintos niveles de producto los diferentes insumos o factores de producción tienen un peso diferente en la estructura de costos. Esto se observa muchas veces con factores como la maquinaria y la mano de obra.

En resumen, la presentación de resultados en forma de margen bruto proporciona información útil para la evaluación entre distintas alternativas pero no permite la toma de decisiones dentro de la empresa, a menos que se consideren los costos totales. Es relativamente fácil de implementar y habilita sacar importantes conclusiones acerca del desempeño de las distintas actividades productivas, en la medida que se cuente con información de varios años consecutivos.

4. El supuesto de retornos a escala

En la práctica, la experiencia de la UPAG se desarrolló sobre un área total que osciló entre 78 y 80 ha, con un tamaño promedio de chacras entre 13 y 14 hectáreas, aproximadamente. Para poder realizar un análisis económico “comparable” al de un predio comercial debió escalarse la superficie del predio. La superficie del modelo “UPAG Comercial” se obtuvo multiplicando el área real por diez, asimilando un tamaño de chacra de arroz que “con parámetros históricos, fuese una empresa económicamente sostenible” (Deal, 2001).

Para el cálculo de ingresos, costos y beneficios, todos los insumos y los productos fueron multiplicados por el mismo factor. La reproducción de la UPAG real x 10 presupone la existencia de retornos a escala constantes. De acuerdo a los objetivos del estudio y con

la cautela adecuada, se estimó que dicho supuesto era razonable dentro del rango de producción considerado.

Se está en presencia de retornos a escala constantes cuando, al multiplicar todos los factores e insumos de producción por un factor arbitrario el producto obtenido varía en la misma proporción. En el caso de la UPAG, se asumió que al multiplicar por diez la tierra y todos los demás insumos, la producción de arroz y la producción ganadera se multiplicarían también por 10. Así, 140 bolsas por hectárea cosechadas en 16 ha serían también 140 bolsas por hectárea en un área de 160 ha.

La utilización de este supuesto no implicó un desconocimiento de sus riesgos potenciales. En efecto, para el caso del arroz, lo más probable es que los rendimientos de chacra pudieran verse subvalorados al asimilar la producción de una chacra, por ejemplo, de 16 ha a una de 160 ha, debido fundamentalmente a la diferente relación área - perímetro. Dicha relación es mayor en las chacras de mayor tamaño, lo que significa que el “efecto borde” es menor a medida que aumentamos la escala (Figura 1).

El “efecto borde” refiere a las pérdidas por ineficiencias que se producen en el uso de los insumos (semillas, fertilizantes, herbicidas, etc.) tanto en las aplicaciones terrestres como por avión, en los bordes de las chacras. Cuanto mayor es la relación área - perímetro, el área cercana a los bordes disminuye en forma relativa y la incidencia de las pérdidas por esta razón disminuye. El rendimiento total de la chacra pondera los rendimientos más altos de las partes centrales con los menores rendimientos de los bordes. A igualdad de condiciones, podría esperarse que una chacra de 16 ha tenga un menor rendimiento por hectárea que una chacra con las mismas características pero 10 veces más grande.

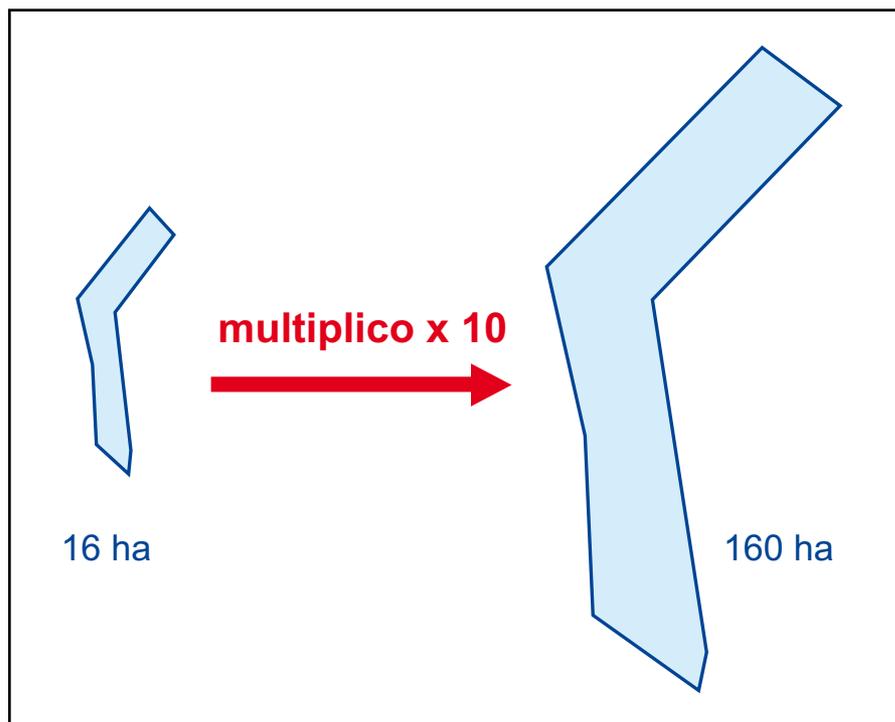


Figura 1. Escalamiento de las chacras de la UPAG.

Para comprender mejor esta idea, imagínese una chacra de 16 ha o sea 160.000 m^2 y de forma cuadrada o sea con lados de 400 m de longitud. El perímetro sería de 1.600 m con lo cual la relación área - perímetro sería igual a 100. Por otro lado, en una chacra de igual forma pero de 160 ha ($1.600.000 \text{ m}^2$) cada lado tendría 1.265 m de largo y un perímetro de casi 5.060 m, con lo cual, la relación área - perímetro sería de 316,23. Esto significa que una chacra cuadrada de 160 ha tiene una relación área - perímetro 3,16 veces mayor que la de 16 ha, siendo menor, por tanto, la incidencia del “efecto borde”.

La Figura 2 ilustra una función de producción que bien podría representar el caso del arroz. Solamente se grafica la situación respecto al tamaño de chacra, entendiéndose que dicho aumento va acompañado por incre-

mentos en el uso de todos los demás insumos en la misma proporción. Al pasar de un área de 16 ha a una de 160 ha, la disminución del “efecto borde” permitiría incrementar los rendimientos, lo que explicaría la forma creciente de la curva de rendimientos. En este rango de expansión, se estaría en presencia de rendimientos a escala crecientes.

A partir de cierto punto, que en este ejemplo se ubicaría más allá de un área de 160 ha de chacra, sucesivos incrementos en la escala derivarían en aumentos de rendimiento en menores proporciones pudiendo eventualmente llegar a ser negativos. Las razones de esto están generalmente ligadas a complicaciones logísticas y de administración de los recursos. Entre medio de estas dos situaciones, puede haber un rango dentro del cual se producen retornos a escala constante.

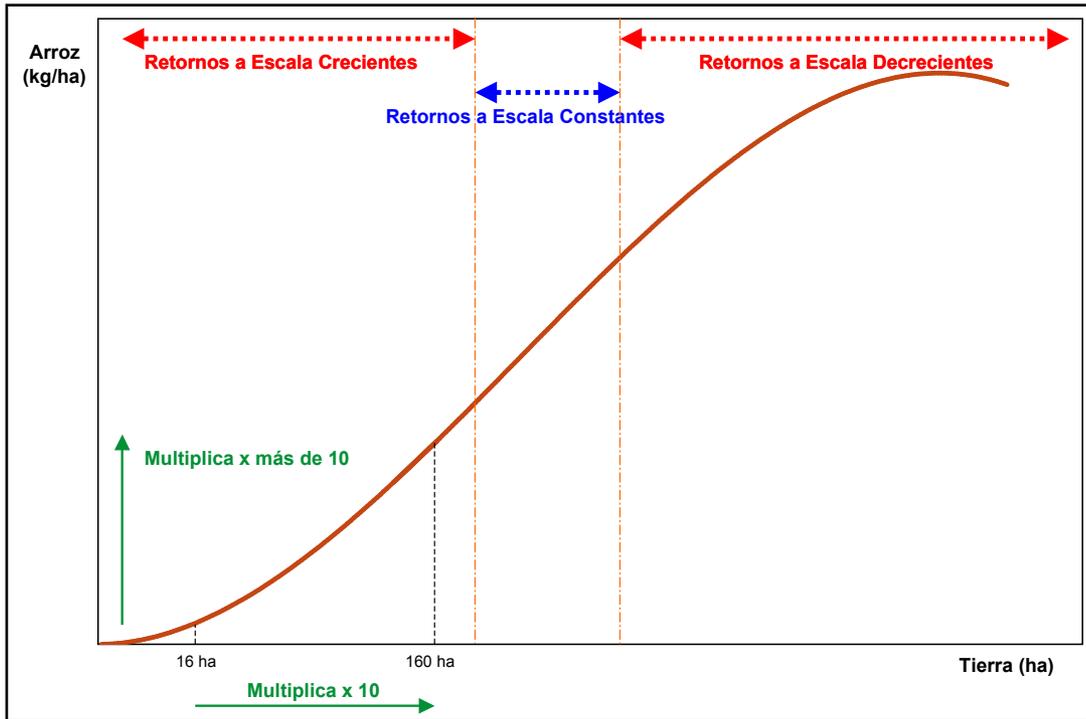


Figura 2. Rendimientos a escala en las chacras de arroz.

Hechas estas aclaraciones, puede quedar la idea que el supuesto de retornos a escala constantes asumido para la “UPAG Comercial” haya sido inadecuado. Sin embargo, existen argumentos válidos que lo hicieron razonable, en las condiciones en que fue planteado. En ningún momento se planteó la determinación de niveles cuantitativos de rendimiento ante determinadas prácticas tecnológicas y de manejo. El objetivo fue simplemente observar la evolución de una situación productiva, inicialmente muy comprometida, ante un nuevo esquema de desarrollo empresarial.

El potencial “error” cometido al subvalorar la producción de las chacras de arroz en una escala verdaderamente comercial se repite siempre de la misma forma en cada observación, con lo cual muchas de las conclusiones más importantes pueden considerarse igualmente válidas. Adicionalmente, al inicio del proyecto no se contaba con los instrumentos apropiados para estimar la verdadera forma de la función de producción y conocer la

magnitud del error o, al menos, los rangos en los cuales se producían retornos a escala crecientes, constantes o decrecientes.

Actualmente, con la disponibilidad de herramientas de agricultura de precisión y posicionamiento geográfico se pueden identificar potenciales diferencias de rendimiento en distintas zonas de la chacra, por ejemplo entre los bordes y las zonas centrales de las chacras. De esta forma, los rendimientos esperados al aumentar la escala podrían estimarse con mayor precisión. Actualmente, esto ya se está realizando en las chacras de arroz de la UPAG. No obstante, a los efectos de mantener la comparación de los resultados a través de todo el ciclo del proyecto, se decidió mantener el criterio original.

Por otro lado, es posible que la situación para la actividad ganadera sea diferente a la del arroz. Es dable a esperar que un aumento en la escala por un factor de 10, en la forma en que fue realizada en la UPAG, resulte en

retornos constantes e incluso decrecientes. Resulta más fácil manejar un área de 50 ha con 50 novillos en cuatro o cinco potreros que un área de 500 ha con 500 novillos en igual cantidad de potreros. Lo mismo se aplica para la actividad de engorde de corderos.

III. RESULTADOS ECONÓMICOS DE LOS 10 EJERCICIOS

1. Evaluación del resultado de la actividad arroz

1.1. Descripción de la actividad arroz

La actividad arrocera se realizó en base al esquema de rotación descrito por Bonilla y Zorrilla de San Martín (2000) sobre los 5 potreros arroceros de la UPAG. En el Cuadro 1 se presenta dicho esquema, con la superficie total y uso del suelo por potrero en cada ejercicio del los dos ciclos de rotación. Se aprecia que el área de las chacras de arroz en cada año no necesariamente coincide con la superficie total de los potreros utilizados. El área total de algunos potreros sufrió modificaciones en el transcurso del proyecto, en la medida que en algunos años se instalaron ensayos de investigación.

El cultivo del arroz se realizó considerando la utilización de sembradora de cero laboreo sobre laboreo de verano con taipas. A los efectos de calcular los costos, se consideró que las labores se contrataron en su totalidad, utilizándose valores considerados normales para la zona. Se consideró la compra del agua para riego en las condiciones usuales para la zona, estableciéndose un precio de 20 bolsas por hectárea, al precio de venta del arroz sano, seco y limpio (SSL), puesto en boca de recibo. Se consideró un costo de cosecha equivalente al valor del 10% del arroz total

(verde) al precio SSL. Los fletes se calcularon anualmente sobre una distancia de 50 km a secador. El secado se estimó anualmente considerando un costo equivalente al 4,5% de la producción de arroz verde. Los gastos de infraestructura, caminería interna, diseño y mensura de chacra y marcado de tapias se tomaron de las respectivas publicaciones del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP) sobre datos de las encuestas arroceras para la zona este, comenzando con la del ejercicio 1998/99 (Deal, 2000).

A partir del ejercicio 2003/04 se consideró dentro de los costos la adquisición del seguro contra granizo de la Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA), a un costo por hectárea de un dólar por prima más 3 kilos de arroz SSL. La razón de la inclusión del seguro en los costos fue precisamente la ocurrencia de una intensa granizada que afectó el cultivo, causando pérdidas en la cosecha del orden del 15% (Deambrosi y Bonilla, 2004).

Las restantes actividades culturales (aplicación de herbicidas y fungicidas, fertilizaciones) se costearon de acuerdo al manejo efectivamente realizado cada año en las chacras. Esto incluyó el costeo de las aplicaciones por avión o por vía terrestre. Por lo general, se consideraron dos aplicaciones de herbicidas en el cultivo, una a la semana de haberse sembrado el mismo y otra para control post emergente de malezas, además de una aplicación de glifosato presiembra. Cuando se realizaron aplicaciones de fungicida, estas fueron generalmente al comienzo de la floración. En el caso de la fertilización, la práctica más común fue la aplicación de NPK a la siembra, con algún complemento de micronutrientes cuando fuera requerido y el fraccionamiento de la urea, al macollaje y al primordio.

Cuadro 1. Esquema de rotación de la “UPAG Comercial” (1999/00 a 2008/09).

Ciclo anual de la rotación y superficie con arroz		Uso del suelo y superficie total por potrero				
		#1	#2	#3	#4	#5
1 ^{er} Ciclo	2 ^{do} Ciclo	160 ha	110 ha ⁽¹⁾	120 ha ⁽²⁾	120 ha	150 ha
1999/00 – 270 ha	2004/05 – 305 ha	Arroz 1	P2 + L	P1	R + L	Arroz 2
2000/01 – 220 ha	2005/06 – 222 ha	R + L	Arroz 1	P2 + L	Arroz 2	P1
2001/02 – 280 ha	2006/07 – 296 ha	Arroz 2	R + L	Arroz 1	P1	P2 + L
2002/03 – 260 ha	2007/08 – 257 ha	P1	Arroz 2	R + L	P2 + L	Arroz 1
2003/04 – 224 ha	2008/09 – 270 ha	P2 + L	P1	Arroz 2	Arroz 1	R + L

Nota: ⁽¹⁾ – Comenzó con 130 ha el primer ejercicio, reduciéndose a 110 ha para el resto del proyecto;
⁽²⁾ – En los últimos 3 ejercicios (06/07, 07/08 y 08/09) el área se incrementó a 150 ha.

Referencias: Arroz 1 = arroz año 1; Arroz 2 = arroz año 2; P1 = pradera año 1; P2 = pradera año 2;
 L = laboreo de verano; R = raigrás

Para la estimación de los costos de la mano de obra se consideró la ocupación, en forma permanente, de un capataz y dos peones (Deal, 2000). Las retribuciones del personal incluyeron licencias, salarios vacacionales y aguinaldo. Se asumió que el personal trabajaba en arroz y ganadería, distribuyéndose el tiempo total en 70% para el arroz, 15% para los vacunos y 15% para los ovinos. Se asumió que la empresa era dueña del campo por lo que no se consideraron rentas agrícolas ni ganaderas (Deal, 2000).

1.2. Evolución de los resultados del arroz

Durante la presentación anual de resultados de la UPAG, los precios de arroz utilizados en los cálculos no coincidieron necesariamente con los valores definitivos obtenidos por los productores en cada ejercicio. Esto se debió a que los precios utilizados en los cálculos se establecían con anterioridad, incluso, a la fijación del precio provisorio. Si bien por lo general estos precios estimados no se alejaron mucho del precio real, a excepción del

ejercicio 2007/08, y no influyeron sustancialmente en los resultados globales, los mismos fueron recalculados en esta instancia con los precios reales. El único precio final que continúa siendo estimado es el del último ejercicio (2008/09). Al momento de elaborarse esta publicación, solo existía el precio provisorio de US\$ 11,77 acordado entre la ACA y la gremial de molinos.⁵

Este ajuste en el precio del arroz no solo significa un ajuste en los ingresos obtenidos por venta del cereal en cada ejercicio sino también de aquellos costos cotizados en términos de “bolsas de arroz”. Tal es el caso de los gastos de riego, seguro contra granizo, cosecha, flete al secador y secado. También afectó el pago de IMEBA, correspondiente al 2,6% del importe de las ventas.

El Cuadro 2, para cada ejercicio, presenta el rendimiento promedio (bolsas por hectárea), el precio (dólares por bolsa), los ingresos y costos del cultivo (en dólares) y el margen bruto para la actividad arrocería (dólares) en la UPAG Comercial.

⁵ El acuerdo firmado el 30/06/09 entre la Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA) y las empresas Saman, Casarone y Coopar, estableció un precio provisorio de US\$ 11,77 para la bolsa de 50 kilos de arroz SSL y puesto en boca de recibo. Este se compone de US\$ 11,45 como precio del producto, más US\$ 0,32 por concepto de devolución de impuestos. Si bien el convenio prevé el mantenimiento de dicho valor siempre y cuando el valor FOB neto promedio de la tonelada no sea inferior a US\$ 483,50, a los efectos de este estudio se asumió como definitivo.

Cuadro 2. Rendimiento, precio, ingresos, costos y márgenes de la actividad arroz

Ejercicio	Rendimiento (bolsas/ha)	Precio Bolsa (US\$/bolsa 50kg)	Ingresos (US\$)	Costos (US\$)	Margen Bruto (US\$)
1999/00	131	5,15	181.795	218.809	-37.014
2000/01	130	5,31	151.924	161.132	-9.208
2001/02	109	5,80	176.784	201.210	-24.426
2002/03	98	9,05	218.377	168.462	49.915
2003/04	83	8,00	212.949	184.998	27.951
2004/05	96	7,06	205.943	268.020	-62.077
2005/06	128	7,76	219.478	212.649	6.829
2006/07	153	9,02	408.240	322.012	86.228
2007/08	148	16,40	620.668	403.813	216.855
2008/09 ^(*)	181	11,77	575.555	422.611	152.944

(*) – Se consideró el precio provisorio como precio definitivo.

Puede apreciarse que en cuatro de los diez ejercicios considerados el arroz exhibió margen bruto negativo. El resultado negativo de los tres primeros ejercicios (1999/00, 2000/01 y 2001/02) se derivó, fundamentalmente, de los precios extremadamente bajos registrados. Dichos valores no solamente fueron los más bajos del período abarcado por el proyecto sino también los más bajos de los últimos 30 años en la historia del cultivo. Los siguientes tres ejercicios se caracterizaron por los muy bajos rendimientos exhibidos por el cultivo (2002/03, 2003/04 y 2004/05). En ninguna de esas tres campañas se alcanzó a las 100 bolsas y en la última se sumó también un precio magro que sin ser tan bajo como los del primer trienio, apenas superó los 7 dólares. Cabe señalar que en el ejercicio 2003/04, se produjo una pérdida muy importante en

la producción de arroz como consecuencia del granizo. De Acuerdo a las estimaciones presentadas por Deambrosi y Bonilla (2004), la cosecha efectiva arrojó un promedio de 82 bolsas por hectárea, para las dos chacras. Considerando las pérdidas, estimadas en 42 bolsas por hectárea, el rendimiento promedio podría haber alcanzado las 124 bolsas por hectárea de arroz SSL.

La Figura 3 ilustra la evolución de los rendimientos de arroz en la UPAG, en bolsas/ha para las diez zafas consideradas en el proyecto. Luego del ejercicio 2004/05, primero del segundo ciclo de la rotación, los rendimientos de las chacras de arroz comenzaron a mejorar sustancialmente hasta llegar al máximo de 181 bolsas por hectárea, parejo en ambas chacras, en el ejercicio 2008/09.

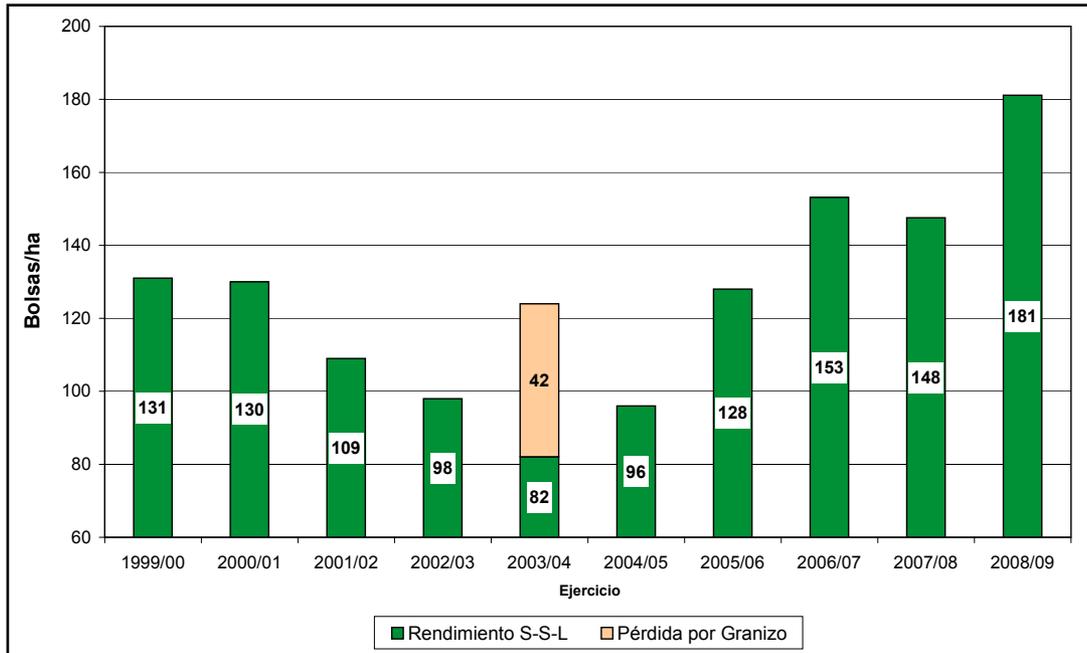


Figura 3. Rendimiento promedio de arroz en la UPAG Comercial, bolsas/ha SSL.

Los tres últimos ejercicios (2006/07, 2007/08 y 2008/09) mostraron los mejores resultados para el cultivo de arroz. Por primera vez los rendimientos de chacra superaron largamente las 130 bolsas por hectárea de arroz SSL (6.500 kg). A la recuperación progresiva en los rendimientos de chacra se sumó una mejora sustancial del precio del arroz.

El ejercicio récord, en términos de resultado económico, fue el 2007/08. Esto se debió

a una situación de precios récord alcanzados por la tonelada de arroz. Aunque los precios registrados en el mercado internacional durante el primer semestre de 2008 alimentaron mayores expectativas, llegando incluso a fijarse un precio provisorio de US\$ 17,20 en junio, el precio definitivo para el productor alcanzó un valor de US\$ 16,40 por bolsa, incluyendo devolución de impuestos.

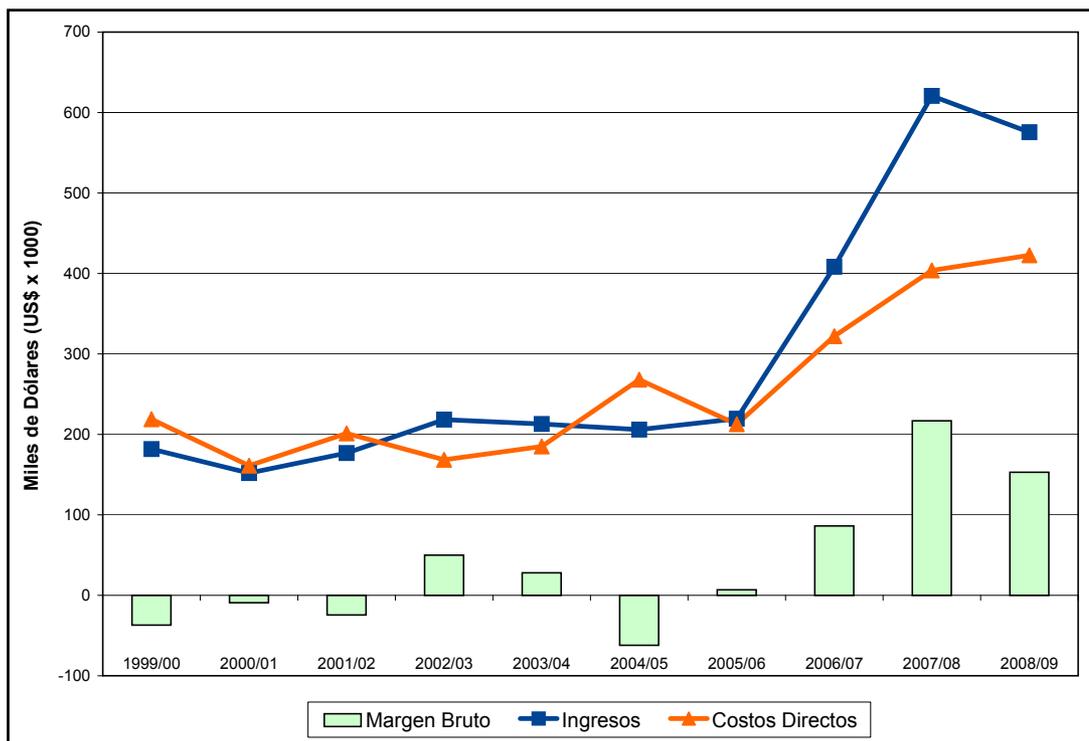


Figura 4. Evolución de ingresos, costos directos y margen bruto del arroz.

Cabe señalar que el precio del arroz, al igual que lo acontecido con los precios internacionales de la mayoría de los productos primarios, sufrió una caída importante a partir del segundo semestre del 2008. Sin embargo, los precios de la mayor parte de los insumos (fertilizantes, herbicidas, etc.) demoraron en reaccionar a la baja. Cuando lo hicieron, buena parte de los productores arroceros ya habían comprado los insumos para la zafra 2008/09. Los resultados de dicha zafra, por su parte, registraron los niveles de rendimiento máximos de chacra (181 bolsas), lo que junto a un precio que, sin llegar a los niveles del ejercicio anterior, igualmente son interesantes, permitiendo que el margen bruto de la actividad se ubicara en el segundo valor máximo de la serie (Figura 4).

2. Evaluación del resultado de la actividad ganadera

2.1. Descripción de la actividad ganadera

La actividad ganadera estuvo constituida por dos subactividades: engorde de novillos y engorde de corderos pesados⁶. En términos generales, se definió la compra de los animales en el otoño. Para los vacunos se definió la compra de novillos con un peso vivo promedio de 250 kg, en tanto que para los corderos se estableció un peso inicial mínimo de 25 kg. La venta de los mismos a faena, tras la actividad de engorde, se definió para llevarse a cabo en setiembre para los corderos, antes de la siembra del arroz y con un peso final mínimo de 34 kg en pie y una condición corporal mínima de 3,5 unidades; la venta de los novillos quedó prevista para realizarse a fin de primavera, a

⁶ En tanto que la invernada de novillos se realizó ininterrumpidamente durante los 10 años del proyecto, el engorde de corderos pesados se realizó en todos los ejercicios excepto en 2007/08.

más tardar en diciembre, con un peso final de 430 kg (Bonilla y Zorrilla de San Martín, 2000).

La adjudicación de pasturas se realizó teniendo en cuenta la carga animal que soportaron, los días de ocupación de cada especie, siempre asumiendo que se consumen en ese año (Deal, 2000). Para las pasturas sobre rastrojo y el raigrás, se asumió la implantación como un gasto. Para el caso de los mejoramientos de lotus Maku en el potrero 6, se supuso una duración de 10 años, con 9 refertilizaciones en el período (Deal, 2000).

Año tras año, el precio de compra utilizado para los novillos surgió de las tablas publicadas por la Asociación de Consignatarios de Ganado (ACG) al momento de la operación. Para determinar el valor de venta de los novillos para faena, se consideró un desbaste promedio de 8%, asumiendo que el precio de venta tenía descontado dicho desbaste. Los novillos se embarcaron siempre a frigorífico⁷, no pagándose comisión por venta. Los precios de venta fueron a levantar, y se tomaron de las tablas respectivas de la ACG vigentes al momento de la venta (Deal, 2000).

En el caso de los ovinos, el peso de ingreso incluía la lana en tanto que el peso de venta

no. Los corderos se embarcaron al mismo frigorífico que los novillos, considerándose un desbaste de 7%. Por simplicidad, la subactividad de producción de lana se consideró parte del engorde de corderos, incluyéndose en sus ingresos, costos y margen bruto.

Para ambas especies se consideró un plan de sanidad mínimo, consistente en la aplicación de ivermectina como antiparasitario y vacunación contra clostridiosis. Como ya fue establecido, el costo total de la mano de obra de la UPAG Comercial se distribuyó entre las actividades de acuerdo a un uso preestablecido. En base a esto, se atribuyó 30% de dicho costo a la actividad ganadera, correspondiendo 15% al engorde de novillos y 15% al engorde de corderos.

2.2. Evolución de los resultados de la ganadería

La evolución de los resultados de la actividad ganadera (engorde de novillos y corderos) durante los 10 ejercicios del proyecto se presenta en el Cuadro 3. Las últimas dos columnas muestran la participación relativa de las dos subactividades ganaderas al margen bruto de la actividad. La actividad exhibió un margen bruto positivo en todos los ejercicios, a excepción del último.

Cuadro 3. Evolución del margen bruto de la actividad ganadera (en US\$).

Ejercicio	Ingresos (US\$)	C. Directos (US\$)	Margen Bruto (US\$)	Participación Novillos	Participación Corderos
1999/00	116.208	94.178	22.030	43%	57%
2000/01	158.768	144.078	14.690	67%	33%
2001/02	191.865	136.336	55.529	71%	29%
2002/03	199.310	172.926	26.384	63%	37%
2003/04	260.343	159.767	100.576	64%	36%
2004/05	423.132	300.364	122.768	42%	58%
2005/06	313.512	252.866	60.646	83%	17%
2006/07	331.546	234.994	98.552	70%	30%
2007/08	304.370	220.583	83.787	100%	0%
2008/09	535.250	554.418	-19.168	-58%	42%

⁷ Con excepción del último ejercicio, 2008/09, en el que se consideró una venta de un lote de novillos para invernada, por no llegar a los pesos mínimos de faena.

Se observa que los mejores resultados se obtuvieron en los ejercicios 2003/04 y 2004/05. Es interesante notar que en tanto en el ejercicio 2003/04, la mayor contribución al resultado de la ganadería fue de los novillos (64%) frente a los corderos (36%), en el ejercicio 2004/05 esto se invirtió y fueron los corderos (58%) quienes realizaron el mayor aporte, frente a los novillos (42%). Además, es en dicho ejercicio que se observó el máximo margen bruto de la serie de diez años, siendo el único donde la contribución de los ovinos fue mayor a la de los bovinos. En este ejercicio en particular, los muy buenos precios del cordero gordo fueron aprovechados con un alto número de cabezas en engorde.

Los ingresos de la actividad ganadera fueron creciendo con el correr de los ejercicios, desde un mínimo de US\$ 116.208 en el primer año (1999/00) hasta un máximo de US\$ 535.250 en el último (2008/09). Los costos de producción también crecieron en forma muy importante. Se identifican particularmente dos "saltos" en los costos. El primero se observó en el ejercicio 2004/05, cuando los costos directos alcanzaron a US\$ 300.364, lo cual representó un crecimiento del 88% en comparación con los US\$ 159.767 registrado en el ejercicio previo (2003/04).

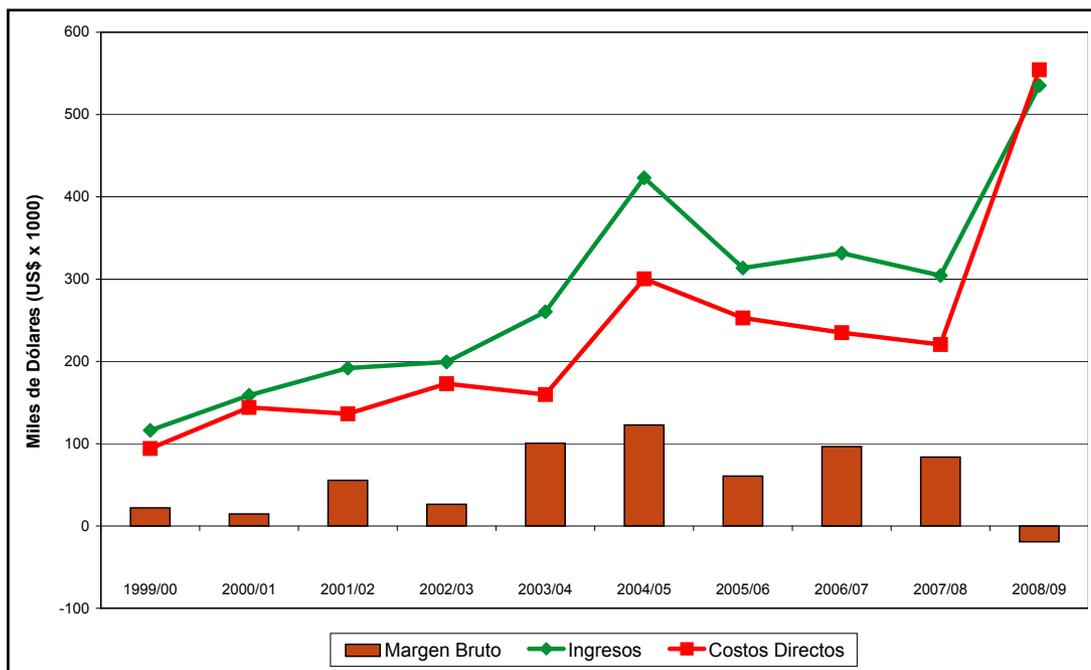


Figura 5. Evolución de ingresos, costos directos y margen bruto de la ganadería

El segundo salto ocurrió en el último ejercicio, 2008/09, cuando los costos directos alcanzaron el mayor valor de la serie, US\$ 554.418, lo cual resultó en un margen bruto negativo para toda la actividad. Este incremento representó más de un 150% con respecto a los US\$ 220.583 del ejercicio 2007/08. La Figura 5 ilustra los comentarios anteriores.

La participación de los novillos y los corderos en la formación del margen bruto de la actividad a lo largo del proyecto sufrió variaciones entre los distintos años. Considerando solamente los ocho primeros ejercicios, la invernada de novillos contribuyó, en promedio, con el 63% del margen bruto de la actividad, siendo responsabilidad de los lanares el 37% restante. En el ejercicio 2007/08 no se llevó a cabo el engorde de corderos por lo que el

100% del margen bruto de la actividad ganadera se derivó de la internada de novillos. En el último ejercicio de la serie se volvió a realizar engorde de corderos. La participación de la internada de novillos continuó siendo el controbuyente mayor al margen bruto, con la diferencia que esta vez su aporte fue negativo. Como consecuencia, el resultado neto de la actividad fue negativo.

En efecto, la información presentada en el Cuadro 4, desagrega la información de los resultados de los 10 ejercicios para las dos subactividades ganaderas. Allí puede observarse que el resultado negativo de la ganadería en el último ejercicio se debió al desempeño negativo de la internada de novillos. El engorde de corderos, por su parte, incluyendo la producción de lana, dio margen positivo en todos los años del proyecto.

Cuadro 4. Evolución del margen bruto por subactividad ganadera (en US\$).

Ejercicio	Engorde de Novillos			Engorde de Corderos		
	Ingresos	Costos	M. Bruto	Ingresos	Costos	M. Bruto
1999/00	81.054	71.531	9.523	35.154	22.648	12.506
2000/01	127.662	117.770	9.892	31.106	26.309	4.797
2001/02	149.918	110.583	39.335	41.946	25.755	16.191
2002/03	156.719	140.188	16.530	42.592	32.738	9.853
2003/04	182.754	118.820	63.935	77.589	40.948	36.641
2004/05	231.121	179.909	51.211	192.011	120.455	71.556
2005/06	220.651	170.142	50.509	92.861	82.724	10.137
2006/07	254.965	187.336	67.629	76.582	47.658	28.924
2007/08	304.370	220.583	83.787	-	-	-
2008/09	409.686	477.717	-68.031	125.565	76.702	48.863

A los efectos de analizar con más detalle los resultados de la internada vacuna, se presentan el peso promedio por cabeza de los novillos a la compra y a la venta y la ganancia de peso (diferencia) promedio por cabeza (kilos en pie), para cada ejercicio. Dicha información, disponible en el Cuadro 5, se acompaña con los precios promedio (dólares por kilo en pie) de compra y venta y la relación entre precio de compra y precio de venta (relación flaco/gordo). Se aprecia que el peso de compra de los novillos varió entre 244 kg (2003/04) y 309 kg (2008/09), con un valor promedio de 272 kg. Por su lado, el peso de venta varió entre un mínimo

de 374 kg (1999/00) a un máximo de 487 kg (2006/07), con un promedio de 439 kg para todo el período.

En lo que se refiere a los precios por kilogramo en pie, se observa que para la compra el valor mínimo fue de US\$ 0,54 (2001/02) en tanto que el máximo llegó a US\$ 1,36 (2008/09). Cabe destacar que la compra de novillos representó una proporción del costo total que osciló entre el 67% y el 86% de ahí la enorme importancia de las variables referidas al peso y al precio, tanto de compra como de venta de las haciendas.

Cuadro 5. Pesos en pie y precios promedio de compra y venta de novillos.

Ejercicio	Peso Promedio en Pie (kg)			Precio por Kilo en Pie (US\$/kg)		
	Compra	Venta	Diferencia	Compra	Venta	Relación
1999/00	250	374	124	0,78	0,70	1,114
2000/01	299	439	140	0,71	0,61	1,164
2001/02	297	411	114	0,54	0,53	1,029
2002/03	256	479	223	0,63	0,58	1,081
2003/04	244	425	181	0,63	0,83	0,757
2004/05	261	444	183	0,77	0,85	0,906
2005/06	245	438	193	0,81	0,84	0,959
2006/07	292	487	194	0,82	0,97	0,845
2007/08	268	467	199	1,06	1,09	0,972
2008/09	309	424	115	1,36	1,06	1,278
99/00 a 07/08	268	440	172	0,75	0,78	0,962
99/00 a 08/09	272	439	167	0,81	0,81	1,000

Para explicar el resultado adverso en el margen bruto de la internada de novillos para el último ejercicio se señalaron dos razones (Lanfranco, 2009). En primer lugar, los novillos se compraron relativamente caros (US\$ 1,36 por kilo en pie) y se vendieron baratos (US\$ 1,06 por kilo en pie). Nótese que el precio promedio de compra para los nueve ejercicios previos fue de US\$ 0,75 y el de venta fue US\$ 0,78 (Cuadro 5).

Por lo general, los resultados positivos de la internada se debieron no solo a la ganancia de peso producto del engorde sino también a la valorización de los kilos comprados por una mejora del precio por kilo. Esto se logró en base a las fechas de compra y venta, que permitieron comprar en momentos del año en que los precios se encuentran en sus valores mínimos anuales y vender en el momento de ocurrencia de alza estacional de precios, las cuales permitieron relaciones flaco/gordo me-

nores a uno. Esto ocurrió ininterrumpidamente entre 2003/04 y 2007/08.

En segundo lugar, a excepción de lo ocurrido previamente, en el último ejercicio los animales se compraron relativamente pesados (309 kg promedio) y se vendieron relativamente livianos (424 kg promedio). Si se compara estos pesos con los promedios de los nueve ejercicios anteriores, se observa que estuvieron 41 kg por encima del promedio de compra (268 kg) y 16 kg por debajo del promedio de venta (440 kg), siendo además que hubo un lote de animales que no llegaron a peso de faena y debieron venderse a un precio menor aún. Esta situación, absolutamente excepcional en el marco del proyecto, fue consecuencia de abrupta caída de precios registrada en el mercado internacional de la carne, el cual se vio afectado, al igual que otros productos, por la crisis global desatada a partir de setiembre de 2008.

Cuadro 6. Pesos en pie y precios promedio de compra y venta de corderos.

Ejercicio	Peso Promedio en Pie (kg)			Precio por Kilo en Pie (US\$/kg)		
	Compra	Venta	Diferencia	Compra	Venta	Relación F/G
1999/00	31,2	40,0	8,8	0,40	0,64	0,625
2000/01	28,9	37,3	8,4	0,38	0,64	0,594
2001/02	24,5	36,1	11,6	0,45	0,49	0,928
2002/03	25,9	29,4	3,6	0,70	0,79	0,887
2003/04	25,9	45,1	19,3	0,69	1,06	0,650
2004/05	28,6	42,2	13,7	0,87	1,23	0,708
2005/06	31,0	40,2	9,2	0,80	0,77	1,046
2006/07	26,2	49,1	22,9	0,62	0,76	0,816
2007/08	-	-	-	-	-	-
2008/09	29,4	39,5	10,1	0,90	1,33	0,679
99/00 a 08/09	27,9	39,9	12,0	0,65	0,85	0,770

Distinta fue la situación registrada en el desempeño del engorde de corderos, el que, como se señaló anteriormente fue positivo todos los años. Como se observa en el Cuadro 6, en el ejercicio 2007/08 esta actividad no se llevó a cabo. Bonilla y Rovira (2008) señalaron que los laboreos de verano en las chacras de la UPAG destinadas al arroz presentaban una alta infestación de capín, en ese momento. Para evitar la semillazón de la maleza y el consecuente impacto negativo sobre el cultivo de arroz, se decidió aplicar glifosato en lugar de utilizar el pastoreo ovino.

Se observa que el engorde de corderos presentó una alta variabilidad en lo que se refiere a las ganancias totales de peso por cabeza, entre ejercicios. Osciló entre un mínimo de 3,6 kg por cabeza y 22,9 kg, obteniéndose un promedio de 12 kg para los 10 ejercicios del proyecto. Esto se debe a que como regla

general, las áreas destinadas a los corderos fueron las correspondientes a los laboreos de verano. Las decisiones de producción en dicha subactividad se tomaron, por lo general, en función de las necesidades planteadas para el cultivo de arroz.

3. Evolución de los resultados globales de la “UPAG Comercial”

La evolución de los resultados de la actividad ganadera (engorde de novillos y corderos pesados) durante los 10 ejercicios del proyecto se presenta en el Cuadro 7. El único ejercicio con margen bruto negativo fue el primero (1999/00). A partir de allí se observa una tendencia creciente en los resultados económicos globales de la empresa, interrumpida solevante por una abrupta caída de los márgenes brutos en el ejercicio 2004/05.

Cuadro 7. Evolución del margen bruto de la UPAG Comercial (1999/00 – 2008/09).

Ejercicio	Ingresos	Costos Directos	Margen Bruto
1999/00	298.003	312.987	-14.985
2000/01	310.692	305.211	5.481
2001/02	368.648	337.548	31.100
2002/03	417.687	341.389	76.299
2003/04	473.292	344.766	128.527
2004/05	629.075	568.384	60.691
2005/06	532.990	465.515	67.476
2006/07	739.786	557.006	182.780
2007/08	925.038	624.396	300.642
2008/09	1.110.805	977.029	133.776
Prom. 99/00 – 08/09	580.602	483.423	97.179
Prom. 99/00 – 03/04	373.665	328.380	45.284
Prom. 04/05 – 08/09	787.539	638.466	149.073

Durante el primer ciclo de rotación (1999/00-2003/04), los márgenes brutos de la “UPAG Comercial” estuvieron afectados por los bajos rendimientos del arroz que, sumados a precios bajos, determinaron resultados negativos para dicha actividad en los tres primeros ciclos. A excepción del ejercicio 1999/00, en el cual los resultados positivos obtenidos por la ganadería no fueron suficientes para contrarrestar los negativos del arroz, en los siguientes ejercicios la diversificación de cultivos permitió revertir la situación.

La situación de la empresa siguió mejorando sustancialmente en el segundo ciclo de la rotación (2004/05 - 2008/09), no obstante se verificó una importante caída de los resultados en el primer ejercicio del mismo. Si bien en 2004/05 los ingresos aumentaron 33% respecto al ejercicio anterior, de US\$ 473 mil a casi US\$ 630 mil. Los costos tuvieron un incremento en una proporción de casi el doble (65%), pasando de US\$ 345 mil a US\$ 568 mil.

Si se deja de lado la situación ocurrida en el ejercicio 2003/04, cuando el cultivo de arroz sufrió grandes pérdidas de granizo, el ejercicio

2004/05 exhibió los peores rendimientos de arroz de toda la serie (96 bolsas por hectárea), tan solo comparables a las 98 bolsas obtenidas en el ejercicio 2002/03. Deambrosi y Bonilla (2005) señalaron que los rendimientos insatisfactorios del cereal se pudieron deber a diversas causas, algunas de ellas debidas a pequeños desajustes en la ejecución de la estrategia, en tanto que otras podrían derivarse de problemas de gestión de la UPAG.

Cabe señalar, además, que a los efectos de reproducir mejor la situación de muchos productores arroceros cuya siembra se extiende a través de períodos relativamente largos, la siembra de las chacras en la UPAG se venía realizando con 15 días de diferencia entre una y otra. A esta diferencia inicial se sumaron las condiciones particulares de ese año, lo cual derivó en que el 50% del área arrocerá del ejercicio 2004/05 fuera sembrada en la última década de noviembre, con un clima menos favorable para el cultivo (Deambrosi y Bonilla, 2005).

El resultado de la actividad arrocerá arrojó una pérdida de US\$ 62 mil que fue compensada por los excelentes resultados

de la actividad ganadera, en particular, del engorde de corderos. El margen bruto de la ganadería resultó ser el máximo para todo el proyecto, alcanzando a casi US\$ 123 mil. El resultado del engorde de corderos superó los US\$ 71 mil. El margen bruto global de la “UPAG Comercial” alcanzó a US\$ 61 mil, lo que representó un 47% del resultado del ejercicio anterior. De todos modos, este resultado se ubicó un 34% por encima del margen bruto promedio de los 5 ejercicios del primer ciclo de rotación.

En el ejercicio 2005/2006, los rendimientos del arroz se incrementaron en un 33%, pasando de 96 a 128 bolsas por hectárea de arroz SSL y el precio de la bolsa aumentó 70 centavos de dólar. Esto permitió a la actividad arrocerá salir casi “en la plata”, con un pequeño margen positivo de casi US\$ 7 mil. Mientras que el resultado de la invernada de novillos fue casi idéntico al año anterior (alrededor de US\$ 51 mil), el engorde de corderos

redujo fuertemente su participación, con un margen bruto de tan solo US\$ 10 mil. Como consecuencia de lo anterior, el resultado global de la “UPAG Comercial” superó al ejercicio anterior por escaso margen, con poco más de US\$ 67 mil.

Como se ilustra en la Figura 6, los últimos tres ejercicios del segundo ciclo de rotación exhibieron un panorama diferente. La magnitud del margen bruto promedio para los 5 ejercicios de este ciclo fue casi tres veces superior a la del primer ciclo, ubicándose en US\$ 144 mil. En particular, los ejercicios 2006/07 y 2007/08 mostraron los mejores resultados de todo el proyecto, con márgenes brutos que alcanzaron los US\$ 183 mil y los US\$ 300 mil, respectivamente. A los buenos rendimientos físicos obtenidos tanto con el arroz como con la ganadería, se sumó una situación muy favorable de los precios para todos los rubros de la empresa, fundamentalmente en 2007/08

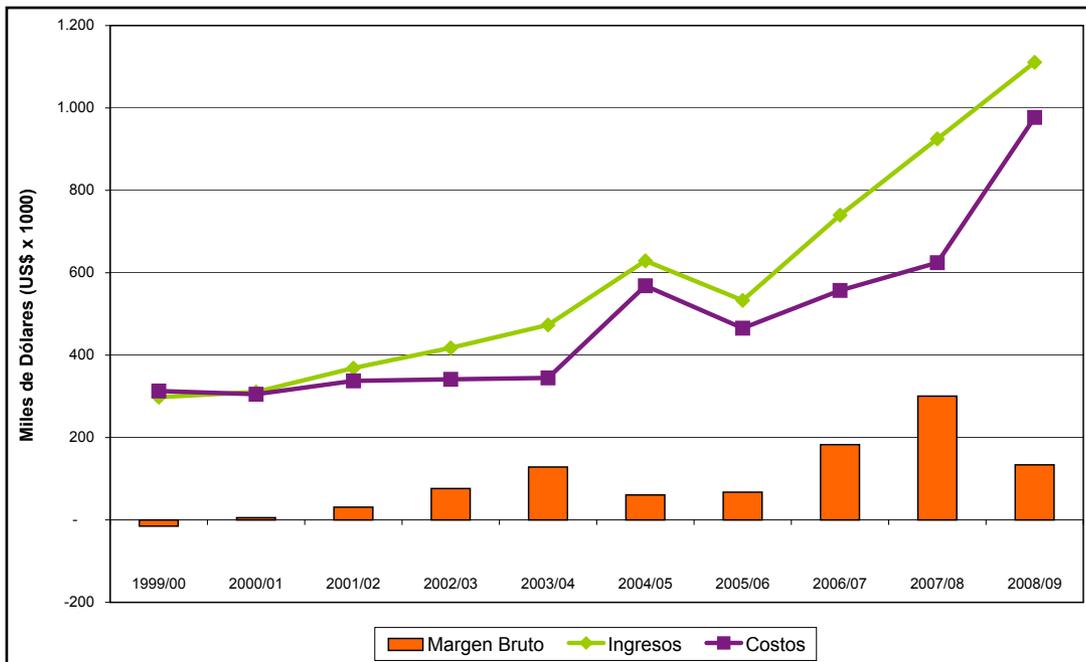


Figura 6. Evolución de ingresos, costos y margen bruto de la “UPAG Comercial”.

Por su lado, el ejercicio 2008/09 de la “UPAG Comercial” comenzó con la amenaza de una crisis financiera internacional, que se hizo realidad ya en el primer semestre del ejercicio (segundo semestre de 2008). Como ya fue analizado, esto tuvo consecuencias muy importantes sobre la internada de novillos que llevó a que culminara el proyecto con el único resultado negativo de la serie.

En el caso del arroz se produjo una caída importante en los precios que influyó inclusive en el precio definitivo⁸ de la zafra 2007/08. De todos modos y aun siendo menores a los observados en el primer semestre del 2008, los precios internacionales continuaron ubicándose en buenos niveles, en términos históricos, para el 2009. Apoyada en los excelentes rendimientos de chacra que con 181 bolsas de arroz SSL, los resultados económicos del arroz llegaron a US\$ 134 mil, ubicándose en el tercer lugar de la serie.

Benson y Smith (1980) señalaron que el riesgo de producción (rendimientos) y el riesgo de mercado (precios) son dos de los riesgos más importantes que enfrenta la actividad agropecuaria. La diversificación productiva es una estrategia empresarial que permite reducir el riesgo económico al que se expone una empresa. Factores climáticos, biológicos, institucionales, humanos y de mercados, afectan los rendimientos y precios de productos e insumos agropecuarios. Estos factores se engloban dentro de lo que se conoce como riesgo económico y su importancia radica en que puede originar grandes pérdidas en poco tiempo (Helguera y Lanfranco, 2006). Cuanto más diversificada sea una empresa, en términos de las actividades que realiza y cuanto menor es la relación entre las mismas, la compensación es mayor.

El efecto compensatorio entre la producción de arroz y la producción ganadera ha sido puesto en evidencia en los 10 años de ejecución del proyecto. Aun dejando de lado el riesgo de mercado, dado por la variabilidad de los precios de los productos e insumos, el riesgo de producción asociado a las actividades agropecuarias puede ser muy alto. Adicionalmente, las actividades agrícolas son particularmente más riesgosas que las ganaderas (Alfaro, Conti y Troncoso, 2004).

Analizando la variabilidad registrada en los márgenes brutos por actividad y el margen bruto total, se observa que efectivamente existió un efecto compensatorio o “buffer” entre las mismas, lo cual derivó en una reducción de la exposición al riesgo económico, para la “UPAG Comercial”. De los 10 ejercicios analizados en el proyecto de la UPAG, el margen bruto para la actividad arrocera resultó negativo en cuatro (1999/00, 2000/01, 2001/02 y 2004/05). Por su lado, el margen bruto de la ganadería solamente resultó negativo en el último ejercicio (2008/09). El efecto neto, dado por el margen bruto total, resultó en una compensación entre ambas actividades, siendo que el resultado global de la empresa solamente fue negativo en el primer año (1999/00).

La Figura 7 permite visualizar la evolución de ambos márgenes brutos (arroz y ganadería) durante el período analizado. En términos generales, las caídas en el margen bruto (MB) de una actividad fueron compensadas con incrementos en la otra. Si bien ambos cayeron en el último ejercicio, producto de la crisis global que afectó a prácticamente la totalidad los precios internacionales (siendo negativo el de la actividad ganadera), la compensación productiva permitió mantener un resultado global positivo, en este caso gracias al arroz.

⁸ A junio de 2008, el precio provisorio establecido para la zafra 2007/08 estaba fijado en US\$17,20, en tanto que el precio final definitivo de la bolsa de 50 kilos de arroz SSL y puesta en boca de recibo quedó establecida en US\$16,00 más US\$0,41 por concepto de devolución de impuestos.

