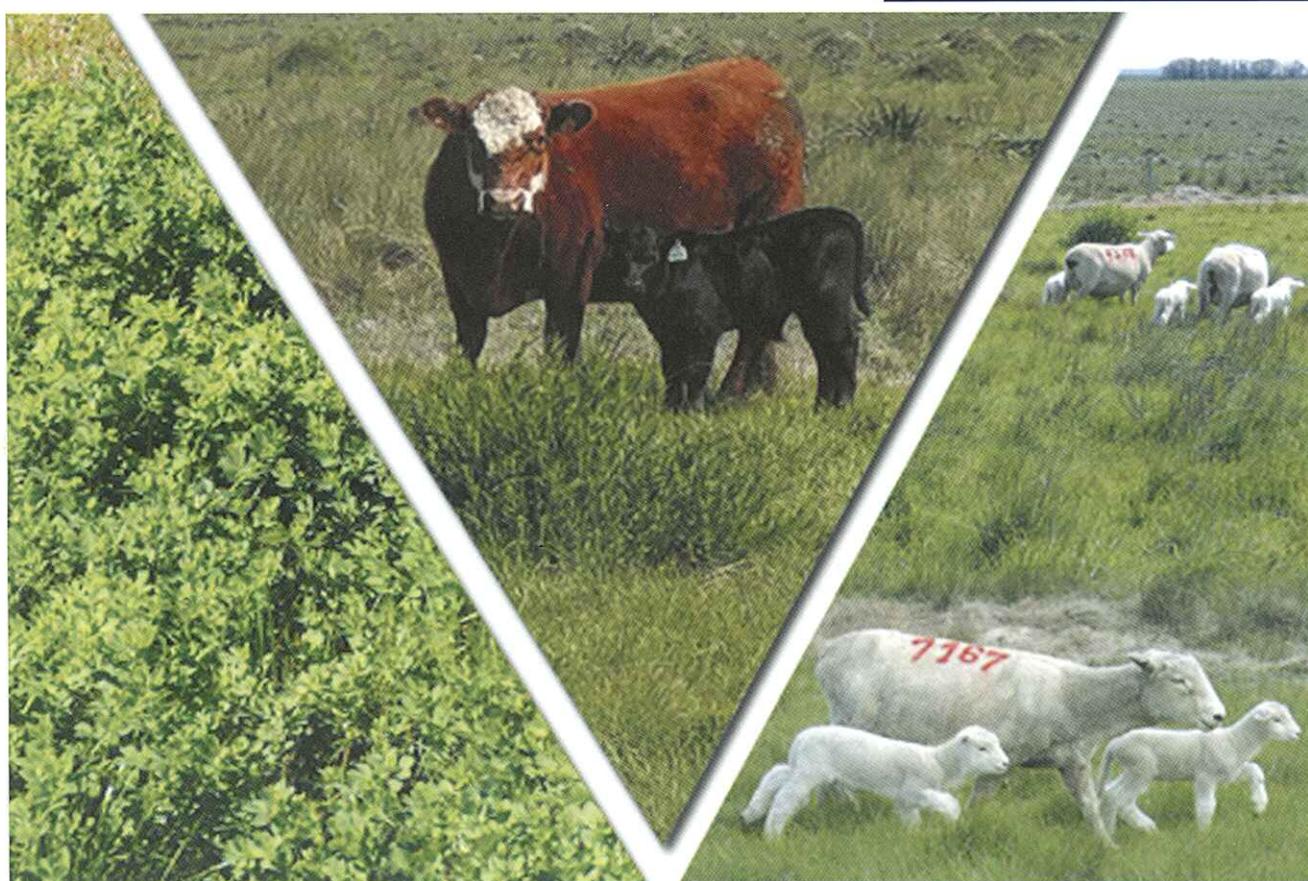


inia

**INSTITUTO
NACIONAL DE
INVESTIGACION
AGROPECUARIA**

URUGUAY



**PRODUCCIÓN
ANIMAL**
**Unidad Experimental
Palo a Pique**

Octubre 2012

**ACTIVIDADES
DE DIFUSIÓN**

695

INIA TREINTA Y TRES

JORNADA ANUAL
Unidad Experimental Palo a Pique
2012

25 de octubre de 2012.

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria

Integración de la Junta Directiva

Ing. Agr., MSc., PhD. Álvaro Roel - Presidente

D.M.V., Dr. José Luis Repetto Capello - Vicepresidente



D.M.V. Álvaro Bentancur

D.M.V., MSc. Pablo Zerbino



Ing. Agr. Joaquín Mangado

Ing. Agr. Pablo Gorriti



**Programa Nacional de Investigación
Pasturas y Forrajes**

Ing. Agr., PhD. Walter Ayala
Ing. Agr., MPhil. Raúl Bermúdez
Ing. Agr. Gerónimo Cardozo
Téc. en Sistemas Intensivos de Prod. Animal Ethel Barrios

**Programa Nacional de Investigación
Producción de Carne y Lana**

Ing. Agr., PhD. Graciela Quintans
Ing. Agr., MSc. Pablo Rovira

**Programa Nacional de Investigación
Producción y Sustentabilidad Ambiental**

Ing. Agr., PhD. José Terra
Ing. Agr., Guillermina Cantou

Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología

Ing. Agr., MSc. Horacio Saravia
Ing. Agr. Raúl Gómez Miller

PRÓLOGO

Esta publicación reúne una nueva entrega de los trabajos de investigación que se desarrollan en las áreas de Producción animal, Pasturas y Rotaciones de INIA Treinta y Tres. Los mismos son el resultado de acciones del Plan de Investigación 2006-2011 y nuevas planteadas en el Plan Estratégico de investigación (PEI 2011-2015). La publicación reúne mayoritariamente actividades desarrolladas dentro de la Unidad Experimental Palo a Pique, aunque se incorporan algunos otros temas de interés.

Las temáticas que se abordan en ganadería integran resultados sobre líneas de investigación en cría e invernada. En cría, en esta instancia se hace hincapié en aspectos de destete precoz en el período invernal, suplementación y asignación de forraje durante el parto entre otros y cuál es su incidencia en las variables productivas y reproductivas del ganado de carne. En el área de invernada se realizan aportes sobre el impacto que tienen el estrés calórico y la sombra en la performance de novillos. Un aporte adicional, es la presentación de los resultados de una encuesta recientemente finalizada sobre el cambio técnico en sistemas criadores del este, por parte de técnicos de la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología.

En pasturas se presenta información sobre fertilización fosfatada, información que forma parte de una red de trabajos a nivel nacional sobre el tema. Asimismo se incluyen aportes sobre aspectos de manejo y utilización de especies con posible potencial de uso en la región como *Plantago lanceolata* y *Trifolium vesiculosum*.

En el área de rotaciones agrícola-forrajeras se presenta información sobre la evolución de propiedades químicas del suelo, información generada en el experimento de rotaciones de la Unidad Palo a Pique que cuenta con 17 años, el cual constituye una referencia frente a los desafíos que la agricultura presenta para los suelos de la región. En el mismo sentido y dentro del marco de nuevas propuestas de investigación se presentan los primeros resultados locales sobre la tecnología de cultivos de cobertura para sistemas de rotación con soja como forma de generar

opciones para una agricultura sostenible en la región.

En esta instancia se entregará junto con la publicación un CD que recopila la información generada y presentada desde la Unidad Experimental Palo a Pique, desde comienzos de la década del 90 cuando comenzaron a desarrollarse los primeros trabajos de investigación. Esto constituye un aporte tanto a productores, técnicos y estudiantes de facilitar el acceso a la información generada y muchas veces dispersa. En tal sentido es de destacar la colaboración de los funcionarios Olga Alvarez, Eloisa Crossa, Ramiro González, Belky Mesones y Pablo Vaz para la realización del mismo.

Estos trabajos sumados a aquellos que se están implementando dentro del nuevo plan de investigación, se dan dentro de un contexto de cambios en la región. No escapa a ello los cambios en el sector agrícola que interactúan en forma marcada con aspectos de intensificación en el rubro ganadero. En ese marco, la generación de información con un enfoque de sistema ha sido promovida desde INIA, como forma de hacer una mirada en un contexto más amplio. Asimismo, otro aspecto a resaltar es la capacitación permanente del equipo de trabajo, siendo posible mencionar que los colegas Virginia Pravia y José Velazco se encuentran realizando sus estudios de postgrado en el exterior. Los nuevos desafíos para el grupo de investigación que trabaja en la Unidad Experimental Palo a Pique son variados, pero es posible destacar las acciones que se vienen implementando en la conformación de un rodeo Aberdeen Angus para investigación en cría, los trabajos en el área de corrales de suplementación, desarrollo de acciones en cría ovina con diferentes biotipos, entre otros. Esperamos que estos elementos constituyan aportes para potenciar las soluciones que el nuevo escenario productivo de la región requiere.



Ing. Agr. PhD Walter Ayala
Director Regional, INIA Treinta y Tres

ÍNDICE

DESTETE PRECOZ EN VACAS DE PRIMERA CRÍA LACTANDO EN INVIERNO	1
ESTUDIO DEL PERIODO PREPARTO TARDÍO Y SU EFECTO EN EL COMPORTAMIENTO POSTERIOR DE VACAS DE CARNE	7
I. EFECTO DE UNA SUPLEMENTACIÓN CORTA DURANTE EL ÚLTIMO MES DE GESTACIÓN EN VACAS PRIMÍPARAS.....	8
II. EFECTO DE DOS ASIGNACIONES DE PASTURAS NATURALES EN LAS ÚLTIMAS 6 SEMANAS DE GESTACIÓN Y SU EFECTO POSTERIOR EN VACAS PRIMÍPARAS Y MULTÍPARAS. RESULTADOS PRELIMINARES	10
RIESGO DE ESTRÉS CALÓRICO EN LA REGIÓN ESTE DEL URUGUAY	17
RESUMEN DE LA INVESTIGACIÓN. EFECTO DE LA SOMBRA EN LA RECRÍA DE NOVILLOS EN SISTEMAS PASTORILES DE LA REGIÓN ESTE DEL URUGUAY	23
CAMBIO TÉCNICO EN SISTEMAS CRIADORES DE SIERRAS DEL ESTE.....	29
RED NACIONAL DE FERTILIZACIÓN FOSFATADA DE PASTURAS	31
EFECTO DE LAS ESTRATEGIAS DE DEFOLIACIÓN EN LA PRODUCTIVIDAD, POBLACIÓN Y MORFOLOGÍA DE LLANTÉN (<i>Plantago lanceolata</i> L.).....	41
UTILIZACIÓN DE <i>Trifolium vesiculosum</i> SAGIT (Glencoe EC1) EN LA RECRÍA DE TERNEROS.....	49
CULTIVOS DE COBERTURA EN ESQUEMAS AGRÍCOLAS	57
EVOLUCIÓN DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO EN SISTEMAS DE AGRICULTURA FORRAJERA (2006 – 2012)	63

DESTETE PRECOZ EN VACAS DE PRIMERA CRÍA LACTANDO EN INVIERNO

G. Quintans^{1/}, I. Saravia^{2/}, R. Wijma^{2/}, A. Scarsi^{3/}, C. López-Mazz^{4/} y J. I. Velazco^{1/}

INTRODUCCIÓN

En nuestra región la época de servicio más utilizada históricamente es a fines de la primavera y todo el verano. Esto varía muy poco entre regiones, pero existe una tendencia por parte de los productores de la zona del Basalto (noroeste del país) a adelantar el entore a octubre, extendiéndose hasta fines de diciembre. La base de esto es que la producción de pasturas naturales en esa región tiene un mayor componente invernal y además de esta forma evitan el servicio en los meses de máximas temperaturas del verano en la zona norte. Este es un conocimiento empírico ya que la investigación nacional no ha realizado aportes importantes en este sentido. Por otra parte algunos productores cuyos establecimientos están sobre suelos arenosos (ej. en el departamento de Tacuarembó), donde la producción de pasturas naturales en invierno es muy baja, han decidido atrasar la época de servicio hacia febrero, de forma de evitar las pariciones cuando hay un gran déficit forrajero.

Por otra parte, cuando las terneras son criadas correctamente, muchas veces entran en celo en otoño, donde el productor debe decidir si servir las en ese momento o esperar a la primavera siguiente. Este tipo de entore "contraestación" de vaquillonas de 20 meses, tiene como premisa servir la vaquillona de primera cría a los 3 años pero sin cría al pie. Si bien hay muchos productores que ya lo aplican, especialmente en cabañas, la información nacional es escasa. Es por ello que se comenzó una línea de investigación con el objetivo de explorar las posibles alternativas de manejo en un sistema de este tipo, donde sin lugar a dudas y a priori la lactación en invierno, y por ende el peso de los terneros al destete, aparecía como la debilidad potencial del mismo.

En esta oportunidad sólo se presentará el tercer experimento de esta línea de trabajo, que conformó una tesis de grado de la Facultad de Veterinaria.

ANTECEDENTES

Una de las líneas de investigación más fuertes que ha llevado adelante INIA Treinta y Tres en recría vacuna ha sido la evaluación del manejo alimenticio durante el primer invierno de vida de la ternera y su efecto en la entrada a la pubertad y en su posterior desempeño reproductivo (Quintans *et al.*, 2004; Costa *et al.*, 2006; Quintans *et al.*, 2007; Quintans, 2008; Straumann *et al.*, 2008). A través de estos trabajos se concluyó que una suplementación al 1% del PV con algún concentrado (afrechillo de arroz, expeler de girasol, concentrado balanceado) o la asignación de mejoramientos de campo entre el 5 y 10% (5 a 10 kgMS/100 kgPV) permitía alcanzar tasas de ganancia del orden de 0 (mantenimiento) a 0.250 kg/a/d y que realizar ganancias de peso en ese periodo, adelanta el momento de la pubertad respecto a vaquillonas que pierden peso. Esta técnica está siendo cada vez más utilizada a nivel comercial.

Una vez que se presta atención en el manejo de la ternera en el primer invierno, y se ajustan los manejos nutricionales y sanitarios, en muchas oportunidades las vaquillonas entran en celo en el otoño. En el año 2007 se comenzó una línea de investigación con el objetivo de evaluar un sistema de servicio de vaquillonas de 18-20 meses de edad en otoño y un nuevo servicio sin cría al pie en la primavera siguiente. Dentro de este sistema sabíamos que el "talón de Aquiles" del mismo sería la lactación en invierno, teniendo en cuenta que el campo natural en ese periodo tiene baja disponibilidad y calidad, y que no cubre los requerimientos de mantenimiento, lactación y crecimiento de una vaquillona. Es por este motivo que los tres experimentos realizados se centraron en evaluar alternativas diferentes al campo natural para manejar las vaquillonas durante esos 3 meses de invierno (Quintans *et al.*, 2012; Quintans *et al.*, 2012a).

^{1/} Programa Carne y Lana, INIA Treinta y Tres

^{2/} Estudiantes de grado Facultad de Veterinaria (hasta diciembre 2011)

^{3/} INIA Treinta y Tres (hasta diciembre 2011)

^{4/} Facultad de Agronomía

En los primeros dos experimentos (Quintans et al., 2012) se evaluaron alternativas de pastoreo sobre mejoramientos de campo con Lotus el Rincón y/o suplementación invernal de la vaca.

En el primer experimento cuando las vaquillonas tenían 78 días de paridas (inicio de invierno) fueron sorteadas en dos tratamientos durante los 94 días de invierno: 1) Campo Natural (CN); pastoreo sobre un mejoramiento de campo con *Lotus subbiflorus* El Rincón (LR). Durante la aplicación de los tratamientos las vacas de ambos grupos permanecieron a una asignación de forraje de 7% (7 kgMS/100kgPV). Antes y después de los tratamientos, las vacas se manejaron siempre juntas y sobre campo natural. Las vacas fueron destetadas a los 203 días posparto (pp) (primera semana de octubre). Luego, aproximadamente un mes más tarde las vacas fueron inseminadas artificialmente (IA) y luego tuvieron el repaso de toros por 21 días. Al finalizar el invierno (aprox. día 180 pp) las vacas en LR pesaron más que las de CN y también presentaron mayor CC (413 vs. 371 kg y 4.3 vs. 3.7u, para LR y CN, respectivamente). Con respecto a la producción de leche, durante el tratamiento y hasta el destete las vacas en LR produjeron más leche que las vacas en CN. Consecuentemente, el peso al destete fue significativamente mayor en aquellos terneros que estuvieron en LR que en CN (182.6 vs. 117.3 kg). Al destete mayor cantidad de vacas de LR presentaban CL respecto a las vacas de CN (80.0 vs. 28.6%). Sin embargo 35 días después, cuando comenzó la IA no se detectaron diferencias (95.0 vs. 85.7% para LR y CN, respectivamente) y la preñez final fue igual en ambos grupos (100%).

En el segundo experimento repetimos los dos tratamientos (LR y CN) y agregamos un tercero: suplementación de vacas sobre campo natural (S; al 0.7% del PV con un concentrado de 16% PC) donde los tratamientos también duraron los 3 meses de invierno. Desde el final del invierno hasta la IA las vacas S pesaron más y presentaron mayor CC que las vacas CN y LR. La producción de leche fue mayor en vacas S que en vacas en CN (promedio para todo el periodo: 3.8 vs. 2.8 kg/d) pero no se diferenció de las de LR. Al destete, los terneros S fueron más pesados que los de LR y éstos más pesados que los de CN (141.5, 134.1 y 122.4 kg para S, LR y CN, respectivamente). Los resultados reproductivos fueron similares al

experimento anterior, donde a pesar que al comienzo de la IA hubo una tendencia ($P=0.08$) a que mayor cantidad de vacas en LR presentaran CL respecto a CN, la preñez final fue similar entre grupos (93, 92 y 100% para CN, LR y S, respectivamente).

El objetivo del presente experimento fue estudiar el efecto del destete precoz en invierno en vacas de primera cría, previamente servidas con 20 meses de edad en otoño, sobre el comportamiento productivo y reproductivo en campo natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Unidad Experimental Palo a Pique. Se utilizaron 16 vaquillonas con cría al pie, previamente inseminadas a los 20 meses y que parieron en el mes de marzo. Los animales fueron sorteados en 2 grupos de manera tal de que fueran homogéneos en cuanto a días posparto (dpp), peso vivo (PV) y condición corporal (CC) de las vacas así como el peso vivo de los terneros, conformándose así dos grupos experimentales: Destete Precoz a los 70 dpp (DP, $n=9$) y Control (C, $n=7$). Todas las vacas (y los terneros del grupo C) permanecieron pastoreando sobre campo natural con una asignación forrajera nunca menor al 10% del PV. Luego del destete del grupo C (Día 211 posparto) todas las vacas permanecieron en las mismas condiciones de pastoreo. Ambos grupos fueron entorados en forma conjunta a los 285 dpp durante 60 días.