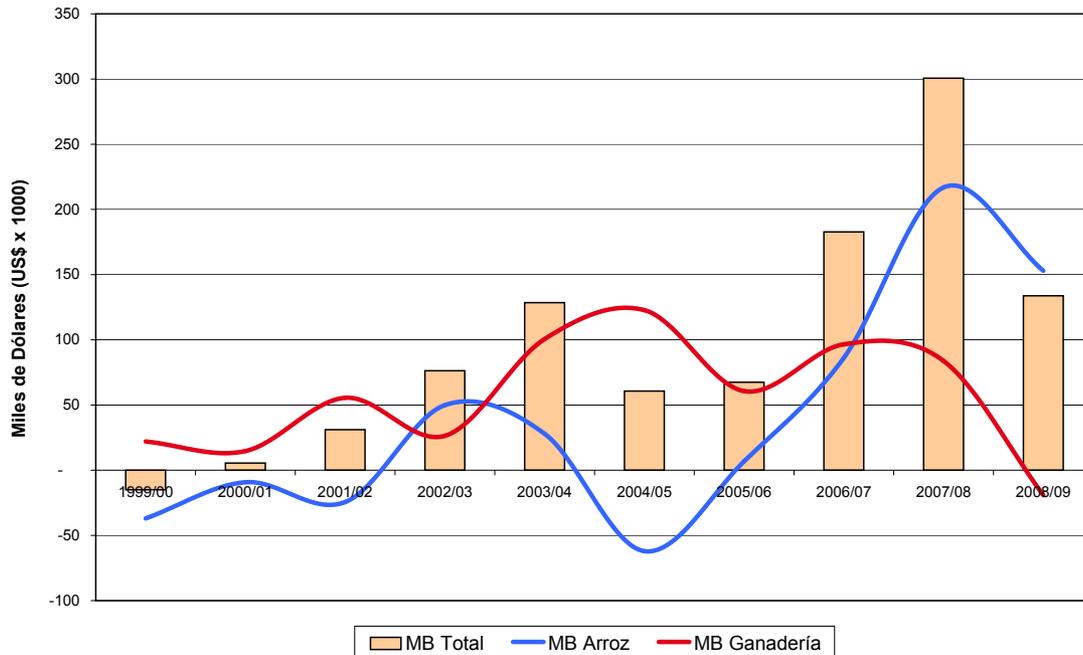


Figura 7. Efecto de la diversificación de actividades en la “UPAG Comercial”.

IV. EL MODELO DE SIMULACIÓN ESTOCÁSTICA

1. El riesgo económico en la empresa agropecuaria

El riesgo económico de una empresa agropecuaria hace referencia a la incertidumbre que, sobre la rentabilidad de la inversión, introducen diversos factores: productivos, mercado, institucionales y personales. A estos factores se contraponen las propias decisiones que toman los empresarios⁹. Dichas decisiones (tecnologías de producción, políticas de gestión de la empresa, estrategia productiva y diversificación de rubros) afectan, a su vez, el grado de exposición al riesgo.

La magnitud del riesgo económico está dada por el grado de exposición que la empresa ostenta frente a ese riesgo. En ese sentido, es una consecuencia directa de las decisiones

tomadas en relación a las inversiones. La composición de las inversiones determina fundamentalmente la cantidad y la combinación de los productos comerciables, la estructura de costos de producción relacionados y los precios recibidos. Dicha composición de inversiones juega un papel fundamental en el nivel y en la variabilidad de la rentabilidad económica de la empresa. Se trata, pues, de un riesgo que se encuentra estrechamente relacionado con cada inversión o empresa en particular.

La diversificación de rubros en una empresa agropecuaria, aparte de aprovechar las ventajas de complementación que surgen muchas veces al nivel biológico entre los distintos rubros, configura una importante estrategia de gestión y tratamiento del riesgo empresarial. Esta ha sido una de las ideas básicas que ha estado detrás de la experiencia de la UPAG.

⁹ Decisiones sobre tecnologías de producción, políticas de gestión de la empresa, estrategia productiva y diversificación de rubros, etc.

2. La simulación estocástica en el tratamiento del riesgo

El análisis económico presentado en las secciones precedentes fue realizado ex-post. El objetivo principal fue observar “lo que sucedió” en el pasado y aprender por igual de las experiencias positivas y negativas. Este enfoque, eminentemente estático y determinístico, fue complementado mediante la incorporación de un modelo de simulación estocástico, a partir del segundo ciclo de rotación (2004/05).

El modelo de simulación se elaboró introduciendo factores de aleatoriedad en las variables físicas (rendimientos, mermas en la producción y pérdidas) y económicas (precios de insumos y productos) que afectan el margen bruto de las actividades productivas. Se trata de un método estocástico para el análisis del riesgo económico que enfrenta la empresa y que permitió estimar las probabilidades de ocurrencia de distintos eventos relacionados, en este caso, con los márgenes brutos esperados para cada actividad y la empresa en su globalidad. Permitted visualizar los resultados bajo una óptica diferente, al incorporar como dato los efectos de la variabilidad inherente a las actividades productivas que, por lo general, son dejados de lado en los métodos tradicionales de análisis estático.

La existencia de variabilidad presupone la existencia de distintos resultados para un mismo evento y cuya probabilidad de ocurrencia rara vez se conoce de antemano con precisión. La incertidumbre sobre el resultado de las actividades productivas es lugar común en las empresas agropecuarias (en los rendimientos de un cultivo, en los procreos, en las ganancias de peso, en los precios de insumos y productos, etc.).

Si además, como ocurre habitualmente, alguno de esos resultados puede acarrear consecuencias no deseadas sobre quien se expone a los mismos (a la empresa, el productor), esto lleva directamente al concepto de riesgo. Conviene entonces distinguir ambos términos y definir incertidumbre como

el conocimiento imperfecto o incierto de un evento y riesgo como la exposición a las consecuencias desfavorables de ese mismo evento, en caso de que existan (Helguera y Lanfranco, 2006).

De lo anterior surge, en primer lugar, que tanto el riesgo como la incertidumbre son fenómenos inevitables en cualquier circunstancia de la vida e inherentes a ella. Cualquier decisión tomada en el presente tiene consecuencias en el futuro, de las que nunca se puede estar del todo seguro. En segundo lugar, las acciones posibles, en términos de la gestión y el tratamiento del riesgo, consisten en intentar reducir el nivel de incertidumbre de un evento para tomar decisiones que disminuyan la exposición de la empresa al riesgo asociado.

En ese contexto, el uso de modelos estocásticos que posibiliten el tratamiento de los factores determinantes de los resultados de un evento en particular como variables aleatorias –cuya distribución de probabilidades puede potencialmente estimarse – permite simular el comportamiento de los resultados de interés y de esa manera estimar su probabilidad de ocurrencia.

3. Estimación del riesgo económico en la “UPAG Comercial”

El modelo creado en este trabajo posibilitó la estimación de una función de densidad de probabilidades o PDF (según su acrónimo en inglés) y alternativamente una función de densidad acumulada o CDF, para los márgenes brutos de cada actividad o subactividad y para el margen bruto total de la UPAG. En función de esto se definieron un total de 42 variables aleatorias (26 para el arroz y 16 para la actividad ganadera) para las cuales se estimaron las respectivas probabilidades de ocurrencia, en cada año de aplicación del modelo. Las variables consideradas, que por razones de espacio no se listan aquí en su totalidad, se pueden clasificar en variables de producción (rendimiento del cultivo, relación arroz verde/sano, seco y limpio, pérdidas por granizo, pesos promedio de compra y de venta, muertes de animales, etc.) y variables de

mercado (precios de insumos y productos). En el caso de los precios de los productos, se consideró un entorno de variación razonable, tanto de mínima como de máxima, tomando en cuenta las expectativas para cada año. El uso de los insumos se consideró como un dato no permitiéndose al modelo variar su intensidad de uso. Finalmente, no se tuvieron en cuenta potenciales efectos de interacción entre rubros, aunque sí se tuvieron en cuenta las interacciones entre las distintas variables, a través de una matriz de correlaciones definida a esos efectos.

Una vez definidas las variables aleatorias del modelo, con sus respectivas distribuciones de probabilidad y coeficientes de correlación, se definieron cuatro variables objetivo, a saber: margen bruto total, margen bruto de la actividad arroz, margen bruto de la subactividad novillos y margen bruto de la subactividad corderos.

Previo a cada ejercicio, se corrió una simulación compuesta de 10.000 iteraciones, utilizando una técnica de muestreo conocida como hipercubo latino (Startzman y Wattember, 1985). A partir de las iteraciones del modelo, se estimó la PDF y la CDF para cada una de las variables objetivo.

El modelo permitió, además, la estimación de una regresión multivariada a partir de los elementos generados por la simulación, que permitió cuantificar el nivel de influencia de cada variable independiente en la determinación de los márgenes brutos total y por actividad.

4. Resultados de la simulación estocástica

Los resultados completos de las simulaciones pueden encontrarse en las publicaciones correspondientes de las jornadas anuales de la UPAG (Lanfranco, 2005; 2006; 2007; 2009; Lanfranco y Rava, 2008). En este artículo se presenta un resumen de los resultados, comparando los valores esperados para el margen bruto global de la empresa con los finalmente observados. Cabe recordar que en el caso del arroz, los resultados económicos fueron recalculados en su totalidad en base a los precios definitivos realmente acordados para el cereal.

El Cuadro 8 compara los valores esperados de margen bruto total y margen bruto por actividad y subactividad, estimados por el modelo de simulación, con los finalmente observados, para los cinco ejercicios del segundo ciclo de la rotación en los que se aplicó. Se observa que el modelo estimó correctamente las tendencias de los márgenes brutos, en términos del signo, si bien no lo hizo de la misma forma con las magnitudes.

En términos generales, el modelo subestimó los resultados positivos, siendo mayor la diferencia cuanto mejores fueron dichos resultados. Esto sugiere que el modelo manejó las probabilidades de ocurrencia de efectos positivos en forma conservadora. Esto no se debió al modelo propiamente dicho sino a la información con que el mismo fue alimentado. La ocurrencia de este sesgo no constituyó un problema grave, sino que es propia de un tomador de decisión que exhibe una alta aversión al riesgo.

Cuadro 8. Comparación entre los resultados esperados y los observados.

Ejercicio	MB Arroz		MB Novillos		MB Corderos		MB Total	
	Esperado	Real	Esperado	Real	Esperado	Real	Esperado	Real
2004/05	-10.507	-62.077	39.182	51.211	47.539	71.556	76.213	60.691
2005/06	6.488	6.829	41.309	50.509	18.298	10.137	66.095	67.476
2006/07	6.954	86.228	54.663	67.629	18.278	28.924	79.896	182.780
2007/08	81.895	216.855	60.797	83.787	-	-	142.692	300.642
2008/09	137.186	152.944	100.690	-68.031	25.390	48.863	263.266	133.776

La única excepción ocurrió durante el último ejercicio de la serie donde el modelo asignaba una probabilidad muy cercana a cero a la ocurrencia de un resultado negativo en la invernada de novillos, tal como finalmente ocurrió. Esto tuvo como consecuencia que el margen bruto global de la empresa resultara gravemente sobreestimado en relación a lo sucedido en la realidad.

En el caso del primer ejercicio, 2004/05, si bien el modelo predijo una muy alta probabilidad de pérdida en el cultivo de arroz, asignado un valor esperado negativo al margen bruto de la actividad, la actitud conservadora frente a los resultados de la ganadería llevó a que la sobrestimación del margen bruto total de la empresa no fuera de gran entidad.

La Figura 8 ilustra mejor la comparación entre el valor esperado para el margen bruto global de la “UPAG Comercial”, tal como fue estimado por el modelo y el valor realmente observado. Se destaca que durante los cuatro primeros ejercicios en que se utilizó el modelo de simulación, la capacidad predictiva del modelo fue más acertada en los ejercicios con resultados más pobres (04/05 y 05/06) debido al carácter conservador con que fueron manejados los coeficientes productivos y económicos. El modelo subestimó los resultados de los ejercicios 06/07 y 07/08, cuando se registraron niveles de producción más altos. Como ya fue señalado, dicho comportamiento se consideró adecuado, desde la óptica del manejo del riesgo.

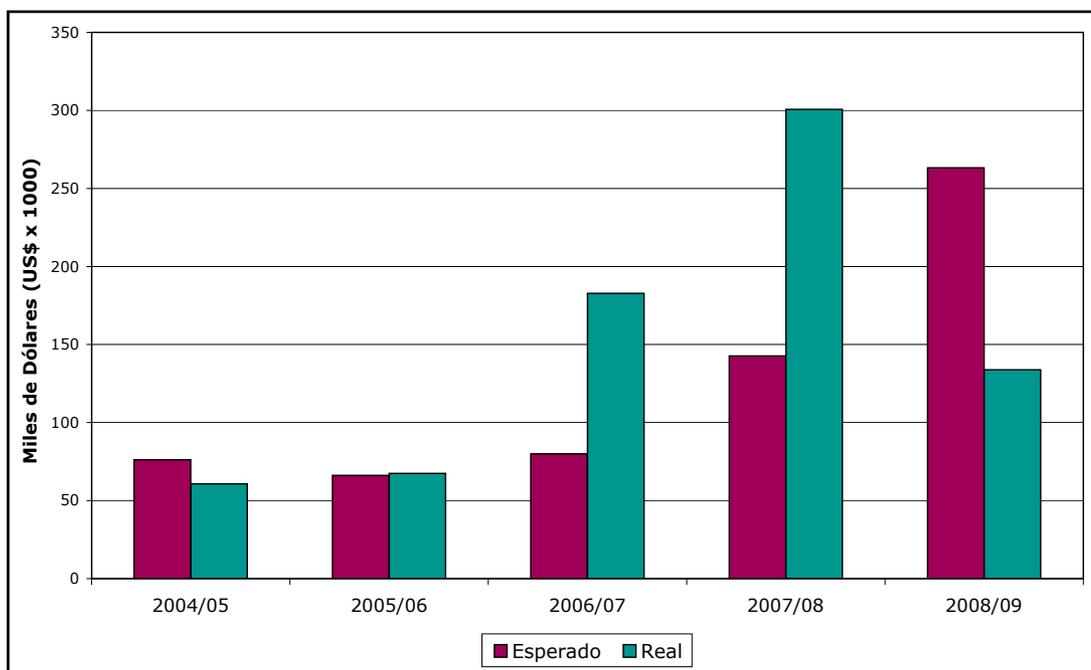


Figura 8. Evolución del MB total esperado y observado de la “UPAG Comercial”.

Se aprecia claramente que el ejercicio 2008/09 representó una situación completamente distinta, en tanto, que la simulación no consideró adecuadamente la posibilidad de pérdidas en la invernada de novillos. Esto revela en qué medida los modelos fracasan

muchas veces en sus predicciones si el analista no es capaz de estimar adecuadamente las posibilidades reales de ocurrencia de un shock (negativo). Esto, en definitiva, es lo que ocurrió con innumerables modelos de predicción con la reciente crisis global.

Otro de los resultados relevantes obtenidos a partir del modelo de simulación estocástica fue la cuantificación de la incidencia de cada una de las 42 variables aleatorias elegidas sobre los márgenes brutos total y por actividad. Dicha estimación se realizó para cada ejercicio proporcionando un ordenamiento de las mismas, basado en la magnitud de los coeficientes de la regresión multivariada.

En el Cuadro 9 se presenta el peso relativo promedio de las veinte variables independientes que mostraron una mayor incidencia en

la determinación del margen bruto total de la “UPAG Comercial”, para los cinco ejercicios considerados. Para elaborar el ranking final se promediaron los valores estimados para los coeficientes asociados a cada una de las variables. El número que aparece a la izquierda de cada variable, en la primera columna, corresponde al ordenamiento final producto del coeficiente promedio que aparece en la última columna. El signo de este coeficiente indica si se trata de una variable que incide en los ingresos (+) o en los costos (-).

Cuadro 9. Variables de mayor influencia sobre el MB de la “UPAG Comercial”.

	Variable	Ordenamiento en cada Ejercicio					Coeficiente Promedio
		04/05	05/06	06/07	07/08	08/09	
1	Rendimiento arroz (bolsas/ha)	1	2	1	1	3	0,612
2	Peso venta novillos (kg)	2	1	2	4	5	0,448
3	Precio arroz (US\$/bolsa)	7	5	3	2	1	0,406
4	Precio venta novillos (US\$/kg)	4	10	6	3	2	0,274
5	Peso venta corderos (kg)	3	3	5		11	0,252
6	Peso compra novillos (US\$/kg)	6	6	4	5	6	-0,189
7	Precio compra novillos (US\$/kg)	8	9	8	6	4	-0,181
8	Peso compra corderos (US\$/kg)	5	4	7		13	-0,173
9	Muerte de vacunos (%)	11	8	10	7	9	-0,111
10	Precio compra corderos (US\$/kg)	14	7	9		12	-0,101
11	Muerte de lanares (%)	10	11	13			-0,100
12	Precio venta corderos(US\$/kg)	9	13	14		8	0,097
13	Precio gasoil (US\$/litro)	15	14	11	8	7	-0,073
14	Costo pasturas (US\$)	12	12	15			-0,070
15	Relación arroz SSL/verde (%)	13		12			-0,054
16	Fertilizante 15-30-15 (US\$/ton)				10	10	-0,045
17	Costo ración (US\$/kg)				9	15	-0,039
18	Mano de obra (US\$)		15		11		-0,038
19	Urea (US\$/ton)					14	-0,024
20	Costo laboreo verano (US\$/ha)	16	16				-0,016

En las columnas restantes se especifica la posición ocupada por las variables en cada uno de los ejercicios en que se estimó el modelo. Los valores en blanco indican que la variable correspondiente no calificó dentro de las 16 más importantes, en un ejercicio en particular.

En primer lugar, se observa que las cuatro variables más importantes para el período analizado fueron, por su orden, el rendimiento del arroz, el peso de venta de los novillos, el precio del arroz y el precio de venta de los novillos. Estas cuatro variables son las que determinan justamente los ingresos de los dos rubros de mayor peso. Junto a otras cuatro variables: el peso de compra de los novillos (sexto lugar), precio de compra de los novillos (séptimo lugar), la mortandad de novillos (noveno) y el precio del gasoil (decimotercero), son las únicas ocho de entre las 20 variables listadas que aparecieron año tras año dentro de las 15 más importantes.

En segundo lugar, es importante destacar el papel que juegan los rendimientos (pesos de venta en el caso de novillos y corderos, rendimiento de chacra en el arroz) y los precios de venta de los productos. Los pesos y precios de compra en la ganadería son también de gran relevancia debido al gran peso relativo que tienen sobre los costos. Considerando que los porcentajes de mortandad de bovinos y ovinos son un factor que afecta el rendimiento del producto, se las puede ubicar dentro de esa categoría. Todas estas variables ocupan los 12 primeros lugares del ranking, en forma indisputable. Desde el lugar 13 hasta el final, aparecen los insumos más importantes, tanto de la actividad arrocera como ganadera, con la sola excepción de la relación arroz SSL/verde, que es otro componente relacionado con el rendimiento.

V. CONCLUSIONES FINALES

Con los resultados del ejercicio 2008/09 se completó el segundo ciclo de rotación del sistema de producción arroz - ganadería de la "UPAG Comercial", dándose cierre al pro-

yecto. Las conclusiones más relevantes se pueden resumir a continuación:

- A lo largo de la ejecución del proyecto se observó una franca recuperación del potencial productivo de las chacras de arroz. Sin embargo, dicha recuperación no estuvo exenta de importantes variaciones anuales. Cabe recordar que el paquete tecnológico aplicado en esta experiencia de investigación y validación, respondió a una estrategia empresarial que se ha mostrado consistente con el verdadero concepto de maximización de beneficios en una empresa. La sostenibilidad económica de una empresa pasa por su sostenibilidad productiva, la que lleva implícita la preservación de los recursos naturales utilizados en el proceso de producción.

- Parece claro que dentro de un contexto normal de precios, el "peso" del negocio en una empresa de este tipo se encuentra en el arroz. Sin embargo, la evidencia recogida sugiere que no debe despreciarse el papel estabilizador de la ganadería, sobre todo en momentos en que la actividad arrocera encuentra dificultades en los precios.

- El efecto compensatorio entre la producción de arroz y la producción ganadera ha sido puesto en evidencia en los 10 años de ejecución del proyecto. La diversificación de actividades productivas permitió reducir la exposición, tanto al riesgo de mercado (precios) como al riesgo de producción. En ese sentido, se constató una estabilización en los resultados económicos de la empresa a través de la integración arroz - ganadería. La acción sinérgica entre los rubros puso de manifiesto las ventajas de una estrategia de diversificación.

- En adición a los efectos agronómicos beneficiosos de la rotación arroz - pasturas, el aprovechamiento de estas últimas con actividades de invernada, tanto de bovinos como de ovinos tuvo consecuencias económicas muy relevantes, ya que permitió la incorporación de tecnología a un costo relativamente bajo. Se estima que los resultados económicos

obtenidos por la ganadería no hubieran sido posibles fuera del marco de una rotación agrícola, debido a los altos costos de las pasturas.

- La complementación entre actividades no siempre resultó fácil y en determinados momentos los distintos rubros compitieron por los mismos recursos (tierra, por ejemplo), derivando en la obtención de resultados subóptimos en alguno de ellos. Sin embargo, la complementación se manifestó claramente a nivel global, fundamentalmente a través de una reducción del grado de exposición de la empresa al riesgo económico. Esto quedó en evidencia en la situación registrada en el último ejercicio, cuando ante un comportamiento imprevisto y muy negativo de la invernada de novillos, el resultado global de la empresa continuó siendo positivo.

- El modelo de la “UPAG Comercial” constituyó una experiencia muy valiosa, que permitió acumular información y experiencia que se ha intentado volcar en los diferentes trabajos que aparecen en esta publicación.

VI. AGRADECIMIENTOS

Se desea expresar el enorme agradecimiento a las personas que colaboraron y brindaron su apoyo al desarrollo del capítulo de análisis económico del proyecto UPAG Comercial. En primer lugar, un profundo agradecimiento a los compañeros de INIA Treinta y Tres. Al Ing. Agr., M.Sc., Gonzalo Zorrilla, por habernos incorporado al equipo de la UPAG siendo Director de INIA Treinta y Tres y primer Coordinador del proyecto, hasta el año 2005. Al Ing. Agr., Ph.D., Álvaro Roel, Jefe de Sección de Paso de la Laguna, primero, y Director de INIA Treinta y Tres a partir de 2006. Al Ing. Agr., M.Sc., Enrique Deambrosi, técnico de referencia del programa Arroz y Coordinador de la UPAG desde 2004. Al T. R. Oscar Bonilla, Ejecutor UPAG hasta 2008, recientemente retirado. A la Ing. Agr. Catalina Rava, colaboradora en el área de economía y coautora de uno de los reportes anuales de resultados de la UPAG. Al Ing. Agr., M.Sc.,

Pedro Blanco, Director del Programa Nacional de Investigación en Arroz, y al Ing. Agr., Ph.D., Fabio Montossi, Director del Programa Nacional de Investigación en Carne y Lana, por su apoyo incondicional a este trabajo.

También se desea extender el agradecimiento a los colegas y amigos que brindaron un gran apoyo a través de los distintos años de ejecución del proyecto. Al Ing. Agr. Eduardo Deal, Director de la Regional Este del Instituto Plan Agropecuario en los años en que estuvo a cargo del análisis económico de la UPAG (1999/2000 – 2002/2003). Al Ing. Agr. José Carlos Gayo, técnico del Instituto Plan Agropecuario. Al Ing. Agr. Ernesto Stirling, técnico privado y productor rural, integrante de la Comisión de Apoyo de la UPAG. Al Ing. Agr. Martín Píriz, coordinador técnico de BASF Uruguay S. A. y a los Ing. Agr. Juan Carlos Ferrés y Raúl Uruga, técnicos de SAMAN. A todos ellos el más profundo reconocimiento.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Alfaro, D., C. Conti y C. Troncoso (2004) Financiamiento del Sector Agropecuario: Alternativas existentes vs. Nuevas Oportunidades. Instituto de Economía (FCEA-UDELAR) e Instituto Plan Agropecuario. Montevideo: 122 pp.

Benson, F. y D.B. Smith (1993) The Concept of Risk. Oklahoma State University. Oklahoma Cooperative Extension Service. Risk Management Series, F-313.

Bonilla, O. y P. Rovira (2008) “Capítulo II.4 Resultados de Producción Animal.” En Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG). Resultados 2007-2008. INIA-Treinta y Tres. Serie Actividades de Difusión 534: 13-14.

Bonilla, O. y G. Zorrilla de San Martín (2000) “Capítulo II. Descripción del Proyecto de la Unidad de Producción Arroz-Ganadería.” En Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG). Resultados 1999-2000. INIA-Treinta y Tres. Serie Actividades de Difusión 231: 2-8.

Deal, E. (2003) "Capítulo III.4. Análisis Económico." En Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG). Resultados 2002-2003. INIA-Treinta y Tres. Serie Actividades de Difusión 329: 22-29.

Deal, E. (2002) "Capítulo III.4. Análisis Económico." En Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG). Resultados 2001-2002. INIA-Treinta y Tres. Serie Actividades de Difusión 293: 15-22.

Deal, E. (2001) "Capítulo III.4. Análisis Económico." En Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG). Resultados 2000-2001. INIA-Treinta y Tres. Serie Actividades de Difusión 258: 17-26.

Deal, E. y J. C. Gayo (2000) "Análisis Económico." En Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG). Resultados 1999-2000. INIA-Treinta y Tres. Serie Actividades de Difusión 231: 17-28.

Deambrosi, E. (2005) "Capítulo I. Introducción." En Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG). Resultados 2004-2005. INIA-Treinta y Tres. Serie Actividades de Difusión 411: Pág. 1.

Deambrosi, E. y O. Bonilla (2005) "Capítulo IV.3. Resultados de la Producción de Arroz." En Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG). Resultados 2004-2005. INIA-Treinta y Tres. Serie Actividades de Difusión 411: 21-31.

Deambrosi, E. y O. Bonilla (2004) "Capítulo III.3. Resultados de la Producción de Arroz." En Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG). Resultados 2003-2004. INIA-Treinta y Tres. Serie Actividades de Difusión 362: 14-21.

Gayo, J. C. y B. Lanfranco (2004) "Capítulo III.4. Análisis Económico." En Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG). Resultados 2003-2004. INIA-Treinta y Tres. Serie Actividades de Difusión 362: 22-40.

Helguera, L. y B. Lanfranco (2006) Riesgo y Rentabilidad en Empresas Ganaderas. INIA Serie Técnica 157. Montevideo: 60 pp.

Lanfranco, B. (2009) "Capítulo II.6. Análisis Económico (2008-2009)." En Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG). Resultados 2008-2009. INIA-Treinta y Tres. Serie Actividades de Difusión 570: 28-55.

Lanfranco, B. y C. Rava (2008) "Capítulo II.6. Análisis Económico (2007-2008)." En Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG). Resultados 2007-2008. INIA-Treinta y Tres. Serie Actividades de Difusión 534: 21-48.

Lanfranco, B. (2007) "Capítulo II.5. Análisis Económico (2006-2007)." En Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG). Resultados 2006-2007. INIA-Treinta y Tres. Serie Actividades de Difusión 490: 28-52.

Lanfranco, B. (2006) "Capítulo III.5. Análisis Económico (2005-2006)." En Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG). Resultados 2005-2006. INIA-Treinta y Tres. Serie Actividades de Difusión 446: 29-57.

Lanfranco, B. (2005) "Capítulo IV.4. Análisis Económico (2004-2005)." En Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG). Resultados 2004-2005. INIA-Treinta y Tres. Serie Actividades de Difusión 411: 32-61.

Pagés, W. H. (1996) Administración de Empresas Agropecuarias. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo: 312 pp.

Rivera, C. (2004) Costos y Márgenes en Empresas Agropecuarias. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo: 88 pp.

Startzman, R.A. y Watterberg, R.A. (1985) "An Improved Computation Procedure for Risk Analysis Problems with Unusual Probability Functions". Proceedings of the SPE Hydrocarbon Economics and Evaluation Symposium. Dallas, TX.

E. Deambrosi¹

I. INTRODUCCIÓN

Los efectos de los sistemas en los que participan rubros de producción diferentes, en la alternancia del uso de los recursos naturales que comparten, sólo pueden ser evaluados en experimentos de mediano o largo plazo. La sustentabilidad productiva y económica de la empresa agropecuaria, así como del agroecosistema utilizado - incluyendo en éste los impactos sobre sus componentes principales, los suelos y el agua - deben ser probadas poniendo en ejecución sobre la naturaleza los mecanismos o prácticas sugeridas en las hipótesis de trabajo.

Dado que implementar este tipo de experimentos es complejo y requiere de un apoyo importante, ya sea de recursos humanos como logísticos, y a su vez requiere de plazos mayores para generar resultados, muchas veces se prefiere realizar otro tipo de investigaciones analíticas. Como alternativas para generar información, especialmente en los casos de rotaciones exclusivamente agrícolas o agrícolas - forrajeras, se plantean experimentos en parcelas de menor tamaño que facilitan su manejo. No obstante, en el caso de la UPAG, donde se pretende generar nueva información referida a una convivencia agrícola - pecuaria sostenible de larga data, en una zona muy particular desde el punto de vista de disponibilidad de recursos naturales, donde la presencia animal es además uno de los componentes principales, se considera de gran importancia poder instalar este tipo de estudios.

Existen hoy nuevas herramientas para estudiar la viabilidad de otras alternativas, ya sean productivas y/o económicas, a través de la modelación, pero la validez de sus resultados se basará justamente en la certeza que confieran los coeficientes tecnológicos que utiliza. Por eso, estos últimos deben ser

generados en situaciones reales de interacción de los factores en juego, que permitan posteriormente potenciar a través de estos mecanismos, la información generada.

II. LA EXPERIENCIA EN LA UPAG

El proyecto planteado para la Unidad de Producción Arroz - Ganadería no se vio limitado a un solo objetivo. Por el contrario, quienes iniciaron este emprendimiento dejaron establecido, que ese escenario de interacción entre distintos factores, debería ser utilizado como un ámbito adecuado para la instalación de trabajos analíticos, por parte de investigadores de distintas disciplinas, a fines de estudiar diferentes aspectos de las relaciones entre la producción de arroz y la ganadería.

Sin duda, el trabajo que culmina sus 10 años de investigación, ha tenido una diversidad de problemas en su ejecución, ya sea por las limitantes que presenta para poder realizar determinados análisis estadísticos, como por la escasez de recursos, entre ellos humanos, para poder levantar un mayor nivel de la información generada. Pero por otro lado, se ha construido un banco de datos muy rico, en 6 potreros de una unidad experimental, donde se conocen en detalle muchos elementos que han participado en los procesos puestos en marcha. De alguno de ellos, se pueden aventurar razones de los por qué y los cuándo sucedieron determinados efectos, mientras que se deberá seguir trabajando en otros, buscando las posibles causas de los mismos.

Se ha comenzado a trabajar con nuevas herramientas como lo es la agricultura de precisión, que permite realizar análisis diferentes en este tipo de trabajos a mayor escala, y conducir al logro de un mejor entendimiento de los impactos generados.

¹ Ing. Agr., MSc., Coordinador de la UPAG

1. Limitantes

El tamaño de la UPAG permite realizar algunos de los estudios planteados y extrapolar sus resultados, mientras que ofrece dificultades para validar otros. Entre estos últimos, se ha mencionado en los estudios económicos la validez de suponer la existencia de retornos a escala constante en la producción. Otro aspecto mencionado en la publicación referido a la productividad, que debe ser generalizado con criterio, fueron los resultados obtenidos en la eficacia de control de malezas a través de aplicaciones aéreas de herbicidas. Las áreas pequeñas y de contornos irregulares, en general reducen las posibilidades de éxito de este tipo de pulverizaciones, por un problema de relación entre los perímetros y las superficies de las chacras, que luego son convertidos a una superficie 10 veces mayor para el análisis económico.

2. Beneficios

Como ejemplos prácticos sobre la utilidad del tipo de trabajo puesto en funcionamiento a escala semi-comercial, se pueden destacar:

- **Los resultados económicos, que resultan del estudio de la empresa ficticia “UPAG comercial”**

El efecto compensatorio entre la producción de arroz y la producción ganadera ha sido puesto en evidencia en los 10 años de ejecución del proyecto. Aun dejando de lado el riesgo de mercado, dado por la variabilidad de los precios de los productos e insumos, el riesgo de producción asociado a las actividades agropecuarias puede ser muy alto. Adicionalmente, las actividades agrícolas son particularmente más riesgosas que las ganaderas. Analizando la variabilidad registrada en los márgenes brutos por actividad y el margen bruto total, se observa que efectivamente existió un efecto compensatorio o “buffer” entre las mismas, lo cual derivó en una reducción de la exposición al riesgo económico, para la “UPAG Comercial” (Lanfranco, página 70).

- **Los resultados de producción animal que confirman la viabilidad de actividades de engorde de novillos**

Los resultados confirman la viabilidad productiva de la actividad de engorde de novillos, basado en la utilización de pasturas sembradas sobre rastrojos de arroz, dentro de un esquema de alta frecuencia de uso arrocero del suelo. Dicha tecnología es de bajo costo, lo que asegura la rentabilidad de la estrategia inserta en una rotación de arroz - pasturas (Rovira y Bonilla, página 26).

- **Los resultados de producción animal que confirman la viabilidad de engorde de corderos**

Los resultados presentados confirman la viabilidad productiva de la actividad engorde de corderos, basado en la utilización de pasturas naturalmente regeneradas sobre laboreos de verano de muy bajo costo, dentro de un esquema de alta frecuencia de uso arrocero del suelo.

Si bien la producción de carne por superficie puede parecer baja comparada con otras alternativas de alimentación en la zona este (mejoramientos de campo, praderas, verdeos, con o sin suplementación), hay que considerar varios aspectos.

En primer lugar, el objetivo no fue maximizar la producción ovina sino potenciar la rotación en su conjunto.

En segundo lugar, la integración de los rubros arroz y ovino agregaron diversificación y estabilidad a la empresa agropecuaria.

En tercer lugar, existió una alta variabilidad en la oferta de forraje de los laboreos entre años y dentro de años comparando los laboreos provenientes de raigrás o pradera. Finalmente, la pastura regenerada sobre el laboreo tiene un costo prácticamente “cero” para la producción ovina, si se asume que el costo operativo del laboreo se asigna al rubro

arroz. Esto hace a la tecnología altamente rentable, siendo el principal costo asociado al engorde ovino sobre los laboreos la compra de corderos (85%), estando el restante 15% compuesto por costos asociados a sanidad, esquila, mano de obra e impuestos (Rovira y Bonilla, páginas 35, 36 y 39).

· **La situación problemática detectada en la etapa de transición pecuaria-agrícola, en relación al aprovechamiento del verdeo regenerado naturalmente sobre los laboreos de verano**

La rápida emergencia del capín sobre los laboreos de verano y el comienzo diferido del pastoreo de los mismos para permitir el crecimiento de las plantas regeneradas de raigrás, no permiten realizar el control adecuado de la maleza en dicha etapa, permitiendo su multiplicación. Ello no sólo constituye una desventaja en el manejo, sino que además se puede favorecer el crecimiento de la población de individuos que esté desarrollando tolerancias a los herbicidas utilizados, lo que representaría un grave problema para la sustentabilidad del sistema. El contaje de más de 6.000 malezas/m² en una de las chacras sembradas en el año, está reafirmando la importancia del problema y sugiriendo la realización de un cambio importante en el manejo actual de la Unidad (Deambrosi y Bonilla, 2007).

· **El impacto positivo de la estrategia de manejo de suelos en el control del arroz rojo**

Salvo en el último año, no se ha observado la presencia de arroz rojo en ninguna de las chacras en la segunda vuelta de la rotación, confirmando en este sentido un buen resultado de la estrategia planteada de manejo de suelos. La aparición de la maleza en el décimo año de ejecución reafirma la importancia de su control y su capacidad de emerger, luego de permanecer muchos años en el suelo. (Deambrosi y Bonilla, 2009)

· **El impacto positivo de la combinación de métodos de manejo de suelos y uso de funguicidas en el control de enfermedades de los tallos**

En el primer año de ejecución de la UPAG se instaló un experimento de respuesta del arroz, variedad El Paso 144, a la aplicación de fósforo y potasio, donde se registró un fuerte ataque de *Sclerotium oryzae*, confirmando los antecedentes observados en años anteriores. En dicha oportunidad, se encontró un efecto beneficioso del agregado de potasio, en la disminución del índice de severidad de la enfermedad. Por el contrario, la aplicación de dosis altas de fósforo provocó un incremento en la podredumbre de los tallos (Deambrosi et al., 2000).

El uso combinado de la incorporación de los esclerocios del patógeno al suelo en el laboreo de verano, con posterior siembra directa del arroz en la primavera, la fertilización basal con cantidades moderadas de fósforo (de acuerdo a las necesidades del cultivo) y el agregado de potasio, y la aplicación de funguicidas no bien se observaron los primeros síntomas de enfermedades, han permitido llegar a las cosechas con bajos índices de severidad de las mismas.

· **La recuperación de la productividad de los suelos, deteriorados por un uso diferente en la etapa previa**

En el segundo ciclo de rotación se obtuvo un incremento del 25% en los rendimientos en relación a los primeros 5 años. A partir del año 2005, mediante los cambios introducidos, se ha logrado revertir la situación, lográndose incrementos sucesivos del rendimiento que han permitido superar en las 2 últimas zafas la productividad media de la zona de influencia

· **El impacto positivo del uso de la siembra de arroz con cero laboreo, y la realización de la cosecha en seco, en el mejor aprovechamiento del forraje producido en la etapa posterior al cultivo**

Otro aspecto destacable y de difícil cuantificación es el impacto de la siembra de arroz con cero laboreo, en la posterior producción y utilización del forraje. Es apreciable el menor huelleado producido por el tránsito de la maquinaria en la cosecha del arroz, lo que mejora las posibilidades de implantación de las especies forrajeras sembradas. A su vez, se logra en las praderas una notoria mejora en las condiciones de "piso" que permiten un mejor aprovechamiento en el pastoreo. (Deambrosi y Bonilla, 2004)

· **La información generada en el seguimiento de nutrientes en los suelos e impacto sobre los recursos utilizados.**

En las Figuras 1 a 4 se presenta la evolución de los contenidos de nutrientes en los suelos pertenecientes a los 5 potreros utilizados con arroz, como estimadores de la sostenibilidad del sistema productivo pecuario - arrocero en ejecución.

Se puede afirmar que en general los contenidos de carbono de los suelos se han mantenido en niveles similares a los registrados en la época de inicio de los trabajos (Figura 1). Solamente en el potrero 5, el de menor intensidad de uso agrícola previo, se detectó una tendencia a su disminución (aunque con mayor variabilidad entre los muestreos correspondientes a un mismo año).

De la comparación de los resultados obtenidos entre los 2 métodos de análisis de fósforo (Figuras 2 y 3), se confirma que el Ácido

Cítrico resulta más apropiado para detectar la presencia del elemento en el suelo. En particular, las diferencias se hacen más visibles, cuando el P se encuentra en forma residual, como resultado de aplicaciones realizadas previamente.

Los niveles de potasio en el suelo habían descendido en forma muy importante en la etapa de producción intensiva a la que fueron sometidas las chacras en épocas anteriores, en especial en los potreros 1 y 2. Por tal motivo, se decidió la aplicación de este elemento en la fertilización basal, en prácticamente todos los cultivos realizados. En la Figura 4 se puede observar que en general, se ha logrado mantener los niveles, próximos a 0,2 meq/100g de suelo, excepto en los potreros mencionados, donde ha sido más difícil elevar sus contenidos

III. BIBLIOGRAFÍA

Deambrosi, E, Bonilla, O., 2007. Resultados de producción de arroz. En: Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG). Resultados 2006-2007. Serie Actividades de Difusión N° 490 II: 21-27

Deambrosi, E, Bonilla, O., 2009. Resultados de producción de arroz. En: Unidad de Producción Arroz-Ganadería (UPAG). Resultados 2008-2009. Serie Actividades de Difusión N° 570 II: 21-27

Deambrosi, E., Méndez, R., Avila S. 2000. Respuesta a las aplicaciones de fósforo y potasio. Arroz Resultados Experimentales 1999-2000. INIA Treinta y Tres. Actividades de Difusión N° 224 5: 14-21

Deambrosi, E., Bonilla, O. 2004. Resultados de producción de arroz. Unidad de Producción de Arroz-Ganadería (UPAG). Resultados 2003-04. INIA Treinta y Tres. Actividades de Difusión N° 362 III.3:14-21

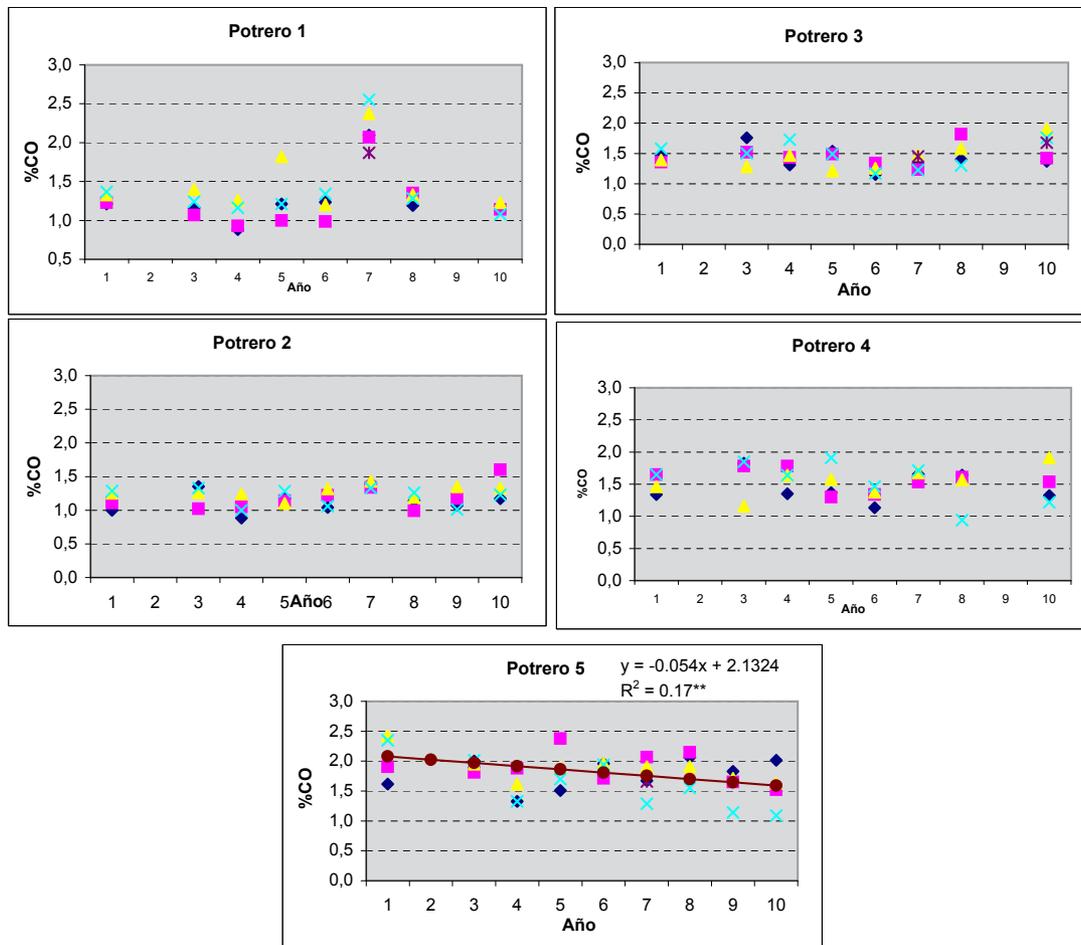


Figura 1. Evolución de los contenidos de carbono orgánico de los suelos a través del período. Corresponden a muestras extraídas en 4 zonas diferentes en el mes de setiembre.

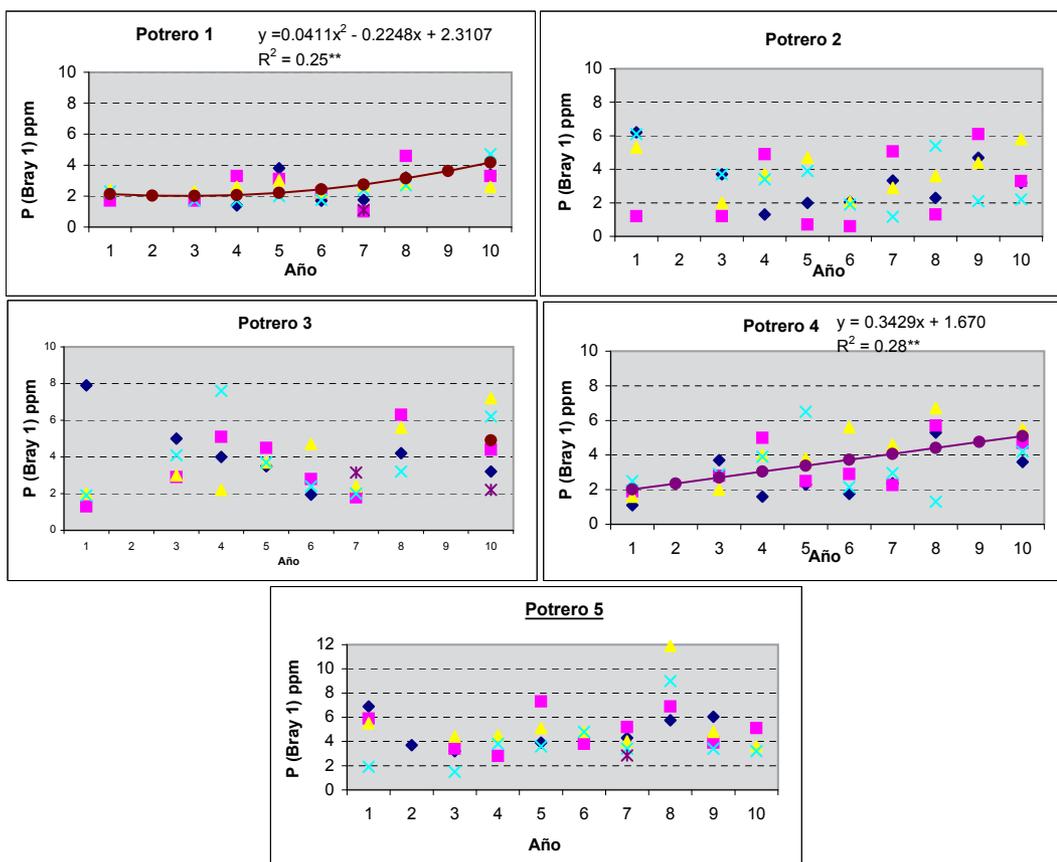


Figura 2. Evolución de los contenidos de fósforo (según el método de Bray 1) de los suelos a través del período. Corresponden a muestras extraídas en 4 zonas diferentes en el mes de setiembre.

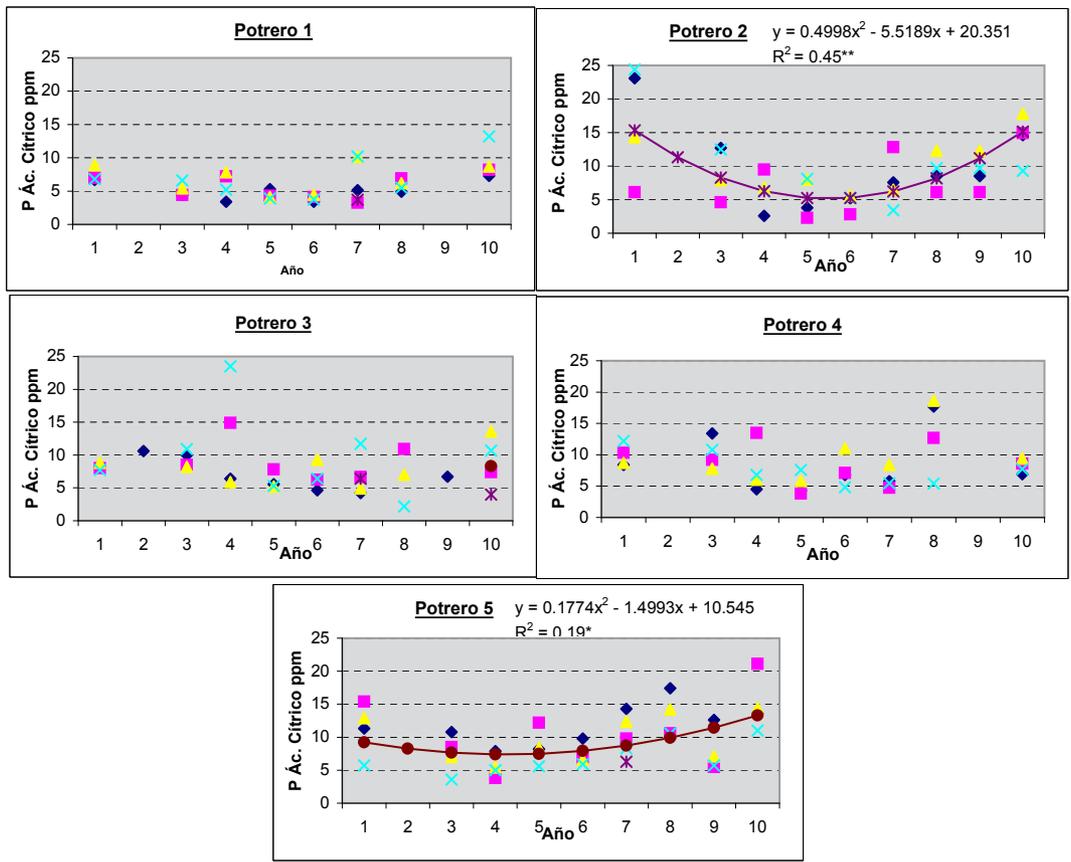


Figura 3. Evolución de los contenidos de fósforo (según el método de Ácido Cítrico) de los suelos a través del período. Corresponden a muestras extraídas en 4 zonas diferentes en el mes de setiembre.

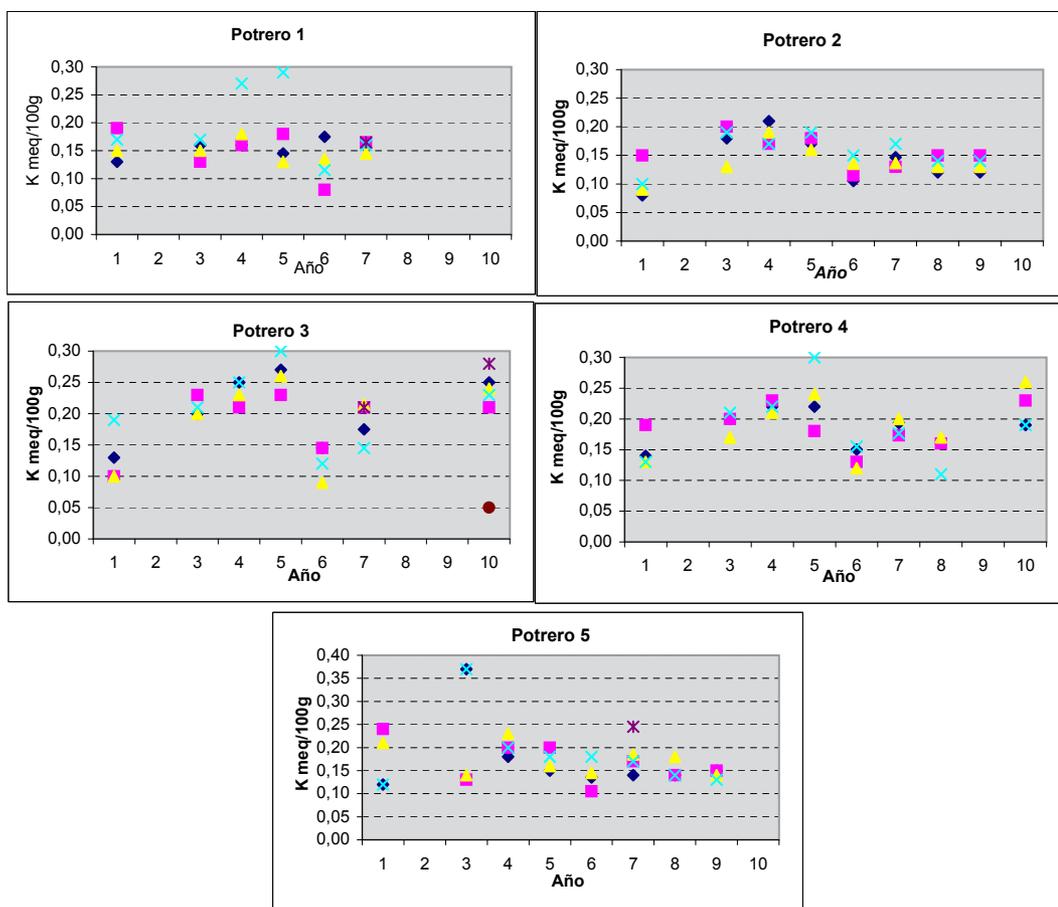


Figura 4. Evolución de los contenidos de potasio de los suelos a través del período. Corresponden a muestras extraídas en 4 zonas diferentes en el mes de setiembre.

TRABAJOS ANALÍTICOS EN PASTURAS

R. Bermúdez¹; W. Ayala²

I. INTRODUCCIÓN

La evaluación de especies y cultivares, para la zona baja de la región Este del país, es una línea de trabajo reclamada permanentemente por los productores en el Grupo de Trabajo Ganadero de INIA Treinta y Tres. Continuamente están apareciendo nuevas especies y variedades que son evaluadas por el Sistema Nacional de Evaluación en el litoral del país, por lo que no se tiene información sobre su adaptación a las condiciones particulares que se dan en los rastrojos de arroz de esta región.

El presente trabajo pretende satisfacer dicha demanda para las principales especies y variedades de leguminosas disponibles en el mercado.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se instaló sobre un rastrojo de arroz en la Unidad Experimental Paso de la Laguna. El diseño fue en bloques al azar.

Los tratamientos evaluados fueron: *Trifolium repens* cv. LE Zapicán, INIA Kanopus, Regal; *Trifolium pratense* cv. LE 116, INIA Mizar; *Trifolium alexandrinum* cv. INIA Calipso; *Trifolium vesiculosum* cv. Zulu; *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel, INIA Draco; *Lotus tenuis* (promedio de tres cultivares); *Lotus uliginosus* cv. Grassland Maku, LE627; *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón.

La siembra se realizó el 30 de mayo de 2000 en cobertura sobre un rastrojo de arroz. No se fertilizó a la siembra y en el otoño 2001 se aplicaron 60 kg/ha de P₂O₅/ha como superfosfato simple (0-21/23-0). La evaluación se realizó mediante cortes con pastera a 4-5 cm de altura en las siguientes fechas: 12 de

noviembre de 2000, 7 de diciembre de 2000, 25 de mayo de 2001, 24 de agosto de 2001, 13 de febrero de 2002 y el 21 de junio de 2002.

III. RESULTADOS

La producción total de materia seca (MS) en el invierno y primavera 2000 de los mejoramientos con las distintas especies y cultivares, no mostró diferencias significativas entre los mismos. Considerando el aporte de la fracción especie sembrada (ES) el ranking de mayor a menor producción fue Calipso, Draco, LE 116, El Rincón, tenuis, San Gabriel, Mizar, Kanopus, Zapicán, LE 627, Regal, Maku y Zulu. Se destacan los altos aportes a los mejoramientos del trébol Calipso (53%) y del lotus Draco (46%) en este período del año y los muy bajos aportes, menores al 9%, de los tréboles blancos Zapicán, Kanopus y Regal así como de los lotus Maku y LE 627 y del trébol Zulu (Cuadro1).

La producción total de MS del año 2000-2001 de los mejoramientos con las distintas especies y cultivares, no mostró diferencias significativas entre los mismos, mientras que para el aporte de la fracción ES el ranking de mayor a menor producción fue Draco, Calipso, LE 116, Mizar, Zapicán, Maku, San Gabriel, Kanopus, El Rincón, tenuis, Regal, LE 627 y Zulu. Se destaca el alto aporte al mejoramiento del lotus Draco (51%) seguido del Calipso (29%) y los bajos aportes, menores al 12%, de El Rincón, tenuis, Regal, LE 627 y Zulu.

La producción total de MS de los mejoramientos con las distintas especies y cultivares en el total del año 2001 - 2002 no mostró diferencias significativas entre los mismos a pesar de que se registraron diferencias de 2000 kg/ha de MS entre el mejoramiento que más

¹ Ing. Agr., M. Phil., Programa Nacional de Pasturas y Forrajes

² Ing. Agr. PhD., Director del Programa Nacional de Pasturas y Forrajes

produjo (Draco) y el de menor producción (Mizar). El ranking de mayor a menor producción fue para el aporte de la fracción ES fue Maku, San Gabriel, Draco, LE627, LE116, Zapicán,

tenuis, Kanopus, Mizar y Regal. Se puede resaltar el importante aporte al mejoramiento de los lotus Maku (45%), San Gabriel (39%), Draco (32%) y LE627 (26%).

Cuadro1. Producción de forraje total y de las diferentes especies y variedades introducidas en kg /ha de materia seca del otoño-invierno 2000, del año 2000-2001 y del 2001 - 2002.

		2000 – 2001						2001 - 2002					
		Invierno - Primavera				TOTAL				TOTAL			
		MS Total		MS ES		MS Total		MS ES		MS Total		MS ES	
T. blanco	Zapicán	2091	a	175	cd	4823	a	1129	bcde	5198	a	1107	d
	Kanopus	1940	a	179	cd	4218	a	761	cdef	4778	a	821	de
	Regal	1798	a	77	d	4049	a	416	efg	4863	a	703	e
T. rojo	E116	2283	a	775	cd	4778	a	1465	bc	5547	a	1120	d
	Mizar	1941	a	365	cd	3985	a	1273	bcd	4668	a	733	e
T. alej.	Calipso	2923	a	1545	a	5260	a	1545	b	-			
T. vesic.	Zulu	1078	a	19	d	3817	a	19	g	-			
Lotus	San Gabriel	2635	a	375	cd	4794	a	875	bcdef	5734	a	2224	ab
	Draco	2606	a	1192	ab	4807	a	2454	a	6690	a	2158	b
	tenuis	1806	a	425	cd	4425	a	455	efg	-			
	Maku	1756	a	45	d	4594	a	881	bcdef	5541	a	2486	a
	LE627	1644	a	131	d	3901	a	266	fg	5978	a	1536	c
	El Rincón	2235	a	578	cd	4797	a	578	defg	-			
cv.		28.4		55.5		14.0		31.5		9.9		9.8	
Sig.		ns		**		ns		**		ns		**	

Números seguidos por una misma letra en una misma columna no difieren entre si (Duncan 5%).

Observando la evolución de las diferentes especies introducidas en los dos años de evaluación se destacan: los lotus Maku y LE627 que avanzaron en el ranking de forma importante como es de esperar dado que estas especies no se caracterizan por poseer un buen vigor inicial y sí por su capacidad colonizadora a través de sus rizomas; el lotus Draco con buen comportamiento en ambos años; el lotus San Gabriel con buen comportamiento en el segundo año; los tréboles rojos LE116 y Mizar y el trébol blanco Zapicán con un comportamiento intermedio en ambos años; el trébol rojo Mizar con buen comportamiento en el primer año decayendo en su segundo año; finalmente lotus tenuis y el trébol blanco Regal con pobre comportamiento en ambos años.

IV. CONSIDERACIONES FINALES

· Para siembras de pasturas sobre rastrojos de arroz, que se van a mantener por más de dos años, los lotus Maku, San Gabriel, INIA Draco y LE 627 aparecen como las alternativas más convenientes.

· Para siembras de pasturas sobre rastrojos de arroz de muy corta duración o en los laboreos de verano, el trébol INIA Calipso y el lotus INIA Draco aparecen como buenas alternativas a ser consideradas.

TRABAJOS ANALÍTICOS EN BOVINOS PARA CARNE

SUPLEMENTACIÓN DE NOVILLOS SOBRE PRADERAS EN RASTROJOS DE ARROZ

Efecto de la fuente de suplementación

P. J. Rovira¹, O. Bonilla², y R. Bermúdez³

I. RESUMEN.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la fuente de suplementación sobre la ganancia de peso y producción de carne de novillos pastoreando una pradera sobre rastrojo de arroz. El trabajo se desarrolló en la Unidad de Producción de Arroz – Ganadería de INIA Treinta y Tres desde junio a octubre de 2003. Se utilizaron 32 novillos sobreño cruza Británica con un peso inicial de 219 kg. La base forrajera fue una pradera de 2º año sobre rastrojo de arroz y el sistema de pastoreo aplicado fue continuo. No hubo diferencias significativas en la ganancia diaria de peso de novillos (1,373 y 1,438 kg/a/día, para afrechillo de arroz y ración comercial, respectivamente) ni en la producción de peso vivo por superficie (344 y 360 kg/ha, para afrechillo de arroz y ración comercial, respectivamente) al comparar las diferentes fuentes de suplementación. La suplementación invernal de novillos en praderas sobre rastrojos de arroz permitió la expresión de altas ganancias diarias de peso vivo manteniendo una elevada capacidad de carga.

II. INTRODUCCIÓN

Desde los primeros trabajos de producción de carne en rotación con arroz, durante fines de otoño y principios de invierno se produce una detención del crecimiento en novillos y en algunos casos pérdidas de peso vivo, al registrarse una menor disponibilidad de pasturas (Bonilla y Grierson, 1982). Por tal motivo, desde sus inicios está previsto que en la UPAG se suministren fardos y concentrados durante el invierno a los efectos de aumentar la carga en dicho periodo crítico. De esta manera todos los novillos estarían en condiciones de ingresar al sistema en otoño, sin afectar los objetivos de producción.

La suplementación con fardos en la UPAG se comenzó a implementar en el año 2001. El valor nutritivo de los fardos suministrados ha sido limitante para la producción animal por los bajos niveles de proteína (5-9%) y alto contenido de fibra (74-78%). No es de esperar una buena respuesta animal en ganancia de peso debido únicamente a la suplementación con fardos, tanto por la baja calidad de los mismos como por la baja disponibilidad de la base forrajera.

A través de la suplementación con concentrados u otros subproductos es que efectivamente se incrementa el aporte energético de la dieta de los novillos durante el invierno, lo que permite un aumento de la ganancia de peso y/o de la capacidad de carga, en función de los objetivos de la suplementación. Tradicionalmente el afrechillo de arroz ha sido el suplemento más utilizado en la región Este, dado su bajo costo y buena respuesta animal. Esto es así aunque presenta ciertas limitantes para la producción animal, como puede ser el elevado porcentaje de materia grasa que en ciertas condiciones puede afectar el consumo de fibra y/o generar rechazo del suplemento.

Como antecedente, Campos et al. (2002) comparó el efecto de la suplementación invernal (1% del PV) con una ración comercial balanceada o con afrechillo de arroz entero en la recría de terneras sobre campo natural de la Unidad Alférez (Unidad Experimental Palo a Pique, INIA Treinta y Tres). Durante el periodo experimental, la ganancia diaria de peso de los animales suplementados con ración comercial (0,538 kg/a/día) fue mayor ($P < 0.05$) a la obtenida por los animales suplementados con afrechillo de arroz entero (0,434 kg/a/día).

¹ Ing. Agr., MSc., Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

² Téc. Rural, Ejecutor de la UPAG hasta octubre de 2008

³ Ing. Agr., M. Phil., Programa Nacional de Pasturas y Forrajes

Ante la demanda del sector productivo e industrial de la zona baja de la región Este, en el invierno de 2003 se evaluaron dos fuentes de suplementación a novillos durante el período invernal.

III. OBJETIVO

Evaluar el efecto de la fuente de suplementación (ración comercial o afrechillo de arroz entero) en la ganancia de peso y producción de carne por superficie de novillos pastoreando una pradera sobre rastrojo de arroz.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en la Unidad de Producción de Arroz – Ganadería, ubicada en la Unidad Experimental Paso de la Laguna de INIA Treinta y Tres. El período de suplementación se extendió desde junio a octubre de 2003, incluyendo el acostumbramiento inicial de los animales. Se utilizaron 32 novillos sobreaño cruza Hereford x Aberdeen Angus con un peso vivo inicial de 219 kg. La base forrajera fue una pradera de 2° año sobre rastrojo de arroz compuesta por trébol blanco, trébol rojo, lotus y raigrás. Previo al inicio del trabajo ésta fue refertilizada con 100 kg/ha de 7-40-40-0-5S.

El área total de pastoreo utilizada fue de 16 ha divididas en 2 potreros de 8 ha cada uno. La dotación inicial fue de 2 novillos/ha (438 kg peso vivo/ha) y el sistema de pastoreo continuo. Los tratamientos asignados fueron:

1) suplementación con afrechillo de arroz entero a 0,7% del peso vivo (PV), y

2) suplementación con ración comercial a 0,7% del PV.

La ración comercial estaba compuesta por subproductos de la industria molinera (afrechillo de arroz entero y desgrasado, arrocín, oleína de arroz) y por fuentes de mayor aporte energético (maíz y sorgo), además de contar con pequeñas cantidades de melaza, carbonato de calcio y sal industrial (datos aportados por la empresa COOPAR S.A.)

Las determinaciones realizadas en la pastura fueron disponibilidad de forraje, composición botánica y valor nutritivo. Los animales se pesaron cada 30 días ajustándose la cantidad de suplemento en función de la evolución de peso.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se realizó un análisis nutritivo de muestras extraídas de ambos suplementos (Cuadro 1). La formulación comercial comparada con el afrechillo de arroz entero presentó menores valores de proteína, materia grasa y de Fibra Detergente Ácida (FDA). Este último parámetro está correlacionado negativamente con el aporte energético de los suplementos.

Cuadro 1. Resultados del muestreo de los dos suplementos utilizados (Laboratorio Tecnológico del Uruguay, LATU)

	Afrechillo de arroz	Ración Comercial
Materia seca (g/100g)	85,9	85,5
Proteína (F=6,25) (g/100g)	12,9	10,0
Fibra Detergente Ácida (g/100g)	5,7	5,2
Materia Grasa (g/100g)	12,0	5,9
Cenizas (g/100g)	6,2	7,2
Fósforo (como P) (g/100g)	1,4	0,9

La pradera ofreció un forraje de muy buena calidad considerando la elevada digestibilidad y nivel de proteína (Cuadro 2), lo que demuestra el alto valor nutritivo de las praderas sembradas sobre rastrojos de arroz.

La disponibilidad inicial fue de 2100 kg/ha de MS, la cual aportó un 38% de fracción leguminosa (principalmente trébol blanco), en tanto el resto correspondió principalmente a gramíneas naturales y malezas.

Cuadro 2. Valor nutritivo (%) de la pradera al inicio del pastoreo (Laboratorio de Nutrición Animal, INIA La Estanzuela)

	Porcentaje
Digestibilidad Materia Orgánica	62,8
Proteína Cruda	19,0
Fibra Detergente Acida	43,9
Fibra Detergente Neutra	46,1
Cenizas	10,8

El forraje de praderas durante el otoño e inicios del invierno se caracteriza por su bajo contenido de materia seca y alto porcentaje de proteína rápidamente degradable en el rumen del animal, lo que puede causar desbalances nutritivos. A partir del valor de FDA y a través de ecuaciones (Cozzolino et al, 1994) se calculó el valor de Nutrientes Digestibles Totales (NDT) ofrecido por la pradera, el cuál fue del entorno de 52,5%. Existe un índice que relaciona la energía, expresada a través de NDT, y la proteína cruda (PC), el cual se obtiene a través del cociente de ambas variables. La pradera presentó una relación NDT:PC de 2,7. Beck et al (1999) afirman que cuando la relación NDT:PC es menor a 3:1, pueden ocurrir grandes pérdidas de nitrógeno a través de la orina debido a un incremento de la concentración de amonio en el rumen, superando la capacidad de captación de nitrógeno de los microorganismos. Por lo tanto, bajo dichas condiciones, uno de los objetivos de la suplementación debe ser suministrar una fuente energética con carbohidratos (energía) rápidamente disponibles a nivel del rumen para aprovechar el exceso de nitrógeno y así incrementar la síntesis de proteína microbiana y el flujo de nutrientes hacia el intestino.

Hacia el 30 de julio de 2003, luego de 47 días de pastoreo, la disponibilidad promedio

de la pradera disminuyó a 1240 kg/ha de MS, con un aporte de la leguminosa que se mantuvo en el entorno del 40%.

Los novillos suplementados con ración presentaron una mayor ganancia de peso y producción por superficie que los novillos suplementados con afrechillo, aunque dicha superioridad fue de apenas 5% (Cuadro 3). En función de la hipótesis inicial de trabajo, se podría haber esperado una mayor respuesta animal a la suplementación con la ración comercial, debido al mayor contenido de energía y mejor balance entre nutrientes. Pueden manejarse 2 razones por las cuáles no existieron diferencias productivas entre las fuentes de suplementación:

- El bajo nivel diario de suplementación utilizado (0,7% del peso vivo), lo cual significaría aproximadamente una cuarta parte del total de materia seca consumida por el animal, considerando un consumo total por día del 3% del peso vivo. En la medida que el porcentaje de suplemento en el total de la dieta sea mayor, es probable que se manifiesten diferencias entre las fuentes de suplementación.

- En particular, el afrechillo de arroz utilizado durante la experiencia presentó un alto nivel de energía, expresado a través de su

bajo valor de FDA (5,7%). Datos de bibliografía brindan un valor del entorno de 12,5% de FDA (Cozzolino et al., 1994). Esto es un indicador de la variabilidad que puede existir

en la composición química del afrechillo de arroz en función de su origen (García J., com. pers.)

Cuadro 3. Producción animal según fuente de suplementación (13/6/03-16/10/03)

	Afrechillo de arroz	Ración Comercial
Peso inicial (kg)	220	218
Peso final (kg)	392	398
Ganancia de peso (kg/a/día)	1,373	1,438
Producción de peso vivo (kg/ha)	344	360

Independientemente del efecto del tipo de suplemento, se resaltó el impacto productivo de la suplementación, permitiendo ganancias de peso elevadas durante un prolongado periodo de tiempo, incluyendo todo el invierno. En términos generales, cuando se realiza una suplementación con grano o ración en pastoreo existen dos aspectos importantes que deben ser analizados: uno de ellos está relacionado con el efecto del suplemento sobre la digestión de forraje, básicamente de los componentes de la fibra, y el otro efecto importante es el de la sustitución del forraje por el suplemento (Elizalde, 2003). Con respecto al primer punto, considerando las características de la pradera, con un forraje con exceso de proteína, con bajos niveles de fibra de gran complejidad y de más fácil ataque por parte de las bacterias del rumen, es bastante difícil que haya ocurrido una depresión de la digestión de la fibra por el agregado del suplemento en el nivel utilizado de 0.7% del peso vivo (Sanson y Clanton, 1989; citados por Elizalde, 2003). En relación al segundo aspecto, a pesar del bajo nivel de suplementación es probable

que haya existido sustitución del forraje de la pradera ya que no existieron condiciones limitantes de disponibilidad ni se restringió la oferta de forraje. Los valores de sustitución en pasturas de alta calidad varían entre 0,5 a 1,0 kg de forraje sustituido por kg de suplemento consumido (Tyler y Wilkinson, 1972; citados por Elizalde, 2003), y es una de las razones que explican el incremento de la capacidad de carga debido a la suplementación.

Una vez finalizada la suplementación los animales de ambos grupos se mantuvieron sobre la misma pradera durante 47 días, entre el 16 de octubre y 2 de diciembre de 2003, momento en el cual se enviaron a faena (Cuadro 4). La ganancia de peso promedio en dicho periodo fue de 1,095 kg/a/día, no existiendo efecto de la fuente de suplementación invernal. En el frigorífico no se registraron diferencias en el rendimiento ni en la clasificación y tipificación realizada por INAC, de acuerdo a la conformación (letra A) y terminación de las canales (Grado 2).

Cuadro 4. Rendimiento de faena según fuente de suplementación. (Frigorífico San Jacinto, 05/12/2003).

	Afrechillo de arroz	Ración Comercial
Peso en el frigorífico (kg)	415	419
Rendimiento (%)	55,6	55,1
Peso canal 2ª balanza (kg)	231	231
Clasificación INAC	A2	A2

VI. CONCLUSIONES

· La suplementación invernal de novillos en praderas sobre rastrojos de arroz permitió la expresión de altas ganancias diarias de peso vivo manteniendo una elevada capacidad de carga.

· No hubo diferencias significativas en la ganancia diaria de peso de novillos ni en la producción de peso vivo por superficie al comparar como suplemento invernal el afrechillo de arroz entero versus una ración balanceada comercial.

· En la planta frigorífica no se registraron diferencias en el rendimiento en 2ª balanza ni en el peso de canal al comparar las dos fuentes de suplementación empleadas.

· La no existencia de diferencias productivas entre ambas fuentes de suplementación se explicó probablemente por el bajo nivel del suplemento en el total de la dieta consumida por los animales y por el alto aporte energético

que presentó como característica el afrechillo de arroz usado.

· Al momento de la toma de decisiones sobre qué tipo de suplemento suministrar, además de la respuesta animal o biológica, hay otro tipo de factores a considerar como:

- facilidad de acostumbramiento y aceptabilidad del suplemento por parte del animal,

- la relación de precios entre distintas fuentes de suplemento y su relación con el valor de la carne producida,

- la disponibilidad y continuidad de oferta del suplemento en el mercado,

- la homogeneidad del suplemento en diferentes partidas de producción,

- el asesoramiento y soporte técnico brindado como respaldo junto a la compra del suplemento.

8 EFECTO DE LA ESTRATEGIA DE SUPLEMENTACION (Autoconsumo vs. Suplementación infrecuente) Y EL NIVEL DE SAL EN EL SUPLEMENTO SOBRE EL DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE NOVILLOS EN TERMINACION DURANTE EL VERANO

P. J. Rovira¹, J. I. Velazco² y O. Bonilla³

I. RESUMEN.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la modalidad de entrega del suplemento (entrega diaria de lunes a viernes vs. autoconsumo) y del porcentaje de sal en la ración (0,5 vs. 10%) en el desempeño productivo de novillos pastoreando una pradera sobre rastrojo de arroz durante fines de la primavera - principios del verano. El trabajo se desarrolló entre noviembre de 2007 y febrero de 2008 sobre una pradera de segundo año sembrada posteriormente a la cosecha del arroz dentro de la rotación de la Unidad de Producción Arroz-Ganadería. Se utilizaron 30 novillos sobreaño cruza Británica con un peso inicial de 374 kg. El diseño experimental fue factorial incompleto, considerando los factores método de entrega de la ración (diario y autoconsumo) y contenido de sal (0,5% NaCl y 10% NaCl). Los animales suplementados diariamente con ración con 0,5% de sal registraron el mejor desempeño productivo, no sólo en ganancia individual de peso (0,656 kg/a/día) y en producción de carne por superficie (120 kg/ha), sino también en eficiencia de conversión y en deposición de grasa.

II. INTRODUCCIÓN

El suministro de ración a ganado vacuno en comederos de autoconsumo es una tecnología que está ganando adeptos en los sistemas de arroz - ganadería de la región Este. Dicha tecnología consiste en permitir el acceso libre de los animales a un comedero especialmente diseñado para proveer alimento a medida que éste es requerido por los

animales. La principal razón de su uso es la practicidad, viabilizando la suplementación en sistemas que presentan como limitante problemas operativos para la distribución diaria del concentrado. La principal característica de las raciones de autoconsumo es su elevado porcentaje de sal, mecanismo por el cual se limita el consumo animal.

Como toda tecnología, se requiere del desarrollo de información científica relacionada a la practicidad, su eficacia y eficiencia, sus particularidades operativas, efectos adversos por la mayor ingesta de sal por parte de los animales, posibles trastornos digestivos, nivel real de limitación del consumo, entre otros.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la modalidad de entrega del suplemento (entrega diaria de lunes a viernes vs. autoconsumo) y del porcentaje de sal en la ración (0,5 vs. 10%) en el desempeño productivo de novillos pastoreando una pradera sobre rastrojo de arroz durante fines de la primavera - principios del verano.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló entre el 22 de noviembre de 2007 y el 5 de febrero de 2008 (74 días) sobre una pradera de segundo año (12 ha) sembrada por avión posteriormente a la cosecha del segundo año de cultivo de arroz dentro de la rotación de la Unidad de Producción Arroz - Ganadería. La mezcla utilizada estuvo compuesta por 3 kg de trébol blanco, 6 kg de lotus y 15 kg de raigrás. Se utilizaron 30 novillos sobreaño cruza, la

¹ Ing. Agr., MSc., Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

² Ing. Agr., Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

³ Téc. Rural, Ejecutor de la UPAG hasta octubre de 2008

mayoría de ellos Hereford x Aberdeen Angus, con un peso inicial de 374 ± 40 kg.

Los tratamientos experimentales figuran en el Cuadro 1. El diseño experimental fue factorial 2×2 incompleto, considerando los factores método de entrega de la ración y

porcentaje de sal en la ración. El tratamiento de suplementación diario con ración con 10% de sal se incluyó debido a que, si bien no se implementa en condiciones comerciales, desde el punto de vista experimental podía generar información valiosa.

Cuadro 1. Tratamientos experimentales aplicados.

Tratamientos	Método de entrega de la ración	% de sal en la ración
Tratamiento 1	Autoconsumo	10
Tratamiento 2	Diaria de lunes a viernes	0,5
Tratamiento 3	Diaria de lunes a viernes	10

Cada tratamiento contó con un área de pastoreo de 4 ha y 10 animales (2,5 animales/ha). El sistema de pastoreo fue en franjas semanales con una asignación diaria de forraje de 3,0 % del peso vivo. El nivel de asignación se ajustó en función de la calidad del forraje ofrecido.

Los animales se pesaron cada 14 días. Al inicio y fin del experimento se determinó el área de ojo de bife (cm^2) y el espesor de grasa subcutánea (mm) en todos los animales mediante ultrasonido. En la pastura se midió altura (cm.), disponibilidad de forraje (kg/ha MS), y cobertura del suelo (%) a la entrada y salida de los animales en cada franja de pastoreo. Se estimó el consumo de forraje por franja en función del forraje desaparecido. En la mitad del periodo experimental, se tomaron muestras de forraje y del suplemento por

tratamiento para el análisis del valor nutritivo de la pastura (Laboratorio de Nutrición Animal, INIA La Estanzuela).

La ración empleada fue de origen comercial destinada para terminación de novillos (10% de proteína) la cual se suministró a razón de 1% del peso vivo. Se utilizaron 2 tipos de suplemento, dependiendo del tratamiento: ración de autoconsumo con 10% de sal (tratamientos 1 y 3), y ración con 0,5% de sal (tratamiento 2). El Cuadro 2 detalla el valor nutritivo de las raciones. Para el caso del autoconsumo, el comedero se cargó cada 14 días con la cantidad de ración correspondiente al 1% de PV por animal. En los tratamientos de suplementación infrecuente el suplemento se entregó diariamente de lunes a viernes al 1,4% del PV (equivalente a 1% del PV de lunes a domingo).

Cuadro 2. Valor nutritivo de las raciones utilizadas (Laboratorio Nutrición Animal, INIA LE)

	Ración sin sal adicional	Ración con sal adicional
Proteína cruda, %	11,6	9,8
Fibra detergente ácida, %	10,4	9,4
Fibra detergente neutro, %	23,5	19,3
Cenizas, %	10,0	16,4

Diariamente se inspeccionaba el comedero de autoconsumo para registrar el día en que se terminaba la ración y de esa manera realizar una estimación del consumo diario

del suplemento. En los tratamientos con suplementación diaria, 2 veces por semana se registraba el tiempo en que los animales demoraban en consumir la ración.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Pasturas

La disponibilidad promedio de forraje fue de 4.082, 4.037, y 4.974 kg/ha de MS, para los tratamientos de ración diaria sin sal adicional, autoconsumo y ración diaria con sal al 10%, respectivamente ($P > 0,05$). El Cuadro 3 muestra los resultados de utilización de la pastura. El tamaño promedio de franja fue de 2550 m² (0,255 ha) con un tiempo de perma-

nencia de 7 días y una utilización promedio del forraje ofrecido del 47% ($P > 0,05$). La dotación instantánea en cada franja fue de 39 novillos/ha. La única diferencia significativa que se registró entre tratamientos correspondió al porcentaje de suelo cubierto. La heterogeneidad en la cobertura del suelo es algo típico de las praderas sobre rastrojos de arroz, fundamentalmente debido a las huellas producidas durante la cosecha del cultivo y al pisoteo de los animales fundamentalmente durante el otoño e invierno.

Cuadro 3. Características del forraje ofrecido y rechazado

	Ración diaria sin sal adicional	Autoconsumo	Ración diaria con sal adicional	Prob. ¹
Nº franjas	10	10	10	
Días de ocupación por franja	7	7	7	
Superficie por franja, m ²	2666 ± 783	2925 ± 1014	2059 ± 588	ns
Disponibles				
Forraje total por franja, kg MS	1076 ± 194	1152 ± 205	1015 ± 162	ns
Altura, cm.	45,2 ± 8,1	41,1 ± 8,0	44,4 ± 7,0	ns
Cobertura del suelo, %	82 ^{ab} ± 7	79 ^a ± 4	88 ^b ± 5	0,008
Rechazo				
Forraje total por franja, kg MS	614 ± 237	620 ± 232	481 ± 97	ns
Altura, cm.	18,8 ± 2,1	18,5 ± 5,1	21,1 ± 6,5	ns
Cobertura del suelo, %	29 ± 9	32 ± 17	36 ± 22	ns
Utilización forraje, %	44 ± 14	46 ± 16	52 ± 9	ns

Referencias: ^a^b: letras diferentes en una misma fila indica diferencias significativas ($P < 0.05$)

¹ ns: no significativo

En términos generales no hubo diferencias en la calidad del forraje ofrecido entre tratamientos (Cuadro 4). La baja calidad del forraje estuvo explicada por el alto componente de restos secos aportados por la fracción raigrás

y por las gramíneas nativas que al momento del muestreo (enero) ya habían completado su ciclo y/o estaban en etapas avanzadas de madurez.

Cuadro 4. Valor nutritivo (en porcentaje) de la base forrajera a la mitad del experimento (enero 2007)

	Ración diaria sin sal adicional	Autoconsumo	Ración diaria con sal adicional
Proteína cruda	11,3	11,4	11,1
Digestibilidad	51,7	53,5	55,8
Fibra detergente ácida	52,5	50,0	48,7
Fibra detergente neutro	71,5	71,0	69,7
Cenizas	11,2	12,4	12,5

Considerando el forraje desaparecido por franja y el tiempo de permanencia en cada franja se calculó el consumo promedio de forraje (Cuadro 5). Para esta estimación, no hubieron diferencias significativas entre tratamientos, aunque los animales suple-

mentados con ración diaria sin sal adicional consumieron menos forraje tanto en términos absolutos como relativos al peso vivo. Se destaca la mayor variación en el consumo diario de forraje de los animales en régimen de autoconsumo.

Cuadro 5. Estimación del consumo de forraje durante el periodo experimental.

	Ración diaria sin sal adicional	Autoconsumo	Ración diaria con sal adicional
kg. MS/a/día	6,5 ± 1,4	7,8 ± 3,4	7,6 ± 1,9
% del PV	1,63 ± 0,38	1,98 ± 0,86	1,97 ± 0,47

2. Consumo de ración

El consumo total de ración por tratamiento fue de 2.816 kg (ración diaria sin sal adicional), 2.890 kg (autoconsumo) y 2.816 kg (ración diaria con sal al 10%). En los tratamientos de suplementación diaria la ración se suministró de lunes a viernes, por lo cual el consumo efectivo de ración en los días de suministro correspondió a un 1,4% del peso vivo (5,6 kg/animal/día). En el caso del tratamiento de autoconsumo, si bien el comedero se recargó en la mayoría de las ocasiones cada 14 días a una asignación de ración de 1,0% de peso vivo, en promedio a los 8 días post-carga ya no había ración en el comedero. Esto determinó que el consumo diario de ración en dicho tratamiento fue en el entorno de 1,75% del peso vivo (6,9 kg/animal/día).

Dentro de los tratamientos con suplementación diaria, los animales que tenían acceso a ración sin sal adicional consumían toda la ración en menos de 2 horas luego de haber sido suministrada. Solo en un día de observación, de un total de 18 días, los animales demoraron más de dos horas (2 h 15 min.) en consumir la totalidad de la ración ofrecida (Figura 1b). Por el contrario, los animales que consumían diariamente ración con sal al 10% en la mayoría de los días de observación (78%) demoraron más de 4 horas en consumir lo ofrecido (Figura 1a). La sal en pequeñas cantidades dentro de la ración aumenta la palatabilidad del suplemento, sin embargo, cuando se encuentra en una mayor proporción (como en las raciones de autoconsumo) actúa como limitador del consumo de ración.

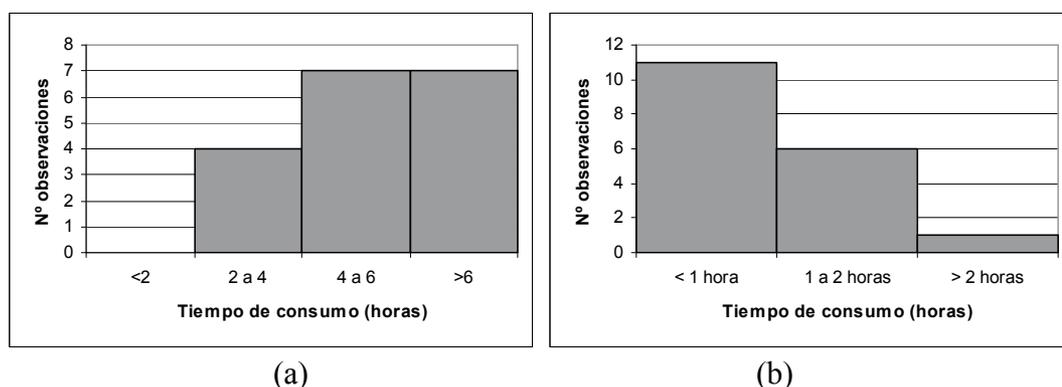


Figura 1. Tiempo de consumo de la ración con sal al 0,5%(a) y sin sal al 10%(b) ofrecidas diariamente (Nº observaciones: 18 días).

El consumo total de sal por animal durante el periodo experimental fue de 1,3 kg (ración diaria con sal al 0,5%), 26,0 kg (autoconsumo) y 26,0 kg (ración diaria con sal al 10%). Si bien los animales en los tratamientos que utilizaron ración con sal consumieron la misma cantidad total de sal, la distribución del consumo fue diferente (de lunes a viernes en el tratamiento de suplementación diaria, y dentro de los 8 días posteriores a cada llenado del comedero de autoconsumo).

3. Producción animal

En términos generales el desempeño productivo de los animales estuvo por debajo de las expectativas (Cuadro 6). La baja calidad

de la base forrajera y las condiciones ambientales del verano afectaron la respuesta animal a la suplementación.

Los animales del tratamiento de ración diaria sin sal registraron una ganancia diaria de peso significativamente mayor que la registrada por los animales del tratamiento de ración diaria con sal. Los animales suplementados en régimen de autoconsumo (Figura 2) obtuvieron un desempeño productivo intermedio. Como consecuencia, la producción de carne por superficie fue un 21% y 32% menor en los tratamientos de autoconsumo y ración diaria con sal al 10%, respectivamente, comparado con el tratamiento de ración diaria con sal al 0,5 (120 Kg. PV/ha).

Cuadro 6. Desempeño productivo de novillos según tratamiento.

	Ración diaria sin sal adicional	Autoconsumo	Ración diaria con sal adicional
Peso inicial (kg)	373,8 ^a ± 46	373,6 ^a ± 41	373,3 ^a ± 37
Peso final (kg)	421,8 ^a ± 52	411,8 ^a ± 37	405,7 ^a ± 28
Ganancia diaria (kg/animal)	0,656 ^a ± 0,224	0,523 ^{ab} ± 0,170	0,444 ^b ± 0,170
Producción peso vivo (kg/ha)	120	95	81

^{a,b}: letras diferentes en una misma fila indica diferencias significativas (P < 0.05)

El consumo estimado promedio de materia seca (forraje + ración) por animal fue de 2,6; 2,9 y 2,9 % del peso vivo, para los tratamientos de ración diaria sin sal adicional, autoconsumo y ración diaria con sal adicional, respectivamente. El menor consumo total, expresado en % del peso vivo, de los animales con acceso a ración diaria sin adición de sal estuvo explicado por el menor consumo de forraje (ver sección utilización del forraje). Los animales con acceso a ración diaria sin

sal adicional consumieron menos materia seca total y, sin embargo, registraron mayores ganancias de peso vivo que los animales en los demás tratamientos, por lo tanto presentaron una mayor eficiencia de conversión del alimento a carne. La eficiencia de conversión estimada (kg MS consumido/kg PV agregado) fue de 15, 22 y 25, para los tratamientos de ración diaria sin agregado de sal, autoconsumo y ración diaria con sal adicional, respectivamente.

4. Registros de ultrasonografía

La ultrasonografía es una técnica no destructiva que permite cuantificar los tejidos musculares y grasos del animal en vivo. No hubo diferencias significativas en la evolución del espesor de grasa subcutánea (EGS) ni en el crecimiento del área de ojo del bife (AOB) en los animales entre tratamientos (Cuadro 7).

En promedio el incremento por animal fue de 7,4 cm² en AOB y 1,26 mm en EGS durante los 73 días del ensayo. A pesar que los animales dentro del tratamiento de ración diaria sin sal incrementaron su espesor de grasa en 1,57 mm comparado con un incremento de 0,79 mm en los animales en régimen de autoconsumo, dicha diferencia no resultó estadísticamente significativa (P = 0,26).



Figura 2. Novillos suplementados en régimen de autoconsumo.

104

Cuadro 7. Evolución de área del ojo del bife y espesor de grasa subcutánea medida a través de ultrasonografía.

Tratamientos	Área de ojo de bife, cm ²		Espesor de grasa, mm	
	Inicio	Fin	Inicio	Fin
Ración diaria sin sal adicional (0.5%)	49,3 ^a ± 5,8	55,5 ^a ± 3,5	3,08 ^a ± 0,47	4,64 ^a ± 1,19
Autoconsumo	48,9 ^a ± 3,7	56,0 ^a ± 2,7	3,26 ^a ± 0,60	4,05 ^a ± 1,00
Ración diaria con sal adicional (10%)	47,9 ^a ± 4,8	56,7 ^a ± 6,2	3,12 ^a ± 0,54	4,55 ^a ± 1,27

^a^b: letras diferentes en una misma columna indica diferencias significativas (P<0,05)

V. CONCLUSIONES

Los animales suplementados diariamente con ración sin agregado de sal registraron el mejor desempeño productivo, no sólo en

ganancia individual de peso y en producción de carne por superficie, sino también en eficiencia de conversión y en deposición de grasa.

ALTERNATIVAS DE SUPLEMENTACIÓN DE NOVILLOS

Efecto del método de entrega de la ración

J.I. Velazco¹ y P. J. Rovira²

I. RESUMEN.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar alternativas tecnológicas para la suplementación de novillos sobre praderas en sistemas de rotación con arroz, específicamente el método de entrega de la ración (autoconsumo, día por medio o diario). El trabajo se realizó en primavera de 2008 en la Unidad de Producción Arroz – Ganadería de INIA Treinta y Tres. La base forrajera utilizada fue una pradera de segundo año sembrada posteriormente a la cosecha del arroz. Se emplearon 24 novillos próximos a los dos años de edad de cruza británicas con pesos iniciales de 292 kg. El sistema de pastoreo empleado fue de franjas semanales y la asignación utilizada fue de 4% del peso vivo. El nivel de suplementación fue de 1% del peso vivo. En el caso del comedero de autoconsumo, la recarga con ración fue semanal. La disponibilidad inicial del forraje, considerando el promedio de los 3 tratamientos, fue 2076 kg/ha de MS. No se encontraron diferencias entre tratamientos para ganancia diaria de peso ni para producción por hectárea, promediando 1,437 kg/a/día y 181 kg/ha, respectivamente. Estos resultados indican que, para las condiciones del presente trabajo, no existieron diferencias significativas en el desempeño productivo de los animales entre suministro diario, infrecuente (día por medio) o autoconsumo.

II. INTRODUCCIÓN

La ganadería vacuna de carne en la región Este viene experimentando una fuerte competencia por área y demás recursos con la agricultura y la forestación. Esta realidad genera la necesidad de un uso más intensivo y eficiente de los recursos en procura de resultados económicos que permitan la mejora de la competitividad de la producción ganadera. Es así que la suplementación estratégica pasa

a tener suma importancia en los sistemas invernadores. Dicha suplementación presenta algunas dificultades operativas relacionadas al suministro diario del concentrado (mayores en las rotaciones arroz – pastura y en invierno debido al tipo de suelo que ocupan en el Este) que es necesario superar. Una alternativa de creciente adopción en la región Este es el suministro del concentrado a través de comederos de autoconsumo especialmente diseñados para tal fin.

Dicha tecnología consiste en permitir el libre acceso de los animales al comedero que entrega el alimento a medida que este es consumido. El comedero consta de una tolva cerrada (con capacidad para 2,5 toneladas de ración) y dos frentes por donde los animales acceden al consumo de la ración. La principal razón de su uso es la practicidad, viabilizando la suplementación en esquemas con dificultades operativas para la distribución diaria del alimento (ya que permite acumular en la tolva ración para varios días). La principal característica del alimento que se emplea en autoconsumo es su elevado nivel de cloruro de sodio (NaCl, sal común), componente que limita el consumo y hace viable el uso de esta tecnología. La inclusión de NaCl diluye los componentes nutricionales del suplemento ya que parte de éstos es sustituida lo que puede estar comprometiendo el desempeño productivo de los animales. Velazco y Rovira (2008) reportan una diferencia en ganancia de peso cuando compararon suplementos con diferente nivel de NaCl (idénticos niveles de suplemento diario) en favor de los animales que recibieron el suplemento con menor nivel de NaCl.

Otra posibilidad es reducir la frecuencia de suministro de la ración a través de la suplementación infrecuente. Las experiencias realizadas en INIA La Estanzuela sobre pasturas

¹ Ing. Agr., Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

² Ing. Agr., MSc., Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

mejoradas con novillos sobre año en engorde que reciben una suplementación del 1% del PV indican que espaciar la suplementación a día por medio o dar lo previsto para la semana de lunes a viernes, resulta en ganancias de peso iguales a las que se logran haciéndolo todos los días. En estas condiciones sería posible disminuir la intensidad de trabajo y costos, produciendo lo mismo.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar alternativas tecnológicas para la suplementación de novillos sobre praderas en rotación con arroz durante la primavera.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó entre el 29 de setiembre y el 1° de diciembre de 2008 en la Unidad Experimental Paso de la Laguna (INIA Treinta

y Tres) dentro de la Unidad de Producción Arroz – Ganadería. La base forrajera utilizada fue una pradera de segundo año sembrada en otoño de 2007 por avión posteriormente a la cosecha del arroz. La mezcla estuvo compuesta por 3 kg de *Trifolium repens* (trébol blanco cv. Zapicán), 6 kg de *Lotus corniculatus* (cv. INIA Draco) y 15 kg de *Lolium multiflorum* (raigrás cv. LE 284) sin fertilización de base y con una refertilización en otoño de 2008. Se emplearon 24 novillos haciendo los dos años de edad de razas británicas y sus cruza con $292,5 \pm 18,1$ kg de peso vivo inicial (lleno). Cada tratamiento ocupó 4 hectáreas y 8 novillos (2 nov./ha). El sistema de pastoreo fue de franjas semanales y la asignación utilizada fue del 4% del peso vivo con cortes de pastura al ras. El diseño fue completamente al azar con 3 tratamientos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos

Tratamiento	Nivel de suplementación	Frecuencia de entrega del suplemento	NaCl adicional
Autoconsumo	1% del PV	Recarga semanal	Sí (hasta llegar al 10%)
Día por medio	1% del PV	Cada 48 horas	No
Diario	1% del PV	Cada 24 horas	No

El suplemento empleado fue ración comercial para engorde de novillos (10% PC) y se suministró a razón del 1% del peso vivo diario. Para el autoconsumo se elevó el nivel de NaCl hasta el 10% por lo que el nivel de suplemento diario fue para este tratamiento mayor (si se considera la formulación con 10% de sal). De esta forma, se ofreció la misma cantidad de suplemento base (con 0,5% de NaCl) a los tres tratamientos. Para el caso del autoconsumo la recarga fue semanal con la cantidad de suplemento necesaria para una semana de suplementación al 1% del peso vivo (calculado sobre la ración base con 0,5%). Ambas raciones (0,5 y 10% de NaCl) fueron analizadas en el Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela.

Para los tratamientos 2 y 3 (suministro cada 48 y 24 horas respectivamente) se

empleó la ración base con 0.5% de NaCl en su formulación y se entregó el suplemento temprano en la mañana. Los animales de los tres tratamientos contaron con agua de buena calidad y abundante. La sanidad realizada es la comúnmente aplicada en la Unidad de Producción Arroz – Ganadería.

En la pastura y a lo largo de todo el período experimental se registró disponibilidad de forraje con frecuencia semanal (previo al ingreso a cada franja), remanente (a la salida de cada franja), altura del tapiz y porcentaje de cobertura del suelo (tanto al ingreso como a la salida de cada franja). En la totalidad de las muestras se determinó contenido de Materia Seca (en estufa de aire forzado a 60 °C).

Los animales fueron pesados al inicio del período experimental y posteriormente cada

14 días sin ayuno previo y a la primera hora de la mañana. Para el autoconsumo se registró el tiempo que insumió a los novillos consumir la totalidad del alimento ofrecido (tiempo desde la carga hasta la descarga total de la tolva).

A los efectos de calcular la eficiencia de conversión del suplemento en producto animal (kg de suplemento necesarios para aumenta 1 kg de peso adicional) se agregó a la evaluación un lote testigo que se manejó en idénticas condiciones de pastoreo (franja semanal) y asignación (4% del PV con cortes al ras) en el mismo potrero durante los últimos 28 días (correspondientes a 3 registros). Los animales empleados fueron del mismo origen y edad que los correspondientes a los tratamientos.

Para el análisis estadístico de la información se utilizó el programa GLM del paquete SAS.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Pasturas

La disponibilidad inicial del forraje, considerando el promedio de la totalidad de los disponibles iniciales, fue de 2076 kg/ha de materia seca (MS). A lo largo del período experimental los disponibles fueron aumentando, lo que se explica básicamente por las condiciones ambientales (primavera) y la mezcla forrajera empleada. El Cuadro 2 resume las características del forraje ofrecido, el forraje remanente y una estimación del forraje desaparecido (estimación que no tiene en cuenta el crecimiento de la pastura que se puede dar durante la semana). No existieron diferencias significativas ($P > 0,05$) en la cantidad de forraje al ingreso a las franjas, tampoco en lo que refiere a altura promedio ni a forraje remanente. Las parcelas tuvieron períodos de ocupación de 7 días y la carga instantánea promedio fue superior a los 20 novillos/ha.

Cuadro 2. Características del forraje ofrecido y rechazado.

	Autoconsumo	Día por medio	Diario	Prob. ¹
Disponible				
Forraje total (kg/ha de MS)	2063,5	2213,3	1951,0	ns
Altura (cm)	17,3	17,1	17,0	ns
Cobertura del suelo (%)	70,5	75,4	69,9	ns
Rechazo				ns
Forraje total (kg/ha de MS)	788,6	936,5	824,3	ns
Altura (cm)	6,6	7,4	6,0	ns
Cobertura del suelo (%)	33,4	29,8	29,8	ns
Forraje desaparecido (% del disponible)	56,5	54,9	51,3	ns

Referencias: ¹: ns = no significativo ($P > 0,05$)

El forraje desaparecido no fue diferente entre tratamientos ($P = 0,88$) situándose por encima del 50%. Asumiendo que el forraje desaparecido es un indicador indirecto de la utilización, se podría afirmar que no existieron

diferencias tampoco en la utilización del forraje ofrecido. En el Cuadro 3 se muestra una aproximación a lo que podría ser el consumo por animal y por día entre tratamientos.

Cuadro 3. Estimación de consumo de forraje (en base al desaparecido) durante el período experimental.

	Autoconsumo	Día por medio	diario
kg/animal/día de MS	8,20	8,09	7,82
% del PV	2,47	2,31	2,30

2. Consumo de ración

El consumo total de ración por tratamiento fue de 1807 kg (autoconsumo), 1696 (día por medio) y 1666 (diario). La diferencia que

existió entre autoconsumo y los restantes tratamientos correspondió al agregado de NaCl (10% vs 0,5% respectivamente). Cuando se corrige a nivel de NaCl fijo (0,5%) los consumos se igualan (Cuadro 4).

Cuadro 4. Consumo de suplemento durante el período experimental ajustando el suplemento al 0,5% de NaCl.

	Autoconsumo	Día por medio	Diario
Kg./animal/día de MS	3,24	3,37	3,31
% del PV	0,98	0,96	0,98

Si bien el consumo diario fue calculado en base al número de días y la cantidad de suplemento empleada por tratamiento, la frecuencia de suministro hizo que los animales consumieran el suplemento a tasas diferentes. Para autoconsumo (recarga semanal) los animales necesitaron 4,4 días en promedio para vaciar el comedero por lo que la tasa de consumo fue de 1,75 % del PV. Para día por medio y diario los animales consumieron la totalidad del concentrado el mismo día que se entregaba; considerando la frecuencia de suplementación (48 y 24 hs) las tasas de consumo fueron del 1,92 y 0,98% del peso vivo para día por medio y diario respectivamente.

El consumo en autoconsumo fue variando a lo largo del período experimental sin un patrón claro (similar resultado a los reportados en la bibliografía para trabajos con NaCl como limitador del consumo). En la Figura 1, se muestra el tiempo necesario para consumir la totalidad del alimento ofrecido para el autoconsumo a lo largo de las 9 semanas de evaluación. Si bien el tiempo promedio de consumo en el autoconsumo fue de 4,4 días, a lo largo del período experimental se observaron variaciones importantes entre semanas.

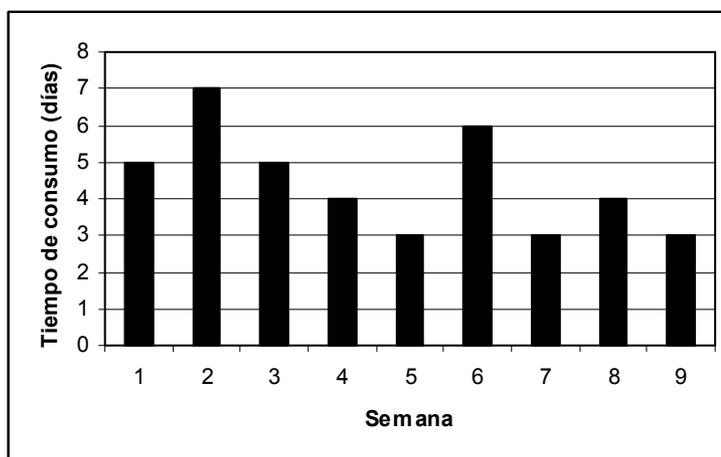


Figura 1. Tiempo de consumo del suplemento ofrecido en autoconsumo con recarga semanal.

La calidad de las raciones empleadas fue valorada en el Laboratorio de Nutrición Animal de INIA La Estanzuela y se presenta en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Calidad de las raciones empleadas en el experimento.

	0,5% de NaCl	10% de NaCl
Proteína Cruda (%)	10,74	10,85
Digestibilidad de la Materia Orgánica (%)	77,76	78,61
Fibra Detergente Ácido (%)	11,73	9,23
Fibra Detergente Neutro (%)	29,0	24,59
Cenizas (%)	10,63	19,22

3. Producción animal

El desempeño productivo de los animales estuvo acorde con las expectativas. La calidad de la base forrajera (pradera de segundo año) (Figura 2) y las condiciones ambientales determinaron que la respuesta animal a la su-

plementación fuese la esperada. En el Cuadro 6 se presenta el resumen de los resultados productivos en lo que a producción animal refiere. No existieron diferencias significativas entre los tratamientos para las variables peso vivo final, ganancia media diaria y producción por hectárea.

Cuadro 6. Desempeño productivo de los novillos según tratamiento (\pm desvío estándar)

	Autoconsumo	Día por medio	Diario	Prob.
Peso inicial (kg)	290,0 (\pm 19,2)	295,9 (\pm 21,8)	291,6 (\pm 14,5)	0,81
Peso final (kg)	376,1 (\pm 18,2)	389,4 (\pm 23,8)	382,9 (\pm 14,1)	0,40
Ganancia (kg/a/día)	1,37	1,49	1,45	0,50
Producción (kg/ha)	172,2	187	182,6	0,50

A los efectos de cuantificar el efecto de la suplementación en la ganancia de peso se incorporó un lote testigo no suplementado que pastoreó la misma pradera con idéntico manejo del pastoreo y asignación durante cuatro semanas. Considerando el lote testigo y las ganancias de peso de los animales suplementados se calcularon las eficiencias de conversión para los tres tratamientos. La ganancia media diaria del lote a pasto fue de 0,82 kg/an/día. Dicha ganancia se sitúa dentro de la previsión para la asignación manejada y la categoría animal. La eficiencia de conversión fue: 6,52 para autoconsumo, 5,03 para

día por medio y 5,25 para diario. Los valores indican la cantidad de suplemento necesaria para producir 1 kg de peso vivo adicional a lo que producen los animales pastoreando sin suplemento (lote testigo). Estas eficiencias de conversión aplican para las condiciones del presente trabajo (tipo de pastura, sistema de pastoreo, categoría animal, nivel de suplementación y asignación de forraje). Para los tres casos resultan eficiencias buenas y la diferencia existente entre autoconsumo con los restantes tratamientos se explica por el nivel de NaCl incremental en autoconsumo.



Figura 2. Pastoreo en franjas de pradera de 2º año durante el ensayo.

V. CONCLUSIONES

No se encontraron diferencias entre tratamientos para ganancia diaria ni producción por hectárea. Estos resultados indican que,

para las condiciones del presente trabajo, no existieron diferencias en desempeño productivo entre suministro diario, infrecuente (día por medio) o autoconsumo.

Bibliografía consultada en los trabajos analíticos en bovinos para carne

BIBLIOGRAFÍA

Beck P., Gunter S., Philips M., y Cassida, K. 1999. Escape protein for growing cattle grazing stockpiled tall fescue. In: Arkansas Animal Science Department Report 1999. Department of Animal Science, University of Arkansas, USA. pp.116-119.

Bonilla O. R., y Grierson, J. A. 1982. Un sistema de producción de carne en rotación con arroz. Centro de Investigaciones Agrícolas "Alberto Boerger". Estación Experimental del Este. 13p.

Campos F., Terra G., Santamarina I. y Pigurina, G. 2002. Comparación entre afrechillo de arroz y una formulación comercial como suplementos para terneras de destete pastoreando campo natural durante el invierno. Serie Actividades de Difusión 294. INIA Treinta y Tres. pp.41-55.

Cozzolino D., Pigurina G., Methol, M., Acosta Y., Mieres J. y Bassewitz, H. 1994. Guía para la alimentación de rumiantes. Serie Técnica 44. INIA La Estanzuela. 60p.

Elizalde J.C. 2003. Suplementación en condiciones de pastoreo. En: 1ª Jornada de Actualización Ganadera, Balcarce, Argentina. Consultado en marzo 2004: http://www.produccionbovina.com/informacion_tecnica/suplementacion/13-suplementacion_en_condiciones_de_pastoreo.htm

AGRADECIMIENTOS

Al personal de la Unidad Experimental Paso de la Laguna que colaboró en el desarrollo de los experimentos.

TRABAJOS ANALÍTICOS EN OVINOS

R. Bermúdez¹, O. Bonilla², P. Rovira³

I. RESUMEN.

El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la producción de carne ovina de calidad sobre raigrás (laboreo de verano) a distintas dotaciones dentro de la Unidad de Producción Arroz – Ganadería y su efecto sobre la compactación del suelo, microrelieve e implantación y rendimiento del cultivo de arroz. Adicionalmente, se caracterizó la oferta de forraje del raigrás. Las dotaciones evaluadas fueron 6, 12 y 18 corderos por hectárea en pastoreo continuo. El trabajo se realizó durante el invierno de 2000. Los animales del tratamiento de 6 corderos/ha obtuvieron las mayores ganancias diarias de peso vivo durante el período de pastoreo (0,097 kg/a/día), en tanto el tratamiento de 12 corderos/ha maximizó la producción de carne ovina por superficie (67 kg/ha). Los animales de la carga alta (18 corderos/ha) vieron resentida su performance individual, lo que incluso repercutió en una baja producción de carne por hectárea (0,008 kg/a/día y 14 kg/ha, respectivamente). El tratamiento de 6 corderos/ha presentó el 100% de las carcasas con adecuado peso, conformación y terminación. En el tratamiento de 12 corderos/ha se observaron carcasas con pesos más livianos y con falta de grasa de cobertura, lo que se agravó en las carcasas de la carga alta.

II. INTRODUCCIÓN

Como estrategia general desde el punto de vista de la producción ovina se ha establecido dentro de la UPAG el engorde de corderos sobre laboreos de verano, con compra de los animales en otoño y venta a fines de setiembre. A tales efectos en el año 2000 se llevó a cabo un ensayo que evaluó distintas cargas de corderos sobre raigrás regenerado naturalmente luego de un laboreo de verano.