Los terneros de DP, luego del periodo de acostumbramiento, pastorearon un mejoramiento con *Holcus lanatus* y *Lotus corniculatus* (AF=12%PV) y se les ofreció 1 kg diario de concentrado durante 90 días (con 18% PB los primeros 22 días y 16% los días restantes). Los terneros del grupo C, una vez destetados pastorearon en forma conjunta con los terneros del grupo DP el mejoramiento descripto, hasta los 285 dpp.

Los animales fueron pesados y su CC registrada cada 14. La evaluación del estado reproductivo de las vacas se realizó a través de la observación de estructuras ováricas mediante ultrasonografía transrectal cada 14 días durante 215 días (desde los 70 hasta los 285 dpp). El diagnóstico de gestación se realizó mediante ultrasonografía transrectal 40 días finalizado el entore.

Las vacas fueron sangradas cada 7 días desde los 70 hasta los 140 dpp, y después

cada 14 días hasta los 294 dpp. Posteriormente se analizó la concentración de ácidos grasos no esterificados (AGNE), urea e insulina.

Los datos de PV, CC, producción de leche, PV del ternero y concentraciones de AGNE fueron analizados usando modelos lineales con medidas repetidas en el tiempo mediante PROC MIXED del SAS v9 (SAS Institute, INC., Cary, NC). El modelo incluyó el tratamiento, dpp y la interacción entre tratamiento por dpp como efectos fijos, y la vaca como efecto aleatorio. Los datos se expresan en media \pm error estándar. La probabilidad de vacas ciclando o preñadas fueron analizados con modelos lineales generalizados a través del procedimiento PROC GENMOD del SAS (SAS Institute, INC., Cary, NC). En el modelo se incluyó el efecto del tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La debilidad mayor de este experimento fue el bajo número de animales ($n=16$ en total), pero la evaluación de hormonas y metabolitos durante todo el periodo experimental (aproximadamente 8 meses) nos permitió tener otro tipo de información para entender mejor algunos procesos fisiológicos (Saravia y Wijma, 2011; Quintans et al., 2012). En esta oportunidad se presentaron los principales resultados.

En cuanto a la disponibilidad de campo natural el pico máximo se dio en otoño y el mínimo en invierno (Cuadro 1). Con respecto a la calidad de la pastura el contenido de proteína bruta (PB) al igual que la digestibilidad fueron similares en todo el período experimental. Se observó un alto porcentaje de cenizas, lo que puede estar indicando que se levantó mucho suelo en el muestreo por lo que los valores reales de disponibilidad puede que hayan sido sensiblemente menores. Cabe recordar que las vacas tuvieron una asignación de forraje del 10%.

Cuadro 1. Disponibilidad y composición química del campo natural.

	MS kg/ha	altura (cm)	FDA %	FDN %	PB %	DMO %
otoño	2190	5,2	40,0	66,0	6,8	52,7
invierno	1664	4,8	36,5	61,5	6,1	57,5
primavera	1925	4,3	36,3	61,7	7,1	57,7
verano	1836	3,6	41,7	66,3	8,2	52,3
promedio	1904	4,5	38,6	63,9	7,1	55,0

(FDA: fibra detergente ácido, FDN: fibra detergente neutro, PB: proteína bruta, DMO: digestibilidad de la materia orgánica).

El mejoramiento de campo en el que pastorearon los terneros tuvo una disponibilidad promedio de 3205 kg/ha de MS con una altura promedio del forraje de 12,2 cm. El análisis de la composición botánica mostró un 50% de leguminosas, un 20% de gramíneas y un 30% de restos secos.

En la figura 1 se observa la evolución de PV y CC desde 2 semanas previo al DP hasta un mes finalizado el repaso de los toros. Lo más importante a destacar que fue un año muy malo desde el punto de vista climático y ambos grupos perdieron PV y CC en el invierno. Una vez realizado el destete al grupo C que coincidió con el comienzo de la primavera, ambos grupos de vacas comenzaron a recuperar PV, y las de DP lo hacen por encima de las de C. Algo similar sucede con la CC, existiendo una tendencia

($P=0.10$) a la interacción entre el tratamiento y el tiempo, donde la CC de las vacas DP fue superior en la mayor parte del periodo evaluado. Fue un año donde existieron muchas heladas agro meteorológicas y muy bajas temperaturas, además de que los animales tuvieron muy baja accesibilidad al pasto, ya que éste presentó una altura menor a 5 cm.

Si bien no hubo diferencias entre vacas de diferentes tratamientos en las concentraciones de AGNE (Figura 2), hubo un efecto del tiempo ($P<0.0001$), observándose un aumento de las mismas en pleno invierno, donde la caída de CC alcanzó su nivel máximo. Esto estaría simplemente indicando una movilización de reservas grasas al entrar en balance energético negativo (Wettemann et al., 2003). En general su curva de

concentración en sangre es contraria a la curva de condición corporal, es decir cuando esta última disminuye, las concentraciones de AGNE se incrementan. A su vez, al aumentar el peso vivo y la CC los valores de AGNE

disminuyeron, por lo que se puede afirmar que el efecto observado durante el transcurso del periodo posparto sobre los valores séricos de AGNE obedece claramente a un cambio en el plano nutricional de los animales.

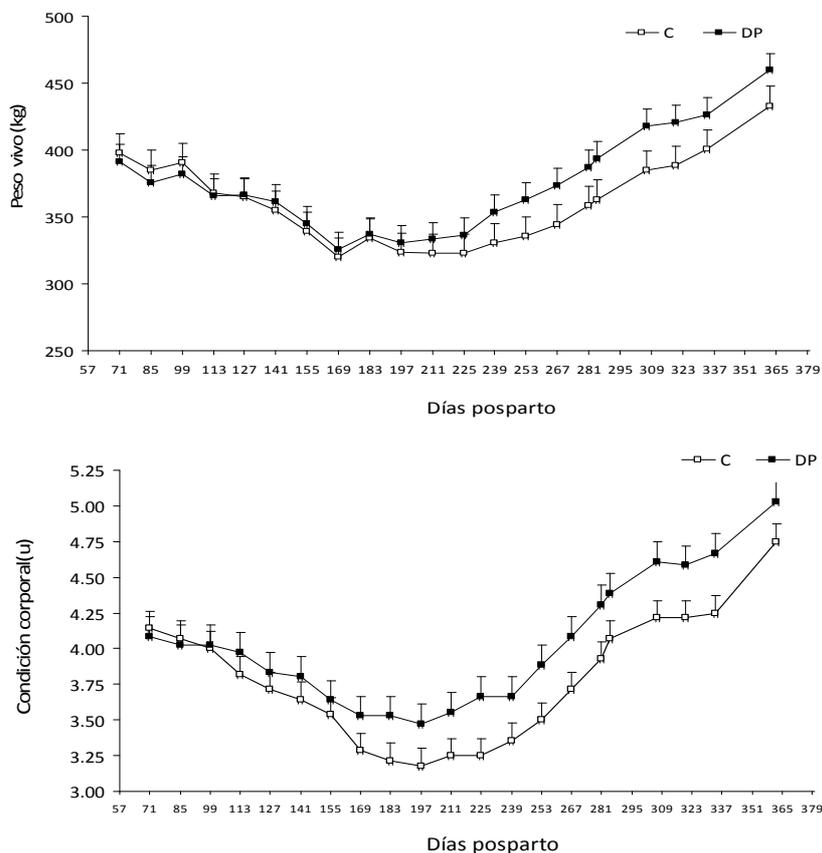


Figura 1. Evolución de PV y CC a lo largo de todo el experimento.

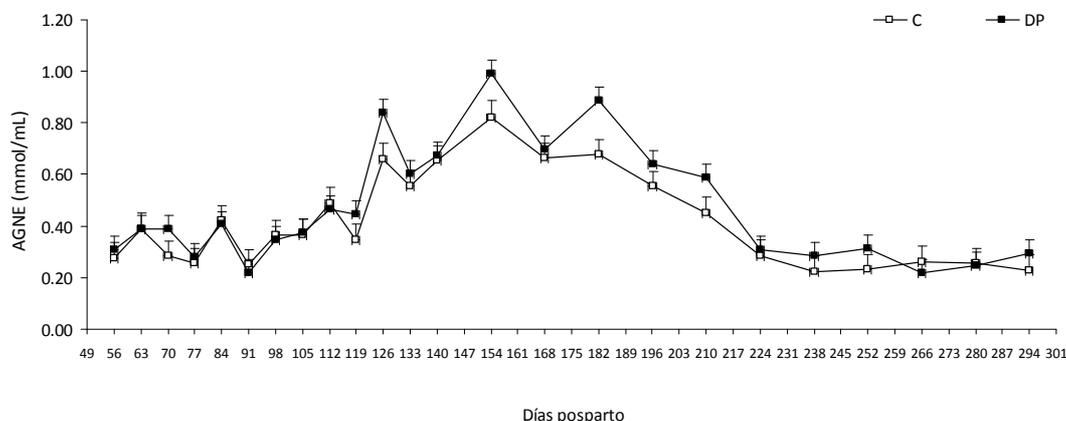


Figura 2. Evolución de los Ácidos Grasos No Esterificados (AGNE) a lo largo de todo el experimento.

La probabilidad de ciclar a lo largo del tiempo fue mayor en vacas en DP que en CN (Figura 3) y la probabilidad de preñez final fue superior en DP que en CN (100 vs 57%). Por otra parte, al momento del destete definitivo de los terneros de CN, éstos pesaban 92 kg mientras que los terneros de DP pesaban 162 kg en ese mismo momento (día 210 pp). La baja producción de leche de las madres que no alcanzaron el kg/d se vio reflejada en esa variable y los terneros de DP que fueron alimentados con ración y en un mejoramiento de campo, expresaron una importante tasa de crecimiento, que los despegó del resto de sus compañeros (Figura 4).

permitiría que la vaca primípara llegue a su segundo entore en primavera-verano ya destenerada y ciclando lo que permitiría tener buenos porcentajes de preñez. Pero en el presente ensayo, a diferencia de los trabajos que lo antecedieron, las vacas que estuvieron con su ternero al pie durante el invierno no lograron preñarse en un alto porcentaje. Cabe aclarar que se trabajó con un número de animales más pequeño (n=16) que los dos experimentos anteriores realizados en esta misma Unidad Experimental (n= 40 c/u). Por otra parte tanto la condición corporal de las vaquillonas como el ambiente nutricional al cual las mismas fueron sometidas en el presente experimento, fue más restrictivo que los trabajos anteriores, lo que también explicaría parte de las diferencias encontradas.

La desestacionalización de los partos, que es uno de los objetivos de los entores de otoño en contraposición al tradicional de verano,

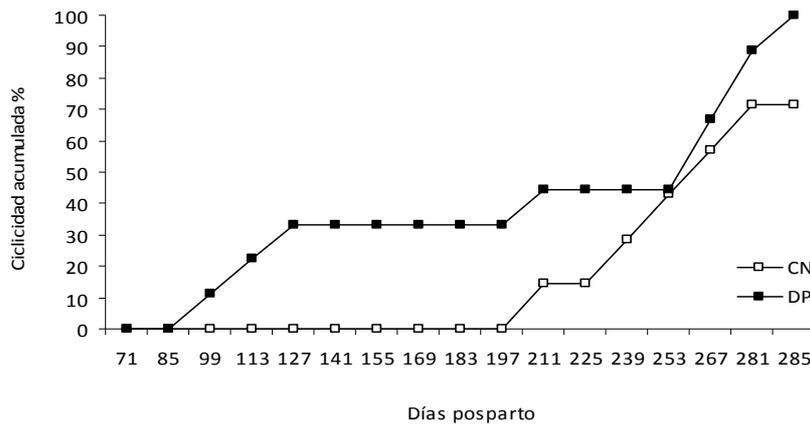


Figura 3. Ciclicidad de vaquillonas a lo largo del experimento.

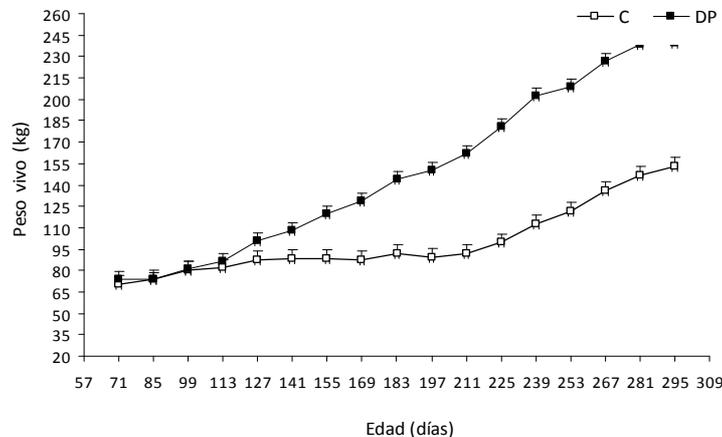


Figura 4. Evolución de peso vivo de los terneros

CONSIDERACIONES FINALES

En el presente experimento, donde las vaquillonas realmente presentaron muy baja CC acusando un muy mal año desde el punto de vista climático y forrajero, se observaron diferencias en el desempeño reproductivo en la primavera. Es importante remarcar que lo que fue consistente a lo largo de los tres años, fue el bajo peso de los terneros que permanecieron amamantando sobre campo natural. Por otra parte hay alternativas para incrementar su peso, como pastoreos sobre mejoramientos, consumo de ración y/o creep feeding (alternativa no evaluada en esta línea de trabajo). Si bien aún hay preguntas que contestar, se ha avanzado en el conocimiento analítico de esta alternativa tecnológica. Parecería que la suplementación invernal de la vaca no es una alternativa biológica ni económica para este tipo de sistema. Por otra parte cabe remarcar que en dos de los tres años, las vacas que se manejaron sobre campo natural mantuvieron un excelente comportamiento reproductivo en la primavera; sin embargo cuando las vaquillonas caen por debajo de una CC "umbral", el efecto sobre su performance posterior podría verse afectada, como fue el caso del experimento aquí detallado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Costa, A.J., Moreira, R.B. y Scarsi, M.A. 2007. Efecto del manejo nutricional en el primer invierno sobre la aparición de la pubertad en terneras de raza carnífera. Tercer año de evaluación. Tesis de grado de la Facultad de Agronomía, UDELAR, 106.p

Quintans, G.; Straumann, J. M.; Ayala, W. y Vázquez, A. I. 2004. Effect of winter management on the onset of puberty in beef heifers under grazing conditions. 15th International Congress on Animal Reproduction, Porto Seguro, Brasil (Abstract 22).

Quintans, G.; Barreto, S.; Negrín, D. y Ayala, W. 2008. Efecto de la tasa de ganancia

invernal en el inicio de la pubertad de terneras de biotipos carníferos en pastoreo. XXI Reunión Latinoamericana de Producción Animal (ALPA) y XXX Reunión anual de la Asociación Peruana de Producción Animal.

Quintans, G. 2008. Recría vacuna: antecedentes y nuevos enfoques. Serie Técnica 174, INIA Treinta y Tres, 53-55

Quintans, G., Banchemo, G., Carriquiry, M., López-Mazz, C., Baldi, F. 2010. Effect of body condition and suckling restriction with and without presence of the calf on cow and calf performance. *Animal Production Science* 50:931-938.

Quintans, G., Velazco, J. I.; Scarsi, A., López-Mazz, C., Banchemo, G. 2012. Effect of nutritional management during the postpartum period of primiparous autumn-calving cows on dam and calf performance under range conditions. *Livestock Science* 144:103-109.

Quintans, G., Saravia, I., Wijma, R., Scarsi, A., López-Mazz, C. 2012a. Early weaning in primiparous autumn-calving cows in low body condition score: effects on body condition, nefa and insulin concentrations and ovarian cyclicity. 17th International Congress on Animal Reproduction, Vancouver, Canada.

Straumann, J. M.; Ayala, W.; Vázquez, A.I. y Quintans, G. Efecto del manejo nutricional en el primer invierno sobre la aparición de la pubertad en terneras de raza carnífera. 2008. Serie Técnica 174, INIA Treinta y Tres, 59-63

Saravia, I. y Wijma, R. 2011. Efecto del destete precoz en el desempeño productivo y reproductivo en vacas primíparas lactando en invierno y sus terneros. Tesis de grado de la Facultad de Veterinaria, UDELAR, en prensa.

Wettemann, R. P., Lents, C. A., Ciccioli, N. H., White, F. J., Rubio, I. 2003. Nutritional and suckling-mediated anovulation in beef cows. *Journal of Animal Science* 81:E48-59.

ESTUDIO DEL PERIODO PREPARTO TARDÍO Y SU EFECTO EN EL COMPORTAMIENTO POSTERIOR DE VACAS DE CARNE

G. Quintans^{1/}

INTRODUCCIÓN GENERAL

La cría vacuna en Uruguay se desarrolla principalmente sobre pasturas naturales las que presentan un bajo crecimiento invernal, valores de proteína cruda que oscilan entre 9 y 12% y una digestibilidad de la materia orgánica entre 52 y 55% (Quintans et al., 1993; Carámbula, 1996). La baja disponibilidad de forraje en los meses invernales (Bermúdez y Ayala, 2005) no estarían cubriendo la alta demanda por nutrientes que presentan las vacas gestando en ese periodo, más aun si son vaquillonas que continúan su etapa de crecimiento. Un inadecuado consumo de nutrientes antes o después del parto ocasiona un detrimento en el comportamiento reproductivo a través de un aumento en la duración del anestro posparto. La investigación nacional ha dedicado mucha atención en trabajar sobre alternativas que acorten el anestro posparto. La mayoría de ellas se centraron en técnicas tanto nutricionales y/o de manejo después del parto. Sin embargo, era escasa la información sobre el comportamiento productivo y reproductivo de las vacas de cría en función de los acontecimientos sucedidos durante la gestación.

Es así que en el año 2007 comenzamos en INIA Treinta y Tres, una línea de investigación que tenía como objetivo evaluar el efecto del nivel nutricional durante las 4 a 6 semanas antes del parto, sobre diferentes variables productivas, hormonales, metabólicas, reproductivas y comportamentales. En esta línea se realizaron 6 experimentos, de los cuales sólo presentaremos algunos resultados resumidos de dos de ellos. Esta línea de estudio fue el marco de trabajo de dos tesis de Maestría de UDELAR, una de Facultad de Agronomía y otra de Veterinaria.