El trabajo involucró aspectos de la producción animal, la caracterización de la base forrajera y los efectos en la implantación y rendimiento del cultivo de arroz.

III. OBJETIVOS

Los objetivos específicos, para los cuáles fue diseñado este trabajo experimental, fueron:

- a) Evaluar la alternativa de producción de carne ovina de calidad sobre raigrás a distintas dotaciones dentro de la Unidad de Producción Arroz - Ganadería.
- b) Analizar el efecto de la dotación sobre la compactación del suelo y microrelieve causado por el pisoteo animal y su incidencia en la implantación y rendimiento del arroz (ver sección de trabajos analíticos en arroz)
- c) Caracterizar el efecto de la carga animal sobre la base forrajera.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo se realizó entre el 26 de junio y el 2 de octubre de 2000. Se evaluaron 3 cargas (6, 12 y 18 corderos/ha) con 2 repeticiones (bloques). En todos los casos se utilizaron 4 animales/bloque y se ajustó la superficie en función del tratamiento. El pastoreo fue continuo, habiéndose registrado el peso vivo de los corderos y la disponibilidad de forraje cada 21 días.

Por las particularidades de este producto, se realizaron evaluaciones a nivel individual en todos los animales, los cuáles fueron faenados en el Frigorífico San Jacinto (FSJ; NIREA S.A.), estudiando el peso de la canal y la estimación del grado de engrasamiento a través de la variable predictora GR. Con rela-

¹ Ing. Agr., M. Phil., Programa Nacional de Pasturas y Forrajes

² Téc. Rural, Ejecutor de la UPAG hasta octubre de 2008

³ Ing. Agr., MSc., Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

ción a los estudios efectuados en la canal, se cuantificaron los cortes del trasero de mayor valor (frenched rack y pierna con cuadril sin hueso).

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Evolución del forraje disponible

En la Figura 1 se puede observar la evolución de la disponibilidad de la pastura así como la de los componentes de la misma. En general, se puede destacar que la pastura y sus componentes fueron disminuyendo su

disponibilidad durante el invierno en todas las cargas siendo mayor la disminución en las cargas más altas. A partir del 29 de agosto se registró un incremento en la disponibilidad de la pastura en la carga baja, dado fundamentalmente por un incremento importante en el aporte de la maleza, mientras que en las cargas media y alta no se registraron variaciones importantes. Esto puede ser explicado por la posibilidad de selección que tuvieron los animales en la carga baja, rechazando la maleza, mientras que en las otras dos cargas se vieron obligados a consumir los componentes gramínea natural y maleza.

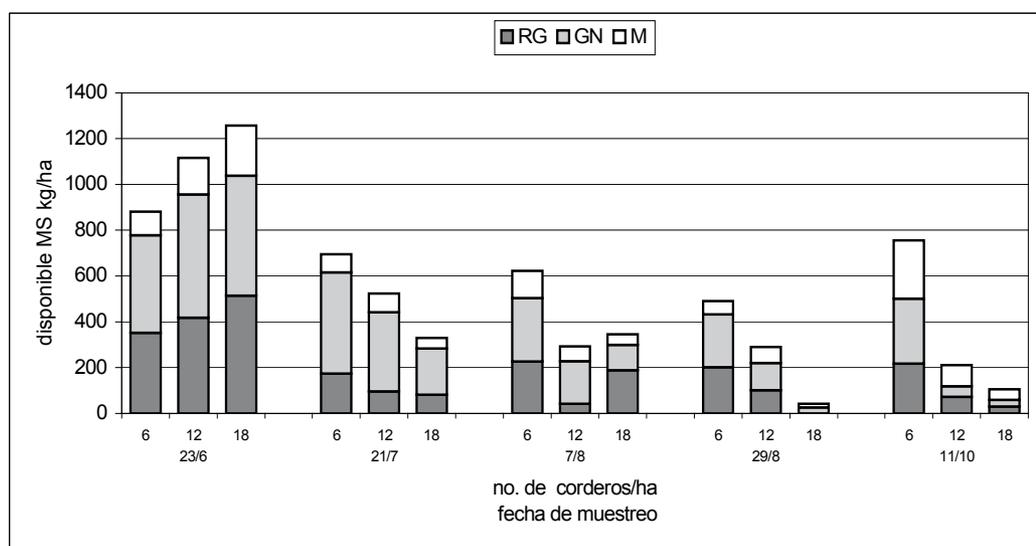


Figura 1. Evolución del forraje disponible (MS kg/ha) y sus componentes raigrás (RG), gramínea natural (GN) y maleza (M) en el período de pastoreo según las diferentes cargas (6, 12 y 18 corderos/ha).

Es importante destacar que a partir de la entrada de los corderos el forraje disponible estuvo por debajo de los 800 kg/ha de MS y llegando a valores extremos por debajo de los 200 kg/ha de MS para las dos cargas más altas al final del período de evaluación. Estos valores son extremadamente bajos a los efectos de lograr aceptables desempeños individuales, incluso con ovinos.

2. Producción animal

En el Cuadro 1 se observa el desempeño animal en los 98 días de pastoreo. La carga

baja presentó una ganancia diaria cercana a los 0,100 kg/a/día asociado a una buena condición corporal final, lo que permitió que el 100% de los corderos cumplieran con los objetivos del Operativo Cordero Pesado (más de 34 kg en el campo y CC igual o mayor a 3,5). En la carga media la ganancia diaria promedio fue de 0,057 kg/a/día, siendo más resentida la condición corporal de los corderos que en los de carga baja. Esto fue un primer indicio que a nivel industrial podría haber problemas con el grado de terminación de los animales, teniendo en cuenta que la condición corporal se asocia con el nivel de engrasamiento del

animal. Los corderos de la carga alta no lograron un buen desempeño productivo individual, lo que incluso afectó la producción de carne por hectárea.

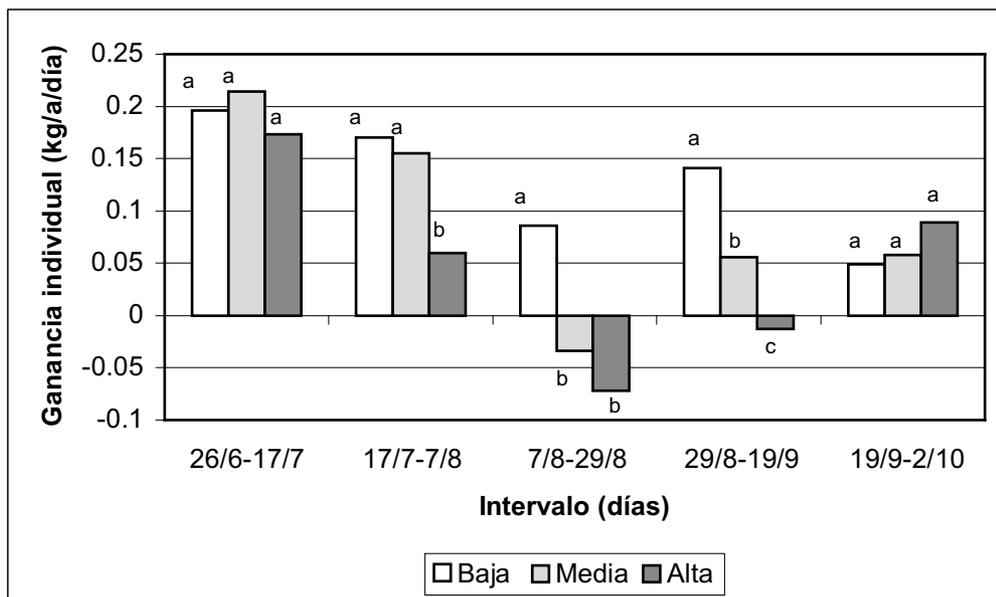
Cuadro 1. Resultados productivos durante el período de campo 26/6/00 - 2/10/00 (98 días)

	6 cord/há	12 cord/ha	18 cord/ha
Peso inicial (kg)	30,3 a	30,8 a	30,8 a
CC inicial (unidades)	2,9 a	2,9 a	2,9 a
Peso final (kg)	39,8 a	36,4 b	31,6 c
CC final (unidades)	4,2 a	3,0 b	2,6 c
Ganancia diaria (kg/a/día)	0,097 a	0,057 b	0,008 c
Lana/animal (kg)	3,58	3,31	3,47
Producción de carne (kg/ha)	57	67	14
Producción de lana (kg/ha)	21	40	62

Referencias: Valores con letras distintas en una misma fila difieren significativamente al 5% según el test de Mínima Diferencia Significativa (MDS.)

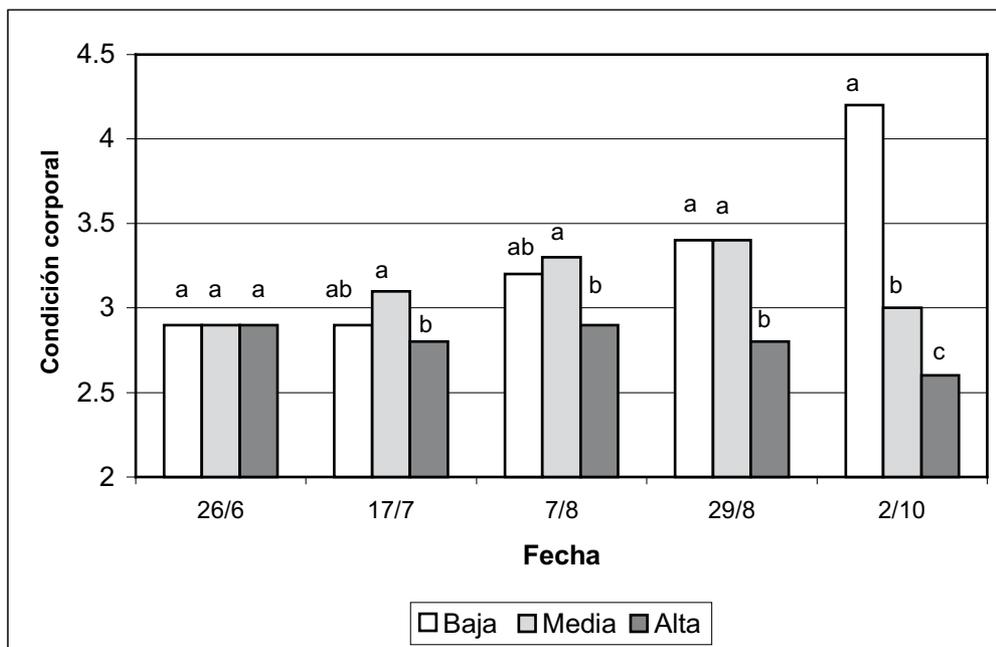
La evolución de las ganancias diarias fue diferente según el tratamiento (Figura 2). Los corderos de la carga baja presentaron ganancias diarias positivas a lo largo de todo el período experimental. En cambio, los corderos de la carga media y alta tuvieron períodos donde perdieron peso, lo que a su vez repercutió en la condición corporal (Figura 3). Por lo tanto, teniendo en cuenta los dos parámetros mínimos que requiere la industria (34 kg de peso vivo y 3,5 de condición corporal) el porcentaje de animales correctamente terminados fue: 100, 12 y 0%, para las cargas baja, media y alta, respectivamente.

Probablemente, en los períodos de pérdida de peso de los animales de la carga media y alta hubo una movilización de las reservas corporales, fundamentalmente grasa, lo que produjo el descenso de la condición corporal hacia el final del ensayo. En el último período de pastoreo se observaron ganancias diarias positivas en todos los tratamientos, que si bien no tuvieron diferencias significativas ($P > 0.05$) fueron mayores en los corderos de la carga alta, seguidos por los de la carga media, observándose un efecto compensatorio.



Referencias: Los valores con distinta letra difieren estadísticamente al 5% según test de MD.

Figura 2. Evolución de las ganancias diarias de peso vivo según tratamiento.



Referencias: Los valores con distinta letra difieren estadísticamente al 5% según test MDS.

Figura 3. Evolución de la condición corporal de los corderos según tratamiento.

3. Fase industrial

El 4 de octubre de 2000 se faenaron los corderos del ensayo en el frigorífico (Figura 4). En el Cuadro 2 se observa que los corderos de la carga baja presentaron carcasas pesadas (todas mayores de 16 kg) y con un adecuado grado de engrasamiento (entre 7 y 17 mm de GR). A medida que aumentó la carga el peso promedio de la carcasa y la profundidad de la grasa comenzaron a disminuir hasta llegar al extremo de los animales del tratamiento de 18 corderos/há, donde ninguna carcasa superó

los 16 kg ni los 6 mm de GR. El tratamiento de 12 corderos/ha presentó un desempeño intermedio. La misma tendencia se observa en la tipificación de las carcasas de los animales del ensayo realizadas por técnicos de INAC, donde la conformación muscular y la terminación disminuyen a medida que se incrementa el número de corderos/ha (Cuadro 3).

Como información adicional se anexa el rendimiento de los cortes más valiosos constituidos por el rack (bife con 8 costillas) y la pierna (Cuadro 4).



Figura 4: Canales de corderos Corriedale.

Cuadro 2. Rendimiento en Frigorífico (4/10/00).
estudiados de la productividad de los corderos.

Parámetros	Carga (C; corderos/ha)			Suplementación (S)	
	6	9	12	SI	NO
PV inicial (kg)	29,3 a	27,6 b	28,9 ab	28,2 a	29,1 a
CC inicial (unidades)	3,05 a	3,00 a	3,03 a	3,0 a	3,1 a
PV final (kg)	48,4 a	46,1 b	46,8 ab	46,9 a	47,3 a

Referencias: Los valores con distinta letra en la misma fila difieren estadísticamente al 5% según test MDS.

Cuadro 3. Tipificación de las carcasas.

	6 cord/ha	12 cord/ha	18 cord/ha
Conformación (%)			
Buena	88	75	25
Mediana	12	25	75
Terminación (%)			
Insuficiente grasa	0	12	75
Moderada grasa	100	88	25

Cuadro 4. Rendimiento en el desosado.

	6 cord/há	12 cord/ha	18 cord/ha
Desosado (kg, promedio izquierda y derecha)			
Pierna (kg)	1,837	1,640	1,365
Rack (kg)	0,383	0,361	0,328

VI. CONSIDERACIONES FINALES

Los animales del tratamiento de 6 corderos/ha obtuvieron las mayores ganancias diarias de peso vivo durante el período de pastoreo, en tanto, el tratamiento de 12 corderos/ha maximizó la producción de carne ovina por superficie. Los animales de la carga alta (18 corderos/ha) vieron resentida su performance individual lo que incluso repercutió en una baja producción de carne por hectárea.

Hacia el final del período de evaluación se produjo un descenso de la condición corporal

de los corderos de la carga media y alta lo que afectó la terminación de dichos animales.

Si el objetivo es la producción de carne ovina de calidad, con un producto final que satisfaga los requerimientos más exigentes de la industria, el tratamiento de 6 corderos/ha presentó el 100% de las carcasas con adecuado peso, conformación y terminación. En el tratamiento de 12 corderos/ha comenzaron a aparecer carcasas con pesos más livianos y falta de grasa de cobertura, lo que se agravó en las carcasas de la carga alta.

CARACTERIZACIÓN DE LA CALIDAD DE LA CANAL Y LA CARNE DE CORDEROS PESADOS Y SUPER PESADOS ROMNEY MARSH EN EL SISTEMA ARROZ-PASTURAS DE LA UPAG-INIA TREINTA Y TRES

A. Dighiero¹, F. Montossi², G. Brito³, O. Bonilla⁴ y P. Rovira⁵

I. RESUMEN.

El presente artículo resume la primera caracterización de calidad de la canal y la carne de corderos pesados y super pesados de la raza Romney Marsh provenientes de la Unidad de Producción Arroz – Ganadería (Paso de la Laguna, INIA Treinta y Tres). Los resultados que se presentarán a continuación corresponden a la faena, desosado y a las determinaciones realizadas en el Laboratorio de Tecnología de la Carne (LTC INIA Tacuarembó) en canales y carne proveniente de los corderos Romney Marsh de la UPAG, faenados el 4 de noviembre de 2003 en el marco del Operativo Cordero Pesado. Las canales calientes de los corderos super pesados fueron más pesadas (20,9 kg) y con un mayor valor de GR (10,9 mm) que las canales provenientes de los corderos pesados (17, 5 kg y 7,5 mm, respectivamente).

El porcentaje de cortes valiosos fue similar en ambos tipos de productos (promedio de 24,6%). La terneza aumentó al incrementarse el período de maduración, hasta estabilizarse luego de 10 días de transcurrido el mismo, en tanto el pH se estabilizó dentro de las 24 horas en valores de 5,6 - 5,7. Los resultados obtenidos brindan información muy auspiciosa en términos cuantitativos (peso de canal, cortes de valor, GR), como también en los aspectos de calidad de carne (terneza, color, pérdidas de agua por cocción, pH) de diferentes tipos de corderos producidos por la raza Romney Marsh.

II. INTRODUCCIÓN

El Operativo Cordero Pesado (OCP) - a partir del año 1996 -, se sustenta en un sistema de integración vertical, con contratos y requisitos preestablecidos entre productores e industria frigorífica. El éxito del negocio se mide a través de los kg./ha producidos por los animales terminados, considerando animal terminado a todo aquel que cumple con el doble requisito de peso vivo mínimo de 34 kg y terminación. Esta última es evaluada a través de la Condición Corporal, mínima de 3,5 unidades. También tiene mucha incidencia el equilibrio logrado entre la dotación empleada y el nivel de performance individual (ganancia media diaria; GMD) alcanzado.

Por las particularidades de este producto, se realizan análisis a nivel individual, estudiando el peso de la canal, la clasificación de la misma, la estimación del grado de engrasamiento a través de la variable predictora GR (Kirton et al., 1985), determinaciones in vivo (mediante el uso del ultrasonido, AOB y grasa) y posmortem (despiece de media res con hueso y media res sin hueso), logrando cuantificar en términos de cortes y/o tejidos, buscando asociaciones entre los mismos. Más recientemente, se incluyó la cuantificación de los cortes del trasero de mayor valor (frenched rack y pierna con cuadril sin hueso), los que según de los Campos et al. (2002), explican el 63% del valor bruto de la canal. Si bien el GR no es empleado en el sistema oficial obligatorio de clasificación y tipificación

¹ Ing. Agr., Programa Nacional de Producción de Carne y Lana (hasta 2003)

² Ing. Agr., PhD., Director del Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

³ Ing. Agr., MSc., PhD., Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

⁴ Téc. Rural, Ejecutor de la UPAG hasta octubre de 2008

⁵ Ing. Agr., MSc., Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

de canales ovinas vigente en Uruguay, sí lo es por parte de los mercados de carne ovina más exigentes del mundo, los que fijan rangos de aceptación y/o precios variables en función del espesor del mismo, asociado al grado de engrasamiento total de la canal. Esta realidad puede determinar que los mercados compradores de Uruguay lo demanden a futuro, lo cual puede expresar una potencial restricción de mercado.

El presente trabajo se enmarca dentro del convenio firmado por la Asociación Rural del Uruguay (ARU), la Sociedad de Criadores de Romney del Uruguay (SCRU) y el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) en el año 2003. Los objetivos generales de este Convenio fueron contribuir al aumento de la eficiencia productiva y calidad de los productos (carne y lana) de la raza Romney, a través de la implementación de planes de investigación, teniendo en cuenta los requerimientos de las cadenas productivas textil y cárnica, así como los consumidores locales y extranjeros.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

En el ejercicio 2003 se relevó la información de faena de los corderos proveniente de la UPAG. Las determinaciones realizadas fueron:

a) CANAL: peso de canal caliente y fría, GR, grado según el Sistema Oficial de Clasificación y Tipificación de Canales Ovinas (Convenio INIA-INAC, 1998);

b) CORTES: peso de la pierna con cuadril sin hueso y del frenched rack (procesados según estándares de producción del FSJ);

c) CARNE: evolución del pH y la temperatura luego de 1, 3 y 24 horas de la faena

sobre el músculo Longissimus dorsi y área de ojo de bife (AOB; cm²) mediante la técnica de cuadrícula, en el FSJ. A nivel del Laboratorio de Tecnología de la Carne (LTC), se determinó el color del músculo y la grasa (mediante colorímetro), la fuerza de desgarramiento y la pérdida de agua debida a la cocción, para 5 períodos de maduración de la carne (2, 5, 7, 10 y 15 días pos faena), conservando la carne a una temperatura entre 2 y 4 °C.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan a continuación, corresponden a la caracterización de la faena y desosado, y a las determinaciones del LTC, realizadas sobre las canales y carne proveniente de los corderos Romney Marsh de la UPAG, faenados el 4 de noviembre de 2003 en el Frigorífico San Jacinto (FSJ; NI-REA S.A.).

En el Cuadro 1, se presentan las principales variables relevadas en el frigorífico, a nivel de faena y desosado. Cabe destacar que los resultados corresponden a 40 corderos (machos castrados) que fueron elegidos de manera representativa del lote de corderos en engorde de la UPAG. Los mismos tenían al momento de faena un crecimiento de lana de 50 días. Se destaca el alto peso vivo final y la alta dispersión del mismo, por lo cual, para su análisis, se evaluarán los mismos en 2 lotes de 20 corderos cada uno. Estos representan 2 tipos de producto, los corderos "Pesados" (34 a 45 kg de PV) y los corderos "Super Pesados" (mayor a 45 kg de PV). Estos lotes se mantienen para el análisis de la información generada, presentando también los resultados del lote que integró todos los animales de faena (pesados + superpesados) de la UPAG ("Todos").

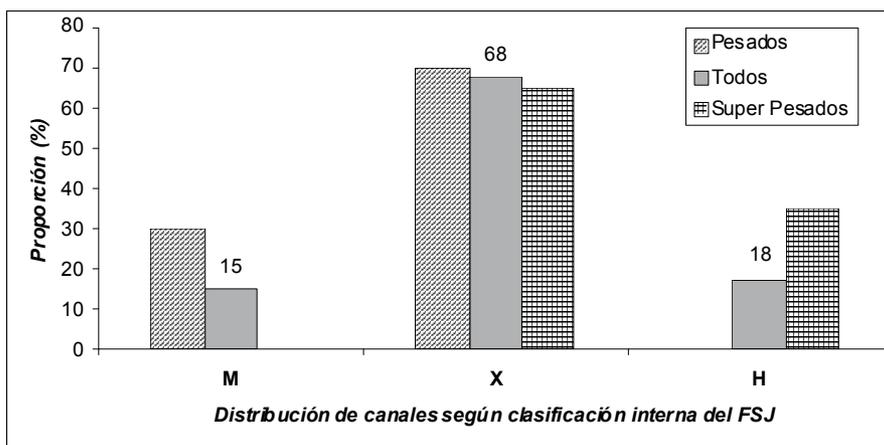
Cuadro 1. Principales variables relevadas a nivel de faena y desosado según tipo de producto.

Variable	Todos	Pesados	Super Pesados
PVF UPAG (kg)	45,2 ± 5,0	40,9 ± 2,2	49,6 ± 2,7
PVF FSJ (kg)	40,0	s/i	s/i
PCC (kg)	19,2 ± 2,2	17,5 ± 1,3	20,9 ± 1,5
PCF (kg)	19,1 ± 2,3	17,1 ± 1,2	20,8 ± 1,6
GR (mm)	9,2 ± 3,3	7,5 ± 3,0	10,9 ± 2,8
Pierna c/c s/h (kg)	3,715 ± 0,480	3,348 ± 0,309	4,082 ± 0,307
Frenched Rack (kg)	1,013 ± 0,130	0,905 ± 0,064	1,121 ± 0,077
Cortes Valor (%)	24,6 ± 0,68	24,3 ± 0,9	24,9 ± 0,6
AOB (cm ²)	10,88 ± 1,65	9,96 ± 1,04	11,80 ± 1,65

Referencias: PVF = Peso vivo final (en establecimiento -UPAG o planta de faena -FSJ); PCC = Peso de Canal Caliente; PCF = Peso de Canal Fría; **Pierna c/c s/h** = Pierna con cuadril sin hueso; **Cortes Valor** = sumatoria de los cortes de mayor valor comercial, Pierna c/c s/h y Frenched Rack, expresados como porcentaje del PCC y **s/i** = Sin información.

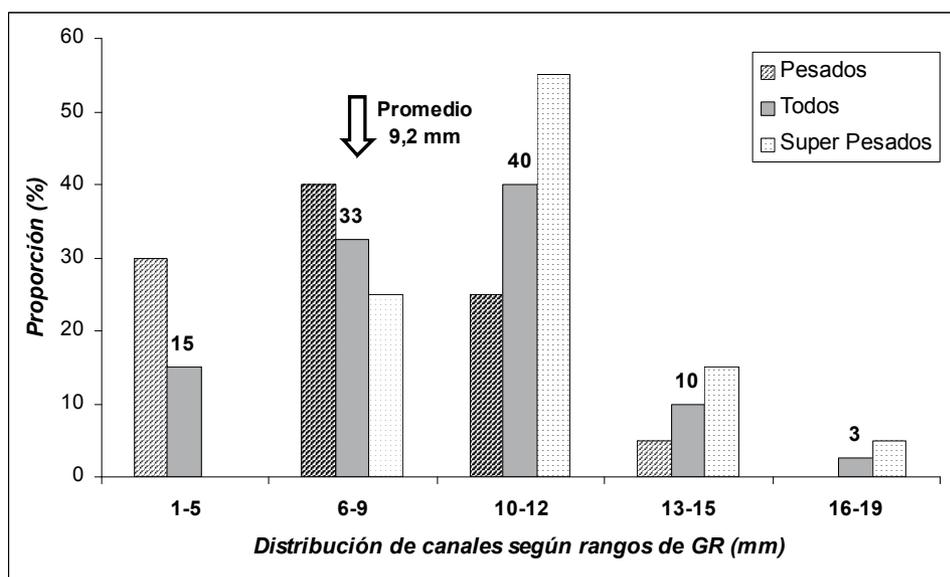
Se destacan los altos pesos de canal obtenidos, lo que permitió acceder a las categorías de canal mejor pagas por la industria (FSJ), categorías X y H (Figura 1). Este sistema de clasificación agrupa las canales en categorías, según su peso (caliente) y tipificación (conformación y terminación) recibida por las mismas. Este considera rangos, los que se clasifican como: L (<13,4 kg), M (13,4-16,4 kg), X (16,5-20,5 kg) y H (>20,5 kg). En la Figura 1, también se observa que para el caso del lote de corderos Pesados, el 30% de las canales fue clasificada dentro de la categoría M, producto esta de corderos de peso vivo inferior a 39 kg en el campo. En el caso de los Super Pesados, ninguno fue clasificado como M (debido a su alto PCC), mientras que el 35% fue clasificado como H. Del lote total, el 85% accedió a las categorías de mayor valor unitario/kg canal. De este modo, el peso final de los corderos en el establecimiento es una información valiosa para el manejo, que segrega valor (categorías de canal), asociado al objetivo de producción que cada productor se planteó. La cantidad de días de crecimiento de lana (transcurridos entre la esquila y el embarque) y la terminación (condición corporal), complementan el correcto entendimiento del PVF como mecanismo para segregar categorías de canales y con esto el resultado económico del negocio.

Relativo a la merma por frío (diferencia entre PCC y PCF), se observa que los corderos Pesados mermaron un 2.1%, mientras que los Super Pesados tan solo 0.7%, para un promedio de la población bajo estudio de 0.8%. Este resultado puede ser debido a las diferencias en cobertura de grasa (GR) y PCC entre grupos, factor que explica el enfriamiento diferencial entre canales (Figura 6). La carencia o el exceso de cobertura de grasa de una canal pueden ser penalizados (económicamente), encontrándose los límites aceptables por el mercado entre 5-6 mm y 12-15 mm (NSWA, 1991; NZMPB, 1995), respectivamente (Figura 2). Teniendo en cuenta estos límites, se observa que el 73 u 83% de las canales presentó un nivel adecuado de terminación, según se considere 12 o 15 mm como extremo superior. Se destaca el bajo valor promedio de GR (9.2 mm), pese al alto peso de las canales logradas. Nuevamente se observan variaciones entre tipos de producto, donde las canales provenientes de los corderos Pesados tendieron a ser más magras que aquellas de los Super Pesados. De todos modos, es importante destacar que otros biotipos o razas -a similares pesos de canales-, presentan grados de engrasamiento superiores a los encontrados en este caso.



Referencias: Los valores numéricos que se presentan en la Figura 1, corresponden al lote "Todos".

Figura 1. Histograma de frecuencias (%) del PCC, según el sistema de clasificación interno de comercialización utilizado por el FSJ, para los distintos tipos de productos y el total de la muestra.



Referencias: Los valores numéricos que se presentan en la Figura 2, corresponden al lote "Todos".

Figura 2. Histograma de frecuencias (%) del espesor de tejido en el punto GR, según rangos, para los distintos tipos de productos y el total de la muestra.

El área de ojo de bife (AOB) fue calculado a través de la técnica de cuadrícula, siendo difícil encontrar rangos de aceptación para esta variable en la bibliografía internacional, dado los constantes cambios en los mercados y la variabilidad entre estos. En la Figura 3, se presenta la variación individual para cada tipo de producto, en comparación con el AOB mínima requerida, calculada según la ecuación

propuesta por Burson y Doane (2001), la que utiliza el peso de canal caliente como variable predictiva. En función de la misma, se observa que la mayoría de los corderos presenta una adecuada relación de muscularidad para el PCC logrado, superando el valor mínimo, entre los que se destacan los corderos pertenecientes a los Super Pesados, donde la mayoría logró cumplir los requisitos.

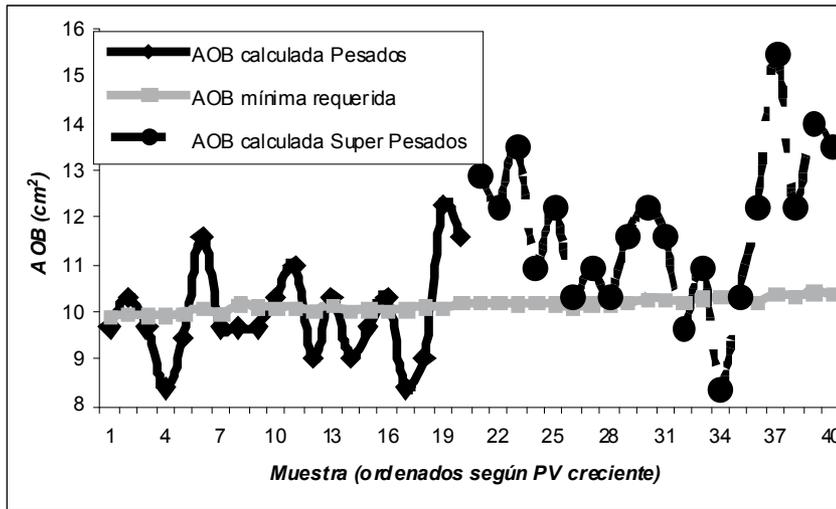
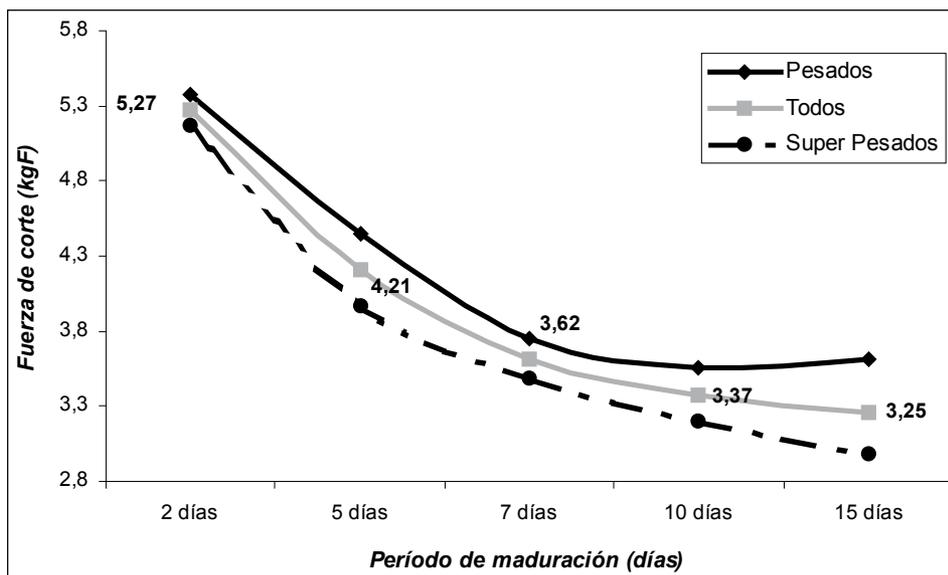


Figura 3. Área de Ojo de Bife (cm²) calculada y valor mínimo requerido en función del peso de canal caliente, para los distintos tipos de producto.

En lo que respecta a la terneza o fuerza de corte, se observa que la misma se mejora al incrementarse el período de maduración, hasta estabilizarse luego de 10 días de transcurrido el mismo (Figura 4). Los valores obtenidos son superiores (menos tiernos) a los encontrados a nivel nacional (Brito et al., 2002; Montossi et al., 2003; Dighiero et al., sin publicar), abarcando estos estudios, un amplio rango de pesos de canal y genotipos. En términos promedio, los mismos son aceptables (considerando como límite superior -para ser considerado tierno- 4.5 kgF) desde 5 días de maduración en adelante, donde el 68% de los corderos se encontraba por debajo de este límite (promediando 3.47 kgF), distribuidos uniformemente entre tipos de producto. Si analizamos las variaciones debidas al tipo de producto, se observa que en el caso de los corderos Pesados, la terneza tiende a estabilizarse a partir de los 7 días

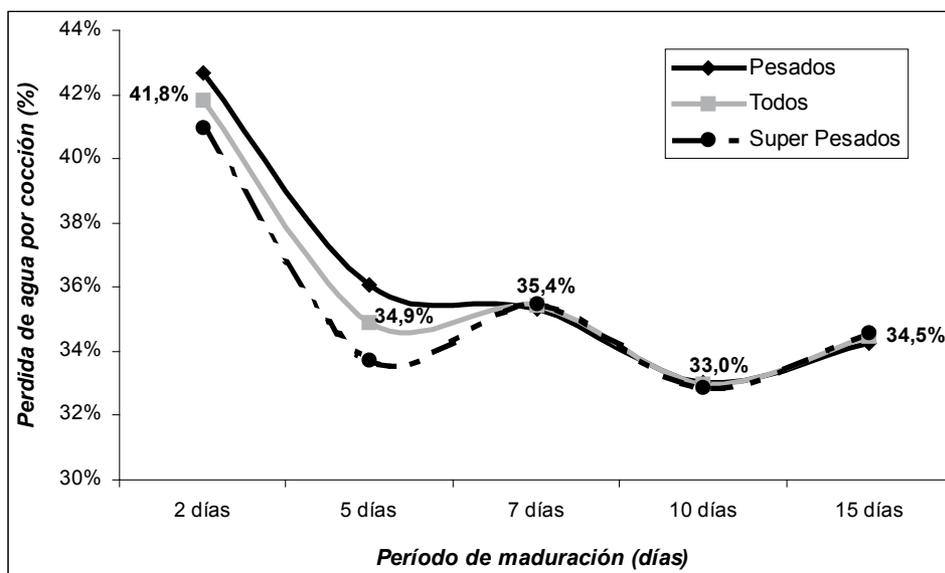
de maduración (lo que podría implicar que no es necesario períodos mayores a este), mientras que en el caso de canales de mayor peso (Super Pesados), el hecho de prolongar este período, continua siendo beneficioso en términos de mejora de la terneza.

La pérdida de agua debido a la cocción, es un indicador de la capacidad de retención de agua (CRA) de las fibras musculares, y en la medida que la CRA es mayor (más jugosidad de la carne) puede contribuir a la terneza. De este modo, los corderos Super Pesados -que tienen un nivel inferior de pérdidas debido a la cocción-, son más tiernos. Como se observa en la Figura 5, existe un descenso importante (7% promedio) entre las primeras 2 determinaciones, que posiblemente sea debido a la degradación de las fibras (mediante la acción enzimática), para posteriormente estabilizarse en torno al 34% de pérdida.



Referencias: Para el período 15 días de maduración, la cantidad de muestras disponible fue del 70%. Los valores numéricos que se presentan en la Figura 4, corresponden al lote "Todos".

Figura 4. Evolución de la fuerza de corte (kgF) en los diferentes períodos de maduración evaluados, para los distintos tipos de producto y el total de la muestra.

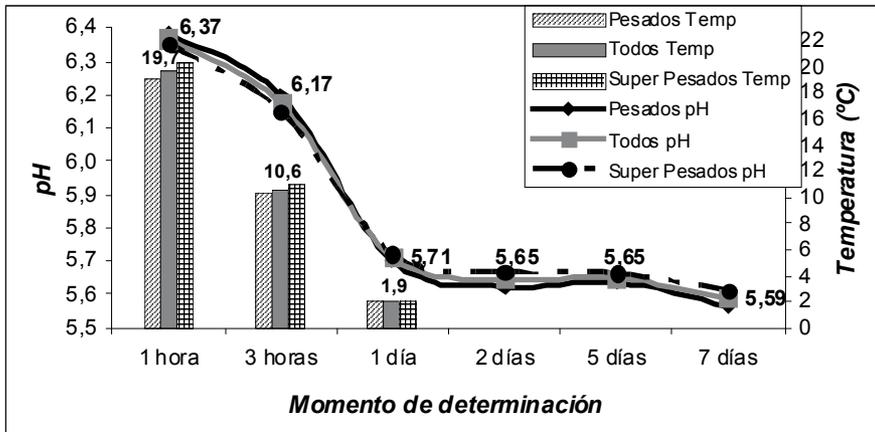


Referencias: Los valores numéricos que se presentan en la Figura 5, corresponden al lote "Todos".

Figura 5. Evolución de la pérdida de agua (%) debido a la cocción en los diferentes períodos de maduración evaluados, para los distintos tipos de producto y el total de la muestra.

En la Figura 6, se presentan las curvas de evolución de pH y temperatura. En la misma, se observa una disminución bastante acelerada de las mismas hasta las 24 horas, lo cual está acorde a los requisitos para lograr las reacciones enzimáticas necesarias para superar el rigor mortis. En lo que respecta a los

valores absolutos, los mismos están dentro de los valores encontrados a nivel nacional (Brito et al., 2002; Montossi et al., 2003; Dighiero et al., sin publicar). Se observa también que el pH se estabiliza luego de las 24 horas, en torno a 5.6-5.7.



Referencias: Las determinaciones a 1, 3 y 24 horas fueron realizadas sobre las canales a nivel de frigorífico, mientras que las restantes fueron realizadas en Laboratorio sobre la muestra de bife. Los valores numéricos que se presentan en la Figura 6, corresponden al lote "Todos".

Figura 6. Evolución del pH y la temperatura (°C) en diferentes momentos evaluados, para los distintos tipos de producto y el total de la muestra.

Con relación a la evolución de los distintos parámetros del color, los mismos no variaron entre los diferentes períodos de maduración, encontrándose valores ubicados dentro de los estándares requeridos y encontrados en estudios previos nacionales, con corderos pesados (Brito et al., 2002; Montossi et al., 2003). Del mismo modo, no existieron diferencias considerables entre tipos de producto ni con el total de la muestra evaluada.

V. CONSIDERACIONES FINALES

La caracterización de la calidad de canal y la carne realizada sobre los corderos Romney Marsh engordados en el sistema Arroz - Pasturas 2003 de la UPAG, brinda información muy auspiciosa para la raza en términos cuantitativos (peso de canal, cortes de valor, GR), como también en los aspectos de calidad de carne (terneza, color, pérdidas de agua por cocción, pH). Existen factores del sistema productivo que seguramente

influyeron sobre la evolución de la GMD, lo que puede estar afectando valores como el GR (relativamente magro, similar al obtenido en años anteriores con corderos Corriedale en el mismo sistema), así como también en los resultados de terneza, sobre los cuales se deberá seguir investigando.

Esta información -inédita en la mayoría de los casos para la raza a nivel nacional- es complementaria a la información de producción. Además, cada vez adquieren mayor relevancia los aspectos de calidad del producto, los cuales son elementos esenciales en un mercado cada vez más competitivo y con consumidores muy dispuestos a pagar por productos diferenciados. Este es un primer paso en la investigación de calidad de canal y carne para la raza Romney Marsh, y el INIA junto a la sociedad de Criadores, seguirá avanzando en la generación de tecnología para tratar de diferenciar y agregar valor a los productos que de la misma surjan.

F. Montossi¹, O. Bonilla², P. Rovira³, S. Luzardo⁴, R. Bermúdez⁵, C. Silvera⁴, y A. Dighiero⁶

I. RESUMEN.

El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la alternativa de producción de carne ovina de calidad sobre laboreos de verano a distintas dotaciones y con la utilización de suplementación con concentrados en sistemas mixtos de arroz – ganadería. El trabajo se realizó en el año 2004 en la Unidad Experimental “Paso de la Laguna” de INIA Treinta y Tres sobre un laboreo de verano. Se evaluaron tres dotaciones (6, 9 y 12 corderos/ha) y dos niveles de suplementación con concentrados (0 y 1% del peso vivo). El peso vivo final (48,4 kg) y la ganancia diaria (0,176 kg/a/día) de los corderos de la carga baja fue superior a aquellos de las cargas media y alta. La carga animal no tuvo un efecto importante sobre la condición corporal de los corderos. Los niveles de productividad logrados fueron 119, 156 y 218 kg/ha para 6, 9 y 12 corderos/ha, respectivamente. La suplementación no afectó mayormente los parámetros estudiados in vivo, independientemente del tratamiento bajo consideración. Se observó una interacción significativa entre los factores carga y suplementación, donde la suplementación no mejoró el desempeño productivo de los animales, por el contrario, la disminuyó en la carga baja. Se terminaron el 100% de los corderos de acuerdo con los requisitos del Operativo Cordero Pesado. La carga baja incrementó el peso de la canal y el peso de los cortes más valiosos. Para este ensayo en particular, con los niveles de disponibilidad de forraje alcanzados y considerando el rango de cargas animales empleadas, no se justificó la suplementación con concentrados en el

proceso de engorde de corderos pesados de la raza Romney Marsh.

II. INTRODUCCIÓN

Los sistemas mixtos de arroz - ganadería del Uruguay desarrollaron un proceso de intensificación del cultivo y de la producción ganadera, por lo cual debieron ajustar las cadenas forrajeras y la producción animal en un esquema agrícola diferente a los que se aplicaban anteriormente. La intensificación de la producción conlleva nuevos desafíos en cuanto a lograr la estabilidad y sustentabilidad en el largo plazo de dichos sistemas de producción, para lo cual es imprescindible la optimización del uso de los recursos involucrados tanto en el rubro vegetal como animal. Una prueba de ello ha sido la excelente inserción que ha demostrado el engorde de corderos en los laboreos de verano previo a la siembra del arroz. La tecnología consiste en realizar el laboreo de verano incluyendo la nivelación del terreno y la construcción de taipas, y luego esperar que se regenere una pastura de bajo costo, donde la especie que domina el tapiz es el raigrás anual (*Lolium multiflorum*), implantado el año previo, o luego de una pradera de dos años sembrada sobre rastrojo de arroz generado a partir de la semillazón de las especies a fines de la primavera (previo al laboreo de verano) (Rovira et al., 2003). Sobre dicha base forrajera se han realizado los trabajos de investigación en producción de carne ovina desde el año 2000, proceso que debe finalizar a principios de la primavera, ya que inmediatamente después se instala el cultivo de arroz con siembra directa.

¹ Ing. Agr., PhD., Director del Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

² Téc. Rural, Ejecutor de la UPAG hasta octubre de 2008

³ Ing. Agr., MSc., Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

⁴ Ing. Agr., Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

⁵ Ing. Agr., M. Phil., Programa Nacional de Pasturas y Forrajes

⁶ Ing. Agr., Programa Nacional de Producción de Carne y Lana hasta 2003

Los estudios efectuados desde los años 2000 hasta 2003, se han centralizado en el análisis del efecto de las distintas dotaciones de corderos sobre la producción de carne ovina y en la compactación del suelo y microrelieve causado por el pisoteo animal y su incidencia en la implantación y rendimiento final del arroz. Las cargas animales manejadas variaron desde 6 a 18 corderos/ha, demostrándose, en general, que: a) los animales de bajas cargas obtienen mayores ganancias diarias de peso vivo durante el período de pastoreo y se logra un mayor porcentaje de animales terminados y canales con peso y engrasamiento adecuados a los requerimientos de la industria frigorífica para el producto "cordero pesado" y b) la compactación provocada por las diferentes cargas no afectaron el rendimiento en grano del cultivo (Rovira et al., 2003).

Frente a los nuevos desafíos de incrementar la productividad y la calidad de producto ovino de estos sistemas productivos, de una manera integrada, sin comprometer la producción y la calidad del arroz, se implementó una nueva etapa de investigación, explorando nuevos incrementos en la capacidad de carga del sistema de engorde, así como la inclusión de la suplementación con concentrados, y la utilización de un nuevo biotipo (Romney Marsh) en este proceso.

III. OBJETIVOS

Dentro del marco planteado en los antecedentes, se instrumentó una nueva línea de trabajo, que se describe a continuación, abarcando aspectos de la producción de forraje, el desempeño productivo de los animales (cantidad y calidad) y el rendimiento del cultivo de arroz. Los objetivos fueron:

- a) caracterizar la producción y composición botánica de una pastura después de una pradera de dos años cuya principal especie fue raigrás regenerado luego de un laboreo de verano bajo pastoreo ovino;
- b) evaluar la alternativa de producción de carne ovina de calidad sobre laboreos de verano

a distintas dotaciones de corderos y la utilización de suplementación con concentrados en sistemas mixtos de arroz – ganadería;

- c) caracterizar la productividad y calidad de producto de corderos pesados en engorde de la raza Romney Marsh.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el año 2004 en la Unidad Experimental "Paso de la Laguna" de INIA Treinta y Tres (Uruguay) dentro del área demostrativa y de validación denominada Unidad de Producción Arroz - Ganadería (UPAG). En el potrero en el cual se desarrolló el ensayo se había sembrado una pradera por avión sobre rastrojo de arroz en el otoño 2002 con una mezcla de raigrás anual cv. INIA Cetus, trébol blanco cv. Zapicán, lotus cv. San Gabriel y trébol rojo cv. INIA Mizar. El uso anterior de esta pastura en la UPAG fue con novillos en invernada. A fines de la primavera 2003 se alivió la pradera para permitir una buena semillazón de todas las especies. Luego, entre los meses de febrero y marzo de 2004 se realizó un laboreo de verano que finalizó con la nivelación del terreno y la construcción de las taipas.

Entre el 28 de mayo y el 19 de septiembre de 2004, se realizó un pastoreo continuo con corderos sobre el tapiz regenerado luego del laboreo de verano. Dentro del potrero se delimitó un área experimental en donde se evaluaron tres dotaciones (6, 9 y 12 corderos/ha) y dos niveles de suplementación con concentrados (0 y 1% del peso vivo). La ración comercial para carnero utilizada (RINDE) fue ofertada diariamente en comederos. No fue posible estimar el consumo de suplemento, pero en el primer tercio del experimento, en base a las observaciones de campo, se destaca que el consumo del mismo fue bajo en la mayoría de los tratamientos. En el inicio del ensayo no fue fácil lograr que los animales consumieran la ración, ya que entre otros factores el potrero estaba al lado del camino con el lógico movimiento de gente, vehículos, etc. y no se lograba contenerlos con el eléctrico. Además hubo que agregar más hilos porque las taipas le quitaban altura al alambrado. En

todos los tratamientos se utilizaron nueve animales como unidad experimental y se ajustó la superficie de pastoreo en función de cada tratamiento. Antes de la entrada de los corderos, se instaló una jaula de exclusión en cada parcela para tener un lugar sin compactación por pisoteo de animales. En los corderos, se registró en 6 oportunidades el peso vivo y la condición corporal (escala de 1 a 5) durante los 113 días que se prolongó el experimento. Se evaluó en tres oportunidades la disponibilidad de forraje y composición botánica (raigrás, gramíneas naturales, leguminosas y malezas) de la pastura.

El Operativo Cordero Pesado (OCP) tiene como requisitos que cada animal tenga un peso vivo mínimo de 34 kg y una terminación (evaluada a través de la condición corporal) mínima de 3,5 unidades.

Por las particularidades de este producto, se realizaron evaluaciones a nivel individual en todos los animales los cuales fueron faenados en el Frigorífico San Jacinto (FSJ; NIREA S.A.), estudiando el peso de la canal

y la estimación del grado de engrasamiento a través de la variable predictora GR (Kirton et al., 1985). Con relación a los estudios efectuados en la canal, se cuantificaron los cortes del trasero de mayor valor (frenched rack y pierna con cuadril sin hueso), los que según de los Campos et al. (2002), explican el 63% del valor bruto de la canal. En la cámara de frío del FSJ, se evaluó a las 48 horas, el pH y la temperatura de la canal. Posteriormente, en el Laboratorio de Tecnología de la Carne (LTC) de INIA Tacuarembó, se realizó la determinación de la fuerza de corte (terneza) del músculo Longissimus dorsi después de 10 días de maduración de la carne a una temperatura que osciló entre 2 y 4 °C.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Características de la pastura

En el Cuadro 1, se presenta la disponibilidad de forraje de las pasturas, según el efecto de la carga animal y la suplementación con concentrados y la interacción de ambos factores.

Cuadro 1. Efecto de la carga animal y la suplementación sobre la disponibilidad de forraje (kg/ha de MS) en tres momentos de desarrollo del ensayo.

Momento de Corte	Carga (C; corderos/ha)			Suplementación (S)		Interacción C x S
	6	9	12	Si	No	
21/05/2004	1113b	1192ab	1404a	1189a	1283a	NS
18/08/2004	2284a	1298a	1015a	2013a	1051a	NS
20/09/2004	2986a	1097b	773b	1650a	1587a	NS

Referencias: Valores con letras distintas en una misma fila difieren significativamente al 5% según el test de LSD y NS significa diferencias estadísticas no significativas al P< 0.05.

Se destaca que no existieron diferencias de disponibilidad de forraje en los primeros dos cortes debido al efecto de la carga y/o a la suplementación. Sin embargo, en el tercer corte, donde ya se arrastraba el efecto acumulativo de la carga animal, se observó un efecto significativo, donde la disponibilidad de la carga baja fue superior al de la media y alta. No se observaron efectos interactivos entre ambos factores en las variables estudiadas.

Los niveles de disponibilidad de forraje son sustancialmente superiores a los manejados en

el trabajo experimental orientado por Rovira et al. (2003) sobre el mismo tipo de base forrajera.

Con relación a la composición botánica de la pastura a través de los momentos de muestreo mencionados (Figura 1), se menciona que: a) el raigrás fue el componente más importante de la pastura, con una menor proporción de otros componentes, particularmente capín y leguminosas (trébol blanco), b) en general, la composición de raigrás aumentó con el transcurrir del ensayo, y c) no se observó un efecto claro de la suplementación.

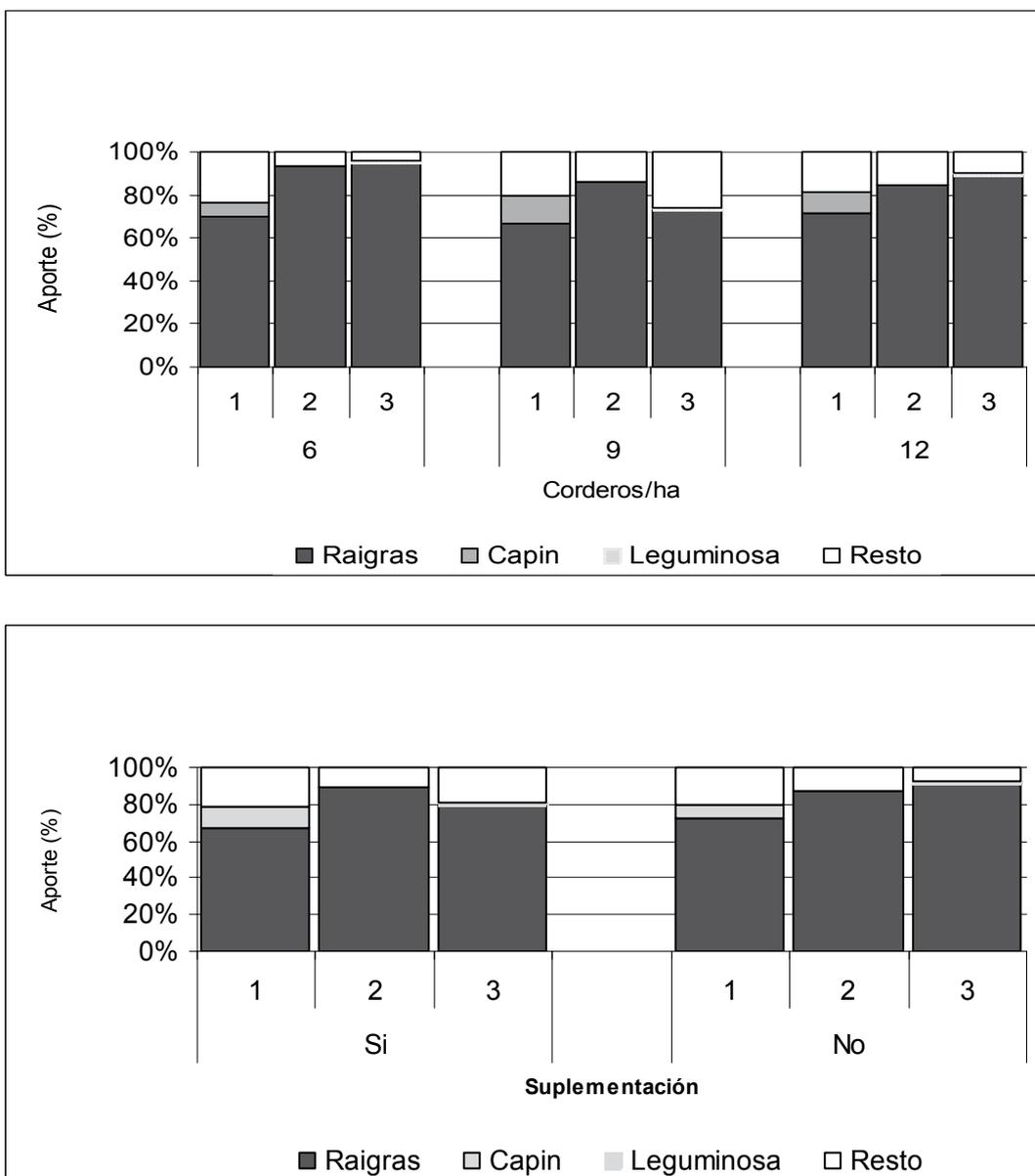


Figura 1. Evolución de la composición botánica de la pastura en tres momentos de muestreo (1=21/05; 2=18/08 y 3=20/09) según efecto de la carga animal y la suplementación con concentrados.

2. Producción animal

Quando se evalúa el efecto de los tratamientos sobre la productividad de los corderos (Cuadro 2), se destaca que: a) el peso vivo final y la ganancia diaria (GMD) de los corderos de la carga baja fue superior a aquellos de

las cargas media y alta, b) la carga animal no tuvo un efecto importante sobre la condición corporal (CC) de los corderos, c) la suplementación no afectó mayormente los parámetros estudiados in vivo, d) independientemente del tratamiento bajo consideración, se terminaron el 100% de los corderos de acuerdo a

los requerimientos del OCP, y e) se observó una interacción significativa entre los dos factores evaluados, donde la suplementación no mejoró el desempeño de los animales, por el contrario, la disminuyó en la carga baja (Figura 2). La mayor oportunidad de lograr un mayor consumo de un forraje de mayor valor nutritivo por parte de los corderos mantenidos a cargas más aliviadas, estarían explicando estas diferencias como lo han demostrado los trabajos de Montossi et al. (2003).

Los resultados logrados están en concordancia con varios trabajos experimentales de engorde de corderos sobre cultivos anuales invernales y que fueron resumidos por Montossi et al. (2003). Se destaca que con disponibilidades superiores a los 1000 kg/ha MS, se reducen las oportunidades de lograr una respuesta biológica y económicamente positiva (individual y como herramienta de aumento de la carga) por incorporar la suplementación en el sistema de engorde de corderos. (Figura 3)

Cuadro 2. Efecto de la carga animal y la suplementación sobre diferentes parámetros estudiados de la productividad de los corderos.

Parámetros	Carga (C; corderos/ha)			Suplementación (S)		Interacción C x S
	6	9	12	SI	NO	
PV inicial (kg)	29,3 a	27,6 b	28,9 ab	28,2 a	29,1 a	NS
CC inicial (unidades)	3,05 a	3,00 a	3,03 a	3,0 a	3,1 a	NS
PV final (kg)	48,4 a	46,1 b	46,8 ab	46,9 a	47,3 a	*
CC final (unidades)	4,8 a	4,6 ab	4,7 a	4,8 a	4,6 b	NS
GMD (g/cordero/d)	0,176 a	0,153 b	0,161 ab	0,160 a	0,167 a	*
Animales Terminados (%)	100	100	100	100	100	

Referencias: Valores con letras distintas en una misma fila difieren significativamente al 5% según el test de LSD y NS significa diferencias estadísticas no significativas al P<0,05.

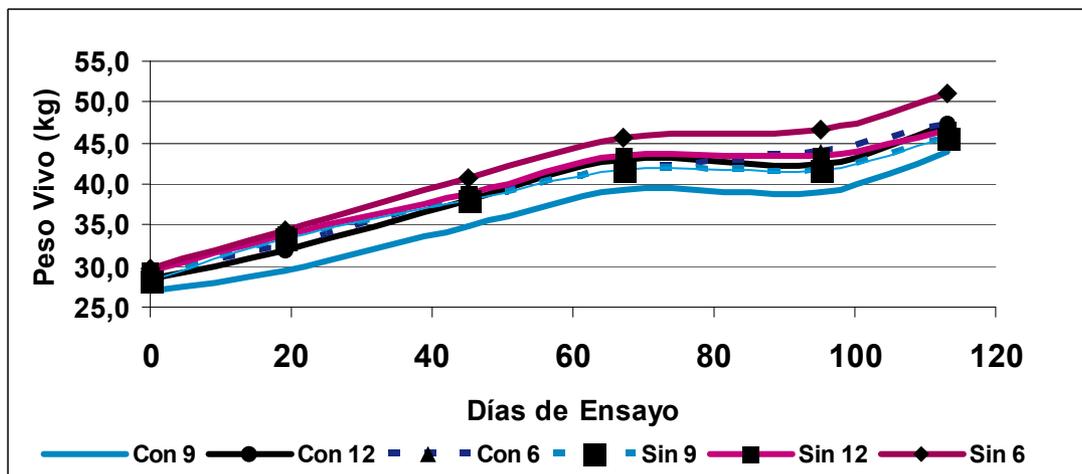


Figura 2. Evolución de peso vivo de los corderos pertenecientes a los diferentes tratamientos durante los 113 días de duración del ensayo.



Figura 3. Pastoreo de corderos Romney en tapiz de baja disponibilidad (< 500 Kg/ha de MS)

Los niveles de productividad logrados de peso vivo por hectárea fueron más que interesantes, representando 119, 156 y 218 kg para 6, 9 y 12 corderos/ha, particularmente si se considera las características de la pastura utilizada y el corto período de engorde. En un rango comparable de alguna de las cargas animales manejadas en ambos experimentos, estos niveles de productividad logrados por unidad de superficie, superan ampliamente los alcanzados por Rovira et al. (2003), donde,

entre otros factores, las diferencias de producción de forraje a favor del presente ensayo podrían estar explicando estas diferencias.

En lo referente a producción de lana, el promedio de peso de vellón de los 54 corderos del ensayo, independientemente de la carga en la cual pastoreaban, fue de 2,157 kg/an. Por lo tanto, la producción de lana por hectárea según la dotación correspondiente se observa en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Producción de lana por hectárea según carga

	Carga (corderos/ha)		
	6	9	12
kg lana/ha	12,942	19,413	25,884

3. Fase industrial

Con relación a la información recabada de las canales, cortes y la calidad de la carne, la misma se resume en el Cuadro 4. Se percibe que los efectos logrados a favor en la producción in vivo para la carga de 6 corderos/ha en relación a las otras, se trasladaron al peso de la canal y al grado de terminación de la misma, incrementando también el peso de los cortes de valor evaluados. En este último

caso las diferencias fueron explicadas por el mayor peso de la canal de los animales de la carga baja y no por un potencial crecimiento diferencial de los tratamientos (efecto que se observa al ajustar el peso de los cortes valiosos por el peso de la canal fría). La carga no afectó la terneza de la carne. La suplementación no afectó ninguna de las características evaluadas post mortem. No se observaron efectos interactivos entre ambos factores en las variables estudiadas.

Cuadro 4. Efecto de la carga animal y la suplementación sobre diferentes parámetros estudiados en la canal, cortes de valor y calidad de carne.

	Carga (C; corderos/ha)			Suplementación (S)		Interacción C x S
	6	9	12	Si	No	
VARIABLES QUE CARACTERIZAN LA CANAL						
PCF (kg)	22,8 a	20,5 b	21,4 b	21,8 a	21,3 a	NS
GR (mm)	18,5 a	12,2 b	13,6b	14,9 a	14,5 a	NS
GR (PCF)	17,2 a	13,3 b	13,8 b	14,6 a	14,8 a	NS
VARIABLES QUE CARACTERIZAN LA COMPOSICIÓN DE LA CANAL (kg)						
Rack (kg)	0,621 a	0,560 b	0,575 b	0,599 a	0,573 a	NS
Rack (PCF)	0,588 a	0,593 a	0,576 a	0,590 a	0,582 a	NS
Pierna (kg)	2,184 a	2,004 b	2,036 b	2,086 a	2,061 a	NS
Pierna (PCF)	2,082 a	2,096 a	2,041 a	2,071 a	2,076 a	NS
VARIABLE DE CALIDAD DE CARNE						
Terneza (kgF)	3,2 a	3,1 a	3,1 a	3,0 a	3,1 a	NS

Referencias: Valores con letras distintas en una misma fila difieren significativamente al 5% según el test de LSD y NS = Diferencias estadísticas no significativas al $P < 0,05$. PCF = Peso de Canal Fría; Pierna = Pierna con cuadril sin hueso.

La carencia o el exceso de cobertura de grasa de una canal pueden ser penalizados (económicamente), encontrándose los límites aceptables por el mercado internacional entre 5 - 6 mm y 12 - 15 mm (NSWA, 1991; NZMPB, 1995), respectivamente. Teniendo en cuenta estos límites, se observa que los animales presentaron un excesivo engrasamiento. Es posible que los altos pesos a la faena (corderos que entran en el tipo de producto "superpesado", mayor a 45 kg) asociados a un intenso proceso de engorde expliquen estos resultados. Estos no coinciden con los obtenidos en la caracterización de las canales y calidad de carne de corderos pesados y super pesados de la raza Romney Marsh, realizada el año previo por Dighiero et al. (2004), por los factores mencionados previamente así como potenciales procesos de sub nutrición y recría deficitarias, las cuales demuestran que pueden afectar el grado de engrasamiento de las canales (Montossi et al., 2003)

En lo que respecta a la terneza o fuerza de corte, se observa que la misma coincide con la información aportada para otras razas a nivel nacional (Brito et al., 2002; Montossi et al., 2003) y para Romney Marsh (Dighiero

et al., 2004). En este último caso, los valores encontrados en el presente trabajo, son inclusive menores a los generados por estos autores para un mismo período de maduración (10 días). En términos promedio, los mismos fueron muy aceptables a nivel internacional.

VI. CONSIDERACIONES FINALES

Estos resultados confirman trabajos experimentales anteriores de INIA, reafirmando la interesante opción productiva y económica de incorporar el proceso de engorde ovino en sistemas arroz - pasturas de la región Este.

Para este ensayo en particular, con los niveles de productividad de forraje obtenidos en la pastura utilizada, considerando el rango de cargas animales empleadas, no se justificaría biológica ni económicamente la suplementación con concentrados en este proceso de engorde. Por lo tanto, es posible pensar en explorar intensidades de pastoreo mayores que permitan hacer un uso más eficiente de suplementos extra prediales, lo cual ha demostrado ser una excelente herramienta para incrementar la capacidad de carga de un sistema de engorde y para aumentar la

proporción de animales que llegan con los requerimientos establecidos en el OCP (Montossi et al., 2003).

Ambos trabajos, el presente y el realizado por Dighiero et al. (2004), demuestran el potencial de los corderos de la raza Romney Marsh para producir carne de calidad en

sistemas de engorde arroz - pasturas en la región Este. Esta información inédita para la raza a nivel nacional, adquiere una mayor magnitud particularmente cuando aspectos como la calidad del producto, son esenciales en el proceso de diferenciación y agregado de valor para productos indiferenciados.

13 INTENSIFICACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CARNE OVINA EN LABOREOS DE VERANO EN SISTEMAS DE ARROZ – GANADERÍA: SUPLEMENTACIÓN CON CONCENTRADOS EN CORDEROS PESADOS

J. Velazco¹, O. Bonilla², R. San Julián³, S. Luzardo¹, G. Brito³, y F. Montossi⁴

I. RESUMEN.

El presente trabajo fue realizado con el objetivo de evaluar el efecto de la suplementación sobre la ganancia individual de peso y la producción de peso vivo por superficie a diferentes dotaciones de corderos pastoreando sobre una pastura regenerada después del laboreo de verano. Entre el 9 de junio y el 27 de setiembre de 2005, se realizó un pastoreo continuo con corderos de la raza Corriedale (23,1 kg. de peso promedio al inicio) en tres dotaciones (9, 12 y 18 corderos/ha) y dos niveles de suplementación con concentrados (0 y 1% del PV). En el presente trabajo se destacan los resultados obtenidos a cargas bajas logrando los pesos y grados de terminación acordes a lo establecido en el Operativo Cordero Pesado, sin la necesidad del uso de suplementos. El manejo de cargas bajas (9 corderos/ha) permitió terminar adecuadamente el 75% de los corderos, valor 3 veces más alto que el logrado en la carga más alta. El efecto de la suplementación se manifestó claramente en la proporción de animales correctamente terminados, el cual llegó a 83% comparado con los animales sin suplementar (30%).

II. INTRODUCCIÓN

Desde 1999 se estableció en la Unidad Experimental “Paso de la Laguna” (INIA Treinta y Tres) la Unidad de Producción Arroz – Ganadería (UPAG) con el objetivo principal de validar tecnologías intensivas de producción arroceras y pecuaria. Dentro de las actividades que se desarrollan en la UPAG se encuentran los trabajos de investigación

relacionados al engorde de corderos sobre raigrás regenerado luego del laboreo de verano. Entre los años 2000 y 2003 se han realizado trabajos experimentales con distintas cargas analizando el efecto de las mismas (6 a 18 corderos/ha) sobre la producción de carne y su impacto sobre el cultivo de arroz (implantación y rendimiento final). En éstos se demostró que corderos pastoreando a bajas cargas obtienen mayores ganancias diarias logrando niveles de terminación, peso y engrasamiento adecuados a los requerimientos de la industria, sin afectar el rendimiento y la calidad del grano del cultivo (Rovira et al., 2003).

Frente a los nuevos desafíos de incrementar la productividad y la calidad de producto animal ovino de estos sistemas productivos se implementó una nueva etapa en la investigación. Ésta explora nuevos incrementos en la capacidad de carga del sistema de engorde, la inclusión de la suplementación con concentrados, así como la eventual utilización de un nuevo biotipo (Romney Marsh) en este proceso, sin comprometer la producción del arroz. En este sentido, Dighiero et al. (2004), presentaron resultados muy auspiciosos en cuanto a aspectos de calidad de la canal (peso y grado de engrasamiento de canal y peso y porcentaje de cortes de valor), así como también a ciertos aspectos de calidad de carne (terneza, color, pérdidas de agua por cocción, pH) para corderos pesados y super pesados de la raza Romney Marsh. También se evaluó la producción intensiva de carne de calidad con la utilización de concentrados en altas cargas con corderos pesados de la raza Romney Marsh (Montossi et al., 2005).

¹ Ing. Agr., Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

² Téc. Rural, Ejecutor de la UPAG hasta octubre de 2008

³ Ing. Agr., MSc., PhD., Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

⁴ Ing. Agr., PhD., Director del Programa Nacional de Producción de Carne y Lana

La presente etapa en la investigación continúa explorando nuevos horizontes productivos con incrementos en la capacidad de carga de los sistemas de engorde ovino incluyendo la utilización de concentrados.

III. OBJETIVOS

Los objetivos específicos para los cuales fue diseñado este trabajo experimental fueron:

a) evaluar el efecto directo e indirecto de la suplementación sobre la ganancia individual de peso de corderos y la producción de peso vivo por superficie a diferentes dotaciones;

b) caracterizar la producción y composición botánica de una pastura en base a raigrás regenerado luego de un laboreo de verano bajo pastoreo ovino;

c) evaluar el efecto de la suplementación a corderos sobre la calidad de la canal y de la carne;

d) evaluar el impacto productivo y económico de la intensificación de la producción ovina en los sistemas arroz – ganadería.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el año 2005 en la Unidad Experimental Paso de la Laguna de INIA Treinta y Tres dentro del área demostrativa y de validación denominada Unidad de Producción Arroz - Ganadería (UPAG). El ensayo se realizó en el potrero N° 4 sobre una pastura regenerada de raigrás (*Lolium multiflorum*) del cultivar LE 284 (sembrado en abril del año anterior a razón de 20 kg/ha). Este verdeo en el año 2004 fue pastoreado con novillos de sobreño, retirándose los animales para permitir la semillazón a fines de la primavera. Esta práctica persigue el objetivo de lograr un adecuado banco de semillas para la implantación de esta pastura al año siguiente. Luego, entre los meses de febrero y marzo de 2005 se realizó un laboreo de verano que finalizó con la nivelación del terreno y la construcción de las taipas.

Entre el 9 de junio y el 27 de setiembre de 2005 (110 días) se realizó un pastoreo continuo con corderos de la raza Corriedale (23,1 kg. de PV promedio al inicio) sobre el tapiz regenerado luego del laboreo de verano. Se delimitó un área experimental en donde se evaluaron tres dotaciones (9, 12 y 18 corderos/ha) y dos niveles de suplementación con concentrados (0 y 1% del PV) en dos bloques.

El diseño aplicado fue un modelo de bloques al azar con un arreglo factorial de los tratamientos utilizados.

Se emplearon 60 animales sorteados en los 6 tratamientos (10 corderos por tratamiento; 5 animales por tratamiento y por bloque). La superficie experimental fue ajustada para cada carga y se agruparon las unidades experimentales en bloques para contemplar las posibles condiciones de variabilidad del suelo y pasturas utilizadas.

Se utilizó una ración comercial para carneros con 15,6% de proteína y 78,5% de digestibilidad de la materia orgánica (valores en base seca), la que fue ofrecida diariamente en comederos a razón del 1% del peso vivo y ajustada semanalmente.

Antes de la entrada de los corderos se instaló una jaula de exclusión en cada parcela para tener un lugar sin compactación por pisoteo de los animales. Dentro de las parcelas y fuera de las jaulas de exclusión se realizaron tres cortes de forraje para estimar disponibilidad y la composición botánica de la pastura.

En lo que a sanidad animal se refiere, se vacunaron (refuerzo) los animales contra clostridiosis (incluyendo tétano) a los dos meses de iniciado el ensayo. Se dosificaron los corderos contra endoparásitos al inicio del período de evaluación. Adicionalmente, se realizaron exámenes coprológicos (HPG) decidiendo realizar dosificaciones en función de los resultados de dicho análisis.

Se registró semanalmente el peso vivo (16 registros) y cada 28 días la condición corporal (escala de 1 a 5) durante los 110 días de duración del experimento. Los corderos fueron esquilados el día 3 de agosto, donde se registró de forma individual el peso de vellón.

Atendiendo las particularidades del producto cordero pesado, se realizaron evaluaciones a nivel individual en la planta de faena (Frigorífico San Jacinto; FSJ NIREA S.A.), estudiando el peso de la canal y la estimación del grado de engrasamiento a través de la variable predictora GR (Kirton et al., 1985). En la cámara de frío del FSJ, se evaluó a las 48 horas, el pH y la temperatura de la canal. Posteriormente, en el Laboratorio de Tecno-

logía de la Carne (LTC) de INIA Tacuarembó, se realizó la determinación de la fuerza de corte (terneza) del músculo Longissimus dorsi después de 5 y 10 días de maduración de la carne a una temperatura que osciló entre 2 y 4 °C.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Pastura

En el Cuadro 1, se presenta la disponibilidad de forraje de la pastura empleada, para los seis tratamientos. La especie dominante en el tapiz fue el raigrás regenerado a partir del reservorio de semillas del suelo producto del manejo anterior (2004) del potrero.

Cuadro 1. Disponibilidad de forraje (kg/ha de MS) en tres momentos de desarrollo del ensayo para las diferentes cargas y niveles de suplementación.

Carga (corderos/ha)	Suplementación (% PV)	Disponibilidad de forraje (kg/ha) Fechas de muestreo		
		14/06/2005	14/07/2005	14/08/2005
9	0	342	445	319
12	0	183	434	344
18	0	242	284	397
9	1	366	477	404
12	1	266	438	342
18	1	193	392	298

Los valores de disponibilidad de forraje que se presentan persiguen un objetivo meramente descriptivo, ya que no se encontró un efecto estadísticamente significativo ($P>0.05$) de las cargas estudiadas y los niveles de suplementación utilizados ni de la interacción de ambos factores sobre el forraje disponible.

2. Producción animal

La interacción carga x suplemento no mostró valores estadísticamente significativos ($P>0.05$) para ninguna de las variables de respuesta estudiadas, por lo que se presentan los resultados productivos en el Cuadro 2 en función de los efectos principales: a) carga (9,

12 y 18 corderos/ha) y b) suplementación (0 y 1% del peso vivo).

No existieron diferencias significativas ($P>0.05$) en el peso ni en la condición corporal inicial de los corderos entre los diferentes tratamientos (Cuadro 2).

La evolución de peso vivo durante los 110 días de evaluación se presenta en el Cuadro 2 y en la Figura 1. Tanto el peso vivo final como la ganancia media diaria (GMD) y la condición corporal final (CCF) fueron mayores a medida que la carga animal bajó de 18 a 9 corderos/ha. La misma tendencia se observa para estos parámetros mencionados, donde

la suplementación incrementó los valores de los mismos.

De acuerdo a los requerimientos del Operativo Cordero Pesado, solamente el 25% de los animales del nivel alto de carga y el 30% de los no suplementados lograron cumplir con los mismos. En el otro extremo, los animales pastoreando a cargas bajas logran un 75% de aceptación por parte del operativo y los suplementados un 83%.

A pesar de la baja disponibilidad de forraje presente en todos los tratamientos (menor a

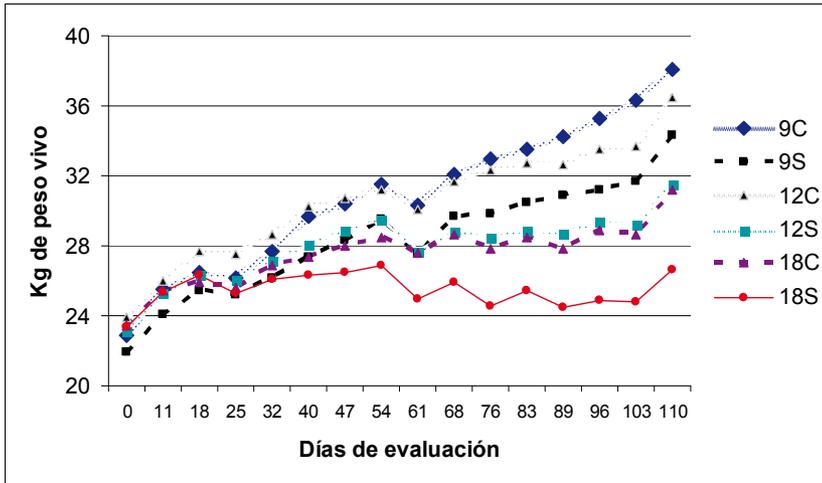
500 kg/ha de MS), se destacan las ganancias de peso observadas. Éstas podrían estar asociadas a la cosecha de una dieta de alto valor nutritivo por parte de los animales con mayor posibilidad de selección (carga baja), lo cual estaría explicando estas diferencias como lo han demostrado los trabajos de Montossi et al. (2003).

Los resultados logrados están en concordancia con varios trabajos experimentales de engorde de corderos sobre cultivos anuales invernales y que fueron resumidos por Montossi et al. (2003).

Cuadro 2. Efecto de la carga animal y la suplementación sobre diferentes parámetros estudiados de la productividad de los corderos.

Parámetros	Carga (C; corderos/ha)			Suplementación (S; % del PV)	
	9	12	18	1	0
PV inicial (kg)	22,5 a	23,6 a	23,4 a	23,4 a	22,8 a
CC inicial (unidades)	2,23 a	2,28 a	2,28 a	2,28 a	2,23 a
PV final (kg)	36,6 a	34,5 b	29,4 c	35,3 a	30,8 b
CC final (unidades 1 a 5)	4,39 a	3,85 b	2,75 c	4,27 a	3,06 b
Lana vellón (kg)	2,30 ab	2,45 a	2,18 b	2,3 a	2,3 a
GMD* (g/cordero/día)	149 a	121 b	74 c	129 a	94 b
Animales Terminados (%)	75	68	25	83	30

Referencias: * GMD= ((PV final + Lana vellón) – PV inicial)/110) y corresponde a la ganancia media diaria. Valores con letras distintas en una misma fila dentro de cada efecto principal difieren significativamente al 5% según el test de LSD.



Referencias: 9C corresponde a 9 corderos/ha suplementados; 9S corresponde a 9 corderos/ha sin suplementar; 12C corresponde a 12 corderos/ha suplementados; 12S corresponde a 12 corderos/ha sin suplementar; 18C corresponde a 18 corderos/ha suplementados; 18S corresponde a 18 corderos/ha sin suplementar.

Figura 1. Evolución de peso vivo de los corderos pertenecientes a los diferentes tratamientos durante los 110 días de duración del ensayo.

Independientemente que la interacción carga x suplemento no fue significativa, parece que hay un efecto que puede ser importante desde el punto de vista económico o productivo ya que por ejemplo se logran resultados muy similares entre 9S y 12C, lo cual debe ser considerado cuando se establece la necesidad de suplementar de acuerdo a la carga que se maneja en el sistema de invernada.

Los niveles de productividad logrados en peso vivo por hectárea fueron 148, 160 y 147 kg para 9, 12 y 18 corderos/ha, respectiva-

mente, si consideramos dentro de este valor la producción de lana. Queda demostrado así que las cargas fueron extremas para los objetivos del Operativo Cordero Pesado e inclusive sugiriendo que niveles de suplementación del orden del 1% del PV no fueron suficientes para suplir los bajos consumos de forraje y el posterior efecto en la restricción de la producción animal.

En el Cuadro 3, se observa el impacto de la carga animal en la eficiencia de conversión del suplemento en peso vivo en diferentes períodos del experimento.

Cuadro 3. Eficiencia de conversión del suplemento utilizado en función de la carga animal (expresado en kg de suplemento por kg de peso vivo adicional en los animales suplementados en relación a los no suplementados).

Carga (corderos/ha)	Período experimental (días)		
	0-40	40-83	83-110
9	7,8	21,6	14,7
12	7,7	9,1	8,3
18	10,2	5,9	5,4

La respuesta a la suplementación (medida a través de la eficiencia de conversión) es mayor en la medida que se aumenta la carga a partir de 40 días de iniciado el experimento. Los animales en la carga más alta logran la mejor tasa de conversión de suplemento en peso vivo y ésta es 3,7 veces menor (más eficiente) para el período 40 – 83 días en relación a la carga baja. Es decir, en un extremo se necesitan 5,9 kg de suplemento para aumentar un kg el peso vivo extra y en el otro 21,6 kg. Los valores obtenidos en el presente trabajo están dentro del rango publicado por Montossi et al. (2003) en corderos.

Como se discutirá más adelante en el presente artículo, debe hacerse la salvedad que los kilos producidos tienen valores diferentes en el mercado. En un caso se logran valorizar los kilos producidos y en otro no (ej. cargas altas y sin suplementación). En este caso el ingreso por concepto de carne es función de los kilos que se producen y de la calidad del producto (valorados a través de los precios diferenciales obtenidos por la industria frigorífica) que se remite a planta.

Los niveles de carga definen la cantidad de lana cosechada por hectárea como era dable esperar (Cuadro 4).

Cuadro 4. Producción de lana vellón por hectárea según carga.

	Carga (corderos/ha)		
	9	12	18
kg/ha de lana vellón	20,7	29,4	39,2

Los niveles de suplementación no tuvieron efecto estadísticamente significativo ($P > 0,05$) en la cantidad de lana esquilada así como tampoco lo tuvo la interacción entre carga y suplementación.

3. Fase industrial

Parte de la información recabada en la planta de faena se presenta en el Cuadro 5. Los efectos logrados a favor en la producción in vivo para la carga de 9 corderos/ha en relación a las otras restantes, se trasladaron al

peso de la canal y al grado de terminación de la misma. Lo mismo ocurre para los niveles de suplementación, donde los animales del nivel 1% logran mejores canales tanto en peso como en terminación. Los resultados son concordantes con la bibliografía consultada. La Figura 2 ilustra la proporción de animales que, a la faena, logran mejores precios por obtener una clasificación superior en el frigorífico. Tampoco aquí se observaron efectos de la interacción entre ambos factores en las variables estudiadas.

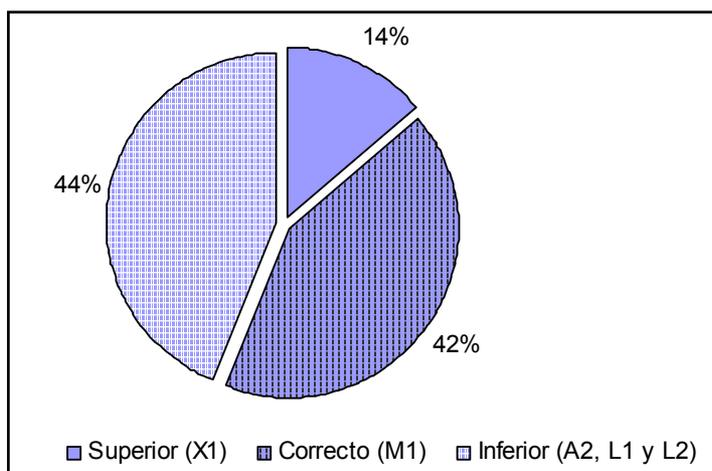


Figura 2. Distribución porcentual de las clasificaciones establecidas por la industria frigorífica.

Cuadro 5. Efecto de la carga animal y la suplementación en la calidad de las canales obtenidas (expresado en %) según la clasificación realizada por el Frigorífico.

Clasificación de las canales	Carga (C; corderos/ha)			Suplementación (S; % del PV)	
	9	12	18	1	0
Inferior	25	32	75	17	70
Correcto	50	53	25	55	30
Superior	25	15	0	28	0

Referencias:

- Clasificación de inferior: corresponde a las canales tipificadas como L1, L2 y A2 (Frigorífico San Jacinto) y que no cumplen con los requisitos establecidos en el operativo de corderos pesados.
- Clasificación de correcto: corresponde a las canales tipificadas como M1 (Frigorífico San Jacinto).
- Clasificación de superior: corresponde a las canales tipificadas como X1 (Frigorífico San Jacinto).

Del total de los animales enviados a faena, el 44% no cumplió con los requisitos del Operativo. Estas canales provienen, en su mayoría, de los tratamientos con altas cargas (18 corderos/ha) y sin suplementar. El 56% cumplen los requisitos del Operativo Cordero Pesado, siendo la mayoría de ellos provenientes de los tratamientos de carga media y baja y principalmente suplementados. De éstos, el 14% logra la clasificación X1 que corresponde a canales enfriadas de 16 a 20 kg, con buen grado de terminación y el restante 42% obtiene la clasificación M1 correspondiente a canales enfriadas de 13 a 16 kg y con buen grado de terminación. Los

animales X1 obtienen el mayor nivel de precio establecido por el Operativo y, en su mayoría, provienen del tratamiento de baja carga y suplementación.

En el Cuadro 6, se presentan los resultados obtenidos para las variables relacionadas a composición y calidad de la canal. Para el peso de la canal enfriada, las provenientes del tratamiento de carga más alta o sin suplementación obtuvieron valores menores que difieren significativamente ($P < 0,05$) en la comparación con las restantes; esto implica canales de menor valor comercial. Los corderos de la carga alta no lograron niveles

mínimos de engrasamiento al igual que los no suplementados. La carencia o el exceso de cobertura de grasa de una canal pueden ser penalizadas económicamente, encontrándose

los límites aceptables por el mercado internacional entre 5 - 6 mm y 12 - 15 mm (Montossi et al., 2005).

Cuadro 6. Efecto de la carga animal y la suplementación sobre diferentes parámetros estudiados en la canal, cortes de valor y calidad de carne.

	Carga (C; corderos/ha)			Suplementación (S; % del PV)	
	9	12	18	1	0
Variables que caracterizan la canal					
PCE (kg)	14,99 a	14,13 a	11,60 b	15,24 a	11,99 b
GR (mm)	7,26 a	5,42 b	1,84 c	7,71 a	2,07 b
Variable que caracteriza la composición de la canal					
Rack (kg)	0,36 a	0,34 a	0,29 b	0,37 a	0,30 b
Variable de calidad de carne					
Terneza (kgF)- 10 días	1,72 b	1,88 b	2,18 a	1,71 b	2,15 a

Referencias:

Valores con letras distintas en una misma fila dentro de cada efecto principal difieren significativamente al 5% según el test de LSD

PCE = Peso de Canal Enfriada.

En cuanto a los cortes valiosos, tanto en las cargas baja como media, los animales suplementados logran un peso mayor para frenched rack el cual es utilizado, junto a la pierna sin hueso, al bife y al lomo, como indicador de cortes valiosos. Éstos valores coinciden con los obtenidos en la caracterización de las canales y calidad de carne de corderos pesados, realizada por Montossi et al. (2003).

De los Campos et al. (2002), determinaron que el frenched rack junto a la pierna con cuadril sin hueso, si bien representan el 24% del total de los cortes de una canal de cordero pesado, cuando valorizamos los mencionados cortes ellos solos justifican más del 63% del valor total de esa canal.

En lo que respecta a la terneza o fuerza de corte, se observa que la misma coincide con la información aportada para otras razas

a nivel nacional (Brito et al., 2002; Montossi et al., 2003) y para Romney Marsh (Dighiero et al., 2004). Los valores encontrados en el presente trabajo, son inclusive menores a los generados por Dighiero et al., (2004) para un mismo período de maduración (10 días). En términos promedio, los mismos serían muy aceptables a nivel internacional.

VI. CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados que se presentan confirman la viabilidad productiva de incluir la producción de carne ovina de calidad en sistemas mixtos arroz-ganadería para la región Este.

En el presente trabajo se destacan los resultados obtenidos a cargas bajas ya que se logran el peso y terminación de los animales requeridos por el Operativo Cordero Pesado, sin la necesidad del uso de suplementos. El manejo de cargas bajas (9 corderos/ha)

permitió terminar adecuadamente el 75% de los corderos, valor 3 veces más alto que el logrado en la carga más alta.

El efecto de la suplementación se manifestó claramente en la proporción de animales correctamente terminados, el cual llegó a 83% comparado con los animales sin suplementar (30%). La conveniencia económica del uso de esta práctica, indudablemente, dependerá de la relación que exista entre los precios de la ración utilizada y de los corderos vendidos.

Los trabajos anteriores publicados por este equipo de investigación (y el trabajo actual) demuestran, a través de los años, que es posible manejar cargas en el orden de 6 a 9 corderos/ha, logrando niveles de producción individual y por unidad de superficie interesantes, particularmente si consideramos el

reducido tiempo de engorde empleado y la baja inversión necesaria en este tipo de pasturas dentro del sistema.

El uso de cargas más altas requiere necesariamente del uso de suplementos, siendo esta una herramienta fundamental para el logro del objetivo de incrementar la productividad del sistema de engorde de corderos dentro de cierto rango de cargas, siendo un factor decisivo en la terminación de los animales.

La carne producida en estos sistemas presenta valores de terneza muy buenos (en promedio menor a 2 kgF), lo cual nos permitiría pensar en la posibilidad de acceder a ciertos mercados de alto poder adquisitivo que estén dispuestos a pagar más por carne de cordero certificada por terneza.

Bibliografía consultada en los trabajos analíticos en ovinos

BIBLIOGRAFÍA

Brito, G.; San Julián, R.; Montossi, F.; Castro, L. y Robaina, R. 2002. Caracterización de la Terneza, pH, Temperatura y Color Pos mortem en Corderos Pesados Machos y Hembras: Resultados Preliminares. En: Investigación Aplicada a la Cadena Agroindustrial Cárnica - Avances Obtenidos: Carne Ovina de Calidad (1998 – 2001). Montossi, F. (Ed.). Serie Técnica 126, INIA. pp. 131-139.

Burson, D. y Doane, T. 2001. Yield grades and quality grades for lamb carcasses. In: <http://ianrpubs.unl.edu/sheep/g675.htm>. Consultada el 16/03/04 de los Campos, G., Dighiero, A.; San Julián, R.; Montossi, F.; de Mattos, D., Castro, L.; Robaina, R.; Abraham, D. 2002. Predicción de cortes valiosos de canales de corderos pesados a partir de variables medibles pos faena. Serie Técnica N° 126. INIA Tacuarembó. pp. 99-108

Dighiero, A.; Montossi, F.; Brito, G.; Bonilla, O.; Rovira, P.; y Castro, L. 2004. Caracterización de la calidad de la canal y la carne de Corderos Pesados y Super Pesados Romney Marsh en el sistema arroz-pasturas de la UPAG-INIA Treinta y Tres. Serie de Actividades de Difusión N° 362. INIA Treinta y Tres.

Kirton, A.; Duganzich, D.; Feist, C.; Bennet, G. and Woods, E. 1985. Prediction of lamb carcass composition from GR and carcass weight. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 45: 63-66.

Montossi, F.; San Julián, R.; Brito, G.; de los Campos, G.; Ganzábal, A.; Dighiero, A.; De Barbieri, I.; Castro, L.; Robaina, R.; Pigurina, G.; de Mattos, D. y Nolla, M. 2003. Producción de carne ovina de calidad con la raza Corriedale: recientes avances y desafíos de la innovación tecnológica en el contexto

de la cadena cárnica ovina del Uruguay. En: Resúmenes del 12avo Congreso Mundial Corriedale. pp. 74-90.

Montossi, F.; Bonilla, O.; Rovira, P.; Luzardo, S.; Bermudez, R.; Silvera, C.; Dighiero, A. 2005. Producción intensiva de carne con corderos de la raza Romney Marsh en el sistema arroz-pasturas de la UPAG-INIA Treinta y Tres. Serie de Actividades de Difusión N° 411. INIA Treinta y Tres.

New South Wales Agriculture (NSWA). 1991. Production and Sale of Meatier Lean Lamb. 21 p.

New Zealand Meat Producers Board (NZMPB). 1995. Guide to lamb and mutton carcass classification. Wellington, New Zealand. 4 p.

Purchas, R.; Butler-Hogg, B. and Davies, A. 1989. Introduction. In: Meat production and processing. Section 1. New Zealand Society of Animal Production. Ed.: Purchas, R.; Butler-Hogg, B. & Davies, A. pp. 1-13. (Occasional Publication 11).

Rovira, P.; Bonilla, O.; Bermúdez, R.; Deambrosi, E.; y Méndez, R. 2003. Engorde de corderos sobre laboreos de verano en sistemas Arroz-Ganadería. En: CD del 12avo Congreso Mundial Corriedale.

AGRADECIMIENTOS

A los funcionarios de la Unidad Experimental Paso de la Laguna que colaboraron con las tareas a lo largo de todos los períodos experimentales.

Al Frigorífico San Jacinto y al Instituto Nacional de Carnes (INAC) por su colaboración al momento de la faena de los corderos.

TRABAJOS ANALÍTICOS EN ARROZ

EFECTOS DEL PISOTEO DE CORDEROS PASTOREANDO RAIGRÁS INSTALADO EN LABOREOS DE VERANO SOBRE EL SIGUIENTE CULTIVO DE ARROZ

R. Méndez¹, E. Deambrosi², J. Terra³

I. INTRODUCCIÓN

Con el objetivo de lograr la instalación del cultivo de arroz en la época considerada más adecuada desde el punto de vista climático, en la zona Este del país se recomienda la realización de la preparación de suelos, nivelación del terreno y construcción de drenajes internos en el verano previo.

Es común la utilización del predio con la producción pecuaria durante el invierno que precede a la siembra del cultivo. Para lograr una buena instalación del arroz con cero laboreo es importante disponer de condiciones de suelo uniforme, que no presente compactación ni microrrelieve. Es por ello que algunos productores que utilizan este tipo de siembra prefieren no introducir animales durante el invierno a fin de preservar las condiciones generadas en la preparación anticipada, mientras que otros lo utilizan con ganadería pero con animales livianos, ovinos o terneros.

El objetivo de este trabajo fue determinar el impacto sobre el siguiente cultivo de arroz, del pisoteo provocado por el pastoreo con corderos de verdeos de raigrás (*Lolium multiflorum* L.) instalados sobre el laboreo de verano. Se incluyen tres experimentos, conducidos en años diferentes y con variantes en los tratamientos manejados; en todos ellos se evaluó el factor carga de animales, interaccionado en los dos últimos con la suplementación.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El pisoteo causado por animales afecta adversamente las propiedades físicas del suelo. Los efectos son más notorios en la superficie y con altas cargas de animales, siendo los sue-

los más susceptibles a la degradación cuando están húmedos. Las presiones ejercidas por un ovino es de 66 KPa y la de un vacuno de 138 KPa pero son más leves que las realizadas por vehículos (Greenwood y McKenzie, 2001). Según estos autores, hay poca investigación sobre la capacidad de las plantas o sus residuos para atenuar la compactación de suelos indicando en algunos estudios bajo pastoreo, que las plantas pueden ser importantes en resistir la compactación y preservar la agregación de los mismos. En Australia, Greenwood et al. (1997) no encontraron diferencias en el largo plazo en propiedades físicas (densidad aparente, conductividad hidráulica y resistencia a la penetración) en suelos pastoreados con baja (10), media (15) y alta (20) dotación de ovejas/ha. Drewry et al. (1999) realizaron estudios de las propiedades físicas del suelo bajo pastoreo durante tres inviernos. El uso intenso de la pastura provocó un daño inicial tanto en la pastura como en las propiedades físicas del suelo. Sin embargo, el crecimiento de la pastura fue recuperado en el verano siguiente. Los efectos físicos de compactación se restringieron a los primeros 5 cm de suelo, siendo causados principalmente por deformación plástica, ya que la humedad del suelo en la superficie fue de 58%. En un trabajo posterior, Drewry et al. (2001), simulando el pisoteo de vacas lecheras, encontraron disminución de rendimiento de las pasturas asociadas a cambios en las propiedades físicas del suelo, entre las cuales mencionaron la disminución de la macroporosidad y la resistencia a la penetración. Según Goosey et al. (2005), el pastoreo ovino del barbecho antes de la implantación de un cereal, no tuvo efectos en la compactación del suelo. También, Hatfield et al. (2007) relata que los ovinos pueden ser incorporados en los rastrojos de cereales sin

¹ Ing. Agr., Dr., Programa Nacional de Producción de Arroz

² Ing. Agr., MSc., Programa Nacional de Producción de Arroz

³ Ing. Agr., PhD., Programa Nacional de Producción y Sustentabilidad Ambiental

alteración en la densidad aparente y nutrientes del suelo. En el largo plazo del pastoreo ovino obtuvieron beneficios en una mayor cantidad de nitrógeno disponible para las plantas y más materia orgánica retenida en el suelo.

Para el crecimiento y desarrollo de las plantas, el suelo debe tener suficiente resistencia mecánica para proveer un adecuado anclaje de las mismas durante todo el ciclo y mantener el consumo de agua, nutrientes y oxígeno (Bengough y Mullins, 1990). También, para la penetración de las raíces, el anclaje de las plantas es necesario para ejercer la máxima presión en el suelo (Kar y Varade, 1972).

El estrés mecánico es inherente al crecimiento de la raíz en la naturaleza y en su pasaje a través del suelo, la misma necesita generar una fuerza que supere la resistencia de los agregados del suelo para su desplazamiento en el mismo. La resistencia opuesta por el suelo está influenciada por determinadas características, algunas de las cuales son permanentes del mismo, como la textura, mientras que otras pueden variar por el manejo (densidad y agua) y condiciones climáticas (lluvia y temperatura principalmente) (Masle, 2002). En la naturaleza, la resistencia a la penetración es muy variable temporal y localmente (en función de la humedad del suelo y de las variaciones en la estructura del suelo y densidad aparente) (Masle, 1998, 2002). Por lo tanto, bajo condiciones de campo, no todas las partes del sistema radicular están expuestas a alta resistencia mecánica, pudiendo igualmente haber eventos climáticos que atenúen los efectos de las limitaciones impuestas al crecimiento (Unger y Kaspar, 1994). En el suelo, las raíces tienen que superar fuerzas axiales (en longitud), radiales y de fricción (Greacen, 1986, citado por Masle, 2002) en donde el componente axial es el predominante. Para medir la resistencia del suelo a la penetración se utiliza el penetrómetro siendo ampliamente reconocido que este instrumento sobreestima la presión de las raíces por un factor de dos a ocho. Por lo tanto, las fuerzas ejercidas por el suelo a las raíces son difíciles de medir, pero se conside-

ra según el penetrómetro, un valor del orden de 2 MPa como límite que puede causar un efecto fisiológico significativo (Masle, 2002).

La mayoría de los estudios iniciales en resistencia del suelo sobre las plantas fueron enfocados hacia aspectos de la física de suelos y en los efectos de sus propiedades mecánicas en el crecimiento de la raíz. Más recientemente, la atención se ha dirigido a la respuesta foliar y a los mecanismos de las señales raíz/parte aérea (Masle, 2002). Esta autora cita a varios investigadores quienes determinaron la resistencia a la penetración directamente, dando valores consistentes para la máxima presión axial, en longitud, que una raíz puede desarrollar (0,9 – 1,3 MPa) y las presiones para las cuales hay reducción significativa en la elongación de las raíces (0,3 – 0,5 MPa).

En investigaciones realizadas en condiciones controladas, por distintos autores, han encontrado que plantas de diferentes cultivos y forrajeras, sometidas a un incremento en la resistencia del suelo, mostraron menor crecimiento radicular y de parte aérea, así como también reducida conductancia estomática. En tales condiciones, las raíces disminuyen su longitud y aumentan el diámetro. Según los autores estos efectos no han sido debidos a carencia de agua, nutrientes, o fotoasimilatos ya que fueron controlados en los estudios (Veen, 1982; Masle y Passioura, 1987; Atwell, 1990a; Atwell, 1990b; Sarquis, Jordan y Morgan, 1991; Beemster y Masle, 1996; Mulholland et al., 1996; Young, 1997; Houlbrooke, 1997; Masle, 1998; Hussain, et al., 1999a; Hussain et al., 1999b; Masle, 2002; Tubeileh, et al., 2003). Pequeños cambios en las fuerzas mecánicas en las raíces ocasionan una cascada de señales a través de la planta con efectos fisiológicos distantes y profundos en la parte aérea (Masle y Passioura, 1987). Cuando el suelo se está secando, o las raíces van encontrando resistencia, esta cascada es activada antes que el agua, nutrientes o suministro de oxígeno a las mismas sean limitantes (Masle, 2002). Las respuestas en crecimiento debido a la resistencia del suelo a la penetración, según esta autora, son re-

guladas por varias hormonas interactuando en una red elaborada. Hay evidencias del rol del etileno en primera instancia, ácido abscísico y auxinas, y complejas interacciones entre estas hormonas provocando señales de respuestas en cascada, dependientes del órgano, edad biológica y nivel y tipo de estimulación mecánica (Goeschl, Rappaport y Pratt, 1966; Kays, Nicklow y Simons, 1974; Veen, 1982; Moss, Hall y Jackson, 1988; Sarquis, Jordan y Morgan, 1991; Mulholland et al., 1996; Hussain, et al., 1999a; Hussain et al., 1999b; Masle, 2002).

En plantas de arroz, Kar y Varade (1972), encontraron que la condición ideal en cuanto a densidad aparente, es de $1,6 \text{ g/cm}^3$ para un óptimo crecimiento de la raíz, su actividad y anclaje adecuado. Con densidades menores o mayores a aquel valor, el número de raíces penetrando el suelo a 2 cm fue menor. A densidades mayores a $1,6 \text{ g/cm}^3$, el crecimiento de la parte aérea y radicular se ven favorecidos con rangos de temperatura del suelo sumergido de 27 a 15 °C y de 42 a 30 °C (Kar et al., 1976).

En los experimentos controlados, la respuesta en crecimiento de la planta es más severa de lo observado en el campo, debido a que en condiciones controladas las plantas tienen las raíces sometidas al estrés de la resistencia a la penetración en forma homogénea y lo experimentan al inicio del enraizamiento (Masle y Passioura, 1987).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El detalle de los tratamientos utilizados fue el siguiente: en la zafra 2000/01 se estudiaron tres dotaciones (corderos/ha), 6, 12 y 18; en 2004/05, 6, 9 y 12 y en 2005/06, 9, 12 y 18. En estas dos últimas zafras se evaluaron los efectos de las cargas con y sin suplementación de ración.

Con el fin de disponer de lugares testigo, sin compactación provocada por el pisoteo de animales, en forma previa al ingreso de los corderos se instalaron jaulas en cada parcela. Se estimó la resistencia del suelo a

la penetración, utilizando un penetrómetro de cono manual Eijkelkamp. Se hicieron lecturas tanto en el área pisoteada como dentro de las jaulas, calculándose posteriormente la diferencia entre las lecturas exteriores y las de las jaulas. Se hicieron 6 sitios con 10 lecturas por parcela, (en el área pastoreada y en las jaulas) en 2000/01, mientras que en 2004/05 y 2005/06 se realizaron 10 lecturas en cada tratamiento, respectivamente.

En 2000/01, en los mismos lugares, donde se realizaron las lecturas de resistencia a la penetración, se registró el número de plantas a los 28 días de sembrado el cultivo y más adelante a los 51 días se extrajeron muestras de plantas enteras con el cultivo ya inundado. En este muestreo se determinó: el número de tallos principales y macollos por planta, la altura y el peso seco aéreo y radicular de las mismas, largo máximo y promedio de raíces. Al momento de cosecha se realizaron al azar dos cortes de 10 m² en lugares distintos a los marcados, registrándose el rendimiento en grano y extrayéndose muestras para el análisis de componentes del mismo.

En 2004/05, el único registro evaluado fue la resistencia del suelo a la penetración, mientras que en 2005/06, además se hicieron muestreos de arroz en forma previa a la cosecha, en los mismos puntos donde se hicieron las lecturas con el penetrómetro. Con ellos, se analizaron componentes del rendimiento y el rendimiento potencial.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Zafra 2000/01

En el análisis de registros de resistencia a la penetración se encontró una tendencia significativa al 8%, por la cual la carga intermedia, fue la que presentó la mayor compactación (Cuadro 1 y 4). Sin embargo, cuando se analizaron las diferencias en resistencia entre los partes pisoteadas y las correspondientes a las jaulas ubicadas dentro de cada parcela, no existieron tales diferencias. Ello estaría indicando, que probablemente la carga correspondiente a 12 corderos/ha fue ubicada

sobre un suelo que por sus características presentaba mayor compactación natural. El número de plantas/m² a la emergencia, el nú-

mero de tallos totales al macollaje y la altura, no fueron afectados por las distintas cargas.



Figura 1. Corderos pastoreando un verdeo de raigrás de un potrero para siembra de arroz en la primavera siguiente

Cuadro 1. Resultados de los análisis estadísticos en la resistencia a la penetración, en la diferencia de resistencia entre parcela pisoteada y no pisoteada, número de plantas a la emergencia, número de tallos totales/m² y altura al macollaje. 2000/01.

Cargas	Resistencia a la penetración (KN/ cm ²)		N° Pl/m ² Emerg.	N° Tallos Totales /m ²	Altura (cm)
	Parcela	Diferencia			
6 cord/ha	0,165	0,09	298	572	27,4
12 cord/ha	0,380	0,20	251	520	27,4
18 cord/ha	0,270	0,17	329	626	28,0
Probabilidad	0,082	ns	ns	ns	ns
Promedio	0,272	0,15	293	572	27,6
CV (%)	16,7	24,6	15,0	10,1	1,6

N°: número; Pl: Plantas, Emerg.: Emergencia, KN: Kilo Newton, Cord: corderos.

La materia seca aérea, radicular y total/ tallo fueron afectadas al 5, 9 y 1% respectivamente por efecto de las cargas (Cuadro 2). Se puede observar en dicho cuadro que los valores más bajos se registraron con la carga

12 corderos/ha y posiblemente también esté incidiendo el tipo de suelo. El largo máximo y promedio de raíces al igual que la relación entre la parte aérea y raíz no fueron afectadas por las distintas cargas.

Cuadro 2. Resultados de los análisis estadísticos en materia seca aérea, radicular y total/tallo, largo máximo y promedio de raíces y relación peso entre parte aérea y raíz. 2000/01

Cargas	Materia Seca/tallo (g)			Largo raíz (cm)		Relación Peso aéreo/raíz
	Aérea	Raíz	Total	Máximo	Promedio	
6 cord/ha	1,25	0,36	1,62	11,00	8,55	3,40
12 cord/ha	1,09	0,32	1,41	11,35	8,80	3,32
18 cord/ha	1,25	0,39	1,64	11,00	8,35	3,24
Probabilidad	0,054	0,091	0,012	ns	ns	ns
Promedio	1,20	0,36	1,56	11,12	8,57	3,32
CV (%)	2,7	4,1	1,3	2,9	1,7	6,0

No se encontraron diferencias en el rendimiento en grano debido a las distintas cargas animales, tal como se puede apreciar en el Cuadro 3. En cambio en el análisis de los componentes del rendimiento se encontró diferencias significativas en la cantidad de

panojas por metro cuadrado según la prueba F pero no con la prueba Tukey que es más rigurosa. En el Cuadro 4 se muestran los resultados de los registros de la resistencia a la penetración según las distintas cargas y el peso inicial y final de los corderos.

Cuadro 3. Resultados de los análisis estadísticos en rendimiento en grano y componentes del mismo. 2000/01

Cargas	Rendimiento (kg/ha)	Panojas /m ²	Esterilidad (%)	Peso mil granos (g)
6 cord/ha	8184	630 a(*)	17,3	22,88
12 cord/ha	8288	701 a	22,4	23,32
18 cord/ha	8158	578 a	19,4	23,60
Probabilidad	ns	0,041	ns	ns
Promedio	8210	636	89	23,27
CV (%)	13,2	2,9	5,6	0,8

(*) Prueba Tukey a 5%.

Cuadro 4. Resultados de los registros de la resistencia a la penetración (KN/cm²) en la jaula y las tres cargas (promedio, máximo, mínimo, coeficiente de variación y peso inicial y final de corderos) 2000/01.

	Jaula	Cargas (corderos/ha)		
		6	12	18
Promedio	0,121	0,165	0,380	0,270
Máximo	0,520	0,800	1,000	1,000
Mínimo	0,060	0,120	0,510	0,260
CV (%)	97,6	112,8	40,3	77,6
Peso inicial		30,3	30,8	30,8
Peso final		39,8	36,4	31,6

2. Zafra 2004/05

Como se muestra en el Cuadro 5, se encontraron efectos significativos al 8% debido a las cargas y altamente significativos por la interacción entre cargas y suplementación en los registros de resistencia a la penetración en el suelo de la parcela. Para la diferencia en la resistencia entre la parcela y jaula, se

obtuvo efecto significativo al 5% para la carga e interacción altamente significativa entre las dos variables. En la Figura 2 se muestra la interacción para la resistencia a la penetración en el suelo de la parcela. Se puede ver que en la dotación más alta los animales que no disponían de suplemento pisotearon más y provocaron mayor compactación, en la búsqueda de alimento.

Cuadro 5. Resultados de los análisis de varianza en la resistencia a la penetración del suelo en la parcela y la diferencia en los registros en el suelo de la parcela y el de la jaula. 2003/04.