ANTECEDENTES GENERALES

Existe escasa información nacional sobre el efecto de una mejora nutricional preparto de corta duración sobre parámetros productivos y reproductivos. En vacas lecheras, donde

existe mayor información, Cavestany et al. (2009a, 2009b) encontraron que vacas Holando multíparas suplementadas con concentrados energéticos durante los últimos 21 días de gestación, ovularon 12 días más temprano pero que la duración del intervalo del anestro posparto no fue modificada en vacas primíparas. En un trabajo preliminar, en vacas para carne, Quintans et al. (2009) encontraron que vacas multíparas suplementadas con grano de sorgo durante los últimos 33 días de gestación tendían a lograr periodos de anestro posparto más cortos y mayores tasas de preñez que las no suplementadas.

Cuando los periodos de suplementación preparto fueron mas extensos (de 93 a 45 días preparto) se reportó que el peso vivo de los terneros al nacer no fue modificado (Larson et al., 2009). Sin embargo, existen reportes de mayor peso al nacimiento de los terneros hijos de vacas que fueron suplementadas durante un periodo mayor (últimos 100 a 122 días preparto; Corah et al., 1975; Radunz et al., 2010 entre otros).

Es difícil determinar los mecanismos específicos a través de los cuales la nutrición afecta las funciones reproductivas. Diskin et al. (2003) destacaron que no existe un nutriente específico requerido para la reproducción que no sea necesario para otras funciones fisiológicas. Siempre se han propuestos el hipotálamo, hipófisis y ovario como principales sitios de acción; sin embargo, se ha observado que los tejidos que no componen el eje Hipotálamo-Hipófisis-Ovario, como el hígado, el tejido adiposo y muscular, también vinculan el metabolismo y la reproducción a través de la producción de varios metabolitos y hormonas (Chagas et al., 2007).

Como se mencionó previamente, en sistemas de producción de carne con pariciones de primavera y vacas de cría manejadas sobre campo nativo, éstas experimentan en general periodos de balance energético negativo durante el ciclo de gestación-lactación (Patterson et al., 2003). El consumo de pasturas naturales no es suficiente para cubrir

^{1/} Programa Carne y Lana, INIA Treinta y Tres

los requerimientos del último tercio de gestación e inicio de lactancia (Bell, 1995), determinando una movilización de reservas y pérdidas de condición corporal (Quintans et al., 2010).

Chagas et al. (2006) observaron en vacas lecheras que una mejora alimenticia de corta duración sobre pasturas, disminuía el intervalo parto-ovulación a través de una serie de complejas relaciones entre distintas hormonas y metabolitos.

I. EFECTO DE UNA SUPLEMENTACIÓN CORTA DURANTE EL ÚLTIMO MES DE GESTACIÓN EN VACAS PRIMÍPARAS

A. Scarsi^{1/}, G. Banchemo^{2/}, M. Carriquiry^{3/} y G. Quintans^{4/}

HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS

La hipótesis de trabajo fue que una suplementación de corta duración en el último mes de gestación incrementaría el desempeño reproductivo sin afectar el peso de los terneros al nacimiento.

Los objetivos fueron estudiar el efecto de la suplementación energética proteica de corta duración en el preparto (34 - 40 días) en vacas primíparas pastoreando campo natural, sobre concentraciones plasmáticas de Insulina, AGNE, IGF-I y relacionarlo con el peso vivo, condición corporal, producción y calidad de leche, peso de los terneros y reinicio de la actividad ovárica.

En esta oportunidad se presentarán algunas de las variables estudiadas (PV, CC, producción de leche, performance de los terneros y desempeño reproductivo)

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Unidad Experimental Palo a Pique. Veinticinco vacas primíparas cruza Aberdeen Angus × Hereford fueron asignadas al azar a dos tratamientos 60 días previo a la fecha probable de parto: 1) vacas pastoreando campo natural (CON); 2) vacas pastoreando campo natural más una suplementación diaria (SUP) preparto que consistió en una mezcla de grano de sorgo y concentrado proteico en una relación de 3:1.5 kg. Se ofreció diariamente 1 kg MS/100 kg

PV durante 36 días. Durante la suplementación la disponibilidad de forraje fue de 930 kg/ha de MS con una altura de 3.3 cm y una asignación de forraje de 8 kg MS/100 kg de peso vivo. Las vacas fueron servidas con monta natural a los 79 ± 8 días posparto (pp) y el período de entore duró 60 días. Los terneros fueron destetados a los 180 ± 8 días de edad.

Se registró el peso y la condición corporal (CC; escala 1-8) cada 28 días. Las pasturas fueron evaluadas (cantidad, calidad, altura y asignación de forraje) mensualmente desde el día -56 (Día 0= parto) hasta el Día 180 posparto (destete). Las vacas se sangraron semanalmente desde el día -42 hasta los 119 días posparto para evaluar progesterona, insulina, urea y ácidos grasos no esterificados (AGNE). La producción de leche fue registrada por ordeño directo (previo vaciado) con una máquina de un órgano mensualmente, desde el Día 30 hasta el 180 posparto. Se estimó el período de anestro posparto (APP), probabilidad de vacas ciclando a los 60 y 90 días posparto y preñez final.

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con medidas repetidas en el tiempo corregido por fecha de parto. Para las variables con distribución Binomial y Poisson se utilizó el procedimiento PROC GENMOD del SAS

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El promedio de peso vivo no difirió entre vacas SUP y Con a lo largo del experimento (417.6 ± 6.8 kg), pero hubo una interacción significativa (P < 0.01) entre día posparto y tratamiento (Figura 1A). Durante el preparto el PV de vacas SUP y CON no difirió, pero

^{1/} Estudiante de Maestría hasta marzo 2012

^{2/} Programa Carne y Lana, INIA La Estanzuela

^{3/} Facultad de Agronomía

^{4/} Programa Carne y Lana, INIA Treinta y Tres

desde el parto hasta el día 56 pp las vacas SUP fueron mas pesadas ($P < 0.01$) que las vacas CON (promedio para ese periodo 413.7 ± 7.8 vs. 396.7 ± 7.5 kg para SUP y CON, respectivamente). Luego hacia el final del experimento las vacas de ambos tratamientos presentaron similares PV.

No existió diferencia en la CC entre vacas SUP y CON (4.2 ± 0.06 u). Sin embargo

existió un efecto significativo de los días posparto ($P < 0.01$) sobre la CC, ya que la misma decreció desde el Día -56 hasta el parto, para luego mantenerse. También hubo una interacción ($P < 0.01$) entre tratamiento y días posparto (Figura 1B) sobre la CC. En el periodo preparto la CC no difirió entre vacas SUP pero al parto las vacas SUP tendieron ($P = 0.07$) a presentar mayor CC que las vacas CON (4.2 ± 0.09 vs. 4.0 ± 0.08 u).

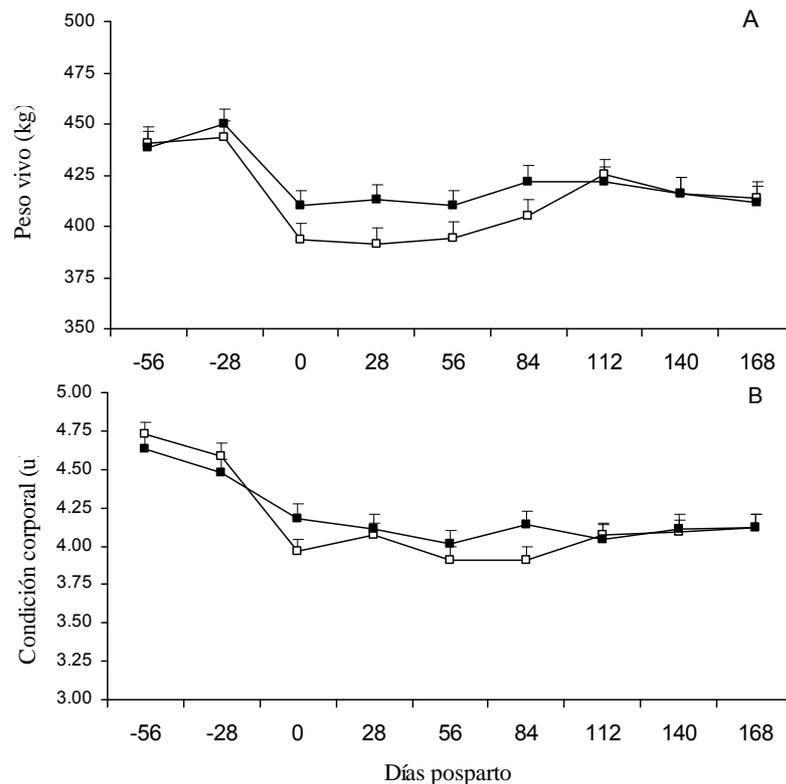


Figura 1. Evolución del peso vivo (A) y de la condición corporal (B) (■ vacas SUP; □ vacas CON).

La producción de leche decreció ($P < 0.001$) desde 5.1 en el día 30 a 3.3 kg/d en el día 180 pp (Figura 2), no encontrándose diferencias entre vacas de diferentes tratamientos. Estos resultados son consistentes con la mayoría de los reportes encontrados en la literatura, donde el nivel nutricional posparto tendría mayor impacto que el preparto, sobre la producción de leche (Marston *et al.*, 1995 entre varios). Al nacer los terneros de ambos tratamientos presentaron similares PV (35.6 ± 3.7 kg). El peso al destete también fue similar entre terneros de vacas SUP y CON (137 ± 3.8 kg). También esto es coincidente con otros trabajos previos (Lammoglia *et al.*, 1996;

Martin *et al.*, 2005) donde no se reportaron aumentos de PV en los terneros que provenían de madres suplementadas en el preparto.

Respecto a las variables reproductivas, al inicio del entore (60 días pp) no se encontró ninguna vaca ciclando mientras que a mitad del servicio (90 días pp), no se observaron diferencias en la probabilidad de vacas ciclando (14 vs. 36% para control y suplementadas, respectivamente). La duración del anestro posparto fue similar para las vacas de ambos grupos (125 ± 9 días) y el porcentaje de vacas preñadas también (36%).

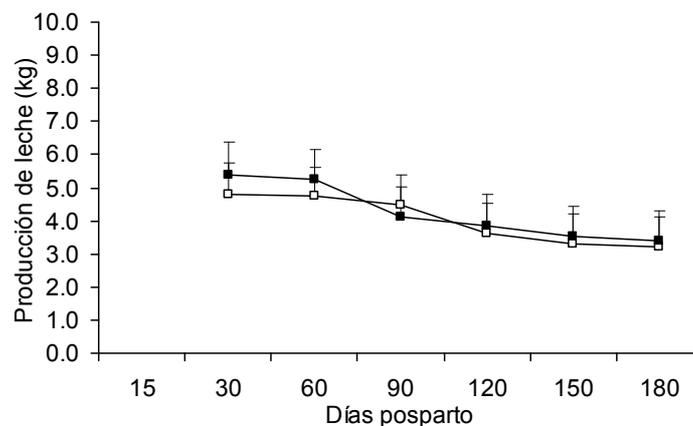


Figura 2. Producción de leche de vacas primíparas en ambos tratamientos durante el periodo evaluado (■ vacas SUP; □ vacas CON).

CONSIDERACIONES FINALES

En las condiciones de este experimento una suplementación corta preparto no fue suficiente para incrementar el desempeño reproductivo en vacas primíparas. En otros trabajos similares (Quintans et al., 2009; Scarsi et al., 2010) una suplementación de entre 30 y 40 días preparto mejoró la performance reproductiva pero en vacas multíparas. Es probable especular que una

vaca que aún mantiene requerimientos de crecimiento y lactando su primer ternero, necesite señales más poderosas a nivel central para reanudar su actividad cíclica, acortando el anestro e incrementando sus chances de quedar preñada. Es importante remarcar que este experimento se realizó en el año 2008-2009, donde el efecto de la fuerte sequía puede también estar explicando, entre otras cosas, la baja tasa de preñez alcanzada.

II. EFECTO DE DOS ASIGNACIONES DE PASTURAS NATURALES EN LAS ÚLTIMAS 6 SEMANAS DE GESTACIÓN Y SU EFECTO POSTERIOR EN VACAS PRIMÍPARAS Y MULTÍPARAS. RESULTADOS PRELIMINARES

C. Briano^{1/}, M. Bakker^{2/}, J. I. Velazco^{3/}, A. Meikle^{2/} y G. Quintans^{3/}

HIPÓTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS

La hipótesis de trabajo fue que una mayor asignación forrajera de campo natural en las últimas 6 semanas de gestación serían suficientes para enviar señales que incrementaran el desempeño reproductivo de las vacas sin afectar el peso al nacimiento de los terneros.

Los objetivos fueron estudiar el efecto de dos asignaciones de forraje contrastantes (5 y 15% AF de campo natural) durante un corto periodo en el preparto sobre concentraciones plasmáticas de Insulina, AGNE, IGF-I y relacionarlo con el peso vivo, condición corporal, producción, peso de los terneros, reinicio de la actividad ovárica, en vacas multíparas y primíparas. También realizar un estudio exploratorio sobre la cuantificación del consumo en pastoreo a través del método de n-alcanos.

^{1/} Estudiante Maestría, Fac. Veterinaria, UDELAR

^{2/} Universidad de Tandil

^{3/} Programa Carne y Lana, INIA Treinta y Tres

^{4/} Facultad de Veterinaria, UDELAR

En esta oportunidad se presentarán algunas de las variables estudiadas (PV, CC, producción de leche, consumo estimado por *n*-alcanos, performance de los terneros y desempeño reproductivo). Como este trabajo finalizó recientemente y los últimos meses se han destinado a realizar todos los análisis de laboratorio, los resultados se presentarán sin análisis estadístico, tomándose entonces como preliminares.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Unidad Experimental Palo a Pique de INIA Treinta y Tres, desde diciembre 2010 a marzo 2012. Cuarenta y cinco días previo a la fecha esperada de parto, 41 vacas primíparas (P) y 42 vacas múltiparas (M), de raza Hereford o cruza (Hereford x Aberdeen Angus), fueron asignadas por fecha probable de parto, peso vivo (PV) y condición corporal (CC) a dos tratamientos: Alta asignación de forraje de CN (A, 15%); Baja asignación de forraje de CN (B, 5%). De esta forma se generaron 4 tratamientos: MA, MB, PA y PB (Múltiparas Alto, Múltiparas Bajo, Primíparas Alto y Primíparas Bajo, respectivamente). Luego del periodo de manejo diferencial los animales fueron manejados como un solo grupo y pastorearon sobre pasturas naturales con una asignación del 12% del peso vivo en MS.

Desde el día -112 al -60 (Día 0 = parto) el PV y la CC de las vacas fue registrado cada 28 días y del día -60 al 180 (destete) cada dos semanas. El peso de los terneros fue registrado desde el nacimiento hasta el destete, cada dos semanas.

Se midió la disponibilidad de materia seca por hectárea, altura del forraje y calidad del forraje (Proteína y Digestibilidad) durante el manejo diferencial cada 2 semanas y luego hasta el día 180, cada 4 semanas.

Los ovarios de todas las vacas (n=83) fueron escaneados por ultrasonografía transrectal al inicio del entore (día 70) registrándose la presencia o ausencia de cuerpo lúteo. Luego, a los 45 días de retirados los toros se realizó por ultrasonografía el diagnóstico de gestación.

Para la producción de leche se seleccionaron 10 animales por grupo (n = 40 total) a los cuales se les ordeñó el día 30 posparto y luego mensualmente hasta el destete, por el

método de vaciado previo y ordeño mecánico (Quintans et al., 2008).

El consumo individual promedio diario (kgMS/vaca/d) se estimó por la técnica de *n*-alcanos entre el día -28 y -16, para lo cual desde el día -33 al -16 las vacas (n=6/tratamiento) se dosificaron con 400 mg/d de *n*-dotriacontano (C₃₂) en pellets de celulosa por vía oral. Desde el día -28 al -16 se recolectaron diariamente muestras de heces del recto dos veces por día (AM y PM), y día por medio se recolectaron muestras de pasto de las zonas de pastoreo. Las muestras de heces y pasto se procesaron de acuerdo a la metodología general propuesta por Dove y Mayes (2006) con modificaciones según Bakker y Alvarado (2006), y se determinó el contenido de *n*-alcanos (mg/kgMS) mediante cromatografía gas-líquido. El consumo individual estimado se transformó a gramos de materia seca por unidad de peso metabólico (gMS/kgPV^{0.75}/d) previo al análisis estadístico. Se estimara el consumo individual por medio de la técnica de alcanos (Dove and Mayes 2006).

Una muestra de animales (n=12 a 13/tratamiento) se sangró desde el día -112 al -60 cada 2 semanas, y desde el día -60 al 130 (fin del entore) semanalmente. Se analizó urea, AGNE, beta hidroxibutirato en el laboratorio del DILAVE-MGAP y adiponectina, leptina, IGF-1 e insulina en el laboratorio de técnicas nucleares de la Facultad de Veterinaria.

También antes, durante y después del manejo diferencial, se realizaron estudios comportamentales (n=8/tratamiento) en los animales, como registros de pastoreo, rumia, descanso, etc.

Cabe destacar que los animales seleccionados para muestreo de sangre, producción de leche, alcanos y estudios comportamentales conformaron un mismo pool.

RESULTADOS PRELIMINARES

En la figura 3 se presenta la evolución de peso vivo donde se observa una clara diferencia entre paridad, donde las vacas múltiparas presentan un mayor PV que las vacas primíparas. Con respecto a la CC (Figura 4), los análisis preliminares mostrarían que la CC inicial fue mayor en las vaquillonas que en las vacas adultas. Sin embargo luego

se sucede una serie de interacciones, donde se destaca que por ejemplo al parto (Día 0) las vacas PB presentaron menor CC que las

PA. Con respecto a las multíparas, también se observó que al parto las vacas A presentaron mayor CC que las B.