Variable	Resistencia (KN/cm ²)	
	Parcela Significación	Diferencia Significación
Cargas	0,080	0,041
Suplementación	ns	0,080
Interacción (carga x supl.)	0,000	0,008
Promedio (KN/cm ²)	0,100	0,062
CV (%)	39,8	62,5

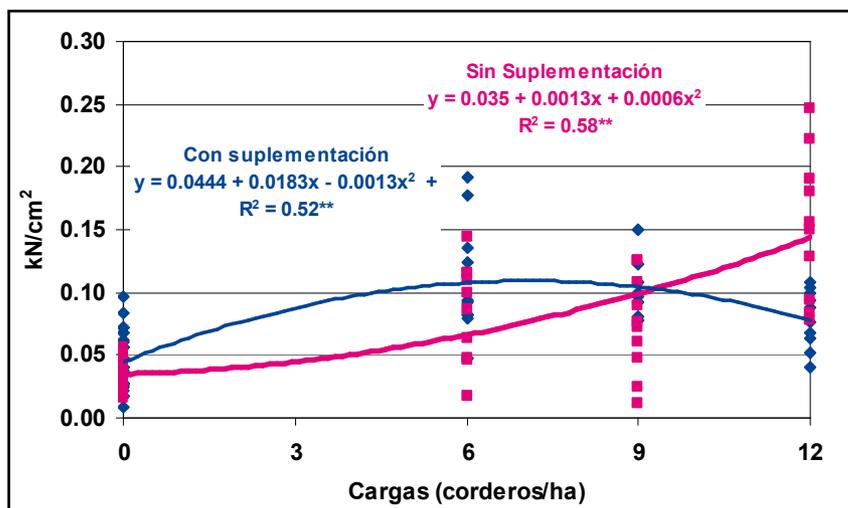


Figura 2. Resultados de la interacción entre carga y suplementación en la resistencia a la penetración del suelo en la parcela. 2004/05.

En el Cuadro 6 se observa una mayor resistencia a la penetración en la carga más alta sin suplementación lo que puede estar

acentuado por animales con terminación más pesada en esta zafra.

Cuadro 6. Resultados de los registros de la resistencia a la penetración (KN/cm²) en la jaula, las tres cargas y la suplementación (promedio, máximo, mínimo, coeficiente de variación y peso inicial y final de corderos). 2004/05.

	Jaula	Cargas (corderos/ha)					
		6		9		12	
		Suplementación					
		Con	Sin	Con	Sin	Con	Sin
Promedio	0,039	0,111	0,085	0,101	0,074	0,079	0,153
Máximo	0,096	0,192	0,144	0,150	0,126	0,108	0,246
Mínimo	0,008	0,048	0,018	0,078	0,012	0,040	0,078
CV(%)	46,0	41,6	46,6	22,2	53,2	29,1	37,7
P. inicial		29,3		27,6		28,9	
P. final		48,4		46,1		46,8	

3. Zafra 2005/06

A diferencia del año anterior, en esta oportunidad no se detectaron diferencias en la resistencia a la penetración del suelo, debidas a las cargas, a la suplementación, ni a su interacción (Cuadros 7 y 8). Tampoco se detectaron diferencias en los análisis de los componentes del rendimiento del cultivo.

En esta zafra a diferencia de la anterior, los corderos fueron más livianos y hubo lluvias dos días antes de efectuar los registros de resistencia del suelo a la penetración. No se observan diferencias en la magnitud de los registros de esta variable entre el registro de la jaula y la carga más baja (9 corderos/ha) y aún con el valor obtenido en la jaula en la zafra anterior (Cuadros 6 y 8).

Cuadro 7. Resultados del análisis estadístico realizado en resistencia a la penetración, componentes del rendimiento y rendimiento potencial del cultivo de arroz. 2005/06.

Variables	Resistencia Penetración (KN/cm ²)	Panojas /m ²	Esterilidad (%)	Peso Mil Granos (g)	Rendimiento Potencial (kg/ha)
Carga	ns	ns	ns	ns	ns
Suplementación	ns	ns	ns	ns	ns
Interacción carga x suplem.	ns	ns	ns	ns	ns
Promedio	0,041	510	15,6	19,73	13693

Cuadro 8. Resultados de los registros de la resistencia a la penetración (KN/cm²) en la jaula, las tres cargas y la suplementación (promedio, máximo, mínimo, coeficiente de variación y peso inicial y final de corderos). 2005/06.

	Jaula	Cargas (corderos/ha)					
		9		12		18	
		Suplementación					
		Con	Sin	Con	Sin	Con	Sin
Promedio	0,031	0,031	0,029	0,034	0,053	0,050	0,063
Máximo	0,086	0,064	0,068	0,068	0,140	0,128	0,156
Mínimo	0,006	0,008	0,000	0,010	0,006	0,008	0,008
CV(%)	52,8	67,0	78,4	22,2	79,2	83,7	65,3
P. inicial		22,5		23,6		23,4	
P. final		36,6		34,5		29,4	

V. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se efectuó el ensayo en el año 2000/01, manejando entre 6 y 18 corderos por hectárea, los resultados permiten establecer que la compactación provocada por las diferentes cargas no afectó el rendimiento en grano. Las diferencias naturales en compactación encontradas entre suelos, posiblemente fueron más importantes que las provocadas por el pisoteo.

En 2004/05 utilizando 6, 9, y 12 corderos por hectárea con y sin suplementación, se encontraron efectos significativos diferentes debidos a la carga ovina, de acuerdo al uso de la suplementación. Cuando se utilizó el mayor número de animales sin suplementar se encontró la mayor compactación, debido probablemente al mayor pisoteo provocado en la búsqueda de alimento. Se disminuyó el efecto con el suministro de la suplementación.

Los resultados obtenidos en 2005/06, utilizando 9, 12 y 18 animales por hectárea, con y sin suplementación, sugieren que no existen efectos perjudiciales en la resistencia en la penetración del suelo por las raíces, ni en la productividad del siguiente cultivo de arroz. En este año no se observaron los efectos de la compactación debido a lluvias anteriores al momento de registro de la resistencia a la penetración que pueden haber enmascarado

la posible mayor resistencia. También en este ensayo el peso de los animales fue inferior al utilizado en la zafra anterior.

En resumen, bajo las condiciones en las cuales se realizaron los estudios el pisoteo provocado por las distintas cargas ovinas no afecta el desarrollo del cultivo de arroz siguiente. El cultivo de arroz tiene la ventaja de poder utilizar riegos para baños o para la inundación y este factor podría contribuir a la disminución y/o eliminación de los efectos del pisoteo del suelo y las plantas pueden desarrollarse normalmente.

VI. AGRADECIMIENTOS

A los funcionarios especializados y de apoyo por su invaluable esfuerzo en la generación de tecnología.

Al Ing. Agr. M Sc. Pedro Blanco, Director del Programa Nacional de Producción de Arroz y al Ing. Agr. M Sc. Horacio Saravia de la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología, por la revisión de este trabajo y sus valiosas sugerencias.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Atwell, B. J. 1990a. The effect of soil compaction on wheat during early tillering. I. Growth, development and root structure. *New Phytologist* 115: 29-35.

- Atwell, B. J. 1990b. The effect of soil compaction on wheat during early tillering. II. Concentrations of cell constituents. *New Phytologist* 115: 37-41.
- Beemster, G. T. S.; Masle, J. 1996. Effects of soil resistance to root penetration on leaf expansion in wheat (*Triticum Aestivum L.*): Composition, number and size of epidermal cells in mature blades. *Journal of Experimental Botany* 47 (304): 1651-1662.
- Bengough, A. G., Mullins, C. E. 1990. Mechanical impedance to root growth: a review of experimental techniques and root growth responses. *Journal of Soil Science* 41: 341-358.
- Drewry, J. J.; Cameron, K. C.; Buchan, G. D. 2001. Effect of simulated dairy cow treading on soil physical properties and ryegrass pasture yield. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 44: 181-190.
- Drewry, J. J.; Lowe, J. A. H.; Paton, R. J. 1999. Effect of sheep stocking intensity on soil physical properties and dry matter production on a pallic soil in Southland. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 42: 493-499.
- Goeschl, J. G.; Rappaport, L.; Pratt, H. K. 1966. Ethylene as a factor regulating the growth of pea epicotyls subjected to physical stress. *Plant Physiology* 41: 877-884.
- Goosey, H. B. et al. 2005. The potential role of sheep in dryland grain production systems. *Agriculture Ecosystems and Environment* 111: 349-353.
- Greenwood, K. L.; MacCleod, D. A.; Hutchinson, K. J. 1997. Long-term stocking rate effects on soil physical properties. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 37: 413-419.
- Greenwood, K. L.; McKenzie, B. M. 2001. Grazing effects on soil physical properties and the consequences for pastures: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 41: 1231-1250.
- Hatfield, P. G. et al. 2007. Incorporating sheep into dryland grain production systems. III. Impact on changes in soil bulk density and soil nutrient profiles. *Small Ruminant Research* 67: 222-231.
- Houlbrooke, D. J. et al. 1997. A study of the effects of soil bulk density on root and shoot growth of different ryegrass lines. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 40: 429-435.
- Hussain, A. et al. 1999a. Soil compaction. A role for ethylene in regulating leaf expansion and shoot growth in tomato ?. *Plant Physiology* 121: 1227-1237.
- Hussain, A. et al. 1999b. Novel approaches for examining the effects of differential soil compaction on xylem sap abscisic acid concentration, stomatal conductance and growth in barley (*Hordeum Vulgare L.*). *Plant Cell and Environment* 22: 1377-1388.
- Kar, S. et al. 1976. Soil physical conditions affecting rice root growth: Bulk density and submerged soil temperature regime effects. *Agronomy Journal* 68: 23-26.
- Kar, S.; Varade, S B. 1972. Influence of mechanical impedance on rice seedling root growth. *Agronomy Journal* 64: 80-81.
- Kays, S. J.; Nicklow, C. W.; Simons, D. H. 1974. Ethylene in relation to the response of roots to physical impedance. *Plant and Soil* 40: 565-571.
- Masle, J. 1998. Growth and stomatal responses of wheat seedlings to spatial and temporal variations in soil strength of bi-layered soils. *Journal of Experimental Botany* 49 (324): 1245-1257.
- Masle, J. 2002. High soil strength: mechanical forces at play on root morphogenesis and in root: shoot signaling. In: *Plant roots. The hidden half*. Ed. By Waisel, Y., Eshel, A., Kafkafi, U. 3a Ed. New York, Marcel Dekker, Inc. p. 807-819.

Masle, J.; Passioura, J. B. 1987. The effect of soil strength on the growth of young wheat plants. *Australian Journal of Plant Physiology* 14: 643-656.

Moss, G. I.; Hall, K. C.; Jackson, M. B. 1988. Ethylene and the responses of roots of maize (*Zea Mays* L.) to physical impedance. *New Phytologist* 109: 303-311.

Mulholland, B. J. et al. 1996. Effect of soil compaction on barley (*Hordeum Vulgare* L.) growth. I. Possible role for ABA as a root-sourced chemical signal. *Journal of Experimental Botany* 47 (297): 539-549.

Sarquis, J. I.; Jordan, W. R.; Morgan, P. W. 1991. Ethylene evolution from maize (*Zea*

Mays L.) seedling root and shoot in response to mechanical impedance. *Plant Physiology* 96: 1171-1177.

Tubeileh, A. et al. 2003. Effect of soil compaction on photosynthesis and carbon partitioning within a maize-soil system. *Soil and Tillage Research* 71: 151-161.

Veen, B. W. 1982. The influence of mechanical impedance on the growth of maize roots. *Plant and Soil* 66: 101-109.

Young, I. M. et al. 1997. Mechanical impedance of root growth directly reduces leaf elongation rates of cereals. *New Phytologist* 135: 613-619.

15 EFECTOS DEL BARBECHO QUÍMICO Y DETERMINACIÓN DEL MOMENTO ÓPTIMO DE APLICACIÓN DE GLIFOSATO PARA LA IMPLANTACIÓN Y RENDIMIENTO DEL ARROZ SEMBRADO CON CERO LABOREO

R. Méndez¹, E. Deambrosi²

I. INTRODUCCIÓN

En los primeros ensayos, vinculados a la Siembra directa, se encontró efectos perjudiciales del raigrás (*Lolium multiflorum* L.) en la instalación del cultivo de arroz, disminuyendo el número inicial de plantas y el rendimiento final en grano (Méndez et al., 2001). Posiblemente, esto estuviera asociado a la aplicación del herbicida total poco antes de la siembra, en estos experimentos, sin permitir la descomposición de los residuos de plantas.

Según Ernst, Marchesi y Marchesi (2004) el tiempo de barbecho químico posibilita la acumulación de nitrógeno (N) y agua y una mejor condición física para la instalación de cultivos de verano. La realización de un barbecho largo aplicando anticipadamente el herbicida permitiría disponer de un tiempo mayor para la descomposición de los residuos de raigrás y eliminar los efectos negativos antes mencionados.

En octubre de 1997 se instaló un ensayo en Paso de la Laguna (Méndez y Deambrosi, 1998) en el que se compararon los efectos de realizar aplicaciones únicas de glifosato con 40 y 13 días previos a la siembra. En dicho ensayo no se encontraron efectos significativos de los tratamientos en el rendimiento. Se pudo observar el nacimiento de malezas anuales, luego de efectuarse la primera aplicación, por lo que hubiera sido beneficioso realizar otra aplicación de glifosato, previa a la siembra para eliminar las mismas. Esto pudo haber enmascarado el efecto de la aplicación anticipada.

Este artículo resume los resultados de una serie de ensayos con los objetivos de evaluar

los efectos del anticipo de las aplicaciones de glifosato sobre el desempeño y productividad del cultivo y determinar el momento óptimo de aplicación del herbicida que permita lograr un buen aprovechamiento de la pastura anterior, sin afectar negativamente la instalación del cultivo de arroz.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Zafra 2001/02

El diseño experimental utilizado fue de parcelas al azar con 2 tratamientos y 20 repeticiones. Los ensayos fueron instalados en el potrero N° 1 de la UPAG en donde se había realizado laboreo de verano previamente. Se compararon los efectos de la secuencia de 2 aplicaciones (45 y 0 días antes de la siembra), contra un tratamiento con una aplicación única, 15 días antes de la siembra.

Los tratamientos fueron los siguientes: T1: 1ª aplicación de glifosato (Roundup, 4 l/ha) el 10 de setiembre de 2001; 2ª aplicación (Roundup, 3,5 l/ha) el 25 de octubre del 2001 y T2: única aplicación de glifosato (Roundup, 4 l/ha) el 10 de octubre del 2001.

La siembra fue realizada el 25 de octubre de 2001, con la variedad El Paso 144, a razón de 190 kg/ha, fertilizándose con 180 kg/ha de 10-30-10. El control de malezas post-emergente fue el correspondiente al realizado en la chacra.

Se hicieron las siguientes determinaciones: plantas/m² a la 3ª hoja el 13 de noviembre del 2001, materia seca de raíces, aérea y total, porcentaje de nitrógeno (N), N absorbido al inicio del macollaje y rendimiento en grano.

¹ Ing. Agr., Dr., Programa Nacional de Producción de Arroz

² Ing. Agr., MSc., Programa Nacional de Producción de Arroz

2. Zafra 2003/04

Con el objetivo de determinar el momento óptimo para realizar la aplicación de glifosato previo a la siembra, a los efectos de lograr una buena implantación del arroz, se instaló el ensayo en el potrero N° 4 de la Unidad de Producción Arroz- Ganadería, intentando la realización de aplicaciones de glifosato cada una semana.

El diseño experimental fue de bloques al azar de 8 tratamientos con 4 repeticiones cuyas fechas se encuentran en el Cuadro 1. Se muestran también las fechas cuando se efectuaron segundas aplicaciones, ya que hubo nacimiento de generaciones de capín (*Echinochloa sp.*), luego de realizar las tres más tempranas.

Cuadro 1. Tratamientos y fechas de aplicación de glifosato. 2003/04.

Tratamientos	Aplicaciones			
	Primera		Segunda	
	Fecha	Das (1)	Fecha	Das
1	01/09/03	57	13/10/03	15
2	11/09/03	47	13/10/03	15
3	15/09/03	43	13/10/03	15
4	29/09/03	29		
5	06/10/03	22		
6	13/10/03	15		
7	20/10/03	8		
8	27/10/03	1		

(1) Das: días antes de la siembra

La primera aplicación se realizó con 5 l/ha de glifosato (Gliserb) mientras que cuando se hizo una segunda se aplicó 3 l/ha del herbicida. La altura del forraje de la cobertura vegetal presente al momento de comenzar los tratamientos fue de alrededor de 5 cm. Se comenzaron las aplicaciones 4 días después de retirados los corderos del potrero, para posibilitar el crecimiento de la pastura.

Solamente en las parcelas correspondientes a los tratamientos 1 y 8, se efectuaron muestreos a 15 cm de profundidad al momento de la siembra, para determinar nitrógeno como nitratos. En todas las parcelas se realizaron muestreos a 15 cm de profundidad para determinar la humedad del suelo, y a 5 cm para evaluar la densidad aparente.

Se sembró el 28 de octubre de 2003 con la variedad INIA Tacuarí con cero laboreo.

A los 30 días posteriores a la siembra, se hizo una lectura visual de infestación de capín (*Echinochloa sp.*) como porcentaje de la parcela.

El granizo caído el 27 de febrero de 2004 ocasionó daños de desgrane en un momento próximo a la realización de la cosecha, por lo que no se presenta la información referente a rendimiento en grano.

3. Zafra 2004/05

Con un criterio similar al utilizado en el año anterior, en 2004/05 se evaluaron 9 tratamientos dispuestos en bloques al azar con 4 repeticiones. En general, las aplicaciones de glifosato fueron separadas una semana entre sí, salvo las dos más tempranas (Cuadro 2). En referencia a la altura del forraje presente al momento de las aplicaciones, esta fue de aproximadamente de 5 cm, ya que el potrero estaba siendo pastoreado con corderos y se esperaron 4 días para que creciera la vegetación antes de comenzar las aplicaciones.

La siembra del ensayo estaba prevista para el 1° de noviembre, pero debido a lluvias se debió postergar hasta el 19 de noviembre. La variedad utilizada fue INIA Olimar a razón

de 140 kg/ha de semilla, fertilizándose con 200 kg/ha de 15-30-15.

En las dos fechas de siembra (prevista y efectiva, 1° y 19 de noviembre) fue determinado el contenido de N como nitratos, la humedad gravimétrica del suelo a 15 cm de

profundidad, y la resistencia a la penetración con un penetrómetro de cono a 5 cm. También fue registrada la temperatura del suelo a 3 cm de profundidad (con data-loggers, HOBO H8 Pro), en 6 parcelas, 3 con vegetación viva y 3 con vegetación muerta.

Cuadro 2. Fechas de aplicación de los tratamientos. 2004/05.

Tratamientos	Fechas	Días antes de 1°/11	Días antes de 19/11
1	1° setiembre	61	79
2	13 setiembre	49	67
3	17 setiembre	45	63
4	24 setiembre	38	56
5	1° octubre	31	49
6	7 octubre	25	43
7	15 octubre	17	35
8	22 octubre	10	28
9	29 octubre	3	21

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Zafra 2001/02

Con el mayor largo de barbecho se obtuvo un 20% más de plantas instaladas al estado de 3 hojas, mayor contenido de N (%) y cantidad (kg/ha) de nitrógeno absorbido (Cuadro 3). Si bien las diferencias fueron de 2,21 kg/ha de N, esto significó un 36% más de N favorable al barbecho más largo. En cambio, en los registros de materia seca de

raíz, aérea y total, a pesar de ser mayores y observarse diferencias en el desarrollo de plantas a favor del anticipo de la aplicación, no se encontraron diferencias estadísticas. El rendimiento en grano fue favorable al barbecho más largo (21% más) (Cuadro 4) estando muy relacionado al estado nutritivo de las plantas ya que se encontraron correlaciones altamente significativas entre rendimiento y contenido y absorción de nitrógeno ($r= 0,44$ y $0,64$ respectivamente). En cambio, los tratamientos no afectaron la altura de plantas a la cosecha.



Figura 1. Ensayo de aplicación anticipada de glifosato

Cuadro 3. Resultados del análisis estadístico para los registros realizados al estado de la 3ª hoja y al inicio del macollaje. 2001/02

Fuente	Pl/m ²	N absorbido (kg/ha)	% N	MS raíz (kg/ha)	MS aérea (kg/ha)	MS total (kg/ha)
T ₁	222	8,41	3,65	101,0	230,3	331,3
T ₂	185	6,20	3,09	95,5	201,8	297,1
Prom.	204	7,30	3,37	98,2	216,0	314,2
Prob.	0,031	0,002	0,000	ns	ns	ns
C.V. (%)	25,8	29,1	9,6	25,9	28,5	26,6

Cuadro 4. Resultados del análisis estadístico en rendimiento en grano y altura de plantas a la cosecha. 2001/02.

	Rendimiento (kg/ha)	Altura (cm)
T1	8583	77,2
T2	7078	76,4
Prom.	7831	76,8
Prob.	0,000	ns
C.V. (%)	9,6	3,9

En resumen, el barbecho químico largo es favorable en la nutrición temprana del cultivo y en el rendimiento de grano, siendo necesaria más de una aplicación de glifosato en este caso. Es notoria la incidencia de un mayor aporte nitrogenado, pero es necesario controlar las malezas que nacen en el transcurso de un período tan largo entre la aplicación y la siembra, para que el cultivo pueda beneficiarse de estas ventajas.

2. Zafra 2003/04

En el análisis de nitrógeno como nitratos se registraron 18,4 ppm para el tratamiento 1, con el mayor anticipo, y 4,3 ppm para el tratamiento 8, con aplicación de glifosato el día antes de la siembra. Esto equivaldría a una diferencia de 27 kg/ha de N (59 kg/ha de urea), a favor de la aplicación más temprana,

en comparación con la más tardía (35 kg/ha vs 8 kg/ha de N).

Se encontró menor humedad en el tratamiento 8, de aplicación más tardía, debido probablemente a la presencia de la cobertura vegetal que estaba consumiendo agua (Cuadro 5).

Como era previsible, no hubieron diferencias en la densidad aparente a 5 cm de profundidad, ya que posiblemente el período debería ser más prolongado en el tiempo para encontrar efectos en esta variable.

También se aprecia en el Cuadro 5, que las parcelas con el mayor anticipo del glifosato, y a pesar de realizarse una segunda aplicación, tendieron a presentar una mayor infección de capín.

Cuadro 5. Registros de humedad del suelo, densidad aparente y apreciación visual de capín el 27 de noviembre. 2003/04

Tratamientos	Humedad del suelo (%)	Densidad aparente (g/cm ³)	Capín-Evaluación Visual (%) en área de la parcela
1	18,63 ab (*)	1,227	31
2	21,48 a	1,303	44
3	18,58 ab	1,265	34
4	19,90 ab	1,262	15
5	19,73 ab	1,228	10
6	13,98 ab	1,250	3
7	13,02 ab	1,363	1
8	9,93 b	1,323	1

(*) En la columna, las medias con la (s) misma (s) letra (s) no difieren estadísticamente de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidad.

En resumen, el anticipo de aplicación de glifosato de 58 días antes de la siembra del arroz resultó en una mayor cantidad de nitrógeno en formas fácilmente disponibles para el cultivo. Esta mayor cantidad de nitrógeno posiblemente fue aprovechado por el capín, ya que al momento de realizar la evaluación visual de su presencia, existía una mayor infestación y las plantas eran más grandes.

3. Zafra 2004/05

En el Cuadro 6 se muestran los resultados del contenido de N como nitratos a 15 cm de profundidad. Se observan diferencias entre el primer tratamiento (1) con los dos últimos (8 y 9) en el primer momento de extracción de las muestras (1° de noviembre). Los registros del 19 de noviembre en general fueron más bajos comparados con los del 1° de noviembre, excepto en los tratamientos 7, 8 y 9.

Cuadro 6. Resultados en el contenido de N como nitratos a 15 cm de profundidad. 2004/05.

Tratamientos	N como nitratos (ppm)	
	1° noviembre	19 noviembre
1	12,875 a (*)	9,400
2	9,550 ab	9,375
3	10,775 ab	9,650
4	8,050 ab	9,000
5	8,750 ab	7,800
6	8,325 ab	7,225
7	6,275 ab	6,950
8	5,175 b	6,975
9	5,300 b	6,525

(*) En cada columna, las medias con la (s) misma (s) letra (s) no difieren estadísticamente de acuerdo al test de Tukey al 5% de probabilidad.

En ninguna de las dos fechas fueron encontradas diferencias significativas en el contenido de humedad del suelo, ni en la resistencia del mismo a la penetración (Cuadro 7). Esto fue debido posiblemente a dos razones. Por un lado, a las lluvias ocurridas en los dos días anteriores a la realización

del primer muestreo, que uniformizaron esta variable en el suelo. Por otro, el volumen de rastrojo de forraje presente al momento del muestreo fue bajo, de alrededor de 5 cm de altura, con el retiro de los corderos muy cercano a los momentos de aplicación de los primeros tratamientos con glifosato.

Cuadro 7. Resultados en la humedad del suelo a 15 cm de profundidad y resistencia a la penetración a 5 cm de profundidad (MPa). 2004/05.

Tratamientos	Humedad del suelo (%)		Resistencia a la penetración (MPa)	
	1° noviembre	19 noviembre	1° noviembre	19 noviembre
1	34,525	14,125	0,445	2,109
2	34,675	15,125	0,452	2,075
3	34,650	14,150	0,405	2,300
4	33,450	13,850	0,468	2,128
5	34,575	13,900	0,417	2,180
6	33,400	14,775	0,493	2,301
7	34,275	13,625	0,390	2,140
8	35,775	14,250	0,532	2,114
9	34,875	15,050	0,465	2,203

En el ensayo del año anterior solamente se encontraron diferencias en humedad del suelo entre el segundo tratamiento con el último. Generalmente los barbechos largos presentan más humedad en el suelo, ya que no tienen una cobertura vegetal que consuma el agua.

La curvas de variación de la temperatura del suelo en un día medio, promediando los días con alta radiación y sin lluvias, entre los

tratamientos que tenían la vegetación muerta y en los que aún estaba viva, no fueron muy diferentes entre sí. Se observa una estabilidad levemente mayor cuando la vegetación está viva. Con la vegetación muerta, en la noche el suelo es más frío y en las horas de mayor radiación durante el día, es algo más caliente (Figura 2). En la Figura 3, en un día promedio de baja radiación y sin lluvias no hay mayores diferencias en la evolución de la temperatura del suelo.

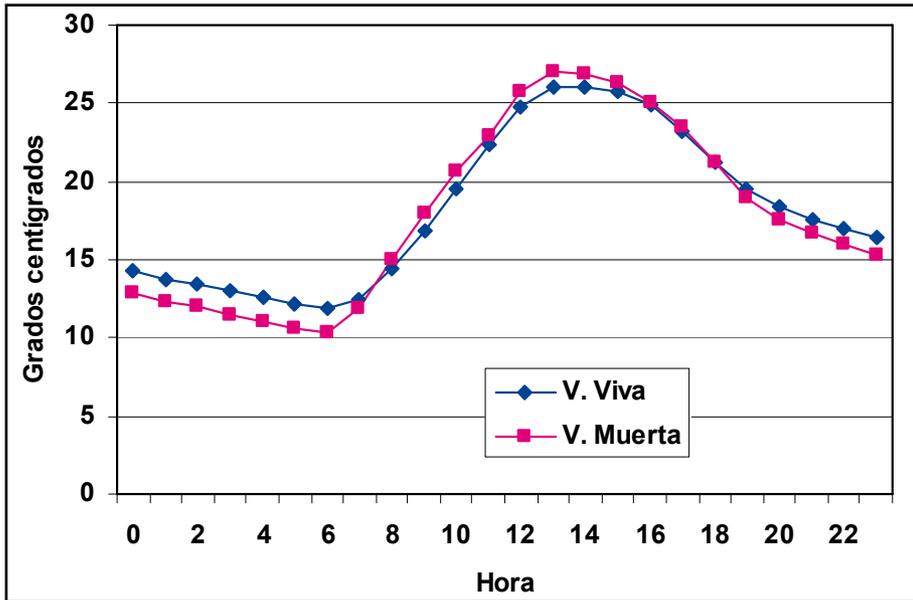


Figura 2. Variación en la temperatura del suelo de un día promedio con buena radiación y sin lluvias

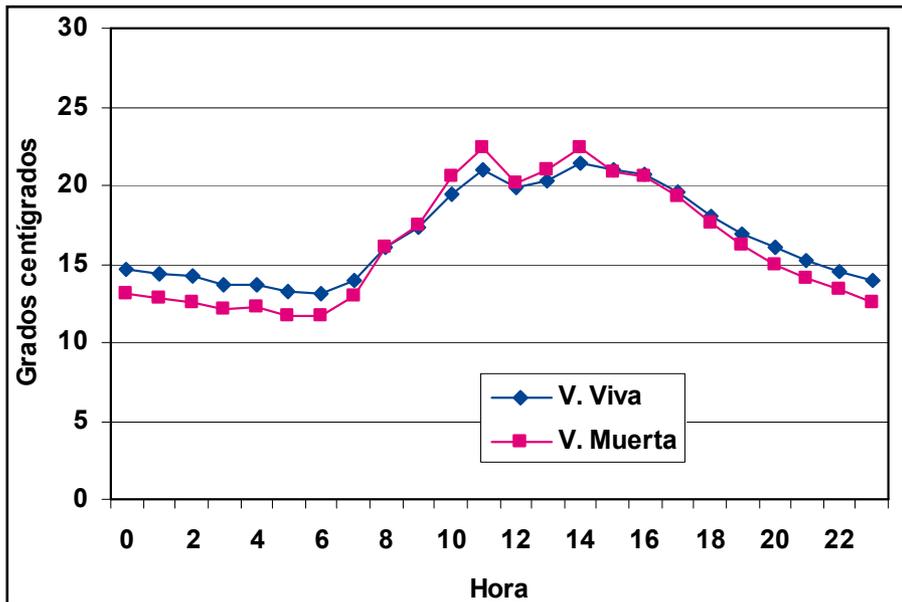


Figura 3. Variación de la temperatura del suelo en un día promedio con baja radiación y sin lluvias.

Como se aprecia en el Cuadro 8 no hubo incidencia de los distintos momentos de la aplicación del glifosato en el rendimiento en grano y sus componentes, y en la altura de plantas.

Cuadro 8. Resultados del análisis estadístico para rendimiento, altura y componentes del rendimiento. 2004/05.

Fuente	Rend. (kg/ha)	Altura (cm)	Pan. /m ²	G.Llen. /pan.	G.Vac. /pan.	G.Tot. /pan.	Peso Mil granos (g)
Tratam.	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Media	7206	75	621	70	33	103	26,9
CV (%)	12,5	2,9	21,3	16,8	25,4	14,9	4,0

Tratam.: Tratamientos; Rend.: Rendimiento; Pan.: Panoja/s; G. Ll.: Granos Llenos; G. Vac.: Granos Vacíos; G. Tot.: Granos Totales; ns: no significativo

La anticipación de la aplicación del glifosato incrementó la cantidad de N como nitratos en los primeros 15 cm de profundidad de suelo. Los diferentes momentos de aplicación del glifosato no afectaron el contenido de humedad ni la resistencia a la penetración del suelo en un año en que se produjeron lluvias entre las aplicaciones y la siembra. Tampoco incidieron mayormente en la temperatura del suelo.

IV. CONCLUSIONES

De acuerdo a la información generada en evaluaciones de los efectos de aplicaciones anticipadas de glifosato, realizadas sobre tapices bajos de raigrás, utilizando suelos distintos y en zafras diferentes, se concluye que:

- El barbecho químico prolongado es favorable en la nutrición temprana del cultivo y en el rendimiento de grano, si se realiza el control de las malezas que pueden nacer en el transcurso del período de barbecho. Este aspecto favorable para la instalación del cultivo posterior, reduce las posibilidades de un mejor aprovechamiento forrajero por parte de la producción animal.

- La aplicación de glifosato aproximadamente 2 meses antes de la siembra del arroz resultó en una mayor cantidad de nitrógeno en formas fácilmente disponibles para el cultivo.

- Los efectos de la anticipación de aplicación de glifosato sobre el contenido de humedad del suelo, la resistencia a la penetración del mismo y la temperatura del suelo,

fueron variables, de acuerdo a las lluvias y la cantidad de vegetación presente.

V. AGRADECIMIENTOS

A los funcionarios especializados y de apoyo por su invaluable esfuerzo en la generación de tecnología.

Al Ing. Agr. M Sc. Pedro Blanco, Director del Programa Nacional de Producción de Arroz y al Ing. Agr. M Sc. Horacio Saravia de la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología, por la revisión de este trabajo y sus valiosas sugerencias.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Ernst, O.; Marchesi, E; Marchesi, A. 2004. Manejo de barbecho para cultivos de verano de primera sembrados sin laboreos. Revista Cangüe, de la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni". Facultad de Agronomía, Universidad de la República, n 26: 44-48.

Méndez, R.; Deambrosi, E. 1998. Evaluación del tapiz anterior al arroz sobre la implantación del cultivo. In: INIA Uruguay, Arroz, Resultados Experimentales 1997-1998. Treinta y Tres: INIA, 1998, Cap. 3, p. 3-3/3-6. (Serie actividades de difusión; v. 166).

Méndez, R.; Deambrosi, E.; Blanco, P.; Saldain, N.; Pérez de Vida, F.; Gaggero, M.; Lavecchia, A.; Méndez, J.; Marchesi, C. 2001. Reducción del laboreo y siembra directa en el cultivo de arroz. Serie Técnica INIA N° 122. INIA Treinta y Tres. 18 p.

16 IMPACTO DE LA INTENSIDAD DE LABOREO EN LOS RENDIMIENTOS DE ARROZ DE LA UPAG, DURANTE TRES ZAFRAS (2006/07, 2007/08 y 2008/2009)

J. Terra¹, G. Cantou², E. Deambrosi³, F. Molina⁴, V. Pravia⁵, A. Roel⁶, M. Pereira⁷, J. Sartori⁷, N. Stirling⁷

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz en Uruguay se basa en general en un sistema de producción extensivo, de rotación con pasturas naturales regeneradas o con praderas sembradas (mezcla de gramíneas y leguminosas) con destino a la producción de carne y lana. El arroz ocupa en la rotación aproximadamente entre el 30 y 40% del tiempo. Este sistema productivo diverso, mitiga la degradación física, química y biológica del suelo, optimiza y diluye el uso de agroquímicos y sustenta en el largo plazo la productividad física y económica del cultivo de arroz y de la actividad ganadera.

Luego de una fase de pasturas, la investigación recomienda anticipar las operaciones de laboreo, nivelación y drenaje de la chacra en el verano - otoño previo a la siembra del

arroz, incluir en invierno un cultivo de cobertura y reducir o eventualmente eliminar el laboreo de primavera inmediatamente antes de la siembra del cultivo (Méndez et al., 2001).

Los resultados experimentales han demostrado que es viable eliminar el laboreo de primavera sin afectar el rendimiento de grano de arroz comparado con las alternativas de laboreo reducido o convencional previo a la siembra (Méndez et al., 2001). Sin embargo, la siembra directa (Fig. 1) no ha sido masivamente adoptada por los productores uruguayos en sistemas arroz - pasturas, probablemente debido a ciertas limitantes que existen a escala comercial (de chacra) que no son evidentes en ensayos analíticos en condiciones más controladas y de menor variabilidad.



Figura 1. Arroz en siembra directa.

¹ Ing. Agr., PhD., Programa Nacional de Producción y Sustentabilidad Ambiental

² Ing. Agr., Programa Nacional de Producción de Arroz

³ Ing. Agr., MSc., Programa Nacional de Producción de Arroz

⁴ Ing. Agr., Programa Nacional de Producción de Arroz

⁵ Ing. Agr., MSc., Programa Nacional de Pasturas y Forrajes

⁶ Ing. Agr., MSc., PhD., Programa Nacional de Producción de Arroz y Director Reg. INIA Treinta y Tres

⁷ Tesistas de Grado, Facultad de Agronomía - UDELAR

Desde la instalación de la Unidad de Producción Arroz - Ganadería (UPAG) en 1999, se planteó como estrategia la siembra del cultivo de arroz sobre laboreo de verano, utilizando siembra directa, con el propósito de contribuir a sembrar el cultivo en fecha, controlar algunas malezas como el arroz rojo y mitigar el deterioro de la calidad de los suelos (Deambrosi et al., 1997; Méndez et al., 2001). Sin embargo, la degradación estructural y física histórica de los suelos de la UPAG debido a su alta intensidad de uso anterior y algunos bajos rendimientos en las zafas iniciales (Deambrosi et al., 2005), pusieron en duda la adaptabilidad de la siembra directa en suelos degradados para sostener rendimientos de grano satisfactorios.

La extrapolación de información experimental generada en ensayos parcelarios hacia las chacras comerciales ha sido siempre motivo de discusión debido a las notorias diferencias de escala de dichos ambientes y a la habitual variabilidad presente en las chacras. El uso de algunas herramientas vinculadas a la agricultura de precisión (GPS, monitores de rendimiento, GIS) abrió nuevas posibilidades para la investigación, ya que además de expresar el impacto productivo promedio de distintas alternativas de manejo en una chacra, se puede conocer además la interacción de las prácticas de manejo con la variabilidad espacial de suelos. En este sentido, los ensayos en fajas permiten evaluar el efecto combinado de las prácticas de manejo y de la variabilidad de una chacra sobre la productividad del cultivo y por lo tanto realizar un análisis más aplicado de la información experimental.

La hipótesis es que el nivel de rendimiento en siembra directa a escala de chacra es similar al de laboreo convencional pero la variación de rendimiento es mayor debido a un mayor efecto de los factores edáficos y del microrelieve.

El objetivo del presente experimento fue evaluar durante 3 zafas el impacto de la intensidad de laboreo (siembra directa y convencional) previo a la siembra arroz sobre la

productividad del cultivo a escala de chacra, en dos momentos de la secuencia de rotación de la UPAG (pradera vs. raigrás).

II. MATERIALES Y MÉTODOS

1. Sitio y Rotación

Durante las zafas 2006/07, 2007/08 y 2008/09 se instalaron una serie de seis ensayos en fajas en suelos de la Unidad La Charqueada con alta intensidad agrícola arrocera pertenecientes a la UPAG. Esta fue establecida en 1999 sobre un mosaico de suelos diversos con más de 50 años de historia agrícola que alternaron con períodos de pasturas sembradas o barbechos. La UPAG se basó en una rotación arroz - pasturas de 5 años con todas las fases de la rotación presentes al mismo tiempo en potreros de 12 - 15 ha. La secuencia consistió en un cultivo de arroz, seguido por un año de descanso con raigrás anual (cv. LE 284) que antecede al segundo cultivo de arroz en la rotación luego del cual se instala una pradera (de dos años de duración), compuesta por Lotus corniculatus (cv. San Gabriel), trébol blanco (cv. Zapicán) y raigrás (cv. LE 284). De esta forma, el arroz estuvo presente en 2/5 partes del tiempo y del espacio. Las pasturas perennes fueron pastoreadas con ganado vacuno mientras que el raigrás de cobertura entre el laboreo de verano y la siembra del arroz fue pastoreado con corderos.

2. Tratamientos y Diseño Experimental

Los ensayos evaluaron el impacto de dos intensidades de laboreo (siembra directa y laboreo convencional) en el rendimiento de arroz a escala de chacra en las 2 fases del sistema de rotación arroz - pasturas de la UPAG. En ambos tratamientos se realizó laboreo de verano con excéntrica, rastras niveladoras y landplane, seguidos por un cultivo de raigrás anual (sembrado o espontáneo) para pastoreo ovino que se controló con glifosato a inicio de la primavera.

El laboreo convencional (LC) presiembra incluyó el uso de rastras niveladoras y roló

compactador o landplane dependiendo la zafra. En las zafras 2006/07 y 2007/08 el suelo se preparó mediante dos pasadas de rastra pesada, seguido por dos pasadas de rastra liviana y una pasada de rolo, mientras que en 2008/09, luego de las dos pasadas de rastra pesada se siguió con una pasada de vibro y un landplane. Luego de la siembra se realizó una aplicación de clomazone preemergente.

Por otro lado, el tratamiento de siembra directa (SD) consistió en la siembra sin laboreo del arroz sobre el rastrojo de raigrás con-

trolado con glifosato en septiembre, seguido por otra aplicación de glifosato y clomazone inmediatamente luego de la siembra.

Así, en cada zafra se realizaron 2 ensayos que se ubicaron en los dos potreros de la UPAG que se encontraban en la fase agrícola de la rotación. Esto es, en un de ellos el cultivo de arroz fue sembrado sobre un laboreo de verano de una pradera de dos años y en el otro, el arroz fue sembrado sobre un laboreo de verano posterior a un cultivo de raigrás intercalado luego del primer arroz.

Cuadro 1. Uso anterior del suelo según zafra evaluada.

Uso anterior:	Arroz de 1° año Pradera de 2 años	Arroz de 2° año Raigrás
2006/07	Potrero 3	Potrero 1
2007/08	Potrero 5	Potrero 2
2008/09	Potrero 4	Potrero 3

Los tratamientos de laboreo fueron establecidos en fajas de 20 m de ancho y 150 – 250 m de largo (dependiendo de las dimensiones del potrero) con calles de 6 m entre fajas. Cada ensayo constó de cuatro bloques en las zafras 2006/07 y 2008/09 y de tres en 2007/08. Las fajas fueron ubicadas a favor de la pendiente, de forma de interceptar la máxima variación del terreno posible (de forma que las taipas que cruzan las fajas lo hicieran en igual proporción para cada tratamiento). Cada faja fue segmentada en tramos de 50 m a los efectos del muestreo de suelo y plantas a lo largo del ciclo. Toda la información edáfica, topográfica y del cultivo fue georeferenciada y se cargó en un sistema de información geográfico de forma de correlacionar la productividad de cada tramo de 50 m de la faja con la variación inherente a la chacra.

3. Manejo del Cultivo

En la zafra 2006/07 y 2008/09, el raigrás fue pastoreado intensamente por una carga de 10 corderos /ha durante el invierno, mientras que en 2007/08 no tuvo casi pastoreo debido a los excesos hídricos ocurridos durante el otoño. El raigrás previo al arroz fue

controlado con glifosato en septiembre. El cultivo se sembró sobre las taipas, con una sembradora de cero laboreo (Baldan SPD - 3000) de doble disco y 17 cuerpos. Todos los ensayos fueron sembrados con el cultivar El Paso 144 a una densidad objetivo de 600 semillas viables/m². El manejo del cultivo durante todo el ciclo fue el mismo en todos los ensayos (y para ambos sistemas de laboreo) y siguieron las recomendaciones habituales para el cultivo de arroz en la zona este. Si bien este tipo de manejo no significa que fuese el más adecuado para cada situación, fue el más acertado a los efectos prácticos de conducción del ensayo.

4. Determinaciones

Cada una de las chacras fue mapeada previo a la siembra del arroz con un sensor de conductividad eléctrica (Veris Tech. 3100) tirado por un vehículo equipado con GPS pasando a intervalos regulares de 15 m. La conductividad eléctrica del suelo ha sido asociada con algunas propiedades del suelo tales como contenido de agua, salinidad, textura, CIC y C orgánico. Las medidas de conductividad eléctrica fueron realizadas de 0 – 30

cm y de 0 – 90 cm de profundidad de perfil y se utilizaron para complementar los mapas topográficos y semidetallados de suelos de las chacras de la UPAG conteniendo los ensayos en fajas.

Se sacaron 8 muestras compuestas de suelo (0 - 15 cm) inmediatamente antes de la siembra en cada sitio de muestreo que fueron analizadas para determinar el contenido de C orgánico, N total, P (ácido cítrico), K intercambiable, pH (agua) y textura.

La implantación fue evaluada 1 - 2 semanas luego de la emergencia del cultivo mediante el conteo de plántulas en secciones de 50 cm en 6 líneas de siembra al azar elegidas en cada sitio de muestreo.

Durante el ciclo del cultivo (macollaje, primordio, floración y cosecha) se cuantificó la densidad del cultivo (tallos/m²), acumulación de biomasa (kg/ha) y evolución de la altura del cultivo en los distintos sitios de muestreo.

En los estadios de primordio y floración se hicieron estimaciones del contenido relativo de clorofila en planta utilizando un sensor de contacto (Minolta 502 SPAD). Las mediciones fueron realizadas en la hoja superior completamente desarrollada de 10 plantas al azar seleccionadas en cada sitio de muestreo.

En floración y previo a la cosecha se realizaron lecturas de incidencia y severidad de enfermedades del tallo en cada sitio. Se evaluó podredumbre del tallo (*Sclerotium oryzae*) y mancha de vaina (*Rhizoctonia oryzae sativae*). A partir de estos datos se calculó el Índice de Grado de Severidad (IGS) para ambas enfermedades, el cual combina los conceptos de incidencia (porcentaje de tallos afectados) y severidad (altura a la que llega el ataque en los tallos afectados).

A la cosecha se estimaron los componentes de rendimiento (panojas/m², granos/panoja, porcentaje de esterilidad y peso de granos) mediante el corte de 6 muestras de 30 cm en cada sitio de muestreo. Se extrajeron muestras de planta y grano y se determinaron los contenidos de N, P y K para estimar la extracción de nutrientes por el cultivo.

Para la cosecha se utilizó una cosechadora equipada con monitor de rendimiento (AgLeader 3000) y DGPS (Trimble, AgGPS 132), lo que permitió determinar la variación de rendimiento a través de la faja (Fig. 2 y Fig. 3). En cada faja de 20 m de ancho se realizaron 4 pasadas con la plataforma llena (4 m), dejando uno espacio de 1 m entre pasadas (Fig. 4).



Figura 2. Monitor de rendimiento instalado sobre cosechadora comercial.



Figura 3. Representación de los dos ensayos en fajas en la zafra 2008-09, las celdas segmentadas a lo largo de las fajas y los mapas de rendimiento generados.



Figura 4. Vista panorámica de una de las fajas del ensayo.

5. Análisis Estadístico

Las respuestas agronómicas y productivas fueron evaluadas mediante un análisis conjunto de las tres zafras, utilizando modelos mixtos (Littell et al., 1996). En el modelo estadístico, los efectos del año, la intensidad de laboreo y la secuencia de la rotación, así como sus interacciones, fueron considerados

como efectos fijos y los bloques (anidados en la secuencia de la rotación y en el año) como efectos aleatorios. Para determinar la significancia estadística de los tratamientos y sus interacciones se utilizó un test F con un $P \leq 0,05$.

Se utilizaron árboles de clasificación y regresión según el método CART (Breiman

et al., 1984) para estudiar la importancia relativa de las variables de manejo, año, fase de la rotación, propiedades del suelo (C.org, P, K, textura, conductividad eléctrica) y tipo de suelo que explicaron el rendimiento del cultivo.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación se presentan los resultados más relevantes correspondientes al análisis conjunto de las tres zafras. Para las variables en las que se encontró efectos significativos

en alguna de las interacciones posibles entre los factores año, secuencia e intensidad de laboreo, se las analizó individualmente por zafra.

1. Análisis de suelo

En el Cuadro 2 se presenta el resultado de los análisis de suelo (0 - 15 cm) para cada ensayo. Los valores son la media de los muestreos realizados a lo largo de la faja (cada 50 m), previo a la siembra del cultivo con el correspondiente desvío estándar.

Cuadro 2. Análisis de suelos (0 - 15 cm) por zafra, según secuencia de la rotación.

Zafra	Potrero	Secuencia	Materia Orgánica (%)	Fósforo* (ppm)	Potasio (meq/100g)
2006/07	3	Pradera	2,36 ± 0,40	8,4 ± 2,2	0,24 ± 0,04
	1	Raigrás	2,03 ± 0,47	6,7 ± 2,2	0,16 ± 0,02
2007/08	5	Pradera	2,95 ± 0,60	9,2 ± 3,2	0,17 ± 0,03
	2	Raigrás	1,95 ± 0,22	9,7 ± 2,9	0,14 ± 0,02
2008/09	4	Pradera	2,31 ± 0,90	10,1 ± 3,4	0,18 ± 0,03
	3	Raigrás	2,21 ± 0,43	10,0 ± 2,5	0,17 ± 0,03

* Fósforo determinado por el método de análisis de Ácido Cítrico.

El contenido de materia orgánica fue 23% mayor en las chacras que fueron sembradas luego de la etapa de praderas comparadas con aquellas que ya habían tenido un cultivo de arroz seguido por raigrás. Esta tendencia también se dio con los niveles de K, siendo éstos 26% superiores en las chacras sobre pradera comparadas con las chacras sobre raigrás. Por otro lado, se observaron bajos niveles de K en todas las situaciones, a excepción de la chacra sobre pradera en 2006/07 lo que motivó el agregado del nutriente en todos los años. Los valores de P promediaron 9 ppm y tuvieron un coeficiente de variación del 30%, reflejando por un lado la alta frecuencia de agregado de P en la rotación (3/5 años) y por otro la heterogeneidad en el contenido del nutriente en la chacra. En general, la variación del contenido de P fue mayor en las chacras sembradas luego de la pradera que luego del raigrás.

2. Implantación y densidad de tallos

Se observaron diferencias significativas en la implantación del cultivo entre las zafras evaluadas, no detectándose diferencias entre las secuencias de la rotación ni entre tratamientos de laboreo (Cuadro 3). El número de plantas promedio cuantificado en los ensayos de la zafra 2006/07 fue 47 y 42% inferior al obtenido en las zafras 2007/08 y 2008/09, respectivamente y estuvo por debajo de las 180 - 200 plantas/m² usualmente recomendadas en el cultivo para alcanzar rendimientos óptimos.

Cuadro 3. Implantación del cultivo de arroz según zafra.

	Plantas/m ² *
2006/07	166 c
2007/08	315 a
2008/09	285 b
P > F (año)	<0,01

* 14 días después de la emergencia

Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente para P<0,05 según LSD.

Las diferencias en implantación del cultivo entre zafra estuvieron asociadas al régimen hídrico en los días siguientes a la siembra. En 2006/07, las condiciones de baja humedad del suelo posteriormente a la siembra determinaron una emergencia del cultivo lenta y despareja, lo que afectó el número inicial de plantas. En esta zafra, si bien el efecto del método de laboreo no fue significativo, el cultivo instalado con LC en la chacra sobre pradera tuvo una tendencia a una mayor población de plantas (16%) comparado con el sembrado con SD. En 2008/09 también se registraron condiciones de déficit hídrico aunque en esta oportunidad, el baño realizado 18 días luego de la siembra fue efectivo para promover y uniformizar la emergencia de plantas, alcanzando una población que presentó valores intermedios respecto a las otras dos zafra.

A través de observaciones realizadas se constató que el cultivo con LC presentó un

mayor crecimiento inicial y desarrollo que el cultivo con SD (Fig. 5). Estas diferencias en desarrollo entre intensidades de laboreo se mantuvieron durante el ciclo del cultivo, donde el cultivo con SD tuvo, en promedio, un ciclo entre dos y cinco días más largo. Esto coincide con estudios que muestran que cultivos que se desarrollan en suelos indisturbados son sujetos con frecuencia, a un deficiente contacto entre semillas y suelo, a una elevada resistencia mecánica para el crecimiento de raíces y a deficiencia de nutrientes, factores que determinan problemas en la implantación y un crecimiento lento y desparejo del cultivo (Ernst et al., 2003). En la zafra 2008/09, el efecto del sistema de laboreo sobre la fenología del cultivo fue distinto dependiendo de la secuencia de la rotación. Las diferencias ya comentadas se detectaron únicamente cuando el antecesor fue raigrás, mientras que estas tendencias no fueron claras cuando el uso anterior fue con pradera (Fig. 6).



Figura 5. Vista panorámica del cultivo de arroz en siembra directa (derecha) y laboreo convencional (izquierda) al inicio del periodo de inundación.

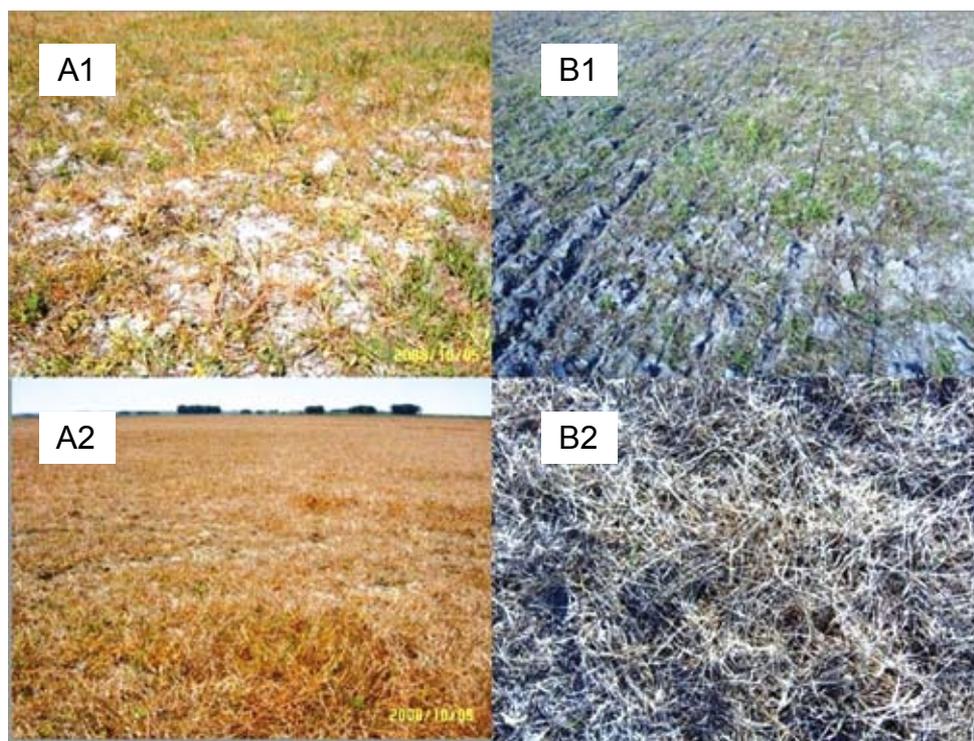


Figura 6. Rastrojo de raigrás en la chacra con antecesor de raigrás (1) y pradera (2) antes (A) y luego de sembrar el arroz (B).

En relación al número de tallos por unidad de superficie cuantificado a macollaje, el análisis conjunto de las tres zafras detectó diferencias significativas en la interacción entre los factores año y secuencia, por lo que fue analizado individualmente por zafra (Cuadro 4). En esta etapa fenológica, el número de tallos fue tres veces menor en la zafra 2006/07 (194 tallos/m²) respecto al alcanzado en las otras dos zafras (promedio 567 tallos/m²). En ninguna de las zafras estudiadas se encontró efecto de la secuencia de la rotación aunque

sí del método de laboreo. El número de tallos fue 63 y 14% mayor en el tratamiento de LC respecto al de SD, para las zafras 2006/07 y 2008/09, respectivamente ($P < 0,01$). Si bien las diferencias entre las intensidades de laboreo aún eran significativas a primordio, fueron de menor magnitud a las observadas en macollaje. No existieron diferencias entre intensidades de laboreo a floración, lo que evidencia que el cultivo en SD logró compensar los problemas de las etapas iniciales.

Cuadro 4. Efecto de la intensidad de laboreo sobre el número de tallos del cultivo de arroz, en dos momentos de la secuencias de la rotación de la UPAG (tres zafras).

Intensidad de laboreo	Tallos por m2	
	Primordio	Floración
LC	906 a	640
SD	847 b	611
P > F (laboreo)	0,05	ns
Secuencia de la rotación		
Pradera	933 a	622
Raigrás	819 b	630
P > F (secuencia)	<0,01	ns
Año		
2006/07	886 b	569 b
2007/08	666 c	577 b
2008/09	1078 a	731 a
P > F (año)	<0,01	<0,01
P > F (año x sec.)	ns	ns
P > F (año x lab.)	ns	ns
P > F (sec. x lab.)	ns	ns
P > F (año x sec. x lab.)	ns	ns

LC: Laboreo Convencional, SD: Siembra Directa, P: Probabilidad; P > F (año x lab. x sec.): interacción entre año, intensidad de laboreo y secuencia de la rotación; ns: no significativo. Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente para $P < 0,05$, según LSD.

3. Altura de planta y acumulación de biomasa

En términos generales, para las zafras 2006/07 y 2008/09, se observaron plantas de mayor porte cuando el cultivo fue instalado con LC comparado con SD, diferencias que se fueron atenuando a medida que transcurría el ciclo del cultivo hacia la etapa de floración. En la zafra 2006/07, el cultivo sobre LC presentó plantas 12% y 9% más altas durante primordio y floración, respectivamente. En 2008/09, solo se encontraron diferencias significativas a primordio, siendo en promedio 3 cm superior con LC. Sin embargo, en la zafra 2007/08, los tratamientos no afectaron la altura de planta. A cosecha, no se registraron diferencias

significativas en la altura del cultivo entre intensidades de laboreo en ninguna de las zafras evaluadas.

Por otro lado, se observaron diferentes efectos de la secuencia de la rotación sobre la altura de planta. En 2006/07, el cultivo en la etapa de primordio presentó plantas más altas ($P < 0,01$) sobre raigrás respecto a pradera (75 vs. 68 cm), pero estas diferencias no fueron significativas a floración. Sin embargo, en 2007/08 el cultivo instalado sobre raigrás fue 7 cm más bajo que el sembrado sobre pradera, tanto en primordio ($P = 0,02$) como en floración ($P = 0,04$) y se mantuvo una tendencia similar a cosecha ($P = 0,08$). En 2008/09, no hubo efecto de la secuencia sobre la altura de plantas.

Cuadro 5. Efecto de la intensidad de laboreo sobre la altura del cultivo de arroz, en dos momentos de la secuencia de la rotación de la UPAG, según zafra.

Intensidad de laboreo	Altura de planta (cm)	
	Primordio	Floración
2006/07		
LC	75 a	87 a
SD	67 b	80 b
P > F (laboreo)	<0,01	<0,01
2007/08		
LC	60	80
SD	59	78
P > F (laboreo)	ns	ns
2008/09		
LC	44 a	68
SD	41 b	66
P > F (laboreo)	<0,01	ns

LC: Laboreo Convencional, SD: Siembra Directa, P: Probabilidad; ns: no significativo. Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente para $P < 0,05$, según LSD.

La intensidad de laboreo afectó la acumulación de biomasa del cultivo en las tres zafras evaluadas (Cuadro 6).

Cuadro 6. Efecto de la intensidad de laboreo sobre la producción de materia seca del cultivo de arroz, según zafra.

Intensidad de laboreo	Macollaje	Materia seca (kg/ha)		
		Primordio	Floración	Cosecha
2006/07				
LC	391 a	7775 a	13835 a	24773 a
SD	214 b	6136 b	10799 b	20552 b
P > F (laboreo)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
2007/08				
LC	543 a	3513 a	12064 a	21863
SD	456 b	2931 b	10557 b	22833
P > F (laboreo)	0,01	<0,01	0,01	ns
2008/09				
LC	1439 a	3860 a	14672 a	23508 a
SD	1067 b	3213 b	12694 b	20016 b
P > F (laboreo)	<0,01	0,01	<0,01	<0,01

LC: Laboreo Convencional, SD: Siembra Directa, P: Probabilidad; ns: no significativo. Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente para $P < 0,05$, según LSD.

En promedio, el tratamiento de LC produjo 37, 23 y 19% más de materia seca respecto al de SD en las etapas de macollaje, primordio y floración, respectivamente. Si bien las diferencias en producción de materia seca a favor del LC fueron disminuyendo en el tiempo, en las zafas 2006/07 y 2008/09 se mantuvieron significativas hasta el momento de cosecha, acumulando 21% más de biomasa. A su vez en la última zafa, el efecto del sistema de laboreo sobre el crecimiento del cultivo fue más acentuado cuando el antecesor fue raigrás. En 2007/08, sin embargo, no se observaron diferencias significativas a cosecha entre las intensidades de laboreo.

4. Estimación del contenido de clorofila

La estimación del contenido de clorofila en planta (lecturas de SPAD) realizada a primordio, previo a la cobertura de urea, detectó diferencias entre las zafas. Los valores más altos fueron registrados en la zafa 2006/07 (Cuadro 7), aunque en todos los casos, los resultados se ubicaron por debajo de los valores críticos a primordio de 37 y 40 reportados para el cultivo de arroz por Singh et al. (2002) y Turner y Jund (1994), respectivamente.

Cuadro 7. Efecto de la intensidad de laboreo sobre el contenido de clorofila (SPAD) del cultivo de arroz, según zafa.

Intensidad de laboreo	Primordio
2006/07	
LC	34,3 b
SD	35,8 a
P > F (laboreo)	0,02
2007/08	
LC	32,4
SD	32,7
P > F (laboreo)	ns
2008/09	
LC	34,0
SD	33,9
P > F (laboreo)	ns

LC: Laboreo Convencional, SD: Siembra Directa, P: Probabilidad; ns: no significativo. Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente para $P < 0,05$, según LSD.

Se encontró efecto de los tratamientos de laboreo únicamente en la primera zafa de evaluación, en donde el cultivo con SD presentó los mayores valores (Cuadro 7). Para dicha zafa, el contenido de clorofila fue superior sobre pradera. Dado que la concentración de clorofila estimado por SPAD está relacionada al contenido de N en planta (Wolfe et al., 1988), este resultado es lógico de esperar teniendo en cuenta el aporte de N por las leguminosas durante la etapa de pasturas. Sin embargo,

como el resultado no fue consistente en las zafas posteriores, se debe considerar que esta mayor concentración de clorofila pudo también estar asociada a una menor acumulación de materia seca en ese tratamiento. De hecho, en dicha zafa se constató que el cultivo instalado con SD sobre pradera presentó diferencias significativas en la producción de materia seca a primordio respecto al promedio del tratamiento con LC (5746 vs. 7775 kg/ha para SD y LC, respectivamente).

5. Incidencia de enfermedades del tallo

Los efectos de los tratamientos y las secuencias fueron diferentes entre zafra. En 2006/07, el IGS de *Sclerotium* a floración fue mayor en las fajas de LC (9%) comparadas con las fajas en SD (6%). Sin embargo, no se observaron diferencias entre las secuencias, ni tampoco se encontraron diferencias entre tratamientos en el IGS de *Rhizoctonia*.

Por otra parte, en 2007/08 no hubieron diferencias significativas en el IGS para *Sclerotium* durante floración y cosecha (Figura 7), aunque previo a cosecha se encontraron diferencias significativas entre las secuencias de la rotación en los niveles de infección de *Sclerotium* ($P=0,01$), siendo el cultivo sembrado luego de la pradera el más afectado. Esta mayor incidencia de *Sclerotium* en la chacra de pradera pudo estar relacionada al mayor contenido de carbono orgánico del suelo y a la mayor producción de biomasa que tuvo este tratamiento. De todos modos, los niveles de infección alcanzados fueron bajos comparados con los observados en la zafra anterior. En esta zafra tampoco se encontraron diferencias entre tratamientos en el IGS de *Rhizoctonia*.

Por último, en 2008/09 si bien los niveles de infección de *Sclerotium* fueron bajos a floración, se encontraron diferencias significativas entre secuencias de la rotación, siendo el cultivo sobre raigrás el más afectado (Figura 7). Previo a cosecha, dicha enfermedad se mantuvo en valores muy bajos en el cultivo sobre pradera (IGS promedio de 2%), mientras que cuando el antecesor fue raigrás el índice alcanzó un valor promedio de 27%. A su vez, en este último caso (raigrás) hubo diferencias significativas entre los tratamientos de laboreo. La evolución de floración a cosecha del IGS para *Sclerotium* fue de 5 a 30% y de 4 a 24% para los tratamientos de LC y SD, respectivamente. Por otro lado, de las lecturas realizadas para *Rhizoctonia* previo a cosecha, hubieron diferencias entre secuencias ($P<0,01$) e intensidades de laboreo ($P<0,01$), siendo el tratamiento de LC sobre pradera el que obtuvo el valor más alto (IGS de 39%). Más allá de las diferencias encontradas se debe resaltar que estos niveles de infección alcanzados para *Rhizoctonia* son bajos (Stella Ávila, com. pers.), por lo que se esperaría que esta variable no afecte el rendimiento.

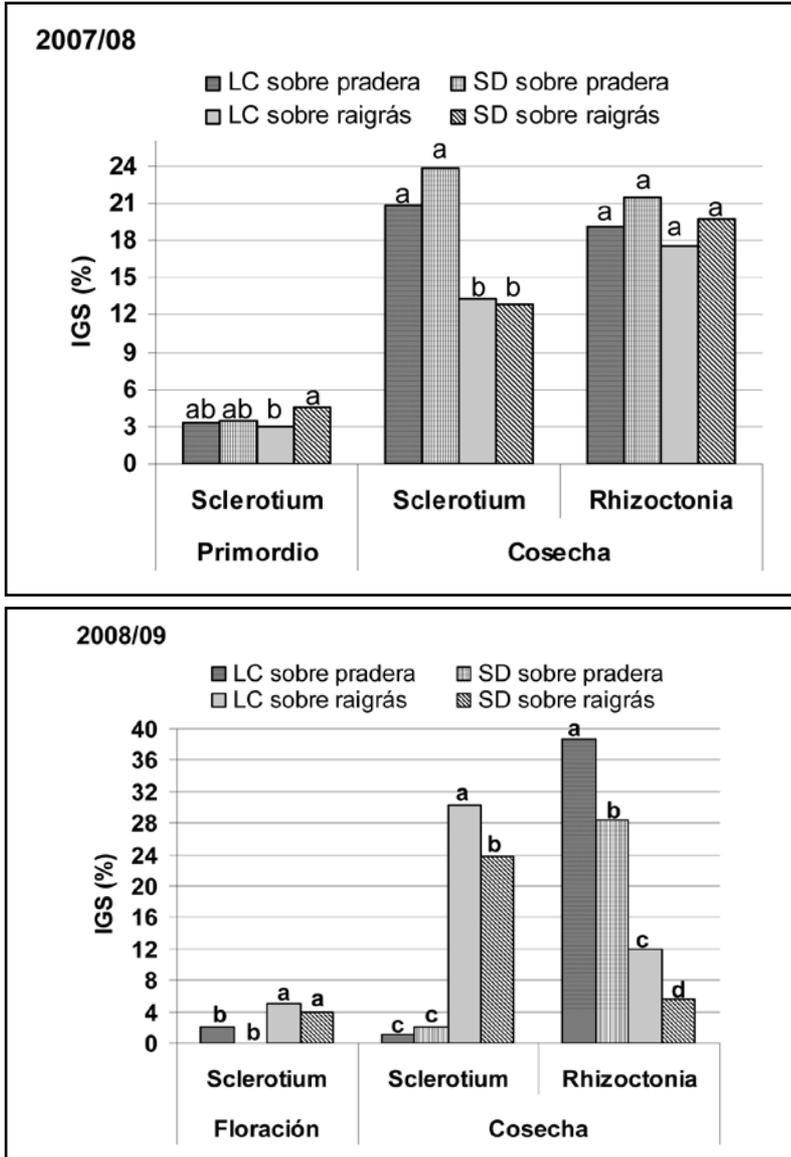


Figura 7. Efecto de la intensidad de laboreo sobre el Índice de Grado de Severidad (IGS) de enfermedades del tallo (*Sclerotium* y *Rhizoctonia*) en el cultivo de arroz, en dos momentos de la secuencias de la rotación de la UPAG. LC: Laboreo Convencional, SD: Siembra Directa. Letras diferentes entre columnas agrupadas por momento de muestreo, difieren significativamente para $P < 0,05$, según LSD.

6. Componentes de Rendimiento y Productividad

El número de panojas/m² fue 11 y 19% inferior en la zafra 2006/07 comparado con 2007/08 ($P < 0,06$) y 2008/09 ($P < 0,01$), respec-

tivamente. Se encontró efecto del tratamiento de laboreo únicamente en la zafra 2007/08, siendo mayor para el cultivo con SD. En dos de las tres zafras evaluadas, el número de panojas fue mayor cuando el uso anterior fue con raigrás respecto a pradera (Cuadro 8).

Cuadro 8. Efecto de la intensidad de laboreo y de la secuencia de la rotación sobre el número de panojas/m², según zafra.

Intensidad de laboreo	Panojas /m ²		
	2006/07	2007/08	2008/09
LC	458	482 b	541
SD	445	521 a	531
P > F (laboreo)	ns	0,02	ns
Secuencia de la rotación			
Pradera	373 b	446 b	536
Raigrás	530 a	557 a	535
P > F (secuencia)	0,01	0,03	ns
P > F (lab. x sec.)	ns	ns	ns
Media	452	501	536

LC: Laboreo Convencional, SD: Siembra Directa, P: Probabilidad; P > F (lab. x sec.): interacción entre intensidad de laboreo y secuencia de la rotación; ns: no significativo. Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente para P<0,05, según LSD.

En relación al resto de los componentes del rendimiento, en la zafra 2007/08 hubieron diferencias significativas entre métodos de laboreo en el número de granos por panojas y entre secuencias de la rotación en el peso de mil granos. De esta forma, el menor número de panojas/m² observado en el tratamiento con SD fue compensado por un mayor número de granos por panoja. En la zafra 2008/09, por otro lado, únicamente se detectó interacción

entre intensidad de laboreo y secuencia de la rotación para la variable % de esterilidad de granos. Esta interacción estuvo dada por diferencias significativas entre los tratamientos de laboreo cuando el uso anterior del suelo fue con pradera, en donde el cultivo con LC obtuvo un menor % de esterilidad respecto al cultivo con SD (10,2 y 11% para LC y SD, respectivamente).

Cuadro 9. Efecto de la intensidad de laboreo y de la secuencia sobre los componentes del rendimiento en las zafras 2007/08 y 2008/09.

Intensidad de laboreo	2007/08		2008/09
	Nº granos /panoja	Peso de mil granos (g)	Esterilidad (%)
LC	132 a	25,4	11,1
SD	124 b	25,4	10,9
P > F (laboreo)	0,02	ns	ns
Secuencia de la rotación			
Pradera	128	25,8 a	10,6
Raigrás	128	25,0 b	11,5
P > F (secuencia)	ns	<0,01	ns
P > F (lab. x sec.)	ns	ns	0,05

LC: Laboreo Convencional, SD: Siembra Directa, P: Probabilidad; P > F (lab. x sec.): interacción entre intensidad de laboreo y secuencia de la rotación; ns: no significativo. Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente para P<0,05, según LSD.

El efecto de la intensidad de laboreo y de la secuencia sobre el rendimiento del cultivo de arroz fue afectado por el año (Cuadro 10),

por lo que el rendimiento fue analizado por zafra individual.

Cuadro 10. Efecto de la intensidad de laboreo sobre el rendimiento del cultivo de arroz, en dos secuencias de la rotación (tres años de evaluación).

Test para efectos fijos	P > F
Año	< 0,01
Secuencia de la rotación	ns
Intensidad de laboreo	< 0,01
Año x sec.	< 0,01
Año x lab.	ns
Sec. x lab.	ns
Año x sec. x lab.	0,03

La productividad del cultivo registrada en 2006/07 fue 13% inferior (P<0,01) comparada con 2007/08 y 2008/09 (Cuadro 11). Los rendimientos medios obtenidos en los ensayos a escala de chacra, principalmente en las dos últimas zafras, reflejan las buenas

condiciones ambientales para el desarrollo del cultivo durante las mismas. Estas diferencias de productividades entre zafras son atribuidas a la emergencia más uniforme y a la mejor implantación alcanzada en 2007/08 y 2008/09 comparado con la primera zafra.

Cuadro 11. Efecto de la intensidad de laboreo y de la secuencia sobre el rendimiento del cultivo de arroz, según zafra.

Intensidad de laboreo	Rendimiento (kg/ha)		
	2006/07	2007/08	2008/09
LC	9577 a	10556 a	10678 a
SD	8611 b	10034 b	9929 b
P > F (laboreo)	< 0,01	0,02	< 0,01
Secuencia de la rotación			
Pradera	9387	9858	10804 a
Raigrás	8801	10732	9804 b
P > F (secuencia)	ns	ns	0,02
P > F (lab. x sec.)	ns	ns	< 0,01
Media	9094	10295	10304

LC: Laboreo Convencional, SD: Siembra Directa, P: Probabilidad; P > F (lab. x sec.): interacción entre intensidad de laboreo y secuencia de la rotación; ns: no significativo. Letras diferentes en una misma columna difieren significativamente para P<0,05, según LSD.

En 2006/07 la productividad fue afectada por la intensidad de laboreo y no hubo efecto de la secuencia de la rotación a pesar de ha-

ber una leve tendencia (Cuadro 11). El cultivo con LC rindió 11% más que el cultivo en SD (8611 kg/ha).

En 2007/08 se obtuvieron resultados similares a los reportados en 2006/07; el rendimiento fue afectado por la intensidad de laboreo pero no por la secuencia de la rotación. Se especula que la ausencia de pastoreo durante el invierno y sus efectos colaterales sobre la biomasa de rastrojo y la superficie del suelo pudo haber contribuido tanto a la buena instalación del arroz como a la menor diferencia relativa de rendimiento entre ambos sistemas de laboreo.

El rendimiento de grano obtenido en 2008/09 fue similar al de 2007/08 (10304 kg/ha), observando el mismo comportamiento productivo a lo ocurrido en las zafas previas de evaluación, aunque en esta oportunidad se constató interacción entre los factores secuencia e intensidad de laboreo ($P < 0,01$).

El cultivo con LC rindió 8% más que con SD (9929 kg/ha). Por otro lado, el cultivo de arroz sobre pradera produjo un 10% más de grano que sobre raigrás (9804 kg/ha). Dada la interacción existente entre la intensidad de laboreo y la secuencia de la rotación para la variable rendimiento, en dicha zafa se analizó el resultado para cada ensayo por separado. Tanto en el cultivo sobre pradera así como en el sembrado sobre raigrás, el rendimiento alcanzado por el tratamiento de LC fue mayor al de SD (Figura 8), aunque la significancia fue distinta ($P = 0,05$ para pradera y $P < 0,01$ para raigrás). Por lo tanto, la interacción estuvo dada porque la diferencia entre intensidades de laboreo fue mayor cuando el uso anterior del suelo fue con raigrás respecto a cuando el antecesor fue pradera.

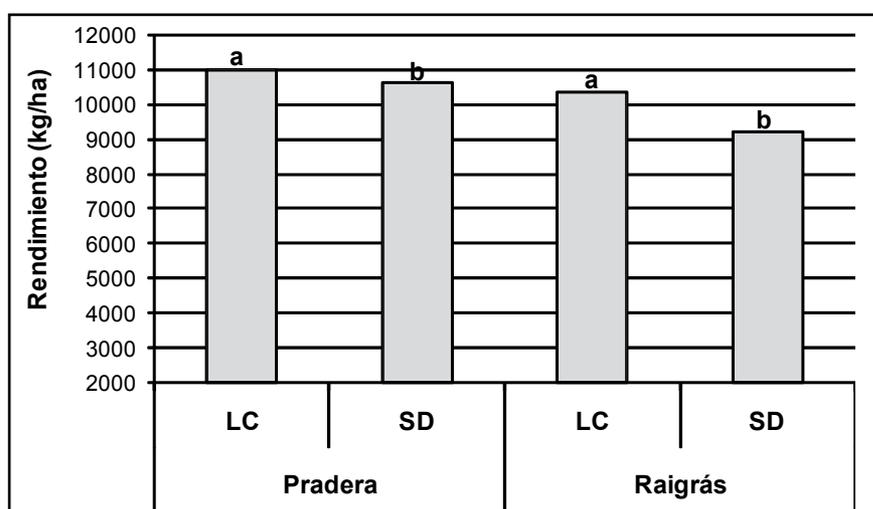


Figura 8. Efecto de la intensidad de laboreo sobre el rendimiento del cultivo de arroz, por secuencia de la rotación de la UPAG, para la zafa 2008/09. LC: Laboreo Convencional, SD: Siembra Directa. Letras diferentes entre columnas agrupadas por uso anterior del suelo, difieren significativamente para $P < 0,05$, según LSD.

Aunque los resultados de la investigación han demostrado que no se deberían esperar diferencias en productividad entre SD y LC en la mayoría de las situaciones (Méndez et al, 2001), en promedio el cultivo con SD tuvo un rendimiento 7,3% inferior al cultivo con LC (9525 vs. 10270 kg/ha, respectivamente) inde-

pendientemente de la secuencia. En todas las zafas el cultivo de arroz sobre LC presentó una distribución de plantas más uniforme y mejor vigor inicial, producto de las mejores condiciones iniciales de desarrollo. Aunque en todos los casos estas diferencias iniciales se redujeron a lo largo del ciclo, redundó en una

diferencia promedio de 745 kg/ha a favor del laboreo convencional (966, 522 y 749 kg/ha para 2006/7, 2007/8 y 2008/9, respectivamente).

Las diferencias en productividad entre sistemas de laboreo en la primera zafra podrían estar vinculadas a la baja cantidad de rastrojo remanente y al mayor microrelieve y compactación causados por el pastoreo invernal, que sumados a la degradación de los suelos de la UPAG, no son las condiciones ideales para la instalación del cultivo sin laboreo. Por otro lado, las diferencias encontradas en 2008/09 podrían estar relacionadas, en parte, al mayor nivel de infestación de malezas (particularmente gramas) presente en las fajas con SD, principalmente para el cultivo sobre raigrás.

Si bien parece lógico esperar mayor productividad en el cultivo sobre pradera que sobre raigrás, este efecto se observó solamente en una zafra. Conviene señalar que este mayor rendimiento no es totalmente atribuible al efecto positivo de las pasturas ya que los potreros presentaron diferencias en el tipo de suelo, historia de chacra previa a la UPAG y preparación de la tierra (el potrero sobre raigrás tuvo una pasada de rolo en el

laboreo de verano). A su vez, si bien en ambas situaciones se realizaron los laboreos en el verano previo, con posterior resiembra natural de raigrás, ésta fue muy buena en el potrero cuyo uso anterior fue con pradera pero fue mala en el potrero sobre raigrás, donde hubo proliferación de malezas. De esta forma, ambos potreros llegaron a septiembre con diferente producción de forraje y por consiguiente, con distinta disponibilidad de rastrojo.

El rendimiento de arroz en siembra directa a lo largo de las fajas fue más variable que con laboreo convencional en todos los ensayos evaluados (Cuadro 12). Estas diferencias en el coeficiente de variación del rendimiento entre sistemas de laboreo fueron más evidentes en el cultivo sembrado sobre pradera que en el sembrado sobre raigrás. La siembra directa del cultivo de arroz sobre pradera fue algo más variable que la siembra directa sobre raigrás. La información indica que para las condiciones de la UPAG además de que la productividad del cultivo en SD fue menor que con LC, ésta fue menos estable espacial y temporalmente en las dos fases de la rotación estudiadas, lo que sugiere que se debe seguir trabajando para levantar estas limitantes en el sistema de SD.

Cuadro 12. Efecto de la intensidad de laboreo y de la fase de la rotación (antecesor) sobre el coeficiente de variación del rendimiento de arroz durante tres zafras.

	Pradera		Raigrás	
	Laboreo Convencional	Siembra Directa	Laboreo Convencional	Siembra Directa
2006/07	6,2	8,8	7,3	8,0
2007/08	8,3	10,4	6,2	10,6
2008/09	5,4	7,9	5,0	5,3

En las Figuras 9, 10 y 11 se detallan los mapas de rendimiento para cada una de las zafras estudiadas. En éstos se puede observar la disposición de las fajas conteniendo los tratamientos de laboreo en cada una de las secuencias estudiadas y la variación de rendimiento a lo largo de las mismas. Es

importante notar que a pesar de los altos rendimientos obtenidos, existe una alta variación de rendimiento a lo largo de cada una de las fajas lo que demuestra la fuerte incidencia del componente espacial en la expresión de los rendimientos debidas a los tratamientos.

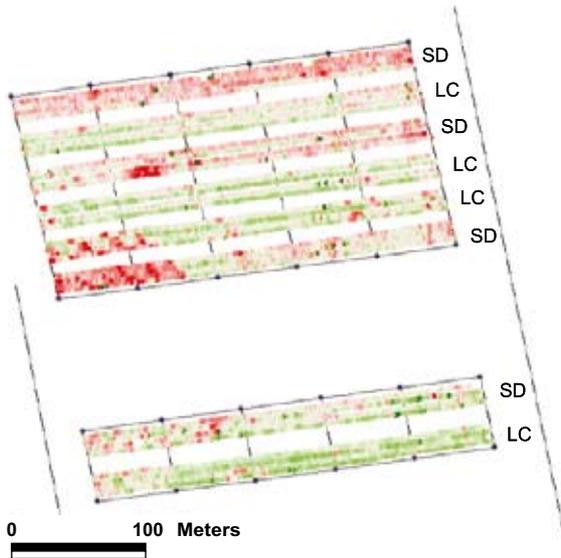
Potrero 1

Uso anterior: Raigrás
Media: 8.801 kg/ha

- UPAG1_Clean.shp
- < -3 Std. Dev.
 - -3.0 - -2.5 Std. Dev.
 - -2.5 - -2.0 Std. Dev.
 - -2.0 - -1.5 Std. Dev.
 - -1.5 - -1.0 Std. Dev.
 - -1.0 - -0.5 Std. Dev.
 - -0.5 - 0.0 Std. Dev.
 - Mean
 - 0.0 - 0.5 Std. Dev.
 - 0.5 - 1.0 Std. Dev.
 - 1.0 - 1.5 Std. Dev.
 - 1.5 - 2.0 Std. Dev.
 - 2.0 - 2.5 Std. Dev.
 - 2.5 - 3.0 Std. Dev.
 - > 3 Std. Dev.

0 100 Meters

LC: Laboreo Convencional
SD: Siembra Directa



Potrero 3

Uso anterior: Pradera
Media: 9.387 kg/ha

0 100 Meters

Figura 9. Mapa de rendimiento de los ensayos realizados en la zafra 2006/07, expresados como desvíos de la media.

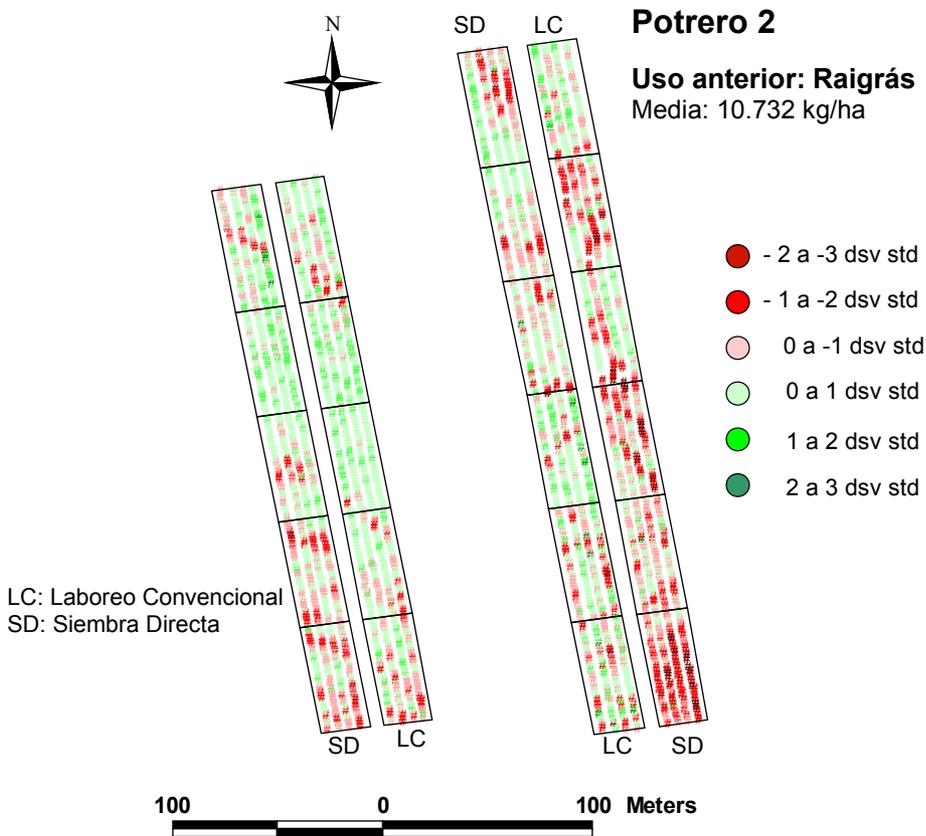
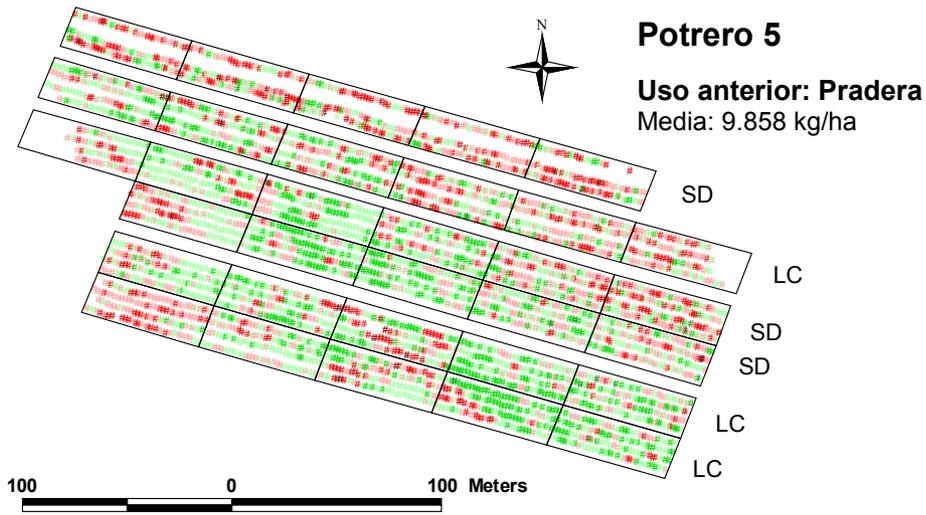
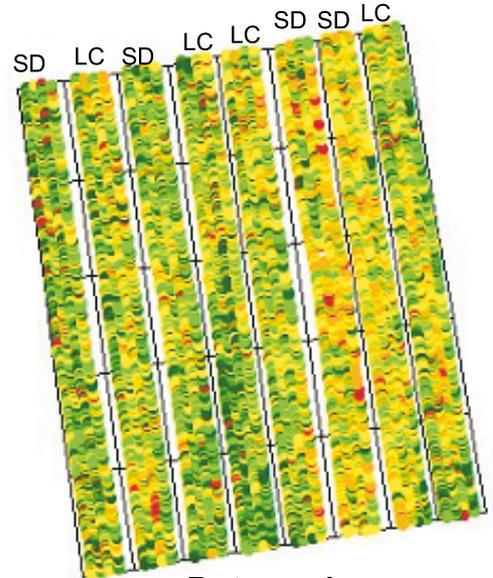
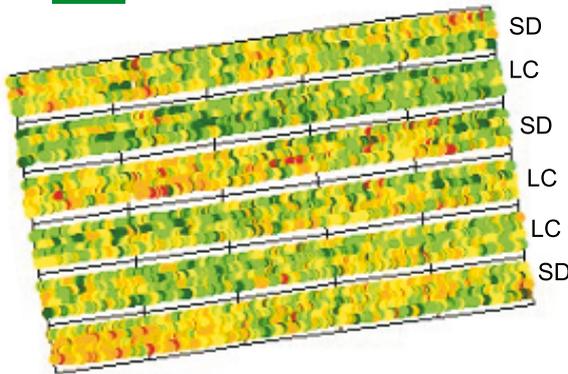
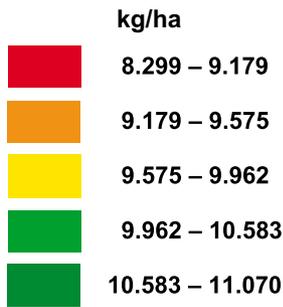


Figura 10. Mapa de rendimiento de los ensayos realizados en la zafra 2007/08, expresados como desvíos de la media.

Potrero 3

Uso anterior: Raigrás

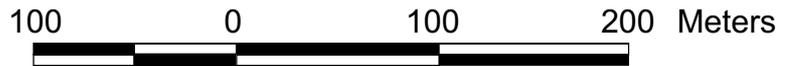
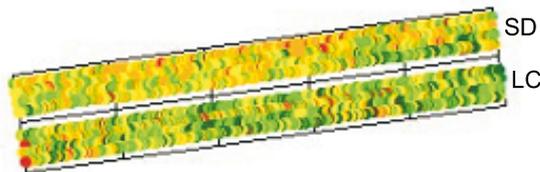
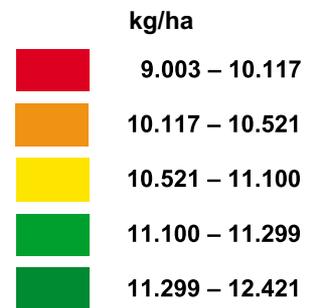
Media: 9.804 kg/ha



Potrero 4

Uso anterior: Pradera

Media: 10.804 kg/ha



LC: Laboreo Convencional, SD: Siembra Directa

Figura 11. Mapa de rendimiento de los ensayos realizados en la zafra 2008/09.

En la Fig. 12. se muestra el resultado el análisis del árbol de regresión con los 206 datos de rendimiento correspondientes a c/u de las celdas de 50 m a lo largo de las fajas en las 3 zafras. Para el análisis se consideró para cada celda, el rendimiento, la intensidad de laboreo, el antecesor, el año, la unidad de mapeo de suelo, la conductividad eléctrica de 0 - 30 cm y de 0 - 90 cm. No se tomaron en cuenta la variación de N, P, K, C org. y pH ya que no se contaba con la información completa para la primera zafra.

La zafra (2006/07) fue la primera variable en discriminar un grupo de 72 rendimientos relativamente bajos, que tuvieron un promedio de 9130 kg/ha y que a su vez se segmentaron en dos grupos (n=36) discriminados por la intensidad de laboreo; aquellos con SD de rendimientos bajos (8640 kg/ha) y aquellos de LC de mayor rendimiento (9625 kg/ha).

Por otro lado, la otra rama conteniendo los rendimientos de los otros 134 datos (media=10280 kg/ha) correspondientes a las otras

dos zafras fueron segmentados en primera instancia por el tipo de suelo. Los menores rendimientos (n=8) ocurren en las celdas ubicadas sobre un suelo descrito como Gleysol haplítico melánico asociado a Solonetz solonizado (8752 kg/ha) mientras que los otros suelos presentaron una productividad media de 10380 kg/ha. Este grupo de 126 datos a su vez fue segmentado en aquellos con LC (10640 kg/ha) y aquellos con SD de menor rendimiento relativo (10090 kg/ha). Las celdas con SD restantes (n=61) fueron discriminadas de acuerdo al antecesor, las ubicadas sobre pradera presentaron altos rendimientos relativos (10520 kg/ha), mientras que las ubicadas sobre raigrás dependieron de la zafra que fue considerada.

El análisis CART confirma la baja incidencia de los factores edáficos en la variación del rendimiento relativo a los factores de manejo. En este sentido los rendimientos en SD fueron más inestables y más afectados por el antecesor y el año que los rendimientos en LC.

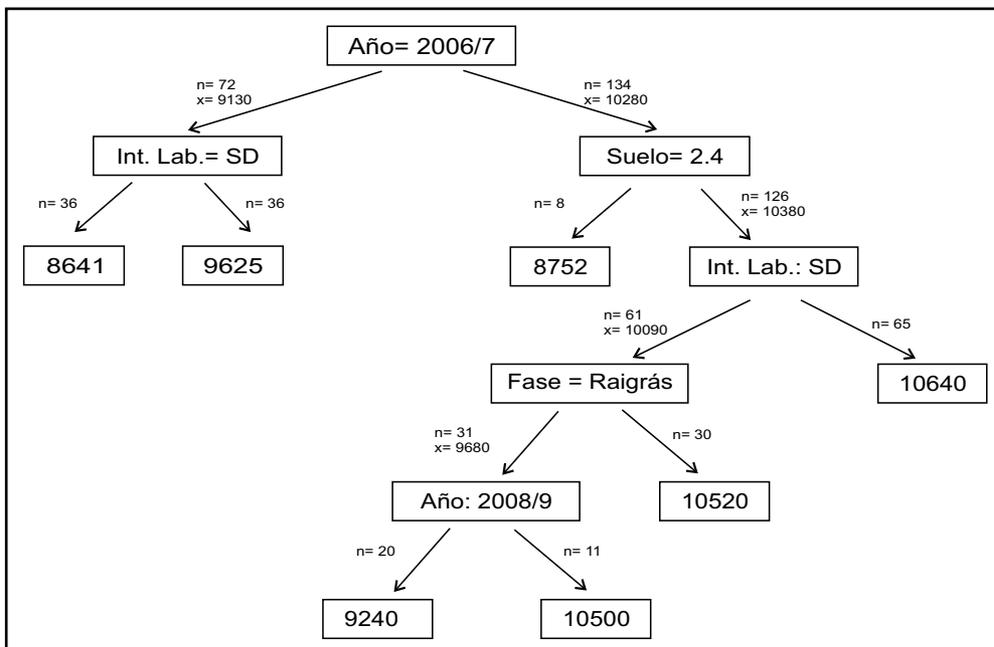


Figura 12. Árbol de clasificación y regresión (CART) para el rendimiento de arroz en 3 zafras tomando en cuenta la intensidad de laboreo, la fase de la rotación, la variabilidad ambiental entre años, las unidades de mapeo de suelo y la conductividad eléctrica del suelo de los sitios experimentales.

IV. CONSIDERACIONES FINALES

Los trabajos realizados determinaron que la intensidad de laboreo afectó la productividad del cultivo de arroz en la UPAG en las 3 zafas evaluadas. En todas las zafas, el cultivo instalado con laboreo convencional tuvo mayor rendimiento de arroz comparado con el que fue sembrado con siembra directa, independientemente de la secuencia que solo fue significativa en una zafa. El conjunto de la información sugiere que la siembra directa del cultivo, a pesar de las ventajas operativas y de oportunidad que puedan representar, tuvo algunas limitantes que lo hacen un 7% menos productivo, y algo más inestable ante variaciones de manejo, de condiciones edáficas y de condiciones ambientales. De los resultados obtenidos se especula que el manejo del cultivo de cobertura durante el invierno puede ser clave en mitigar parte de esas diferencias productivas.

V. AGRADECIMIENTOS

A los funcionarios de la Sección Agricultura de Precisión y Riego: José Correa, Julio Gorosito, Irma Furtado y Adán Rodríguez. A Luis A. Casales de la Sección Manejo de Arroz por la lectura de enfermedades en los ensayos.

VI. BIBLIOGRAFÍA

- Breiman, L., Friedman, J.H., Olshen, R.A. and Stone, C.J. 1984. *Classification and Regression Trees*. Chapman & Hall, Inc. New York, NY. 358p.
- Deambrosi, E., Méndez, R.; Roel y A. 1997. Estrategia en la producción de arroz para un mejor aprovechamiento de las principales variables climáticas. INIA Serie Técnica 89.
- Deambrosi, E. y Bonilla y O. 2005. Unidad de Producción Arroz - Ganadería (UPAG). Resultados 2004 - 2005. INIA Treinta y Tres. Serie de Actividades de Difusión 411.
- Ernst, O.; García-Préchac, F. y Martino, D. 2003. Siembra sin laboreo de cultivos y pasturas. (en línea). Disponible en: <http://www.fagro.edu.uy/~eemac>
- Littell, R.C.; Milliken, G.A.; W.W Stroup y Wolfinger R.D. 1996. SAS system for mixed models. SAS Institute, Cary, NC, 633pp.
- Méndez, R.; Deambrosi, E.; Blanco, P.; Saldain, N.; Perez de Vida, F.; Gaggero, M.; Lavecchia, A.; Méndez, J. y Marchesi, C. 2001. Reducción de laboreo y siembra directa en el cultivo de arroz. INIA Treinta y Tres. Serie Técnica 122.
- Singh B.; Singh Y.; Ladha J.K.; Bronson K.F.; Balasubramanian, V.; Singh, J. y Khind, C.S. 2002. Chlorophyll meter and leaf color chart-based nitrogen management for rice and wheat in NW India. *Agronomy Journal* 94:821-829.
- Turner F. T. y Jund, M. F. 1994. Assessing the nitrogen requirements of rice crops with a chlorophyll meter. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 34, 1001-5.
- Wolfe, D.W.; Henderson D.W.; Hsiao T.C. y Alvino A. 1988. Interactive water and nitrogen effects on senescences of maize. II. Photosynthetic decline and longevity of individual leaves. *Agronomy Journal*, 80: 865-870.

I. INTRODUCCIÓN

Podredumbre del tallo y Mancha agregada (o Manchado confluyente) de las vainas, causadas por los hongos del suelo *Sclerotium oryzae* y *Rhizoctonia oryzae sativae* respectivamente, son actualmente, las enfermedades más importantes para el cultivo en Uruguay. Dicha importancia se manifiesta tanto en el área afectada, como en la población de los respectivos patógenos que permanece en el suelo y rastros después de cada zafra.

La intensificación del cultivo y la dificultad de ocupar suelos nuevos en algunas zonas donde se deben acortar los ciclos de las rotaciones (Este del país), favoreció el crecimiento y expansión de estas enfermedades. La ausencia de resistencia en los cultivares utilizados es un factor determinante y de acuerdo con el grado de susceptibilidad de los mismos, éstos pueden contribuir en mayor o menor proporción, a la diseminación de los hongos involucrados.

La situación planteada justificó el estudio de las respectivas poblaciones de los patógenos en el suelo, su viabilidad y evolución tanto durante el cultivo, como durante los períodos sin arroz. El objetivo principal fue estimar una posible correlación entre la población de los patógenos en el suelo y posteriores niveles de enfermedad en las plantas de arroz. De acuerdo con los resultados obtenidos se podrían recomendar medidas de manejo a adoptar para minimizar los efectos de las enfermedades en situaciones concretas de chacra.

El presente trabajo se refiere a los resultados obtenidos sobre las poblaciones de *Sclerotium oryzae*. Este hongo patógeno, causante de la Podredumbre del tallo, provoca daños de entidad en los cultivos de arroz en

nuestro país, por disminución en rendimiento y calidad de grano. Conocer el estado de los suelos que se destinan al cultivo de arroz, en relación a la población de este patógeno, puede ser una herramienta útil para tomar decisiones en cuanto al manejo del cultivo con el fin de minimizar las pérdidas causadas por esta enfermedad.

Se trata de un hongo del suelo, cuyas estructuras de resistencia (los esclerocios) sobreviven al invierno en forma libre o asociados a residuos vegetales. Al año siguiente, con la inundación del cultivo, dichos esclerocios flotan en la superficie y proveen la fuente de inóculo primaria que infecta a las plantas jóvenes cuando las condiciones ambientales son favorables (Krause y Webster, 1972; Webster et. al. 1981; Webster et. Al, 1992).

Se realizaron muestreos de suelos en los que se cultivó arroz, con diferentes historias de uso y manejo, con el fin de detectar los esclerocios de *Sclerotium oryzae* y conocer las variaciones de sus poblaciones a través del tiempo, en períodos con y sin arroz, así como su relación con la enfermedad provocada (Podredumbre del tallo) en el cultivo.

Se trató de resumir la información ya publicada parcialmente (Avila, Beldarrain, y Casales, 2000, Beldarrain y Avila, 2001, Beldarrain y Avila, 2002) y ampliar el número de datos analizados incluyendo la información obtenida en las zafas 2002/2003 y 2003/2004.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo a partir de noviembre de 1999 en la Unidad Experimental Paso de la Laguna de INIA Treinta y Tres. Se incluyeron los potreros correspondientes a la UPAG y campos experimentales. En el

¹ Lic., Programa Nacional de Producción de Arroz hasta 2005

² Ing. Agr., MSc., Programa Nacional de Producción de Arroz

segundo año se incluyeron campos de productores arroceros de la séptima sección del departamento de Treinta y Tres y de Arrozal "33". En el Cuadro 1 se observan las historias

de los sitios en que se llevó a cabo el estudio y los años en que fueron realizados los muestreos. Estos, marcados con sombra gris, se realizaron entre 1999/00 y 2003/04.

Cuadro 1. Historia de los sitios estudiados.

Año	pot 1	pot 2	pot 2	pot 3	pot 4	pot 5	ce98-99	ce99-00	ce00-01	Arrozal "33"	CIPA
Uso	int	int	no int	int	int	no int	no int	Int	no int	no int	no int
1989-90	D	A	D	D	D	A	D	A	D	A	
1990-91	A	A	D	D	D	D	D	A	D	D	Bluebelle
1991-92	A	A	D	D	D	D	A	D	D	D	
1992-93	A	A	A	D	A	D	D	D	A	D	
1993-94	D	A	A	A	A	D	D	D	D	D	
1994-95	D	D	D	A	A	D	A	A	D	A	
1995-96	D	D	D	A	D	D	D	A	A	D	
1996-97	A	D	D	D	D	D	D	A	D	A	
1997-98	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
1998-99	D	D	D	A	A	D	A	D	D	D	
1999-00	El P144	P	P	P	R	I.Tacuari	D	A	D	D	I.Tacuari
2000-01	R	El P144	El P144	P	I.Tacuari	P	D	D	A	El P144	I.Tacuari
2001-02	El P144	R	R	I.Tacuari	P	P	D	D	D	D	D
2002-03	P	El P144	El P144	R	P	I.Tacuari	A	D	D	A	A
2003-04	P	P	P	El P144	I.Tacuari	R	D	A	D		

Referencias: pot=potrero; ce=campo experimental; int=uso intensivo; no int=uso no intensivo; D=descanso; A=arroz; R=raigrás; P=pradera.

Sombreado: los años en que se realizó muestreo en el sitio correspondiente.

1. Muestreos

En la zafra 1999/2000 se muestrearon 4 sitios (ver Cuadro 1), en cada uno de los cuales se tomaron entre 4 y 5 unidades muestrales de suelo. Cada unidad muestral consistió en 20 submuestras obtenidas al azar dentro de un rectángulo de 10 por 5 metros.

En la zafra 2000/2001 se repitieron los 4 sitios muestreados el año anterior, obteniéndose 4 unidades muestrales dentro de cada rectángulo. En los sitios incorporados a partir de dicha zafra, el muestreo se realizó en una sola parcela de 4200 m², dentro de la cual se extrajeron 20 unidades muestrales distribuidas al azar.

En la zafra 2003/2004 se tomaron 36 unidades muestrales en el potrero N° 3 y 20 en el potrero N° 4, 8 de las cuales fueron extraídas en la misma parcela estudiada en años anteriores y las 12 restantes distribuidas por todo el potrero. Los puntos de extracción de estas últimas fueron geo-referenciados, así como los 36 puntos del potrero N° 3.

Cada unidad muestral a partir de la zafra 2000/2001 consistió en 12 submuestras obtenidas con un taladro de 12 cm de profundidad y 3 cm de diámetro.

2. Determinación del inóculo de *Sclerotium oryzae*

Las muestras obtenidas fueron tamizadas y filtradas en el laboratorio según el método adaptado de Rodríguez-Kábana et. al.1974 y Punja et. al.1985, con el fin de extraer los esclerocios de *Sclerotium oryzae*, para su posterior conteo. Se utilizó una submuestra de 20 a 100 g tamizada en malla de 125 micrómetros de apertura.

Los esclerocios fueron clasificados en dos clases de tamaño: grandes y pequeños. En este estudio se analiza sólo el número de esclerocios grandes por no haberse detectado viabilidad en los pequeños en el laboratorio.

El número de esclerocios de *Sclerotium oryzae* por gramo de suelo fue utilizado como medida del inóculo del patógeno.

3. Determinación de enfermedades

En los sitios que tuvieron arroz se determinó el Índice de Grado de Severidad (IGS) de Yoshimura (en Ou, 1985) modificado, para Podredumbre del tallo (IGS So), a partir de las lecturas de enfermedades realizadas en el campo, las cuales registraron los porcentajes de tallos atacados, por grados.

Grado 1: Manchas pequeñas, superficiales, de color negro, que afectan las vainas inferiores.

Grado 3: Infección leve. Manchas más extendidas, con amarillamiento de vainas y láminas de hojas inferiores. Tallos afectados superficialmente.

Grado 5: Infección moderada. Vainas y tallos afectados, con amarillamiento de las vainas y láminas de todas las hojas.

Grado 7: Infección severa. El hongo penetra y coloniza los tallos interiormente, con formación de micelio y esclerocios.

Grado 9: Infección muy severa. Podredumbre y deterioro de los tallos. Láminas y vainas

de las hojas totalmente secas y panojas total o parcialmente vacías con quebrado y vuelco de plantas.

Índice de Grado de Severidad (IGS) de Yoshimura modificado, para podredumbre del tallo:
$$IGS = \frac{(0A + 1B + 2C + 3D + 4E) \times 100}{4n}$$

- A= porcentaje de tallos sin síntoma
- B= porcentaje de tallos con grados 1 y 3
- C= porcentaje de tallos con grado 5
- D= porcentaje de tallos con grado 7
- E= porcentaje de tallos con grado 9
- n= N°. total de tallos observados
- A + B + C + D + E = n = 100

En los casos en que el cultivo recibió aplicación de fungicida, el área de muestreo fue cubierta durante la misma excepto en los casos del potrero 1 en la primera zafra y el potrero N° 3 en la tercera, en los cuales se aplicó fungicida en el área en estudio. En la zafra 2003/2004, la cobertura se realizó en áreas de (4,20 x 2,20) m² cercanas a los puntos de muestreo (Figura 1). Esas áreas funcionaron como testigos sin fungicida (Figura 2), a los efectos de obtener lecturas de enfermedades comparables con y sin fungicida.



Figura 1: Puntos de muestreo cubiertos durante la aplicación aérea, de fungicida. Área cubierta por punto de muestreo: 4,20 x 2,20 m² (zafra 2003/04).



Figura 2. Áreas sin aplicación de fungicida, en cada punto de muestreo (zafra 2003/04).

4. Análisis estadísticos

Se analizó la variación de la densidad de inóculo en suelo entre años en cada sitio, mediante análisis de varianza de una vía.

Los sitios fueron agrupados según su historia y las medias de cada grupo fueron comparadas por test de Tukey. Para la formación de los grupos se definieron como sitios de uso intensivo aquellos que tenían tres años consecutivos de arroz, por lo menos una vez en los últimos 10 años al comenzar el estudio (1999).

Se determinó también la correlación entre la densidad de inóculo en suelo y el índice de severidad de Podredumbre del tallo utilizando los siguientes agrupamientos:

- a) Todos los sitios estudiados.
- b) Sitios sin fungicida.
- c) Sitios con el cultivar El Paso 144.
- d) Sitios con el cultivar El Paso 144 sin fungicida.
- e) Sitios con la el cultivar INIA Tacuarí.
- f) Sitios con el cultivar INIA Tacuarí sin fungicida.
- g) Todos los sitios, excluyendo puntos con valores altos de inóculo (se excluyeron

puntos con valores por encima de 5, por encima de 6, de 6,5 y de 7 esclerocios por gramo de suelo, alternativamente).

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Densidad de inóculo en suelo

El número de esclerocios de *Sclerotium oryzae* por gramo de suelo se presenta en el Cuadro 2. Los valores promedio obtenidos en cada sitio oscilaron entre 0,9 y 12,4 con una media de 4,3 esclerocios por gramo de suelo.

Para la mayoría de los sitios, no se detectaron diferencias significativas del número de esclerocios en suelo, entre las distintas zafras, si bien se observó una tendencia de aumento, en los potreros 1, 2 y 3. En cambio en el potrero 4 y en el campo experimental 1999/00, se detectó disminución significativas al 5% en la población de esclerocios: En el potrero 4, se obtuvo el mayor N° de esclerocios en la zafra 2000/01, que cayó abruptamente en la siguiente zafra y se mantuvo hasta el final del período estudiado. En el campo experimental 1999/00, la disminución fue gradual (Cuadro 2).