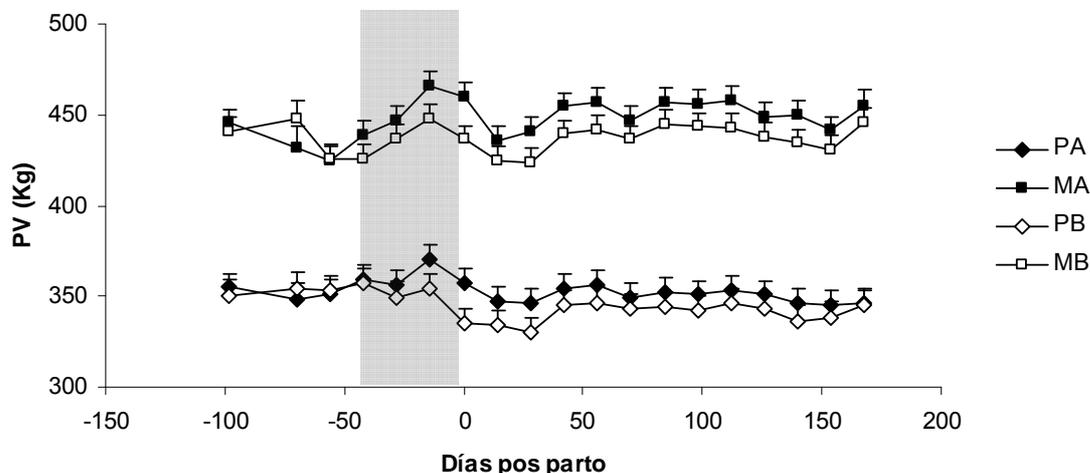


Figura 3. Evolución de peso vivo durante el experimento. La barra gris indica el momento del manejo de las dos asignaciones de forraje. (PA=Primíparas Alta; MA = multíparas Alta; PB = Primíparas Baja; MB = Multíparas Baja).

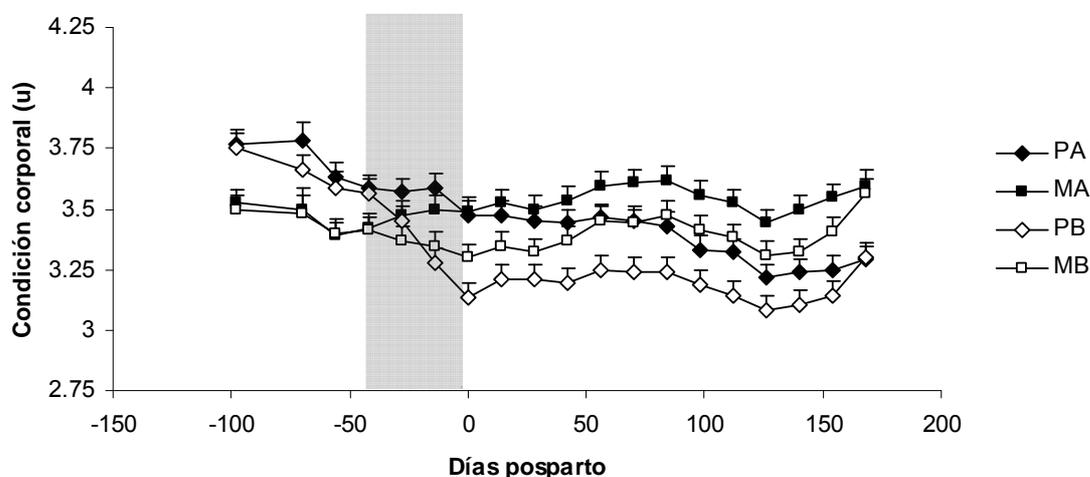


Figura 4. Evolución de CC durante el experimento. La barra gris indica el momento del manejo de las dos asignaciones de forraje. (PA=Primíparas Alta; MA = multíparas Alta; PB = Primíparas Baja; MB = Multíparas Baja).

La asignación de forraje diferencial previo al parto parece haber afectado la producción de leche en las vacas primíparas, registrándose al día 30 una mayor producción de leche en

Asignación Alta vs Baja (6.8 vs 5.1 lts para PA y PB respectivamente), no siendo así en las multíparas (Figura 5).

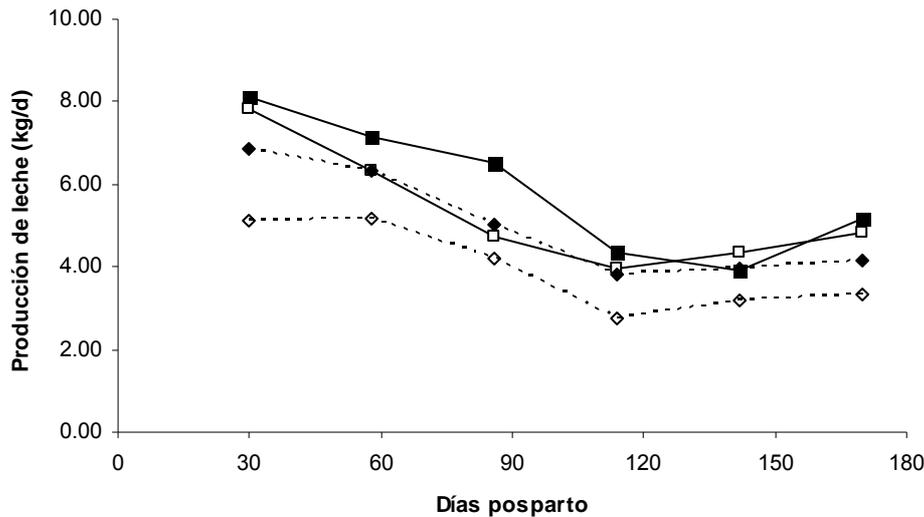


Figura 5. Evolución de la producción de leche diaria (-■- MA; -□- MB, -◆- PA, -◇-PB).

El peso de los terneros al nacimiento fue de 35.3, 29.7, 33.4 y 30.5 kg para MA, MB, PA y PB, respectivamente. Los terneros provenientes de asignación forrajera alta parto presentaron un mayor PV al nacimiento (de forma numérica, aún no está el análisis estadístico) respecto a los hijos de vacas de baja asignación forrajera.

preliminarmente (Briano *et al.*, 2012). La mayor asignación de forraje se vio reflejada en un mayor ($P < 0,05$) consumo (113 ± 29 vs. 96 ± 18 gMS/kgPV^{0,75}/d para Alta y Baja, respectivamente). Las vacas multíparas tendieron ($P = 0,108$) a presentar un mayor consumo que las primíparas (110 ± 27 y 98 ± 23 gMS/kgPV^{0,75}/d).

El consumo estimado (Cuadro 1) por alcanos está analizado estadísticamente y publicado

Cuadro 1. Valores de consumo estimado por alcanos en las vacas de los diferentes tratamientos. Los valores están expresados en materia verde, materia seca, porcentaje de peso vivo y gramos de materia seca por peso metabólico.

	Consumo expresado como:			
	kg MV/día	kg MS/día	%PV	gMS/PM
MA	32	10.9	2.5	115.9
MB	28	9.6	2.3	105.1
PA	27	9.3	2.5	109.6
PB	20	6.8	1.9	81.3

kg MV/día: kg de materia verde por día
kg MS/día: kg de materia seca por día
%PV: Porcentaje de peso vivo
gMS/PM: gramos de materia seca por peso metabólico

Con respecto al desempeño reproductivo, los datos preliminares muestran que al inicio del entore (Día 70 posparto) el 50% de las vacas primíparas (sin diferencia entre tratamiento de AF) se encontraban en anestro profundo, mientras que el 14% de las multíparas estaban en ese estatus ovárico. Por otra parte el periodo parto-concepción tomando en cuenta a todas las vacas (aquellas que no concibieron, se asumió el último día del entore

para no sobre estimar los tratamientos de baja performance reproductiva) fue de 124, 139, 169 y 174 días para MA, MB, PA y PB, respectivamente. Mientras que el porcentaje de preñez final fue numéricamente superior en vacas MA respecto a MB (71 vs. 52%), en primíparas fue bajo y similar entre AF (10%).

CONSIDERACIONES FINALES

Si bien éstos son resultados preliminares, se puede aseverar que la mayor asignación de forraje (15%) generó efectivamente mayor consumo del mismo. Por otra parte si bien resta analizar todas las hormonas y metabolitos, que estarían explicando parte del desempeño de los diferentes animales, se puede sugerir que un incremento en la oferta de forraje en vacas primíparas durante el último mes de gestación, no sería suficiente para mejorar las variables reproductivas. Esto está en concordancia con resultados de otros experimentos de suplementación con concentrados en el mismo periodo preparto, donde la respuesta en vacas multíparas es favorable mientras que en vacas primíparas este tipo de manejo no es exitoso para incrementar el desempeño reproductivo. Sin embargo, y como se remarcó al inicio de este artículo, estos resultados son preliminares y requieren de un detallado análisis de las respuestas e interacciones de las distintas variables.

AGRADECIMIENTOS

A todo el personal de la Unidad Experimental Palo a Pique, por el apoyo y dedicación en cada uno de los trabajos realizados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (de ambos artículos)

Alexander, B.M.; Hess, B.W.; Hixon, D.L.; Garrett, B.L.; Rule, D.C.; Mcfarland, M.; Bottger, J.D.; Simms, D.D.; Moss, G.E. 2002. Influence of pre-partum fat supplementation on subsequent beef cow reproduction and calf performance. *The Professional Animal Science* 18 (4): 351-357.

Bakker M. y Alvarado P. 2006. Alcanos lineales de la cera cuticular de hojas de *populus alba*, *populus deltoides* (*salicaceae*), *robinia pseudoacacia* (*fabaceae*), *ulmus pumila* (*ulmaceae*) y *fraxinus americana* (*oleaceae*) en *tandl*, Buenos Aires, Argentina. *Darwiniana* 44(1): 58:63.

Bell, A.W. 1995. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. *Journal of Animal Science* 73 (9): 2804-2819.

Bermúdez. R.; Ayala, W. 2005. Producción de Forraje de un campo natural de la zona de lomadas del Este. In: Seminario de

Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Treinta y Tres) Resultados experimentales. Montevideo, INIA. pp. 41-50. (Serie Técnica no. 151).

Briano, C., Bakker, M y Quintans, G. 2012. Estimación del consumo preparto en vacas de carne primíparas y multíparas sobre campo natural: Resultados preliminares. AUPA (resumen aceptado).

Carámbula, M. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo. Montevideo, Hemisferio Sur. 524 p.

Cavestany, D.; Kulcsár, M.; Crespi, D.; Chilliard, Y.; La Manna, A.; Balogh, O.; Keresztes, M.; Delavaud, C.; Huszenicza, G. 2009a. Effect of prepartum energetic supplementation on productive and reproductive characteristics, and metabolic and hormonal profiles in dairy cows under grazing conditions. *Reproduction in Domestic Animals* 44 (4): 663-671.

Cavestany, D.; Viñoles, C.; Crowe, M.A.; La Manna, A.; Mendoza, A. 2009b. Effect of prepartum diet on postpartum ovarian activity in Holstein cows in a pasture-based dairy system. *Animal Reproduction Science* 114 (1): 1-13.

Chagas, L.M.; Bass, J.J.; Blace, D.; Burke, C.R.; Kay, J.K.; Lindsay, D.R.; Lucy, M.C.; Martin, G.B.; Meler, S.; Rhodes, F.M.; Roche, J. R.; Thatcher, W.W.; Webb, R. 2007. Invited Review: New perspectives on the roles of nutrition and metabolic priorities in the subfertility of high-producing dairy cows. *Journal of Dairy Science* 90 (9):4022-4032.

Chagas, L.M.; Rhodes, F.M.; Blache, D.; Gore, P.J.S.; Macdonald, K.A.; Verkerk, G.A. 2006. Precalving effects on metabolic responses and postpartum anestrus in grazing primiparous dairy cows. *Journal of Dairy Science* 89 (6): 1981-1989.

Corah, L.R.; Dunn, T.G.; Kaltenbach, C.C. 1975. Influence of prepartum nutrition on the reproductive performance of beef females and the performance of their progeny. *Journal of Animal Science* 41 (3): 819-824

Dove1 H. and Mayes R.W. 2006. Protocol for the analysis of n-alkanes and other plant-wax compounds and for their use as markers for quantifying the nutrient supply of large mammalian herbivores *Nature Protocols*, Vol.1, No.4.

Diskin, M.G.; Mackey, D.R.; Roche, J.F.; Sreenan, J.M. 2003. Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle. *Animal Reproduction Science* 78 (3): 345-370.

Larson, D.M.; Martin, J.L.; Adams, D.C.; Funston, R.N. 2009. Winter grazing system and supplementation during late gestation influence performance of beef cows and steer progeny. *Journal of Animal Science* 87 (3): 1147-1155.

Lammoglia MA, Willard ST, Oldham JR and Randel RD 1996. Effects of dietary fat and season on steroid hormonal profiles before parturition and hormonal cholesterol, triglycerids, follicular patterns, and postpartum reproduction in Brahman cows. *Journal Animal Science* 74, 2253-2262.

Martin JL, Rasby RJ, Brink DR, Lindquist RU, Keisler DH and Kachman SD 2005. Effects of supplementation of whole corn germ on reproductive performance, calf performance, and leptin concentration in primiparous and mature beef cows. *Journal of Animal Science* 83, 2663-2670.

Marston TT, Lusby KS, Wettemann RP, Purvis HT 1995. Effects of feeding energy or protein supplements before or after calving on performance of spring-calving cows grazing native range. *Journal of Animal Science* 73, 657-664.

Quintans, G.; Vaz Martins, D.; Carriquiry, E. 1993. Efecto de la suplementación invernal sobre el comportamiento de terneras. In: Mas, C.; Carámbula, M.; Bermúdez, R.; Ayala, W.; Carriquiry, E.; Vaz Martinz, D.; Quintans, G.; Bonilla, O. eds. *Campo Natural Estrategia invernal manejo y suplementación*. Treinta y Tres, INIA. pp. 35-53 (Serie Actividades de Difusión no. 49).

Quintans, G.; Banchemo, G.; Roig, G.; Carriquiry, M. 2009. Effect of short-term prepartum supplementation on reproduction of multiparous beef cows on grazing conditions. *Journal of Animal Science* 87 (Suppl 2): 76 M236.

Quintans, G.; Banchemo, G.; Carriquiry, M.; López, C.; Baldi, F. 2010. Effect of body condition and suckling restriction with and without presence of the calf on cow and calf performance. *Animal Production Science* 50 (10): 931-938.

Patterson, H.H.; Klopfnstein, T.J.; Adams, D.C.; Musgrave, J.A. 2003. Supplementation to meet metabolizable protein requirements of primiparous beef heifers: I. Performance, forage intake, and nutrient balance. *Journal of Animal Science* 81 (3): 800-811.

Radunz, A.E.; Fluharty, F.L.; Day, M.L.; Zerby, H.N.; Loerch, S.C. 2010. Prepartum dietary energy source fed to beef cows: I. Effects on pre- and postpartum cow performance. *Journal of Animal Science* 88 (8): 2717-2728.

Scarsi, A., Astessiano, A.L., Banchemo, G., Carriquiry, M and Quintans, G. 2010. Short-*prepartum* supplementation effect on productive and reproductive parameters in multiparous beef cows under grazing conditions. I. 8th International Ruminant Reproduction Symposium, Anchorage, Alaska.

Soto, R.; Rubio, I.; Galina, C.S.; Castillo, E.; Rojas, S. 2001. Effect of Pre- and Post-Partum Feed Supplementation on the Productive and Reproductive Performance of Grazing Primiparous Brahman Cows. *Tropical Animal Health and Production* 33 (3): 253-264.

RIESGO DE ESTRÉS CALÓRICO EN LA REGIÓN ESTE DEL URUGUAY*

P. Rovira^{1/}

INDICADORES AMBIENTALES PARA CUANTIFICAR EL RIESGO DE ESTRÉS CALÓRICO EN ANIMALES

El Índice de Temperatura y Humedad (ITH) es el indicador ambiental más usado para evaluar indirectamente el riesgo de estrés calórico en animales. Se calcula a través de la ecuación desarrollada por Thorn (1959): $ITH = 0,8 * \text{temperatura del aire} + (\% \text{ humedad relativa} / 100) * (\text{temperatura del aire} - 14,4) + 46,4$. Es un indicador sencillo y práctico, aunque no considera otras variables climáticas que predisponen al estrés calórico como la radiación y viento.

En función del valor obtenido de ITH se han desarrollado diferentes escalas de cuantificación del riesgo potencial de estrés calórico en animales. Una de las más utilizadas es la publicada por Wiersama (2005) para ganado lechero: ITH menor a 72 sin estrés calórico, ITH entre 72 y 78 estrés medio, ITH entre 79 y 89 estrés severo, ITH entre 89 y 98 estrés muy severo, y finalmente

ITH superior a 98 significa riesgo de muerte por estrés calórico. Gráficamente, aparece representado en la figura 1 con las variables temperatura y humedad relativa ambiente.

Para conocer las condiciones del ITH durante el verano en la región este del Uruguay se analizó la base de datos (1973-2010) de la Estación Meteorológica de INIA ubicada en la Unidad Experimental de Paso de la Laguna (latitud 33° 14' S, longitud 54° 15' O). La media ± d.e. fue 70 ± 2 con un mínimo y máximo de 67 y 72, respectivamente (Figura 2). Dicho valor coincide con el obtenido por Cruz y Saravia (2008) quienes reportaron para las localidades en el este del país al sur del Río Negro un valor medio de ITH entre 70 y 71 en los meses de enero y febrero. De acuerdo a la escala utilizada por Wiersama (2005) citada previamente, en promedio no existirían condiciones para el desarrollo de estrés calórico en animales durante el verano en la región Este.

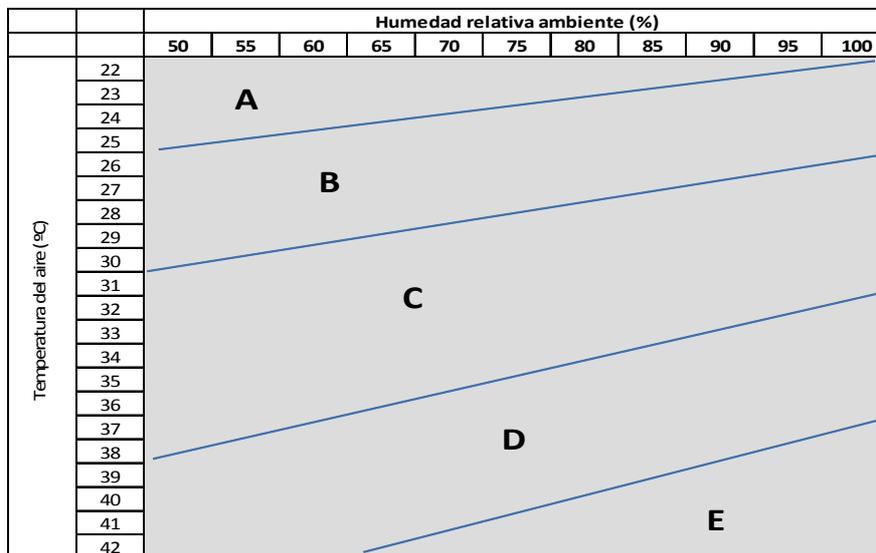


Figura 1. Índice de Temperatura y Humedad ambiental (ITH) y zonas de confort para vacas lecheras (A: sin estrés, B: estrés medio, C: estrés severo, D: estrés muy severo, E: riesgo de muerte). Adaptado de Wiersama (2005).

* Los artículos completos se encuentran en la Serie Técnica N° 202 "Uso de la sombra en sistemas pastoriles de la región este del Uruguay".

^{1/} Programa Carne y Lana, INIA T. y Tres

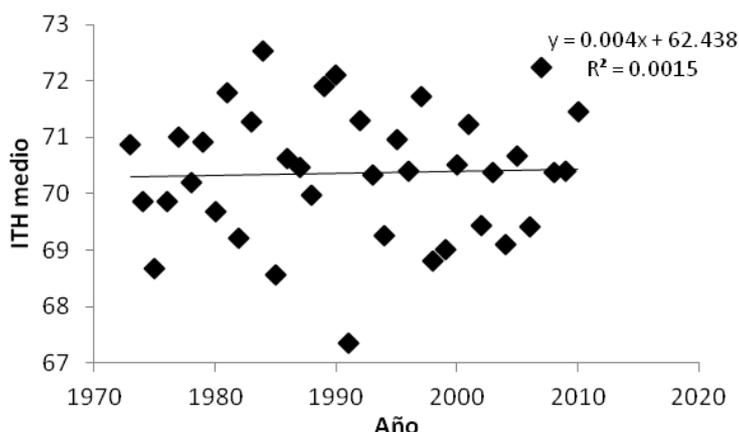


Figura 2. Evolución histórica del Índice de Temperatura-Humedad (ITH) durante el verano tomando como referencia la temperatura diaria media. Nota: cada punto representa el ITH promedio entre el 15 de diciembre y 15 de marzo para cada verano. (Estación Meteorológica Unidad Experimental Paso de la Laguna).

Sin embargo, el riesgo de utilizar promedios es que puede enmascarar periodos puntuales de estrés calórico dentro de la estación del verano y/o dentro un mismo día. Durante cuatro veranos comprendidos en el periodo 2007-2011 se registró en forma horaria el ITH durante las 24 horas del día en la Unidad Experimental Palo a Pique. De acuerdo a la información obtenida, y promediando sobre los cuatro veranos, el porcentaje del tiempo con riesgo de estrés calórico nulo, medio y severo fue de 51%, 39% y 10%, respectivamente (Cuadro 1). En términos generales, durante la mitad del tiempo en verano existieron condiciones de estrés calórico en los animales fundamentalmente en el nivel de estrés medio o moderado. En dicho nivel las pérdidas productivas son reversibles si se retoman rápidamente las condiciones ambientales normales, a diferencia del estrés calórico severo en donde la merma en producción puede no ser compensada.

Otra de las alternativas para caracterizar el riesgo de estrés calórico es el uso del

termómetro de globo negro, el cual consiste en un termómetro convencional cuyo bulbo de mercurio está inserto en una esfera hueca de color negro (Figura 3). El registro es indicador de la temperatura radiante (concepto similar a lo que puede ser la sensación térmica). La esfera absorbe radiación de los objetos del entorno más calientes que el aire y emite radiación hacia los más fríos, dando como resultado una medición que tiene en cuenta la radiación. Se utiliza para comprobar las condiciones de confort térmico en animales o personas en ambientes con riesgo de estrés calórico.

En el verano de 2008 en la Unidad Experimental Palo a Pique se registró la temperatura del aire, humedad relativa ambiente, Índice de Temperatura-Humedad y la temperatura del globo negro durante 12 días distribuidos al azar en el periodo enero-marzo entre las 10:00 y 16:00 horas (Cuadro 2). La temperatura mínima y máxima del globo negro se alcanzó a las 10:00 h (32,9°C) y 14:00 h (39,4°C), respectivamente.

Cuadro 1. Riesgo de estrés calórico según evolución horaria del ITH en 4 veranos comprendidos en el periodo 2007-2011 (Unidad Experimental Palo a Pique).

Verano	Periodo	Días	Riesgo de estrés calórico (% del tiempo) ¹		
			Nulo	Medio	Severo
2007	4 ene – 12 mar	67	51	36	13
2008	11 ene – 26 mar	74	57	30	13
2008/09	23 dic – 16 mar	83	45	47	8
2010/11	15 dic – 8 mar	83	52	42	6

¹ Riesgo nulo ITH<72; riesgo medio 72≤ITH≤78; riesgo alto ITH≥79

La diferencia promedio observada entre los registros de temperatura del aire y del globo negro fue 10,7°C, lo que equivale a una estimación de la contribución de la radiación solar al estrés calórico en los animales. La radiación de onda larga y/o corta, en este caso reflejada a través de la temperatura del globo negro, es un factor que contribuye significativamente más al desarrollo del estrés calórico que la temperatura del aire (Yamamoto et al. 1994; Silanikove 2000).



Figura 3. Termómetro de globo negro.

Cuadro 2. Media \pm desvío estándar de los registros climáticos (Unidad Experimental Palo a Pique)

	Hora del día			
	10:00	12:00	14:00	16:00
Temperatura del aire, °C	22,7 ^a \pm 2,7	25,8 ^b \pm 3,0	26,9 ^b \pm 3,1	27,3 ^b \pm 3,0
Humedad relativa, %	83 ^a \pm 18	68 ^b \pm 18	62 ^b \pm 15	64 ^b \pm 21
Índice Temperatura-Humedad	71 ^a \pm 4	75 ^b \pm 5	76 ^b \pm 4	76 ^b \pm 4
Temperatura globo negro, °C	32,9 ^a \pm 4,7	36,7 ^{ab} \pm 6,4	39,4 ^b \pm 7,8	36,8 ^{ab} \pm 5,7

^{a b c} valores con letras diferentes en una misma fila diferencia significativa ($P < 0.05$)

INDICADORES EN EL ANIMAL PARA CUANTIFICAR EL RIESGO DE ESTRÉS CALÓRICO

La respuesta animal al estrés calórico es dinámica atravesando por varias etapas. La primera etapa tiende a evitar la acumulación de calor, para ello el animal incrementa la vasodilatación, la tasa de sudoración y la frecuencia respiratoria. Si con eso logra evitar el incremento de la temperatura corporal, el animal mantiene sus funciones básicas de producción sin ser afectadas. En cambio, si el riesgo de estrés calórico se mantiene se puede atravesar el umbral por encima del cual ocurren pérdidas productivas significativas. Dicho umbral es variable e interacciona con la raza, categoría animal, estado corporal, temperamento, etc.

La temperatura rectal y la tasa respiratoria son los principales indicadores fisiológicos de estrés calórico en los animales. Probablemente, la temperatura rectal es el mejor indicador, pero en las condiciones extensivas de los sistemas pastoriles su medición se dificulta (Silanikove 2000). El registro de la tasa respiratoria, a través de la observación directa de los animales, es una

alternativa para cuantificar el estrés calórico. Silanikove (2000) propone la escala de 40-60 respiraciones por minuto (rpm) para riesgo bajo de estrés calórico, 60-80 rpm riesgo medio, 80-120 rpm riesgo alto, >120 rpm riesgo severo de estrés calórico.

En la Unidad Experimental Palo a Pique, al mismo tiempo que se registraron las condiciones climáticas descritas en el Cuadro 2, también se registró la tasa respiratoria de los animales (conteo de los movimientos del flanco en 1 minuto) y la temperatura externa del cuero (termómetro infrarrojo). La respiración fue mínima a las 10:00 h (48 resp/min) y máxima a las 14:00 h (84 resp/min). Valores en el rango de 70-80 resp/min han sido reportados como una respuesta inmediata a condiciones de calor (Berman, 2005), a diferencia del incremento en la temperatura rectal el cual es más retardado en el tiempo (Brown-Brandl *et al.* 2003). En el presente trabajo, la tasa respiratoria se incrementó significativamente por encima de 70 resp/min luego de las 12:00 h cuando la temperatura del aire y el ITH excedieron los valores de 26°C y 75, respectivamente.

Cuadro 3. Media \pm desvío estándar de la tasa respiratoria y temperatura del cuero de novillos (n=14) en pastoreo expuestos al sol sobre sudangras (promedio de 12 días de observación).

	Hora del día			
	10:00	12:00	14:00	16:00
Tasa respiratoria (resp/min)	48 ^a \pm 9	68 ^b \pm 19	84 ^c \pm 23	77 ^c \pm 21
Temperatura del cuero (°C)	32.5 ^a \pm 3.0	35.6 ^b \pm 4.7	36.4 ^b \pm 4.3	35.1 ^b \pm 4.4

^{a b c} valores con letras diferentes en una misma fila diferencia significativa ($P < 0.05$)

La temperatura del aire fue la variable individual que mejor explicó la variación en la tasa respiratoria mediante una relación de tipo cuadrática (Figura 4), coincidiendo con información internacional que demostró que el incremento de la tasa respiratoria tiende a ser curvilíneo a medida que aumenta la temperatura (Brown-Brandl et al. 2003).

La evolución de la temperatura del cuero fue similar que lo ocurrido con la tasa respiratoria (Cuadro 3). La temperatura mínima y máxima del cuero fue a las 10.00 h (32,5°C) y 14.00 h (36,4°C), respectivamente ($P < 0.05$). Una alta temperatura del cuero es indicador de que los tejidos más próximos a la superficie del animal reciben más flujo sanguíneo para mantener un equilibrio de temperaturas externa e interna (Beede and Collier, 1986).

Otra forma de cuantificar el riesgo de estrés calórico en animales es la observación de las conductas de jadeo y amontonamiento (3 o más animales que se encuentran a menos de un metro y medio de la línea media de cada uno). En una experiencia realizada en la Unidad Experimental Palo a Pique se observó que animales sin disponibilidad de sombra registraron una probabilidad 6,4 veces mayor

de de presentar síntomas de amontonamiento que los animales con libre acceso a la sombra (Esquivel et al. 2007). Generalmente dicho amontonamiento se produjo alrededor del bebedero, con animales de nuca extendida y cabeza hacia abajo, en un intento de acceder a la sombra generada por el animal contiguo. La conducta de amontonamiento en ganado durante potenciales condiciones de estrés calórico está asociada a la necesidad de reducir la radiación solar (Martin, 2003). Sin embargo, el amontonamiento de animales puede contribuir a incrementar el riesgo de estrés calórico del animal a través de la reducción de la circulación de aire (Mader et al. 2002).

En el mismo trabajo, los animales del tratamiento sin acceso a sombra registraron una probabilidad 6,3 veces mayor de presentar síntomas de jadeo entre las 10:00 y 18:00 horas que el tratamiento de animales con libre acceso a la sombra. Los principales síntomas de jadeo observados fueron de jadeo leve (tasa respiratoria acelerada) con baja frecuencia de observación de animales con boca abierta, babeo y/o espuma alrededor de la boca (Esquivel et al. 2007).

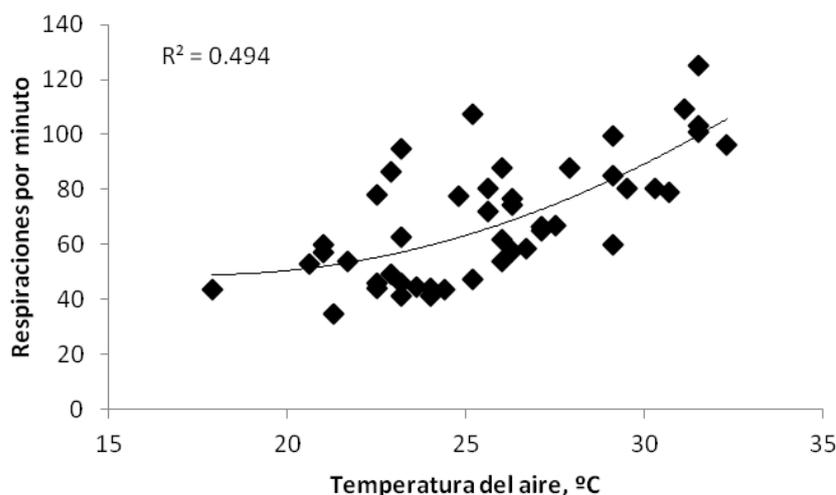


Figura 4. Relación entre la tasa respiratoria de novillos en pastoreo expuestos al sol y la temperatura del aire (Unidad Experimental Palo a Pique).

CONSIDERACIONES FINALES

A través de la cuantificación de indicadores ambientales (Índice de Temperatura-Humedad, temperatura del termómetro de globo negro) y de variables de respuesta en el animal (tasa respiratoria y jadeo, temperatura externa del cuero, conducta de amontonamiento) se determinó que en la región este del país existen condiciones potenciales para el desarrollo de estrés calórico fundamentalmente de nivel medio a moderado.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEEDE, D.K. AND R.J. COLLIER. 1986. Potential nutritional strategies for intensively managed cattle during thermal stress. *Journal of Animal Science* 62: 543-554.
- BERMAN, A. 2005. Estimates of heat stress relief needs for Holstein dairy cows. *Journal of Animal Science* 83: 1377-1384.
- BROWN-BRANDL, T. M, J.A. NIENABER, R. A. EIGENBERG, G. L. HAHN, AND H. FREETLY. 2003. Thermoregulatory response of feeder cattle. *J. Thermal. Biol.* 206: 371-374.
- CRUZ, G., J.I. URIOSTE. 2009. Variabilidad temporal y espacial del Índice de Temperatura y Humedad (ITH) en zonas de producción lechera de Uruguay. *Agrociencia* 13, 37-46.
- ESQUIVEL, J.E., J.I. VELAZCO, P.J. ROVIRA. 2007. Efecto del acceso a sombra artificial en la ganancia de peso, estrés y conducta de novillos pastoreando sudangras durante el verano. En: *Producción Animal, Unidad Experimental Palo a Pique. Actividades de Difusión* 511. INIA Treinta y Tres. pp.22-36.
- MADER T.L., S.M. HOLT, G.L. HAHN, M.S. DAVIS, AND D.E. SPIERS. 2002. Feeding strategies for managing heat load in feedlot cattle. *Journal of Animal Science* 80: 2373-2382.
- MARTIN, D. 2003. Managing heat stress in fed cattle. Ministry of Agricultural, Food and Rural Affairs. Ontario.
- SILANIKOVE N. 2000. Effect of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science* 67, 1-18.
- THORN, E.C. 1959. The discomfort index. *Weatherwise* 12, 57-59.
- YAMAMOTO, S., B.A. YOUNG, B.P. PURWANTO, F. NAKAMASU, AND T. MATSUMOTO. 1994. Effect of solar radiation on the heat load of dairy heifers. *Aust. J. Agric. Res.* 45: 1741-1749.
- WIERSAMA, F. 2005. Appendix 1: Temperature-Humidity Index. In: *Tropical dairy farming: feeding management for the small holder dairy farmers in the humid tropics*. Ed. John Moran. Landlinks Press. p275.

RESUMEN DE LA INVESTIGACIÓN*

EFFECTO DE LA SOMBRA EN LA RECRÍA DE NOVILLOS EN SISTEMAS PASTORILES DE LA REGIÓN ESTE DEL URUGUAY

P. Rovira^{1/}

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a la cuantificación del Índice de Temperatura-Humedad (ITH) en la región este existen condiciones potenciales para la manifestación de estrés calórico en animales. Silanikove (2000) propone la construcción de estructuras de sombra en regiones donde la temperatura ambiente y el valor del Índice de Temperatura-Humedad normalmente exceden el umbral de 24°C y 70, respectivamente. La sombra protege al animal de la radiación solar mejorando el confort térmico de los animales. Schütz *et al.* (2009) reportaron entre 1 a 3 °C menos debajo de sombras con diferente nivel de bloqueo de la radiación solar comparado con la temperatura del aire sin protección solar.

La sombra natural generada por árboles es la alternativa más barata pero a menudo no está localizada en el lugar correcto o deseado y/o el sobrepastoreo y amontonamiento de los animales puede afectar los árboles (Turner 2000). Como alternativa, sombras artificiales pueden ser construidas a un bajo costo aunque de menor durabilidad en el tiempo. Existe la hipótesis de que la disponibilidad de sombra puede reducir el consumo de materia seca por menor tiempo de pastoreo repercutiendo negativamente en el desempeño productivo de los animales. A continuación se presenta información resumida de varios años de investigación en la Unidad Experimental Palo a Pique (UEPP) referido al efecto de la sombra en la ganancia de peso, tasa respiratoria y conducta de novillos en pastoreo.

CONDICIONES AMBIENTALES DEBAJO DE LA SOMBRA Y AL SOL

En los años en donde en la Unidad Experimental Palo a Pique se intentó cuantificar las distintas condiciones ambientales generadas al sol o debajo de la sombra mediante el uso de sensores automáticos de temperatura y humedad no se registraron diferencias significativas (Cuadro 1). Únicamente la temperatura registrada por el termómetro de globo negro reflejó la menor temperatura bajo distintos tipos de sombra comparado con la exposición directa al sol. El termómetro de globo negro consiste en un termómetro convencional cuyo bulbo de mercurio está inserto en una esfera hueca de color negro (ver página 21 en esta misma publicación). El registro que se obtiene es indicador de la temperatura radiante (concepto similar a lo que puede ser la sensación térmica).

El tipo de sombra no tuvo un efecto significativo en la temperatura del globo negro ($P > 0.05$), a pesar de que el monte natural registró un valor 2,3°C menor que el sombrite (28,0 y 30,3°C; respectivamente). Similares resultados fueron reportados por Valtorta *et al.* (1994) en Argentina, quienes no obtuvieron un efecto significativo del tipo de sombra (sombrite vs. monte) en la temperatura del globo negro evaluando el confort térmico en vacas lecheras.

El suministro de sombra tuvo un efecto significativo ($P < 0.05$) en la temperatura de la superficie del suelo a nivel de la cobertura vegetal (Figura 1).

Cuadro 1. Media \pm desvío estándar de variables climáticas registradas al sol o bajo diferentes tipos de sombra (promedio de 12 días entre las 10.00 y 18.00 horas).

	Sol	Sombrite	Monte
Temperatura bulbo seco, °C	25,7 ^a \pm 3,1	25,7 ^a \pm 2,7	25,4 ^a \pm 2,7
Humedad relativa, %	73 ^a \pm 17	70 ^a \pm 15	67 ^a \pm 18
Índice Temperatura y Humedad (ITH)	75 ^a \pm 4	75 ^a \pm 3	74 ^a \pm 3
Temperatura del globo negro	35,3 ^a \pm 6,8	30,3 ^b \pm 4,4	28,0 ^b \pm 3,3

a b c: valores en una misma fila con letras diferentes diferencia significativa ($P < 0.05$)

* Los artículos completos se encuentran en la Serie Técnica N° 202 "Uso de la sombra en sistemas pastoriles de la región este del Uruguay".