Cuadro 2. Número promedio de esclerocios de *Sclerotium oryzae* por gramo de suelo

Sitio/Zafra	1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004
Potrero 1	6,5	5,7	7,3		
Potrero 2 int		4,7	6,7	6,4	
Potrero 2 no int		3,6	5,2	4,4	
Potrero 3			5,6		6,9
Potrero 4		12,4 (a)	6,3 (b)		5,8 (b)
Potrero 5	2,0	1,2		1,5	
CE 98-99	3,2	3,1	2,9		
CE 99-00	6,4 (a)	3,6 (ab)	2,5 (b)		
CE 00-01		4,5	4,6		
Arrozal 33		2,3		1,6	
CIPA		0,9		1,4	

Se aplicó prueba de Tukey al 5,0%. Valores seguidos por las mismas letras en la fila, no difieren entre sí. CE= Campo Experimental

2. Diferencias entre sitios de uso intensivo y no intensivo

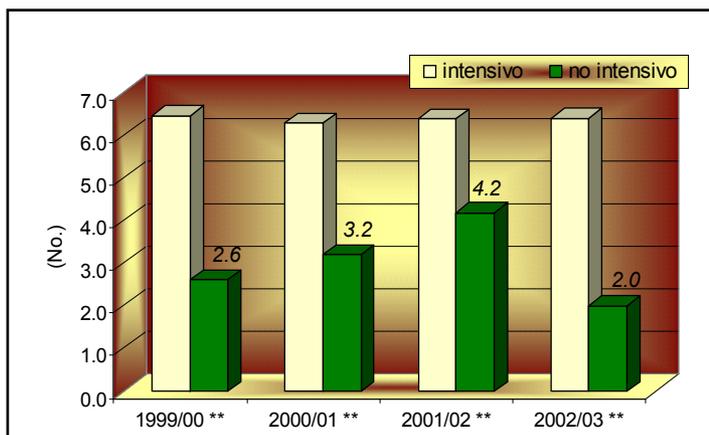
Los sitios definidos como no intensivos presentaron un número de esclerocios por gramo de suelo entre 0,9 y 5,2, con un promedio general de 2,8, en tanto que los sitios de uso intensivo variaron entre 2,5 y 12,4 esclerocios por gramo de suelo, con un promedio de 6,2.

Los valores promedio del número de esclerocios en cada zafra fueron significativamente menores en los sitios de uso no intensivo en todos los años (Figura 3). Se da por lo tanto una asociación entre el cultivo de arroz durante 3 años consecutivos (sitio intensivo) y un alto nivel de inóculo de *Sclerotium oryzae* en suelo. Esta asociación se mantiene en 4 de los 5 sitios de uso intensivo estudiados, aún cuando han transcurrido entre 6 y 10 años de rotaciones de menor intensidad (ver Cuadro 1). En el Campo Experimental 1999/00 el nivel de inóculo alcanza valores similares a los sitios de uso no intensivo de la UPAG.

Por otra parte, el hecho de que no se haya producido aumento significativo en la densidad de inóculo entre las distintas zafras en los sitios estudiados y en uno de ellos haya disminuído (Cuadro 2), indicaría que las rotaciones y/o los manejos realizados en los años en que se llevó a cabo este estudio, favorecieron cierta estabilidad del nivel de dicho inóculo en suelo. Significa que se mantuvo el

problema bajo control, pero también puede haber influído el hecho de que se comenzó a aplicar fungicida cuando correspondió arroz.

Resultados obtenidos en California, indicaron que hay una alta incidencia del nivel de enfermedad en el otoño sobre el nivel de inóculo que está disponible en la primavera siguiente. Asimismo, el trabajo muestra que la incorporación de residuos al suelo en años consecutivos produce un incremento significativo del inóculo en el mismo. (Webster et. al.1981) En el presente caso, un incremento potenciado por la incorporación de residuos al suelo durante 3 años consecutivos o más, pudo haber producido un aumento significativo del nivel de inóculo en los sitios de uso intensivo, el cual, luego de instalado se mantiene a lo largo de los años, por la larga sobrevivencia de los esclerocios en el suelo. Como no se conocen los valores previos, es posible también que los años de descanso o de pradera hayan bajado los niveles. Son argumentos que pueden explicar por qué las rotaciones siguientes, de entre 6 y 10 años de rotaciones menos intensivas, no llevaron las poblaciones al mismo nivel que en los sitios no intensivos (Cuadro 1)



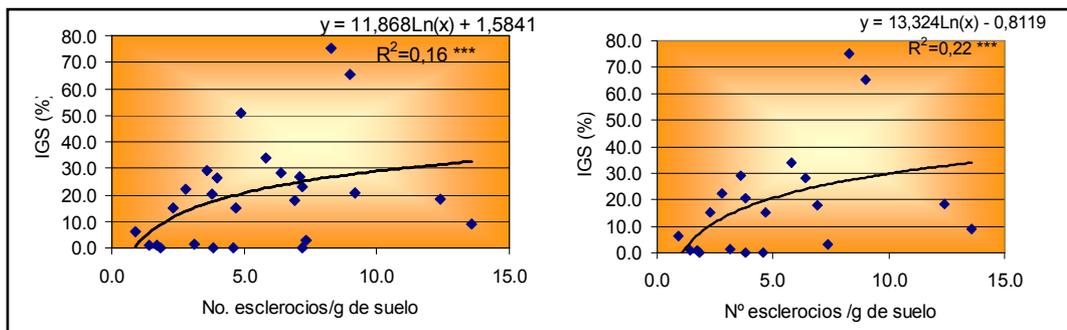
*** Diferencias significativas al 1% según test de Tukey

Figura 3. Valores promedio del número de esclerocios de *Sclerotium oryzae* por gramo de suelo (No.) en sitios de uso intensivo y sitios de uso no intensivo en las distintas zafras.

3. Relación inóculo - enfermedad

La relación entre el nivel de inóculo en suelo y el IGS de Podredumbre del tallo determinado en el cultivo, se ajustó mejor a una

curva logarítmica que a una lineal (Figura 4), tanto cuando se analizaron todos los sitios como cuando se excluyeron aquellos sitios en los que se usó fungicida.

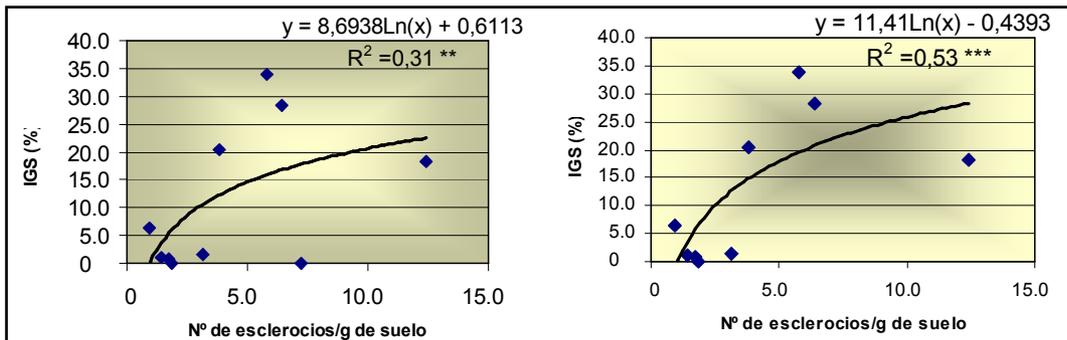


*** regresión significativa para p=0.01

Figura 4. Relación inóculo - enfermedad en todos los sitios estudiados (izquierda) y en sitios sin fungicida (derecha).

Los sitios sembrados con INIA Tacuarí presentaron un comportamiento similar al general, observándose un mejor ajuste a una curva logarítmica para este cultivar cuando fue analizada por separado, tanto en sitios

con fungicida, como en sitios sin fungicida (Figura 5). En cambio los sitios sembrados con el cultivar El Paso 144 no presentaron ajuste significativo.



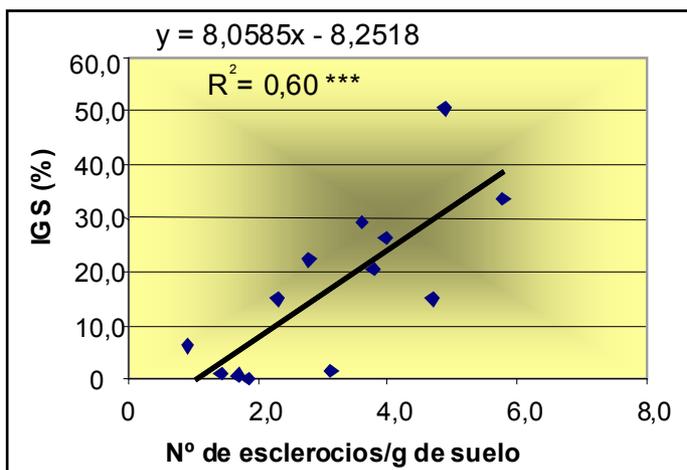
** regresión significativa con p = 0.05
 *** regresión significativa con p = 0.01

Figura 5. Relación inóculo - enfermedad en sitios con el cultivar INIA Tacuarí, (izquierda) y en sitios con INIA Tacuarí sin fungicida (derecha).

En los sitios con el cultivar INIA Tacuarí los Índices de grado de severidad (IGS) no fueron superiores al 35 %, mientras que en algunos sitios con el cultivar El Paso 144 se alcanzaron valores de hasta 75 %.

La relación inóculo – enfermedad utilizando solamente los puntos con valores de hasta 6,0 esclerocios por gramo de suelo fue la que presentó mejor ajuste a una recta cuando se realizó el análisis excluyendo los puntos con

valores altos de inóculo (Figura 6). Por encima de 6,5 esclerocios por gramo de suelo, se incrementó la variabilidad, los coeficientes de correlación disminuyeron y la relación se ajustó mejor a una curva logarítmica (figuras 4 y 5). Estas observaciones concuerdan con resultados obtenidos anteriormente (Ávila et. al. 1994), en ensayos con inoculación artificial de *Sclerotium oryzae* en los cuales se observó este tipo de relación.



*** regresión significativa con p = 0.01

Figura 6. Relación inóculo - enfermedad en sitios con INIA Tacuarí o El Paso 144. Puntos con hasta 6,0 esclerocios por gramo de suelo.

Los resultados mostraron que por encima 6,5 esclerocios por gramo de suelo, se obtuvieron IGS de Podredumbre del tallo tanto bajos como altos. Es posible que con valores elevados de inóculo, el potencial para el desarrollo de índices altos de la enfermedad esté presente, pero la ocurrencia de dichos índices dependa de que se den o no las condiciones ambientales y/o de manejo que favorezcan su desarrollo.

Dado que los sitios de uso no intensivo presentan un promedio de 2,8 y un máximo de 5,2 esclerocios por gramo de suelo, se encuentran en la región de la curva de crecimiento lineal. En este tipo de sitios la determinación de inóculo puede ser un indicador del riesgo potencial de daño por Podredumbre del tallo. En sitios con valores más elevados, el IGS fue muy variable, alcanzando 65,0 a 75,0, dependiendo de las condiciones ambientales y se deberían extremar las medidas de manejo para proteger al cultivo.

IV. CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados obtenidos han permitido conocer el nivel de inóculo de *Sclerotium oryzae* en los potreros de la Unidad de Producción Arroz Ganadería y otros campos experimentales perteneciente la Unidad Experimental Paso de la Laguna, así como también en dos campos de productores arroceros. Los resultados permitieron constatar que el uso y/o manejo del suelo realizado durante los años estudiados, no ha provocado aumento del inóculo en los sitios evaluados.

Además, se observó, que sitios que tuvieron un uso intensivo en algún momento de su historia, a pesar de varios años siguientes con rotaciones menos intensivas, mantienen un nivel de inóculo mayor que los sitios de historia no intensiva.

Los resultados mostraron también, que el número de esclerocios de *Sclerotium oryzae* por gramo de suelo puede ser un indicador del daño potencial por Podredumbre del tallo en el cultivo siguiente.

En suelos con valores bajos de inóculo, hay una relación lineal de dicha variable con la enfermedad, mientras que, con valores altos de inóculo, el desarrollo de índices intermedios a altos de la enfermedad pasa a depender de otros factores, como manejo y ambiente.

Por lo expuesto, se deduce que: valores bajos de inóculo en suelo se relacionan con índices bajos de enfermedad en la planta, mientras que valores altos de inóculo no necesariamente implican el desarrollo de índices altos de enfermedad, aunque sí representan un alto riesgo potencial.

V. AGRADECIMIENTOS

Un reconocimiento muy especial a los integrantes de la Sección Manejo de Arroz, por su dedicación, precisión y entusiasmo en las tareas.

A la Empresa de aviación Charles Chalkling S.A., por su colaboración y paciencia, en la coordinación de las aplicaciones de fungicidas, cuando hubo que colocar las "carpas".

A los Ings. Agrs. MSc.: Pedro Blanco, Enrique Deambrosi y Horacio Saravia por sus valiosos y esmerados aportes en la corrección de este artículo.

VI. BIBLIOGRAFÍA

Ávila, M. S.; Blanco, P. y Casales, L. (1994) Evolución y predicción de severidad de daño por *Sclerotium oryzae* y *Rhizoctonia oryzae sativae* basada en la detección temprana de síntomas en las variedades Tacuarí y Bluebelle. Resultados experimentales de Arroz 1993-94. Serie Actividades de Difusión N° 25: 7.1-7.11.

Avila, M.S., Beldarrain, G., Casales, L. (2000) Monitoreo de la población de *Sclerotium oryzae* y *Rhizoctonia oryzae sativae* en el suelo. Arroz. Resultados Experimentales 1999-2000. Serie de Actividades de Difusión No. 224: 8.2- 8.7.

Beldarrain, G., Avila, S. (2001) Comportamiento de las Enfermedades del tallo y sus organismos causales en distintas situaciones de chacra. I. Monitoreo de la población de *Sclerotium oryzae* y *Rhizoctonia oryzae sativae* en el suelo. Arroz. Resultados Experimentales 2000-2001. Serie Actividades de Difusión No. 257: 8.2-8.10. INIA Treinta y Tres.

Beldarrain, G., Avila, S. (2002) Comportamiento de los organismos causales de las Enfermedades del tallo en distintas situaciones de chacra. I. Análisis de las poblaciones de *Sclerotium oryzae* y *Rhizoctonia oryzae sativae* en el suelo y su interacción con el cultivo de arroz. Arroz. Resultados Experimentales 2001-2002. Serie Actividades de Difusión No. 292: 6.2-6.11. INIA Treinta y Tres.

Krause, R. A. y Webster, R. K. (1972) Sclerotial production, viability determination and quantitative recovery of *Sclerotium oryzae* from soil. Mycologia 64: 1333-1337.

Ou, S.H. (1985) Rice Diseases. C.A.B. International Micological Institute.

Punja, Z. K.; Smith, V.L.; Campbell, C.L. y Jenkins, S.F. (1985) Sampling and extraction procedures to estimate numbers, spatial pattern, and temporal distribution of sclerotia of *Sclerotium rolfsii* in soil. Plant Disease 69: 469-474.

Rodríguez-Kabana, R.; Backman, P.A. y Wiggins, E. A. (1974) Determination of sclerotial population of *Sclerotium rolfsii* in soil by a rapid flotation-sieving technique. Phytopathology 64: 610-615.

Webster, R.K.; Wick, C.M.; Brandon, D.H.; Hall, D.H. y Bolstad, J. (1981) Epidemiology of stem rot disease of rice: effects of burning vs. Soil incorporation of rice residue. Hilgardia 49 (3): 1-12.

Webster, R. K. y Gunnell, P.S. (1992) Compendium of rice diseases. American Phytopathological Society, Minesota, USA. 62pg.

I. INTRODUCCIÓN

Las poblaciones de capín presentes en el cultivo de arroz en Uruguay son un complejo de especies del género *Echinochloa*. Es aceptado que *E. crus-galli* es la especie más común, coexistiendo en menor medida en las poblaciones *E. colona* y *E. crus-pavonis*. En el norte, se menciona la presencia de *E. mitis* y en el departamento de Rocha de *E. helodes* aunque se valoró que esta última no genera gran interferencia (BASF, 1993). Méndez, J.H. (2005, coms. pers.) observó a *E. helodes* en planosoles del departamento de Tacuarembó.

Si bien varias especies han sido identificadas, existen capines que presentan la sección del tallo basal sin coloraciones púrpura, sospechándose que puedan ser otra especie que no se ha identificado apropiadamente, debido a que la coloración púrpura en la sección del tallo basal es propia de *E. crus-galli* y de *E. colona* (Tabacchi, M. et al., 2006).

Thompson y Grime (1979), citados por Baskin C.C. y J.M. Baskin (1989, 2001), postularon cuatro tipos de bancos de semillas para las especies herbáceas anuales en el suelo de sitios contrastantes de Inglaterra. El tipo I se refiere a un banco de semillas sin persistencia, de las especies anuales de invierno que germinan en el otoño, mientras que el tipo II es también sin persistencia, de las especies de verano que germinan en la primavera. Por otro lado, ellos establecieron, además, dos tipos de bancos de semillas persistentes. El tipo III, donde las especies germinan abundantemente en el otoño y por ende la reserva de semillas es pequeña, y el tipo IV, presente en las especies donde una proporción pequeña de las semillas germinan en el otoño, de manera que la reserva de semilla en el suelo es muy significativa. En

términos generales, estos autores dicen que ninguna semilla vivirá más de un año en el suelo en un banco de semillas sin persistencia y que algunas semillas vivirán más de un año en un banco de semillas persistente.

Bhatia, R. et al (1990) encontraron que el 97,7% de las semillas de *E. crus-galli* que estaban en el suelo germinaron entre noviembre y marzo (mayo a setiembre en el hemisferio norte), dejando solamente para el siguiente período de crecimiento el 2,3% bajo condiciones naturales. Estos autores mencionan que las poblaciones altas de esta maleza que se observaron en el arrozal, son debidas a nuevos ingresos de semillas al mismo en cada período de cultivo.

Martínez Ghera, M.A. et al. (2000) observaron que *E. crus-galli* es una especie que germina en la primavera y en el verano, presentando un banco de semillas de vida corta y que raramente algunas de sus semillas sobreviven más de una zafra en el suelo. De modo que forma un banco de semillas sin persistencia del tipo II. Ellos señalaron, además, que las semillas de esta especie presentan dormancia primaria y secundaria.

La dormancia está presente en las semillas que están en la planta madre que las originó o en aquellas que cayeron recientemente al suelo, debido a que cuando son puestas en condiciones favorables para germinar no lo hacen. Esta dormancia primaria se va perdiendo gradualmente durante el invierno, al estar sometidas las semillas embebidas en agua a temperaturas frías, pasando de un estado dormante a un estado sin dormancia. Esto se refleja en que las semillas pueden germinar en un rango amplio de temperaturas en la primavera siguiente a la semillazón. Cuando la población de semillas está sin dormancia y es expuesta a condiciones des-

¹ Ing. Agr., MSc., Programa Nacional de Producción de Arroz

favorables para la germinación (ausencia de oxígeno, temperaturas muy bajas, falta de humedad), las semillas van pasando a un estado con dormancia secundaria y pueden pasar el verano en ese estado hasta que condiciones favorables para la germinación se den nuevamente (Baskin, C.C. y Baskin, J.M., 2001).

Ikeda, K. et al. (2003) observaron que las semillas tanto de *E. crus-galli* como de *Digitaria adscendens* (*D. ciliaris*) enterradas en el suelo fueron gradualmente rompiendo la dormancia primaria durante el invierno. Ellos atribuyeron el hecho a la exposición de las semillas a temperaturas frías, por encima de 0°C, en condiciones de humedad como el principal factor que provocó la ruptura de la dormancia. Cuando las semillas estaban con dormancia profunda, el efecto de la luz y la alternancia de temperaturas no las hicieron germinar. Sin embargo, a medida que se iba rompiendo la dormancia, el efecto de la luz y la alternancia de temperatura diaria promovían la germinación. Estos autores observaron también que cuando las semillas habían completamente perdido la dormancia, germinaron en la oscuridad y a temperatura constante.

Honex, A. et al. (1999) mostraron que las semillas de *E. crus-galli* presentaron un pico de germinación en la primavera. Ellos establecieron que la ruptura de la dormancia primaria fue debida a la acción del frío, en las semillas embebidas en agua, y que ocurrió la inducción de una dormancia secundaria durante el verano en las condiciones de cultivo de maíz en la República Checa. Baskin C.C. y J.M. Baskin (1989, 2001) indicaron que en las semillas de algunas especies de verano presentan ciclos anuales de dormancia/no dormancia.

ShengGan, W. et al (2006) señalaron que las semillas de *E. spp.* presentaron dormancia después de la madurez, en el otoño, y que desapareció gradualmente en el invierno. Como otros autores, establecieron que la ruptura de la dormancia puede ser debido a bajas temperaturas o a la alternancia de las mismas bajo condiciones favorables. Ellos

determinaron que el óptimo para la germinación de la temperatura está entre 25 y 35°C, y aquel del contenido de agua del suelo en 80%.

La dispersión de semillas entre un potrero y otro puede ser realizada por equipos agrícolas de laboreo, cosechadoras y los animales que pastorean. A campo, en un laboreo de verano sobre un retorno largo, con baja frecuencia de arroz, se observó poco capín nacido y estaba generalmente asociado a las deyecciones de los animales que habían pastoreado (Sampayo, B. 2005. coms. pers.). En ese sentido, Ikeda, K. et al. (2005) demostraron que un gran número de semillas dormantes de *E. crus-galli* y *D. ciliaris* son excretadas con las heces de los bovinos sin perder su capacidad de germinar. Sin embargo, las semillas sin dormancia son inhibidas fuertemente en su pasaje por el abomaso debido a la acción del fluido ácido y de la enzima pepsina, germinando una muy pequeña proporción de las mismas.

En la Unidad de Producción de Arroz Ganadería (UPAG), se ha observado semillazón del capín en las distintas fases de la rotación. Un primer aporte al banco de semillas del suelo proviene de la semillazón de los escapes al control de malezas en el arroz. Cuando se realizan tareas tempranas de cosecha, se concentra la semilla que aún no tuvo dehiscencia de la planta madre y se descarga en el área junto a la paja del arroz después de la trilla. Parte de estas semillas nacen y las plantas podrían a llegar producir nuevas semillas, en caso de que no se pastoree y el otoño favorezca su desarrollo (humedad disponible en el suelo y atraso en la ocurrencia de la primera helada).

Otra fuente de propágulos para el banco de semillas es el aporte que realiza el capín cuando se retiran los animales en el primer verano para dejar semillar las plantas forrajeras de la pradera sembrada sobre el rastrojo de arroz. Después de la semillazón, cuando retornan los animales una buena proporción de plantas de capín escapan al diente de los

animales, crecen y producen una cantidad de semillas abundante.

Por último, otro aporte al banco de semillas del suelo se realiza cuando el capín nace después del laboreo de verano, asociado a la disponibilidad de agua en el suelo, mientras se regenera el raigrás y a como se presenta el otoño antes de las heladas tempranas. En el campo, se ha apreciado que si la producción de semillas fue profusa en el otoño, éstas germinan y emergen abundantemente en la primavera.

En el transcurso de la ejecución de la rotación programada en la UPAG, aunque no se ha medido, se tiene la impresión de que las poblaciones de capín en los distintos potreros han ido en aumento. En parte este hecho se traduce en que se pasó de una sola aplicación de herbicidas en mezcla de tanque en postemergencia temprana a una secuencia de clomazone en preemergencia seguida por una aplicación en postemergencia de diversas mezclas de tanque.

Como el capín es una especie que presenta un banco de semillas sin persistencia en el suelo, la lluvia de semillas que llega al mismo es el componente más relevante para renovar el banco de semillas y determinar la dinámica poblacional. El objetivo del presente trabajo fue cuantificar la producción de semillas viables de capín producidas con y sin pastoreo en el primer verano de la fase pasturas y en el otoño en el laboreo de verano.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó en los potreros 1 y 3 de la UPAG, que correspondían a la pradera sembrada en el rastrojo de arroz en el otoño del 2007 y en uno de los potreros que llevaba laboreo de verano en la zafra 2008-09 y se dejaba regenerar el raigrás en el otoño, respectivamente.

Se usó alambrado eléctrico para excluir el pastoreo de los animales de cuatro sitios dentro de cada uno de los potreros mencio-

nados. Se marcaron dos transectas paralelas de 40 m largo en el área con exclusión y dos transectas de la misma longitud por fuera del área excluida, es decir bajo pastoreo después que las especies de interés habían finalizado la semillazón.

Como en el otoño del 2008 se registraron precipitaciones por debajo de lo normal, en mayo se colectaron muestras con una aspiradora cada 2,5 m alternados en cada una de las transectas con y sin pastoreo. En cada punto, se aspiró la superficie del suelo en un área de 0,1 m² (0,2 m por 0,5 m), recolectándose semillas de capín, restos vegetales y tierra. Posteriormente, se realizó el mismo procedimiento en las transectas del potrero 3 de la UPAG, aunque en este caso se tomaron las muestras más espaciadas, cada 5 m para cada una de las transectas.

Se procedió a limpiar las muestras de suelo usando tamices de malla para separar la tierra seca y finamente molida. Luego, se procesaron las muestras por medio de un soplador de aire y por diferencia de peso específico se separaron los restos vegetales más livianos, obteniéndose las semillas de capín llenas y vacías. Cuando se separaron las semillas llenas de las vacías manualmente, se eliminaron eficazmente los restos extraños remanentes. La semilla de capín colectada siempre estuvo almacenada en una cámara de frío.

Se contaron las semillas de la fracción llena, pesándose las mismas y dividiéndose por el número de semillas presentes para determinar el peso de la semilla.

Como el volumen de semilla del potrero 1 de la UPAG era abundante, se pusieron a germinar 50 semillas en placa de Petri de plástico con dos láminas circulares de papel Whatman® Cat No 1001 con un diámetro de 90 mm, agregándosele 6 ml de agua destilada. Se usaron 15 repeticiones por cada transecta, con y sin pastoreo, correspondiente a cada uno de los sitios marcados de los potreros 1 y 3 de la UPAG. Las cajas se colocaron en

el germinador a $26,6 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$ constantes con 16 h de luz y 8 h de oscuridad por siete días. Posteriormente fueron sometidas a condiciones de frío, de $3,8 \pm 0,9^{\circ}\text{C}$ por una semana y luego devueltas al germinador en condiciones similares a las descritas por otra semana. Cincuenta semillas adicionales, de las mismas 15 muestras, fueron colocadas embebidas en agua en la cámara de frío por una semana y después trasladadas al germinador por 14 días a las temperaturas mencionadas.

Se repitió el procedimiento inicial con la semilla del capín proveniente del potrero 3 de la UPAG y como existía insuficiente cantidad de semilla debido a la escasa disponibilidad de humedad en el fin del verano, no se realizó el segundo procedimiento.

Se graficaron los datos obtenidos, presentándose las medias y sus desvíos estándares respectivos para las variables cantidad de semillas llenas, viables y vacías/m², y el peso de la semilla. Los resultados de las pruebas de germinación se presentan en promedio tanto para los porcentajes de germinación diaria así como la acumulada.

Se realizó la comparación estadística entre las medias para las semillas llenas, semillas llenas viables y semillas vacías/m², y el peso de la semilla usando la prueba de Tukey al 5% de significación.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La información que se presenta es preliminar, dado que proviene de un primer año de evaluación y la producción de semilla está fuertemente condicionada por el ambiente.

A los efectos de dar más claridad a la presentación de los resultados se especifica lo que es el tratamiento para cada potrero estudiado. Los tratamientos con y sin pastoreo que se comparan en el potrero 1 se refieren al pastoreo que ejercen los novillos cuando ingresan a la pastura después de la semillazón de las plantas forrajeras para la realización de un pastoreo de limpieza del 21 de Febrero al 31 de Marzo de 2008 (P. Rovira y Óscar Bonilla, 2008-2009). Mientras que en el potrero 3, los mismos tratamientos se refieren al pastoreo que realizan los ovinos, preferentemente corderos en las etapas iniciales, que ingresan al potrero el 12 de Marzo de 2008 con el objeto de controlar la semillazón del capín dado que se apreció una alta infestación de la maleza (P. Rovira y Oscar Bonilla, 2008-2009).

1. Cantidad de semilla colectada desde la superficie del suelo

En el Cuadro 1 se introducen los resultados obtenidos de la colecta de semillas de capín desde la superficie del suelo para los potreros 1 y 3 de la UPAG.

Cuadro 1.- Resultados promedios \pm un desvío estándar obtenidos de la colecta de semillas en los potreros 1 y 3 de la UPAG. Otoño 2008, UEPL.

Variables medidas	Potrero 1		Potrero 3	
	Con pastoreo	Sin pastoreo	Con pastoreo	Sin pastoreo
Semillas llenas/m ²	14405 \pm 5771	26290 \pm 7876	564 \pm 655	1921 \pm 2684
Semillas viables/m ²	6093 \pm 2441	12987 \pm 3891	363 \pm 421	1500 \pm 2096
Semillas vacías/m ²	3822 \pm 2236	4245 \pm 2448	134 \pm 155	393 \pm 466

La separación de medias entre los tratamientos con y sin pastoreo dentro de cada potrero estudiado no arrojó diferencias significativas usando el test de Tukey al 5% para ninguna de las variables medidas.

En las Figuras 1 y 2, se muestran los promedios de semillas llenas, llenas viables y vacías/m² agrupadas con y sin pastoreo para los potreros 1 y 3 de la UPAG, respectivamente.

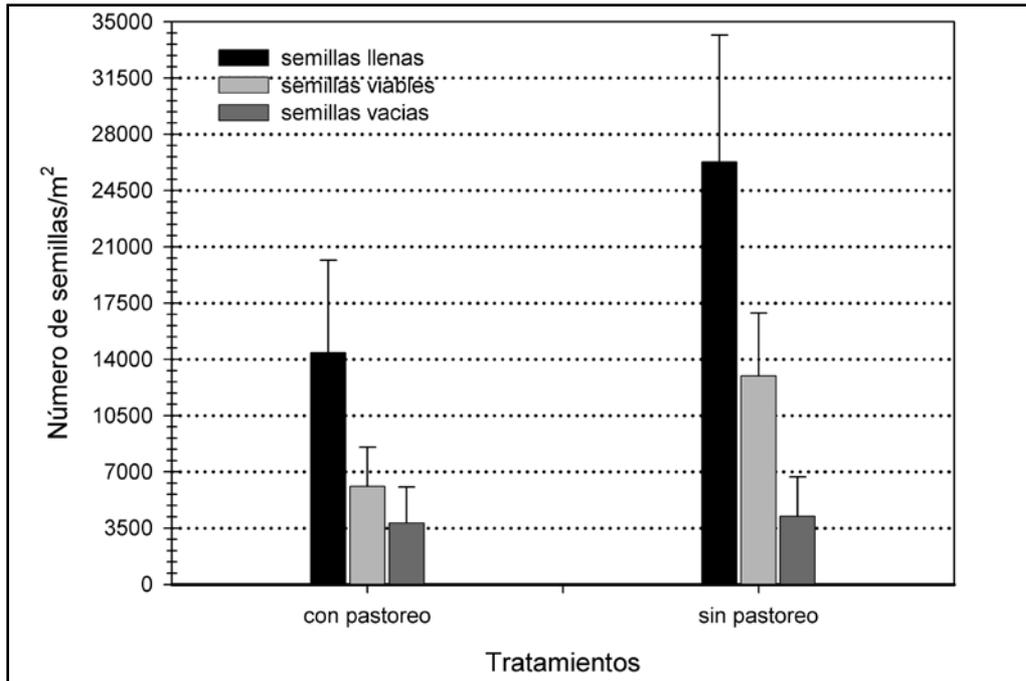


Figura 1. - Efecto del pastoreo en la producción de semillas de capín en la fase pastura de la rotación en el primer verano. Potrero 1 de la UPAG. Otoño del 2008, UEPL. La media es el promedio de cuatro sitios y la línea vertical encima de la barra representa un desvío estándar.

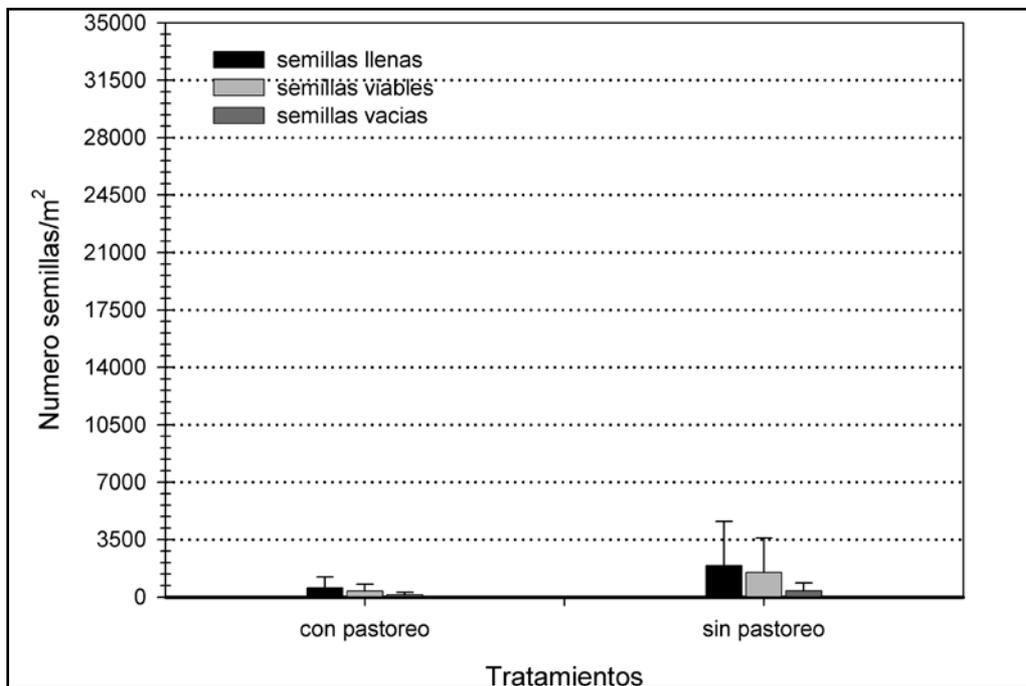


Figura 2. - Efecto del pastoreo en la producción de semillas de capín en el laboreo de verano en el cual se dejó regenerar el raigrás en la rotación. Potrero 3 de la UPAG. Otoño del 2008, UEPL. La media es el promedio de cuatro sitios y la línea vertical encima de la barra representa un desvío estándar.

Si bien no se realizó una comparación estadística entre los potreros en las distintas variables medidas, en el tratamiento sin pastoreo para las semillas viables/m² el valor obtenido fue once veces mayor en el potrero 1 que en el potrero 3. Las diferencias observadas probablemente son debidas al largo de la semillazón y las precipitaciones ocurridas que pudo aprovechar el capín nacido en la primavera o que nació después del retiro de los animales en el potrero 1. Por el contrario, el período con déficit hídrico al fin del verano e inicio del otoño redujo notablemente el nacimiento del capín en el potrero 3, situación que no había sido observada en años anteriores. De manera que se instalaron tardíamente pocos individuos con un período muy corto para crecer y producir semillas.

De acuerdo a Norris, R.F. (2003), el potencial de producción de semillas durante el período de semillazón en plantas individuales de capín varió con su época de nacimiento. Aquellas nacidas en octubre (abril en el hemisferio norte) produjeron en promedio 700 mil semillas y aquellas nacidas en abril (octubre en el hemisferio norte) alrededor de 100 mil semillas, siendo bajo irrigación en ambas situaciones.

Cuadro 2.- Resultados promedios \pm un desvío estándar obtenidos del peso de la semilla llena correspondientes a los potreros 1 y 3 de la UPAG. Otoño 2008, UEPL.

Peso de la semilla, mg	Potrero 1		Potrero 3	
	Con pastoreo	Sin pastoreo	Con pastoreo	Sin pastoreo
Promedio \pm desvío	2,2 \pm 0,9	3,0 \pm 0,9	2,6 \pm 1,9	3,3 \pm 3,0
Rango	1,4 – 3,4	2,2 – 4,2	1,1 – 6,1	0,9 – 10,2

La separación de medias para el peso de semillas de capín colectado no detectó diferencias significativas entre los tratamientos con y sin pastoreo dentro de cada potrero estudiado.

En las Figuras 3 y 4 se representan el peso de la semilla para cada tratamiento de los potreros 1 y 3 de la UPAG.

El peso de una semilla de las colectadas en el potrero 1 varió desde 2,20 mg \pm 0,9 a 3,0 mg \pm 0,9 para los tratamientos con y sin pastoreo; respectivamente, en cambio, para las semillas colectadas en el potrero 3, el peso

Por otro lado, cuando se introduce el ganado nuevamente después de haber finalizado el período de semillazón de las forrajeras en el potrero 1, éste ingirió una parte de las semillas de capín producida. En el pasaje de las semillas por el tracto digestivo se seleccionan aquellas dormantes que no serán afectadas por la acción del fluido del abomaso de acuerdo con Ikeda, K. et al. (2003). De manera que adicionalmente a la dehiscencia de las semillas de la planta madre, se distribuyen junto a las heces del ganado las semillas dormantes de capín. Todas tendrán oportunidad de nacer en la primavera siguiente cuando el potrero está siendo aún pastoreado, laboreándose después de fin de año. Las semillas de capín remanentes en el suelo podrán nacer recién finalizado el laboreo de verano, si la humedad del suelo lo permite.

2. Peso de la semilla

En el Cuadro 2, se presenta el peso de semilla expresado en mg para los tratamientos evaluados y los potreros bajo estudio de la UPAG.

estuvo entre 2,6 mg \pm 1,9 y 3,3 mg \pm 3,0 para los mismos tratamientos.

De acuerdo con Norris, R. F. (2003) el peso de las semillas al inicio del período de semillazón tendió a estar entre los 2,5 mg/semilla reduciéndose hasta 1,5 mg/semilla al final de mismo, cuando las plantas nacieron en setiembre, octubre y diciembre (marzo, abril y junio hemisferio norte). Sin embargo, las semillas producidas de las plantas nacidas en febrero (agosto hemisferio norte) comenzaron pesando 2,8 mg/semilla, reduciéndose menos su peso a medida que transcurría el período de semillazón, que fue mucho más corto.

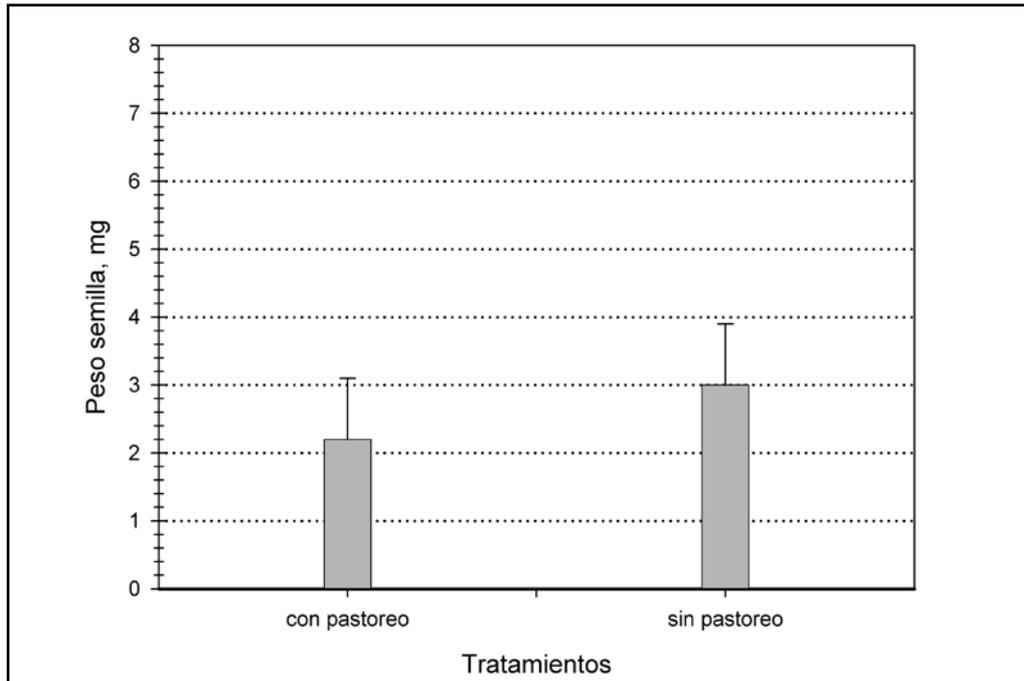


Figura 3.- Efecto del pastoreo en el peso de la semilla de capín expresado en mg colectada en la fase pastura de la rotación en el primer verano. Potrero 1 de la UPAG. Otoño del 2008, UEPL.

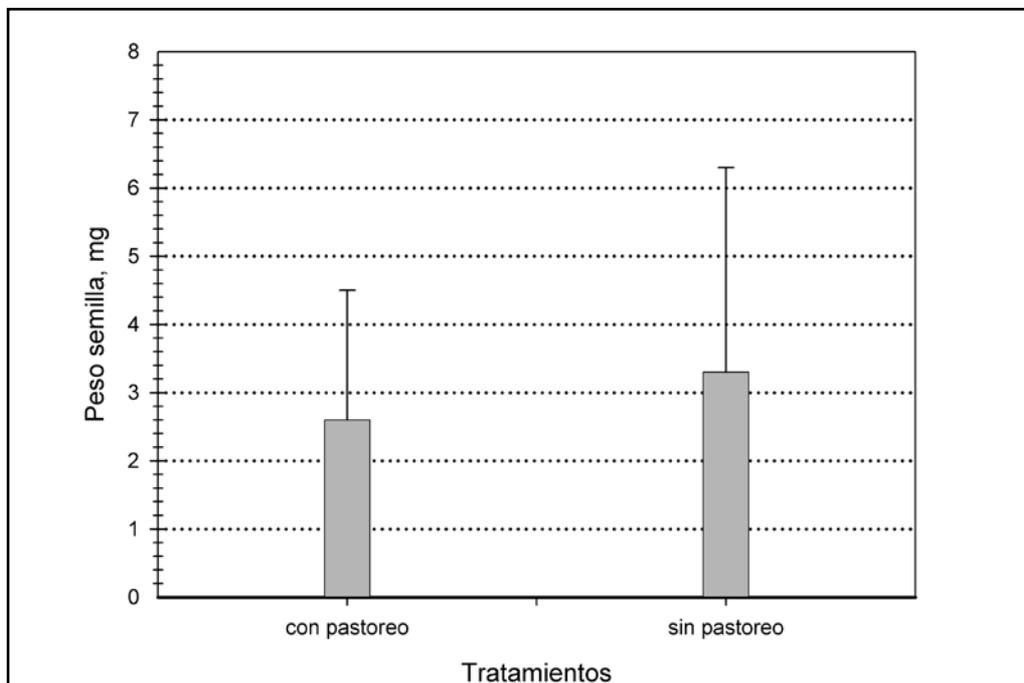


Figura 4.- Efecto del pastoreo en el peso de la semilla de capín expresado en mg colectada en el laboreo de verano en el cual se dejó regenerar el raigrás en la rotación. Potrero 3 de la UPAG. Otoño del 2008, UEPL.

3. Germinación de las semillas colectadas (semillas embebidas frío intermedio)

Como se mencionó previamente, a las semillas colectadas se les realizó la prueba de germinación estándar interponiéndose al finalizar el séptimo día un período en la cámara de frío de siete días para la ruptura de la dormancia, en caso de que existiera, retornando las muestras por una semana más al germinador en las mismas condiciones.

A continuación, se muestra la evolución de los porcentajes de germinación diario y acumulado durante la duración de la prueba. Los resultados obtenidos para las semillas colectadas se presentan en la Figura 5 y en la Figura 6 para los potreros 1 y 3, respectivamente.

Se aprecia que la semilla proveniente del potrero 1, producida en el verano, a los siete días de colocada en el germinador alcanzó un 13,7% y un 17,4% de germinación acumulada para los tratamientos con y sin pastoreo; respectivamente, mientras que la semilla colectada en el del potrero 3, que se produjo en las condiciones del otoño, a la misma fecha había obtenido 50,7% y 67,1%, para los respectivos tratamientos con y sin pastoreo.

A final de la prueba de germinación los tratamientos con y sin pastoreo lograron valores de 42,3% y de 49,4% para la germinación acumulada en el potrero 1 y de 64,3% y 78,1% en el potrero 3, respectivamente. Por último, el cambio en el porcentaje de germinación diario fue notorio en la semilla del potrero 1, en el primer y segundo día después de la etapa de frío, aumentando mucho la tasa diaria de germinación. Sin embargo, el incremento de la misma fue menor en la semilla del potrero 3 en esos días.

Los comportamientos diferenciales que se observan indican que las semillas están en estados fisiológicos distintos al momento de la recolección de las mismas. Esto significaría que una alta proporción de las semillas del potrero 1 están con dormancia primaria, asu-

miendo que las semillas que no germinaron estén vivas y con dormancia más profunda. Mientras que en el potrero 3 predominan largamente en la población las semillas sin dormancia.

4. Germinación de las semillas colectadas (semillas embebidas frío inicial)

Como existía una gran disponibilidad de semilla colectada en el potrero 1, a diferencia del potrero 3, se repitió la prueba de germinación. En este caso se pusieron previamente las semillas embebidas en agua por una semana en la cámara de frío antes de que fueran colocadas en el germinador por 14 días a la misma temperatura que en las pruebas anteriores.

En la Figura 7, los siete días después de colocada la semilla en el germinador corresponde al día 14 en la escala del eje de las x. En ese momento, se obtuvo un 29,2% y un 44,9% de germinación acumulada para los tratamientos con y sin pastoreo del potrero 1. En esa misma fecha para el procedimiento usado en la Figura 5, se habían obtenido un porcentaje de germinación acumulada de 17,4% y 13,7% para los mismos tratamientos.

Estos hechos mostraron aparentemente que fue más rápida la ruptura de la dormancia cuando la aplicación del frío se realizó previamente a la prueba de germinación que haciéndolo a la mitad de la misma. Esto sucedió para la semilla colectada en los dos tratamientos, siendo la diferencia mayor cuando se excluyeron los animales del sitio.

Por último, se destaca el hecho de que la germinación acumulada representada en las por Figuras 5 y 7 del tratamiento sin pastoreo alcanzó niveles similares con ambos procedimientos, mientras que el tratamiento con pastoreo mostró valores algo menores con la técnica de frío inicial que cuando se sometió a la semilla de capín al frío en el medio del proceso de germinación.

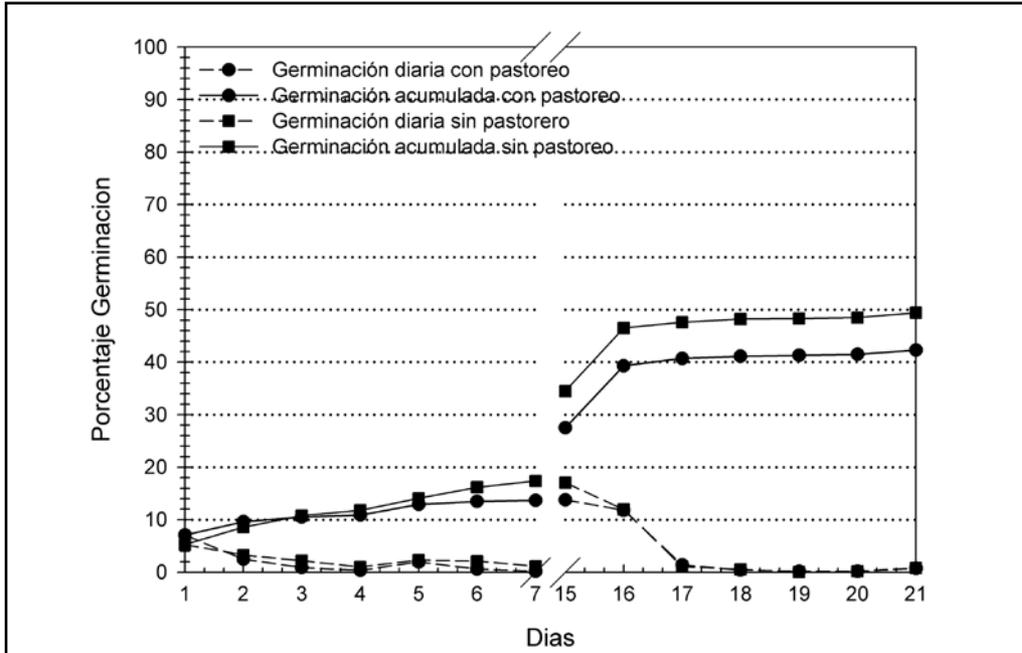


Figura 5. - Evolución de los porcentajes de germinación diario y acumulado de la semilla de capín colectada desde la superficie del suelo en la fase pastura de la rotación en el primer verano. Potrero 1 de la UPAG. Semana de frío intermedio durante la prueba de germinación. Otoño 2008, UEPL.

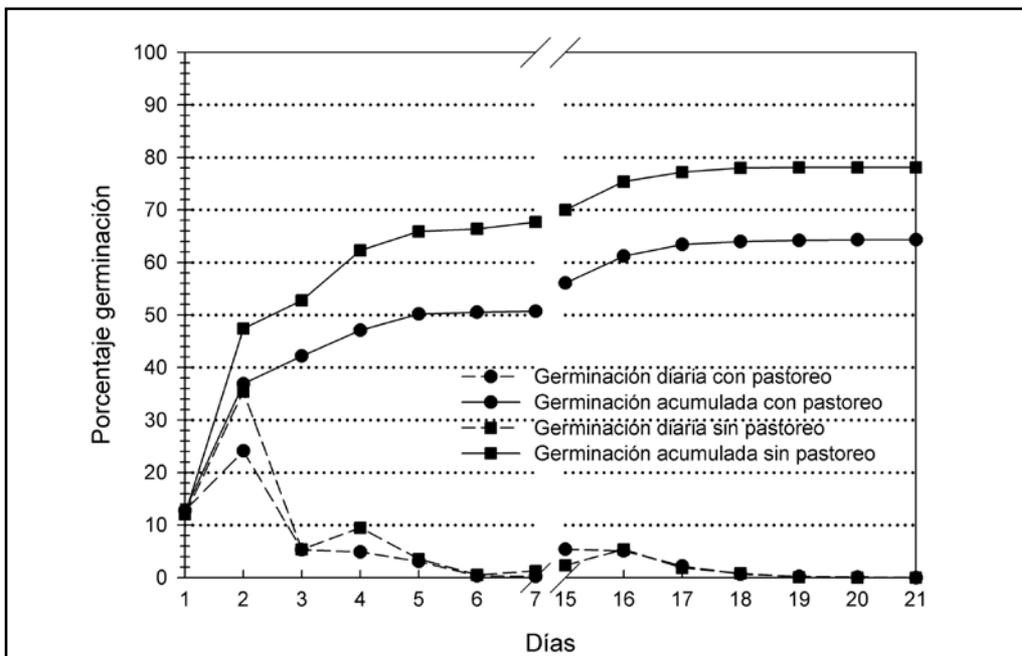


Figura 6. - Evolución de los porcentaje de germinación diario y acumulado de la semilla de capín colectada desde la superficie del suelo en el laboreo de verano en el cual se dejó regenerar el raigrás en la rotación. Potrero 3 de la UPAG. Semana de frío intermedio durante la prueba de germinación. Otoño 2008, UEPL.

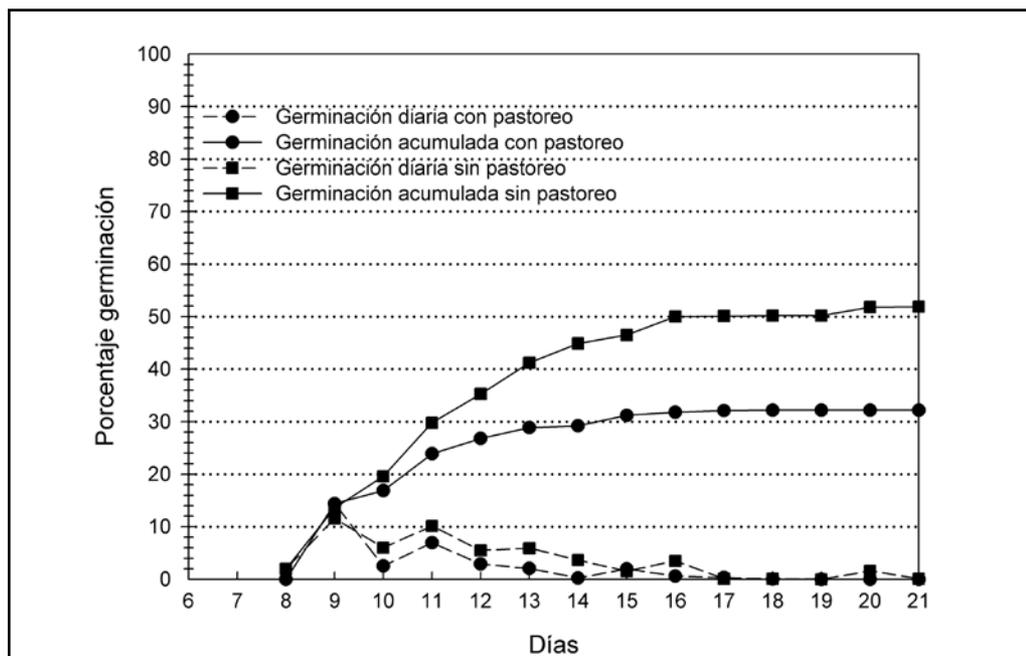


Figura 7. - Evolución del porcentaje de germinación diario y acumulado de la semilla de capín colectada desde la superficie del suelo en la fase pastura de la rotación en el primer verano. Potrero 1 de la UPAG. Semana de frío previo a la prueba de germinación. Otoño 2008, UEPL.

IV. CONCLUSIONES PRELIMINARES

La lluvia de semillas de capín, que ingresan al suelo en las distintas fases de la rotación conducida en la UPAG, juega un rol muy importante en la dinámica de la población de la maleza.

En el primer verano de la fase de pastura sembrada después de la cosecha del arroz, potrero 1, el aporte de la producción de semilla del capín es importante en volumen, aunque no realizamos una comparación estadística, fue mayor que el obtenido en el otoño en el laboreo de verano, potrero 3. En esta situación, la producción de semillas fue menor a lo esperado de acuerdo a las observaciones realizadas en los años previos, cuando el otoño presentaba condiciones más favorable en cuanto a la disponibilidad de agua en el suelo.

La producción de semillas del capín ocurre con cantidades variables en todas las fases de

la rotación una vez al año. En consecuencia, se mantiene a la especie como maleza en el cultivo de arroz debido a que posee un banco de semillas sin persistencia en el suelo.

Si bien se controla un porcentaje muy elevado de la población de capín presente en un potrero particular cuando se realiza arroz, antes de repetir el cultivo, existirán dos oportunidades para que ingresen semillas nuevas.

V. AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento muy especial a Adriana López por su responsabilidad y delicado trabajo en el acondicionamiento de las muestras de capín y su conservación, la preparación y seguimiento de las pruebas de germinación.

Se reconoce a la Ing. Agr. Ph.D. Ana Laura Pereira y a Mabel Oxley por la orientación y consejos prácticos para acondicionar el germinador y conducir las pruebas en el mismo.