^{1/} Programa Carne y Lana, INIA T. y Tres

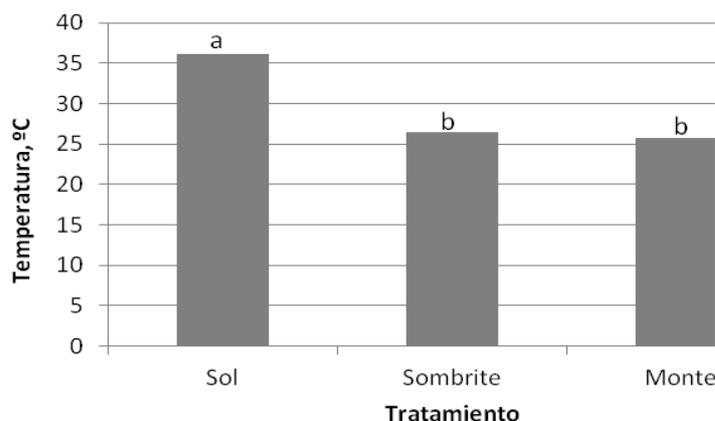


Figura 1. Temperatura de la cobertura vegetal a nivel de la superficie del suelo al sol y bajo diferentes tipo de sombra entre las 10.00 y 18.00 horas. Nota: columnas con letras diferentes dentro de un mismo tipo de sombra diferencia significativa ($P < 0.05$)

El suministro de sombra tuvo un efecto significativo ($P < 0.05$) en la temperatura de la superficie del suelo a nivel de la cobertura vegetal (Figura 1). La temperatura de la cobertura vegetal fue 10,6°C y 9,1°C menor en el monte y sombrite, respectivamente, comparado con la cobertura vegetal expuesta al sol (36,1°C). Considerando que la temperatura de la cobertura vegetal puede ser mayor que la temperatura del cuero del animal en condiciones de ausencia de sombra, el animal puede ganar calor por mecanismo de conducción desde el suelo, fundamentalmente en animales echados, incrementando la carga calórica en el animal y agravando el estrés calórico (Silanikove 2000). Por tal motivo, no es común observar animales con estrés calóricos echados. En feedlots de Estados Unidos con piso de hormigón la reducción de la temperatura de la superficie del suelo debido al efecto de la sombra fue más significativo (55,9 y 38,4°C en piso expuesto al sol y a la sombra, respectivamente) (Sullivan *et al.* 2011).

Otro de los efectos benéficos de la sombra es en la temperatura del agua de bebida, si la misma se encuentra protegida por la sombra. Como parte de un experimento realizado en la Unidad Experimental Palo a Pique en el año 2009, la superficie del agua de bebida para ganado protegida por sombra artificial presentó una temperatura significativamente menor ($P < 0.05$) que la superficie del agua sin protección solar ($21,0 \pm 3,5$ °C y $24,2 \pm 4,0$ °C, respectivamente). Estudios desarrollados por Lofgreen *et al.* (1975) demostraron el efecto benéfico del suministro de agua fresca (18.3°C) comparado con agua caliente

(32.2°C) a ganado vacuno con síntomas de estrés calórico.

EFECTO DE LA SOMBRA EN LA GANANCIA DE PESO DE NOVILLOS

En 5 experimentos que se registró la ganancia de peso en la Unidad Experimental Palo a Pique en el periodo 2001-2011 la superioridad de los novillos con acceso a sombra fue de 18% comparado con aquellos animales sin disponibilidad de sombra. Existió una variabilidad importante en la magnitud del efecto sombra entre experimentos, que fue desde ausencia de efecto de la sombra (2009) hasta un 56% más de ganancia en animales con sombra (2002) (Figura 2). La variabilidad observada fue reflejo de las condiciones climáticas de cada verano en particular así como de las características de la base forrajera. En términos generales se puede decir que únicamente en uno de cinco años no hubo una diferencia numérica en ganancia de peso a favor de la presencia de sombra en el área de pastoreo.

Cuando en cada experimento se analizó el efecto de la sombra en la ganancia de peso por periodo, en la primera mitad del verano, hasta mediados de febrero, fue cuando la diferencia fue más significativa a favor de los animales con acceso a sombra. Por ejemplo, en el año 2009 en donde no hubo diferencias en ganancia de peso sobre sudangras, en el primer ciclo de pastoreo (inicios de enero a inicios de febrero) los animales con acceso a sombra registraron una ganancia de peso 50% superior que aquellos sin sombra.

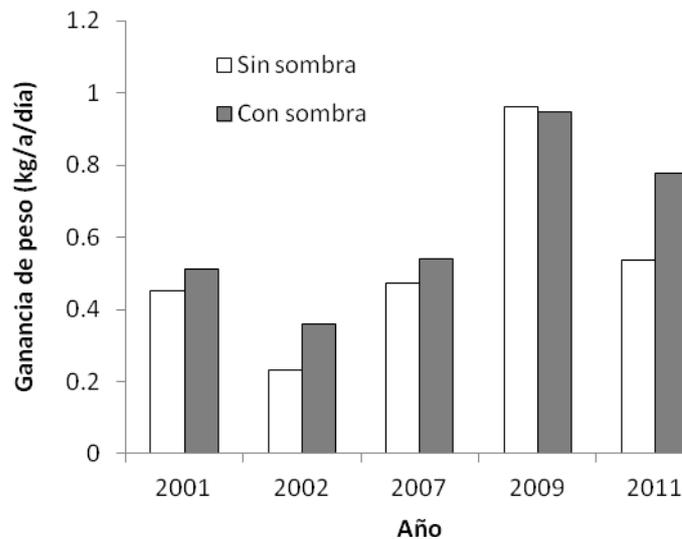


Figura 2. Ganancia de peso de novillos en pastoreo con y sin acceso a sombra sobre distintas bases forrajeras: sudangras (2001, 2007, 2009), pradera (2002) y campo natural (2011).

Lo que sucedió en ese año, y en la mayoría de los experimentos, es un crecimiento compensatorio de los animales sin acceso a sombra durante la segunda mitad del verano cuando las condiciones climáticas no son tan extremas (mediados febrero a mediados de marzo) que tendió a emparejar el desempeño de los animales con y sin acceso a sombra.

EFFECTO DE LA SOMBRA EN LA TASA RESPIRATORIA DE NOVILLOS EN PASTOREO

En dos experimentos realizados en la Unidad Experimental Palo a Pique animales con disponibilidad de sombra registraron una tasa respiratoria promedio en las horas luz del día 15% inferior que la registrada en los animales sin sombra, siendo consistente en los años que se registró dicha variable (Figura 3). Un registro de menor tasa respiratoria implica menor costo destinado a funciones de mantenimiento y mayor energía destinada a funciones de producción, explicando la superioridad en ganancia de peso descrita en el punto anterior.

Los valores promedio fueron 61 y 72 respiraciones por minuto (rpm) para novillos con y sin acceso a sombra, respectivamente, equivalente a una reducción de 11 rpm por efecto de la sombra. En ambos años, el efecto de la sombra en la tasa respiratoria fue máximo a las 16.00 h con una reducción de 20% equivalente a 16 rpm menos en animales con sombra comparado con aquellos sin sombra (66 y 82 rpm, respectivamente). No necesariamente implica que las condiciones climáticas más propensas para el estrés calórico se hayan registrado a las 16.00 h, debido a que el incremento de la tasa respiratoria es una respuesta fisiológica con retraso a las condiciones climáticas más adversas registradas en las primeras horas de la tarde. La acumulación de calor a partir del mediodía envía una señal al sistema nervioso central del animal que se expresa fisiológicamente con cierto retardo en un incremento de la frecuencia respiratoria como mecanismo de contingencia para mitigar el desbalance térmico.

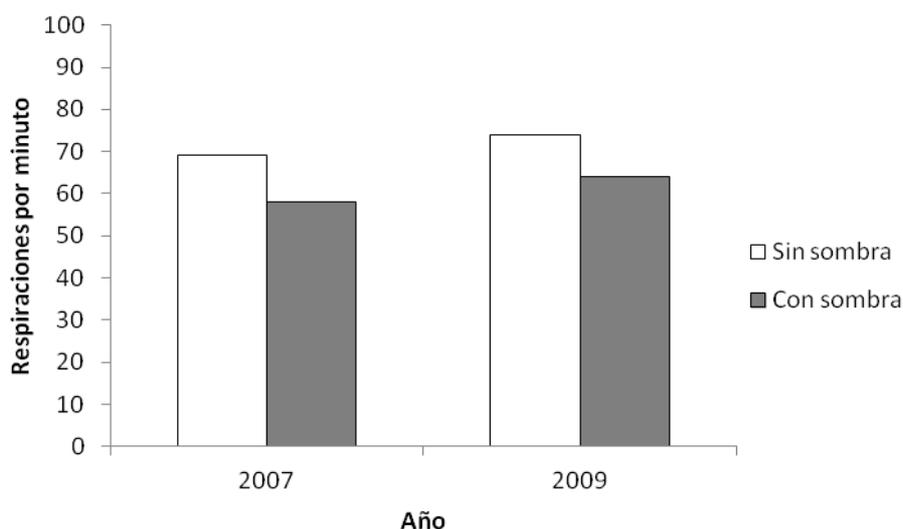


Figura 3. Tasa respiratoria de novillos entre las 10.00 y 18.00 h con y sin acceso a sombra sobre sudangras.

La superioridad en la tasa respiratoria de los animales sin sombra fue consistente a lo largo del día, excepto en el primer registro tomado en la mañana entre las 09.00 y 10.00 h, en donde no hubo efecto asociado a la sombra y la tasa respiratoria fue similar (54 y 56 rpm, con y sin sombra, promedio de 2 años). Esto implica que las condiciones climáticas durante la noche son lo suficientemente “frescas” como para permitir que el animal sin sombra, con mayor tasa respiratoria durante el día, retome el balance térmico y fisiológico para iniciar normalmente la actividad de pastoreo en la mañana del día siguiente, evitando la acumulación continua de calor. Esta es una

diferencia clave entre las regiones de clima templado y tropical, en donde en estas últimas las condiciones nocturnas no favorecen la disipación del calor acumulado durante el día.

EFFECTO DE LA SOMBRA EN EL TIEMPO DE PASTOREO DIURNO DE NOVILLOS

En los años que se registró la conducta de los animales durante las horas luz aquellos con acceso a sombra redujeron el tiempo de pastoreo un 12% comparado con los animales sin sombra, promediando 460 y 520 min, respectivamente (Figura 4). Los resultados fueron consistentes entre años.

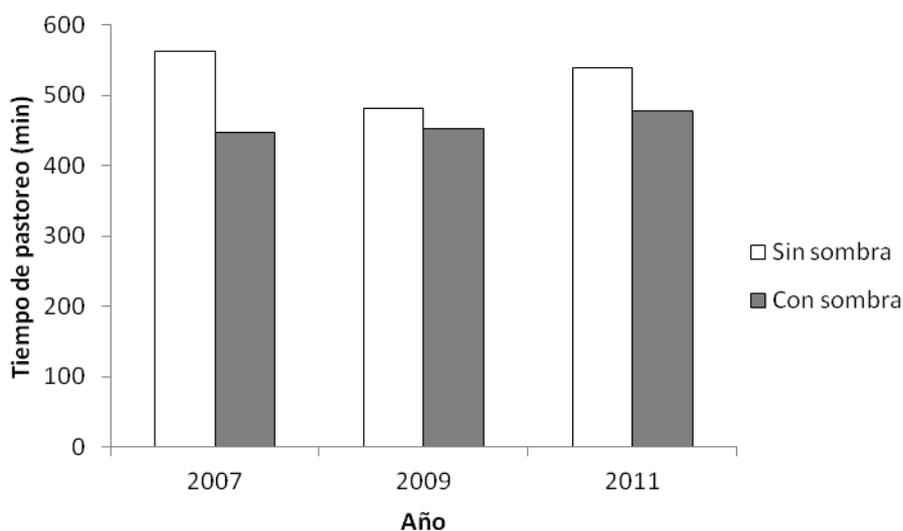


Figura 4. Tiempo de pastoreo diurno de novillos con y sin acceso a sombra sobre distintas bases forrajeras: sudangras (2007, 2009) y campo natural (2011).

Del total de las actividades que realizaban los animales durante el día, el pastoreo representó un 62% y 54% del tiempo total en los tratamientos sin y con acceso a sombra, respectivamente. En los días más calurosos la reducción del tiempo de pastoreo fue más significativa por un uso más intenso de la sombra, así como en los días más frescos, nublados y/o lluviosos no hubo diferencias en el tiempo de pastoreo entre tratamientos. Esto confirma que el motivo principal que guía al animal para utilizar la sombra son las condiciones climáticas propensas a causar estrés calórico y que no hay un factor de interacción social que pueda estar incidiendo significativamente en la conducta de los animales expuestos a una estructura de sombra.

Si bien el tiempo de pastoreo diurno se redujo con la sombra, la ganancia de peso se incrementó como se discutió anteriormente. El acceso a sombra genera una mejor eficiencia de conversión del alimento a peso vivo debido a la disminución de los requerimientos de mantenimiento de los animales por menor necesidad de disipar calor (no hay incremento de la tasa respiratoria). Adicionalmente, el menor tiempo de pastoreo diurno pudo ser compensado por mayor pastoreo nocturno cuando las condiciones climáticas son más favorables. Otra explicación puede ser que el animal incrementa su tasa y/o tamaño de bocado durante las horas más frescas del día a sabiendas que luego va a estar un mayor tiempo rumiando y descansando bajo la sombra.

UTILIZACIÓN DE LA SOMBRA POR NOVILLOS EN PASTOREO

La utilización de la sombra durante las horas luz por animal fue 220 minutos/día (3,67 horas/día) promediando sobre tres años (Figura 5). Dicho valor es equivalente a un 26% del tiempo de observación entre las 6.30 y 20.30 h, siendo mínimo en el 2007 (24%) y máximo en el 2011 (29%).

Fue consistente la observación que los animales prefirieron estar echados debajo de la sombra. Del tiempo total de utilización de la sombra, los animales estuvieron echados y parados un 70 y 30%, respectivamente. Dicha conducta es reflejo de condiciones climáticas favorables debajo de la sombra y de animales sin estrés calórico. En condiciones de riesgo de estrés calórico los animales prefieren estar parados para favorecer la circulación de aire y ventilación del cuerpo del animal. De hecho, cuando se analizó la conducta de los animales sin acceso a sombra cuando se encontraban descansando y/o rumiando al sol, un 40% del tiempo lo hicieron en posición "parada".

El uso de la sombra fue más intenso en los días más calurosos (temperatura del aire $\geq 25^\circ \text{C}$) y disminuyó en los días más frescos, nublados y/o lluviosos. Esto implica que los animales utilizan la sombra cuando realmente la necesitan para disminuir la carga calórica reduciendo el riesgo de estrés calórico, lo que redundaría en una menor tasa respiratoria y mayor ganancia de peso.

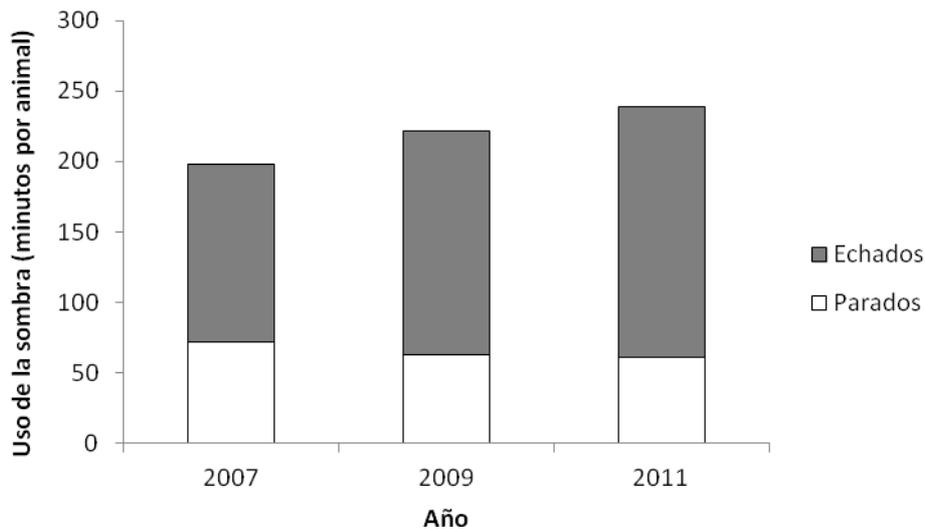


Figura 5. Tiempo de permanencia y postura debajo de la sombra de novillos en pastoreo

No hay riesgo de que en días templados o cuando no se justifica desde el punto de vista climático, los animales hagan un uso excesivo de la sombra, asociado al ocio, que pueda perjudicar el desempeño productivo.

EFFECTO DEL TIPO DE SOMBRA EN LOS ANIMALES

En el año 2009 se realizó un experimento que comparó el suministro de sombra artificial (sombrite) o natural (monte) en novillos pastoreando sudangras. La ganancia de peso de los animales no fue afectada por el tipo de sombra suministrada. En cambio, novillos con acceso a sombra natural presentaron una menor tasa respiratoria que novillos con acceso a sombra artificial (61 y 67 rpm, respectivamente) ($P < 0.05$). La diferencia máxima entre ambos tratamientos (13 rpm) ocurrió entre las 12.00 y 13.30 horas, cuando la mayoría del ganado estaba descansando bajo la sombra. El amontonamiento de los animales bajo la sombra artificial puede predisponer condiciones higiénicas y sanitarias de mayor riesgo además de disminuir la circulación de aire lo que puede, en parte, diluir los efectos benéficos de la sombra en la reducción de la radiación incidente (Gaughan *et al* 2004).

En el mismo trabajo, los novillos con acceso a sombra natural pasaron más tiempo debajo de la misma que aquellos novillos con acceso a sombra artificial (281 y 164 minutos, respectivamente) ($P < 0.05$). En el caso de la sombra artificial, a pesar de que había suficiente espacio para todos los animales, algunos novillos preferían quedarse al sol incluso durante las horas más calurosas. Cuando la sombra es restringida, aspectos relacionados al vínculo social entre los animales y relaciones de dominancia cobran importancia al momento de definir la utilización del espacio de sombra (Boe and Faerevik 2003).

CONSIDERACIONES FINALES

En un escenario actual de incremento de costos de producción, mayor valor y competencia por el recurso tierra, mayor variabilidad climática, y mayores requerimientos de mercados (ej. bienestar animal) las empresas ganaderas deben hacer lo posible para mantenerse competitivas. El uso más generalizado de la sombra en los potreros de pastoreo es una estrategia de

manejo alineada con dicho objetivo pero no suficiente. Debe estar inserta dentro de un conjunto de medidas productivas durante la estación de verano (manejo, suplementación, sanidad, fuentes de agua, etc.) en donde cada una aporte su beneficio individual en pos de potenciar el sistema en su conjunto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOE KE AND FAEREVIK G. 2003. Grouping and social preferences in calves, heifers and cows. *Applied Animal Behaviour Science* 80, 175-190.

GAUGHAN, J.B., L.A. TAIT, R. EIGENBERG, W.L.BRYDEN. 2004. Effect of shade on respiration rate and rectal temperature of Angus heifers. In *Animal Production in Australia. Proceedings of the 25th Biennial Conference of the Australian Society of Animal Production*, Victoria, Australia, 25, 69-72.

LOFGREEN, G.P., R.L. GIVENS, S.R. MORRISON, T.E. BOND. 1975. Effect of drinking water temperature on beef cattle performance. *Journal of Animal Science* 40, 223-229.

SCHÜTZ, K.E., A.R. ROGERS, N.R. COX, C.B. TUCKER. 2009. Dairy cows prefer shade that offers greater protection against solar radiation in summer: Shade use, behaviour, and body temperature. *Applied Animal Behaviour Science* 116, 28-34.

SILANIKOVE, N. 2000. Effect of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. *Livestock Production Science* 67, 1-18.

SULLIVAN, M.L., A.J. CAWDELL-SMITH, T.L. MADER, J.B. GAUGHAN. 2011. Effect of shade area on performance and welfare of short-fed feedlot cattle. *Journal of Animal Science* 89, 2911-2925.

TURNER, L.W. 2000. Shade options for grazing cattle. *Agricultural Engineering Update AEU-91*. College of Agriculture, University of Kentucky.

VALTORTA, S.E., P.E. LEVA, M.R. GALLARDO. 1997. Evaluation of different shades to improve dairy cattle well-being in Argentina. *International Journal of Biometeorology* 41: 65-67.

CAMBIO TÉCNICO EN SISTEMAS CRIADORES DE SIERRAS DEL ESTE

H. Saravia^{1/}, R. Gómez^{1/}

El objetivo general de la investigación consistió en: "Caracterizar variables socio-económicas y actitudinales de productores ganaderos con sistemas de cría, ubicados en la región de Sierras del este; los canales de comunicación empleados y el acceso a asistencia técnica, identificando grados variables de adopción de tecnología que permitan formular propuestas concretas de intervención".

Se parte de la hipótesis que existe una brecha tecnológica importante en la ganadería de cría de la región. Las causas que han impedido efectuar propuestas concretas de mejoras a esta situación han sido: el conocimiento incompleto de cuáles son las actitudes y comportamientos de los productores hacia lo tecnológico; de los medios y canales que usan para informarse, según sus características socioeconómicas y actitudinales y el conocimiento incompleto de cómo funciona el proceso de toma de decisiones a nivel predial.

A través de este proyecto se buscó generar información que sirviera como soporte para plantear eventuales planes de transferencia, basados en una mejor comprensión sobre la incidencia de estos factores en la adopción tecnológica. Para ello se cumplieron las siguientes etapas:

1. Explicitar en forma conjunta con las figuras vinculadas a la cría las alternativas tecnológicas disponibles en el país.
2. Caracterizar las variables socio-económicas y actitudinales y su relación con los comportamientos hacia lo tecnológico de los productores criadores de la zona de Sierras del Este.
3. Relevar las visiones de los problemas de los ganaderos criadores desde la óptica de técnicos extensionistas de la región, de productores vinculados a diversas organizaciones y de actores políticos regionales.

Para dar cumplimiento a estos objetivos, se realizaron en primer lugar entrevistas a técnicos de instituciones relacionados a la tecnología para la cría: SUL, IPA, PRONADEGA, FAGRO, INIA, a efectos de consolidar un listado exhaustivo de la oferta tecnológica disponible en el país para la cría vacuna y/o ovina y una caracterización de cada una de las tecnologías en base a una serie de atributos.

El objetivo 2 se abordó mediante una encuesta personal a 300 productores de la zona de sierras; en tanto el objetivo 3 se hizo a través de la realización de dos grupos focales de productores y uno de técnicos, complementándose con entrevistas a organizaciones de productores y actores políticos regionales.

Como resultados, se cuenta con un pormenorizado inventario tecnológico priorizado y tipificado, información del grado de conocimiento y adopción de las principales tecnologías disponibles para la cría por parte de los productores de esa región y una amplia información para caracterizar a los mismos en función de diversas variables.

Se cuenta, además, con la visión de la problemática de la cría en la región desde la perspectiva de las organizaciones de productores en el territorio (13 organizaciones entrevistadas) y de los actores políticos. De estos últimos también se relevó su opinión sobre posibles soluciones para los componentes de esa problemática.

Finalmente, se cuenta con el relevamiento del grado de predisposición y compromiso de estas organizaciones para participar de posibles planes de transferencia tecnológica específica, involucrando a actores regionales, considerando las limitantes y oportunidades relevadas en el territorio.

^{1/} Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología, INIA

RED NACIONAL DE FERTILIZACIÓN FOSFATADA DE PASTURAS

R. Bermúdez^{1/}, V. Pravia^{1/}, N. Serrón^{1/}, A. Quinque^{1/}, R. Cuadro^{1/}, D. Giorello^{1/}, A. Morón^{2/}

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Los suelos del Uruguay presentan deficiencias severas de fósforo, nutriente fundamental para el desarrollo de las leguminosas. La guía de fertilización de pasturas es de la década del 80 y se entiende necesario hacer una actualización de la misma y ampliar la información a otros tipos de suelos como lo son los de la Región Este. En el marco del Proyecto “Manejo Agronómico de Pasturas”, desde el año 2008 INIA está conduciendo una Red de Experimentos de Fertilización Fosfatada de Pasturas. El objetivo general es seleccionar y calibrar métodos de análisis de fósforo en suelo y en planta para desarrollar los conceptos técnicos necesarios para la redacción de una nueva guía de fertilización de pasturas que pueda comprender la amplia diversidad de suelos del país. Los objetivos específicos de la presente red de experimentos son: 1. Seleccionar métodos de análisis según suelo y fuente P, 2. Obtener niveles críticos de P disponible para especie y suelo, 3. Obtener niveles críticos para P total en planta, 4. Determinar la relación P

agregado – P disponible para suelo y fuentes (Equivalente Fertilizante), 5. Determinar la evolución P disponible en el tiempo para suelos y fuentes (Tasa de Descenso), 6. Estudiar el efecto de las condiciones saturación de agua en el suelo en los valores de P disponible para diferentes suelos y 7. Estudiar el efecto de agregar S elemental en la eficiencia de la Fosforita natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se instalaron 14 sitios experimentales en diferentes regiones del país (cuadro 1). En cada sitio se instalaron los siguientes experimentos de respuesta a fósforo:

- Experimento I P en Trébol blanco
- Experimento II P en *Lotus corniculatus*

En estos experimentos se comparan los fertilizantes Superfosfato triple (ST), 0-46/47-0 y Fosforita natural origen Argelia (FN), 0-10/29-0. La refertilización se realiza anualmente en el mes de marzo, luego del muestreo anual de suelos. La dosis de refertilización corresponde al 25% de la dosis inicial (Cuadro 2).

Cuadro 1. Ubicación, tipo de suelo y material generador de los sitios experimentales de la Red de Fertilización (2008-2012).

Sitio	Tipo suelo	Unidad suelo	Material generador
Glencoe	Brunosol Éútrico	Queguay Chico	Basalto y removilizaciones
La Carolina	Brunosol Subéútrico	La Carolina	Sed. limo arcillosos/Basamento Cristalino
Los Ladrones	Acrisol o Luvisol	Sierra de Polanco	Basamento Cristalino
Palmitas	Brunosol Subéútrico	Cuchilla del Corralito	Sed. ArAc /Cretáceo
Florida	Brunosol Subéútrico	San Gabriel Guaycurú	Basamento Cristalino
Minas de Corrales	Brunosol Subéútrico	Tres Puentes	Sed. limo arcillosos/limolitas de Yaguari
Ombúes	Brunosol Éútrico	Libertad	Sed. limo arcillosos de Libertad
Palo a Pique	Argisol	Vergara	Sed. limo arcillosos/Basamento Cristalino
Pan de Azúcar	Brunosol Subéútrico	José Pedro Varela	Basamento Cristalino y removilizaciones
Rincón de Ramírez	Planosol/Argisol	Río Branco	Sed. limo arcillosos/areniscas Dolores
Sauce Cañote	Planosol	Río Tacuarembó	Sedimentos limoso hasta arenoso/Dolores
Tambores	Vertisol Háptico	P.de los Toros- Cuchilla de Haedo	Basalto y removilizaciones
Trinidad	Brunosol Subéútrico	San Gabriel Guaycurú	Basamento Cristalino y removilizaciones
Young	Vertisol	Young	Sedimentos franco y limo arcillosos/Fray Bentos

^{1/} Programa Nacional Pasturas y Forrajes, INIA

^{2/} INIA hasta diciembre 2011

Cuadro 2. Fuentes, dosis inicial y de refertilización anual (P_2O_5 kg/ha) para cada ensayo y leguminosa (ensayos I y II).

Fuente de P	Número de Tratamiento	Dosis inicial P_2O_5 kg/ha	Dosis refertilización P_2O_5 kg /ha/año
Testigo	1	0	0
ST	2	40	0
ST	3	120	0
ST	4	240	0
ST	5	40	10
ST	6	80	20
ST	7	120	30
ST	8	240	60
ST	9	360	90
FN	10	40	0
FN	11	120	0
FN	12	240	0
FN	13	40	10
FN	14	80	20
FN	15	120	30
FN	16	240	60
FN	17	360	90
FN + S elemental	18	80 + 20 S	20 + 5 S

Se realizaron las siguientes determinaciones: muestreo de suelo previo a la siembra a dos profundidades (0-7.5 y 7.5-15 cm) y muestreos de suelo en años subsiguientes, muestras en las que se determinó el contenido de fósforo por los métodos Bray I, Resinas y Ácido Cítrico, evaluación de producción de forraje de la leguminosa en MS kg/ha y evaluación del contenido de P y S en planta por análisis de laboratorio y Fosforapid.

RESULTADOS PRELIMINARES DE PALO A PIQUE

En el presente artículo se va a presentar un avance de parte de la información generada,

habiéndose seleccionado la considerada más relevante y de mayor utilidad.

Experimento I. Trébol blanco

En el cuadro 3 se presentan los resultados del análisis de suelo del campo natural previo a la aplicación de los tratamientos, pudiéndose destacar los bajos niveles de fósforo y el valor de pH que favorecen la eficiencia de la Fosforita natural respecto al Superfosfato triple. Los datos de análisis de suelos que se presentan una vez aplicados los tratamientos son los muestreados de 0-7,5 cm de profundidad, estando el estrato 7,5-15 cm para ser analizado en el futuro.

Cuadro 3. Análisis de suelos a dos profundidades, 0-7,5 y 7,5-15 cm, previo a la instalación del experimento de trébol blanco.

Promedio	Ca meq/100g	Mg meq/100g	K meq/100g	Na meq/100g	A.Tit. meq/100g	ClCpH7 meq/100g	Bases T. meq/100g
0-7.5 cm	6.0	3.2	0.4	0.2	4.8	14.6	9.8
7.5-15 cm	4.7	2.4	0.1	0.2	3.5	11.0	7.5

Promedio	% Sat Bases	pH(H ₂ O)	C.Org%	N%	Bray I µg P/g	Resinas µg P/g	Cítrico µg P/g
0-7.5 cm	65.8	5.4	2.4	0.2	2.3	1.1	4.0
7.5-15 cm	68.1	5.4	1.3	0.1	0.7	1.0	1.6

	% Arena	% Limo	% Arcilla	Clasificación
0-7.5 cm	43.5	39.4	17.1	Franca
7.5-15 cm	43.7	36.2	20.1	Franca

Tasa de descenso del fósforo en el suelo para diferentes fuentes

Se presentan los resultados del método del ácido Cítrico por ser considerado el más adecuado, de acuerdo a información generada en el pasado y corroborada por presente trabajo, para este tipo de suelos y fundamentalmente cuando el fertilizante utilizado es la Fosforita Natural. En la figura 1 se observa la mayor residualidad de la Fosforita natural comparado con el Superfosfato triple para ambas dosis de fertilización. La tasa de descenso anual del fósforo de este suelo, resultó ser del orden del 50% para ambas fuentes, valor sensiblemente superior al considerado para otros tipos de suelos del Uruguay (25%), mostrando la alta capacidad de fijación del fósforo que tiene tipo de suelo.

Evolución del fósforo en el suelo según fuente y dosis en los tratamientos refertilizados anualmente

En la figura 2, ST2008 y FN 2008, se puede observar la diferente capacidad para detectar el fósforo disponible en el suelo, por parte de los 3 métodos de análisis de suelo utilizados. Los métodos del ácido.Cítrico y el de Resinas muestran mayor sensibilidad, fundamentalmente cuando se usó Fosforita natural. A su vez observando el resto de las gráficas de la figura 2 se destaca la mayor residualidad de la Fosforita natural respecto al Superfosfato triple a través de los años.

La alta tasa de descenso del fósforo nos indica que es recomendable realizar fertilizaciones moderadas anualmente en lugar de altas en un solo año.

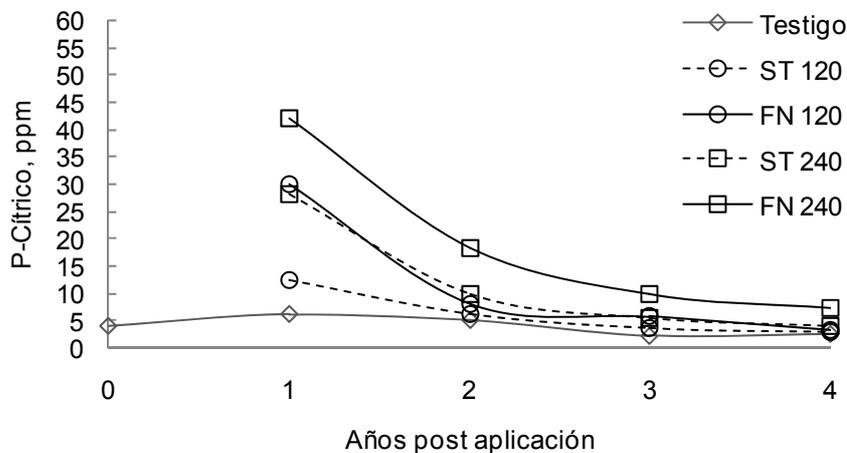


Figura 1. Curvas de descenso del fósforo a través de los años para los tratamientos testigo y fertilizados inicialmente con ST y FN a las dosis de 120 y 240 P₂O₅ kg/ha y no refertilizados en los siguientes años. Según el método del ácido Cítrico. Muestreo 0-7,5 cm de profundidad.

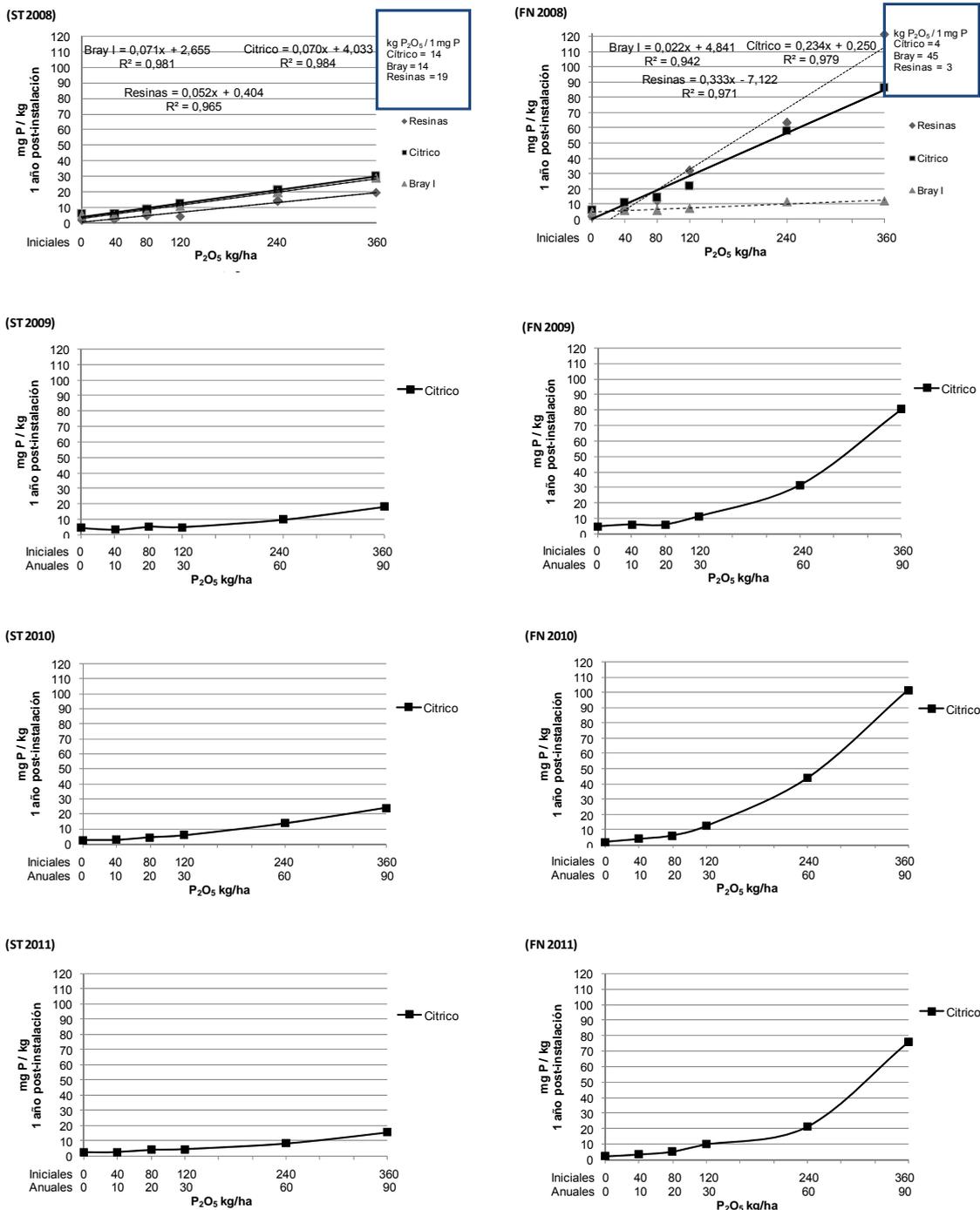


Figura 2. Fósforo en el suelo para ambas fuentes, analizado por tres métodos de análisis del fósforo para el primer año y por el ácido. Cítrico para los siguientes, para los tratamientos refertilizados todos los años. Muestreo 0-7,5 cm de profundidad.

Efecto de la fuente, dosis inicial y anual en la producción de anual de los tratamientos refertilizados

En el cuadro 4 se presentan los resultados de significancia de los tratamientos refertilizados

anualmente. La producción de trébol blanco en los tres años se vio afectada significativamente por las dosis iniciales (anuales), mostrando diferencias entre fuentes solamente en el año 2010, año con una producción de forraje intermedia. En

trabajos anteriores, realizados en este mismo tipo de suelo, sobre mezclas de trébol blanco y lotus común, se detectaron diferencias significativas para dosis y fuentes, mostrando la ventaja del uso de la Fosforita natural (Bermúdez *et al.*, 2008).

En el cuadro 5 se presentan las funciones de respuesta encontradas así como sus respectivos coeficientes de correlación para ambas fuentes en los diferentes años, mostrando estos últimos valores de ajuste aceptables. Con estas funciones de respuesta se calculó el rendimiento esperado de trébol blanco para dos niveles contrastantes de fertilización, 120 iniciales-30 anuales y 240 iniciales- 60 anuales para los diferentes años y fuentes. Finalmente se calculó la producción de trébol blanco acumulada (años 1, 1+2, 1+2+3 y 1+2+3+4) se la dividió por los kilos de P₂O₅ acumulados desde la siembra (120, 150, 180 y 210; 240, 360, 420 y 480 kg/ha de P₂O₅), obteniendo los kilos de trébol blanco obtenidos por kilo de P₂O₅ en los cuatro años (Cuadro 7). Los valores obtenidos para el nivel 120-30 muestran entre un 46 y 56% más

de producción de trébol blanco/kg de P₂O₅ para la Fosforita natural respecto al Superfosfato triple y entre 33 y 48% para el nivel de 240-60. Los valores de eficiencia presentados en el cuadro 6 son similares a los reportados en trabajos anteriores para mezclas de trébol blanco y lotus común (Morón, 2008; Bermúdez *et al.*, 2008; Ayala *et al.*, 2008). Hay que tener en cuenta que debido a que en el primer año (2008) se registró un déficit hídrico importante el aporte de trébol blanco fue considerado nulo, lo que reduce los valores de eficiencia presentados, por lo tanto para años con regímenes hídricos "normales" las eficiencias serían aún mayores.

Determinación del nivel crítico

De acuerdo a los resultados obtenidos y representados en la figura 3 el nivel crítico para trébol blanco y para este tipo de suelo se podría fijar en un rango de 18 y 23 ppm de fósforo en el suelo estimado por el método del ácido Cítrico.

Cuadro 4. Significancia para los tratamientos considerando solamente los tratamientos refertilizados anualmente (NS, no significativo; *, P<0.05 y **, P<0.01) y producción de trébol blanco media del experimento (MS kg/ha).

Tratamientos	2009	2010	2011
Fuente	NS	*	NS
Inicial (anual)	**	**	**
Fuente x Inicial (anual)	NS	NS	NS
Media MS (kg/ha)	2870	1585	196

Cuadro 5. Funciones de respuesta a la fertilización inicial y anual de trébol blanco para ambas fuentes de fósforo para los diferentes años y el coeficiente de correlación correspondiente.

Año	ST		FN	
	Función	R ²	Función	R ²
2008	No se evaluó por seca		No se evaluó por seca	
2009	$-0,091 x^2 + 46x - 1086$	0,747	$-0,116 x^2 + 62x - 1006$	0,866
2010	$-0,003 x^2 + 12x - 291$	0,951	$-0,029 x^2 + 24x - 445$	0,918
2011	$0,010 x^2 - 2x + 53$	0,959	$0,000 x^2 + 2x - 38$	0,946

Cuadro 6. Estimación de la eficiencia de conversión (kg/ha de trébol blanco producidos por kg de P₂O₅ aplicado en los periodos 2008, 2008-2009, 2008-2010 y 2008-2011) para los tratamientos 120-30 y 240-60 P₂O₅ kg/ha para ambas fuentes evaluadas.

Dosis P ₂ O ₅ (kg/ha)	2008		2008-2009		2008-2010		2008-2011	
	ST	FN	ST	FN	ST	FN	ST	FN
120-30	s/d	s/d	21,0	31,5	23,8	37,2	22,5	32,8
240-60	s/d	s/d	15,9	23,7	20,1	29,7	19,9	26,4

s/d. sin datos

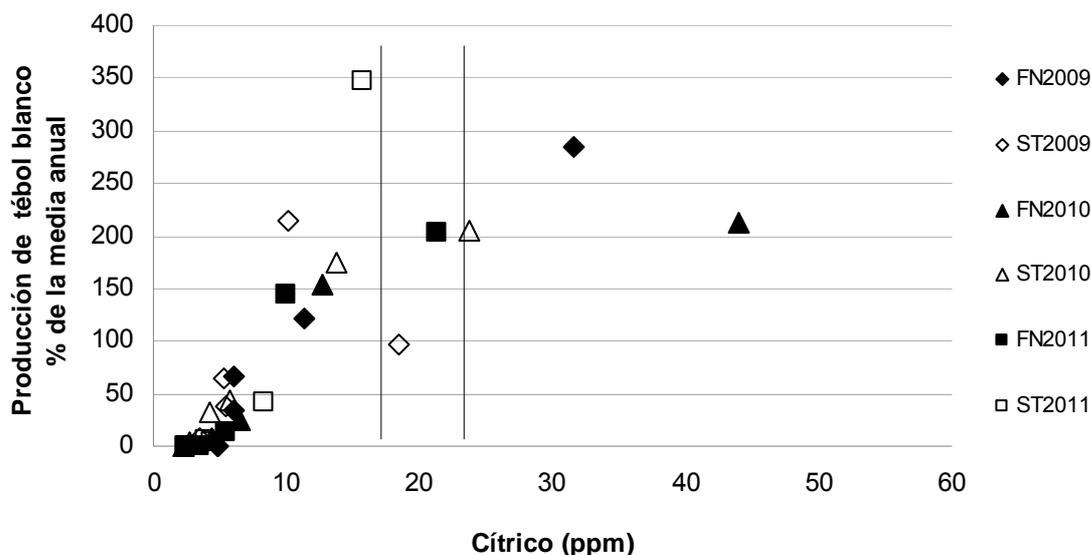


Figura 3. Relación entre fósforo disponible en el suelo estimado por el método del ácido Cítrico y producción de tébol blanco anual relativa a la media anual del ensayo para Superfosfato triple y Fosforita natural para los años de evaluación.

Experimento II. *Lotus corniculatus*

En el cuadro 7 se presentan los resultados del análisis de suelo del campo natural previo a la aplicación de los tratamientos, pudiéndose hacer los mismos comentarios realizados para el experimento anterior.

Tasa de descenso del fósforo en el suelo para diferentes fuentes

Como en el experimento anterior se presentan los resultados del método del ácido Cítrico. En la figura 4 se observa la mayor residualidad de la Fosforita natural comparado con el Superfosfato triple para ambas dosis de fertilización. La tasa de descenso anual del fósforo de este suelo, resultó ser similar a la del experimento anterior (del orden del 50%).

Cuadro 7. Análisis de suelos a dos profundidades, 0-7,5 y 7,5-15 cm, previo a la instalación del experimento de lotus.

Promedio	Ca meq/100g	Mg meq/100g	K meq/100g	Na meq/100g	A.Tit. meq/100g	CICpH7 meq/100g	Bases T. meq/100g
0-7.5 cm	4.6	2.6	0.2	0.2	4.5	12.1	7.6
7.5-15 cm	4.6	2.5	0.1	0.3	3.9	11.4	7.4

Promedio	% Sat Bases	pH (H ₂ O)	C.Org %	N%	Bray I µg P/g	Resinas µg P/g	Cítrico µg P/g
0-7.5 cm	62.9	5.4	2.1	0.2	2.7	3.2	6.0
7.5-15 cm	65.7	5.4	1.6	0.2	1.6	1.3	2.7

Promedio	% Arena	% Limo	% Arcilla	Clasificación
0-7.5 cm	46.6	36.2	17.2	Franca
7.5-15 cm	47.2	34.0	18.9	Franca

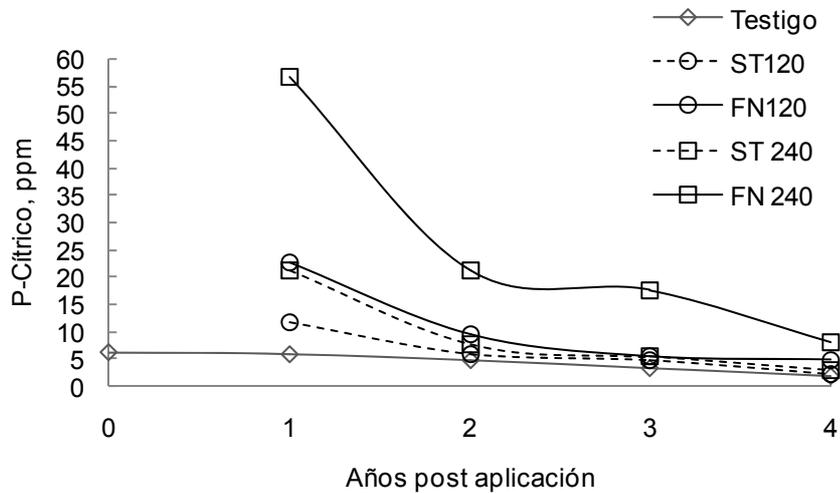


Figura 4. Curvas de descenso del fósforo a través de los años para los tratamientos testigo y fertilizados inicialmente con ST y FN a las dosis de 120 y 240 P_2O_5 kg/ha y no refertilizados en los siguientes años. Según el método del ácido Cítrico. Muestreo 0-7,5 cm de profundidad.

Evolución del fósforo en el suelo según fuente y dosis en los tratamientos refertilizados anualmente

En la figura 5, ST2008 y FN 2008, se puede observar la diferente capacidad, para detectar el fósforo disponible en el suelo, de los métodos de análisis de suelo utilizados. Los métodos del ácido Cítrico y el de Resinas muestran mayor sensibilidad fundamentalmente cuando se usó Fosforita natural. A su vez observando el resto de las gráficas de la figura 5 se destaca la mayor residualidad de la Fosforita natural respecto al Superfosfato triple a través de los años. Idénticos comentarios a los realizados para el experimento anterior.

Efecto de la fuente, dosis inicial y anual en la producción de anual de los tratamientos refertilizados

En el cuadro 8 se presentan los resultados de significancia de los tratamientos refertilizados anualmente. La producción de lotus se vio afectada significativamente por las dosis iniciales (anuales) en tres de los cuatro años evaluados, mostrando diferencias entre fuentes solamente en el año 2008. En trabajos anteriores, realizados en este mismo tipo de suelo, sobre Lotus, se detectaron diferencias significativas para dosis no mostrando diferencias entre fuentes (Bermúdez, *et al.* 2008).

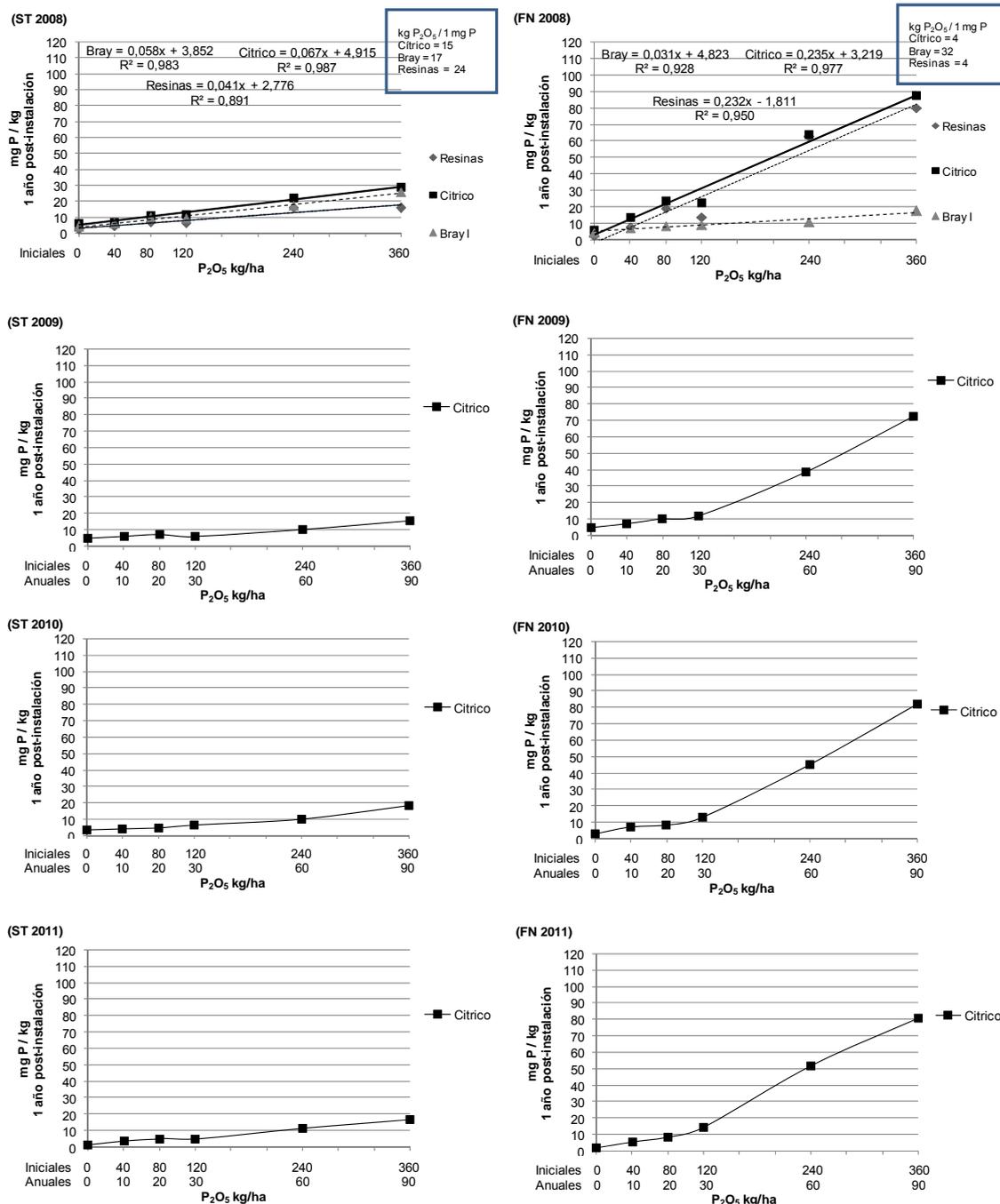


Figura 5. Fósforo en el suelo para ambas fuentes, analizado por tres métodos de análisis del fósforo para el primer año y por el Ac. Cítrico para los siguientes, para los tratamientos refertilizados todos los años. Muestreo 0-7,5 cm de profundidad.

Cuadro 8. Significancia para los tratamientos considerando solamente los tratamientos refertilizados anualmente (NS, no significativo; *, P<0.05 y **, P<0.01) y producción de lotus media del experimento (MS kg/ha).

Tratamientos	2008	2009	2010	2011
Fuente	*	NS	NS	NS
Inicial (anual)	NS	**	**	**
Fuente x Inicial (anual)	NS	NS	NS	NS
Media MS (kg/ha)	1779	6843	2635	1009

En el cuadro 9 se presentan las funciones de respuesta encontradas así como sus respectivos coeficientes de correlación para ambas fuentes en los diferentes años, mostrando estos últimos valores de ajuste aceptables excepto para FN en el año 2008. Con estas funciones de respuesta se calculó el rendimiento esperado de lotus para dos niveles contrastantes de fertilización, 120 iniciales-30 anuales y 240 iniciales- 60 anuales para los diferentes años y fuentes. Finalmente se calculó la producción de lotus acumulada (años 1, 1+2, 1+2+3 y 1+2+3+4) restando el valor independiente y se la dividió por los kilos de P₂O₅ acumulados desde la siembra (120, 150, 180 y 210; 240, 360, 420 y 480 kg/ha de P₂O₅), obteniendo los kilos de

lotus obtenidos por kilo de P₂O₅ en los cuatro años (Cuadro 10). Los valores obtenidos para el nivel 120-30 muestran entre un 72 y 9% menos de producción de lotus/kg de P₂O₅ para la Fosforita natural respecto al Superfosfato triple y entre 77 y 11% para el nivel de 240-60.

Determinación del nivel crítico

De acuerdo a los resultados obtenidos y representados en la figura 6 el nivel crítico para lotus y para este tipo de suelo se podría fijar en un rango de 10 y 15 ppm de fósforo en el suelo estimado por el método del ácido. Cítrico.

Cuadro 9. Funciones de respuesta a la fertilización inicial y anual de lotus para ambas fuentes de fósforo para los diferentes años y el coeficiente de correlación correspondiente.

Año	ST		FN	
	Función	R ²	Función	R ²
2008	-0,018 x ² + 10x + 1256	0,902	-0,001 x ² + 2x + 1389	0,253
2009	-0,120 x ² + 57x + 2718	0,981	-0,113 x ² + 53x + 3669	0,705
2010	-0,035 x ² + 26x + 99	0,992	-0,029 x ² + 25x + 288	0,999
2011	-0,003 x ² + 5x + 315	0,978	0,021 x ² + 11x + 340	0,836

Cuadro 10. Estimación de la eficiencia de conversión (kg/ha de lotus producidos por kg de P₂O₅ aplicado en los períodos 2008, 2008-2009, 2008-2010 y 2008-2011) para los tratamientos 120-30 y 240-60 P₂O₅ kg/ha para ambas fuentes evaluadas.

Dosis P ₂ O ₅ (kg/ha)	2008		2008-2009		2008-2010		2008-2011	
	ST	FN	ST	FN	ST	FN	ST	FN
120-30	7,8	1,4	40,6	32,8	48,5	41,5	44,4	40,2
240-60	5,7	1,3	27,4	21,9	34,7	30,1	32,4	28,9

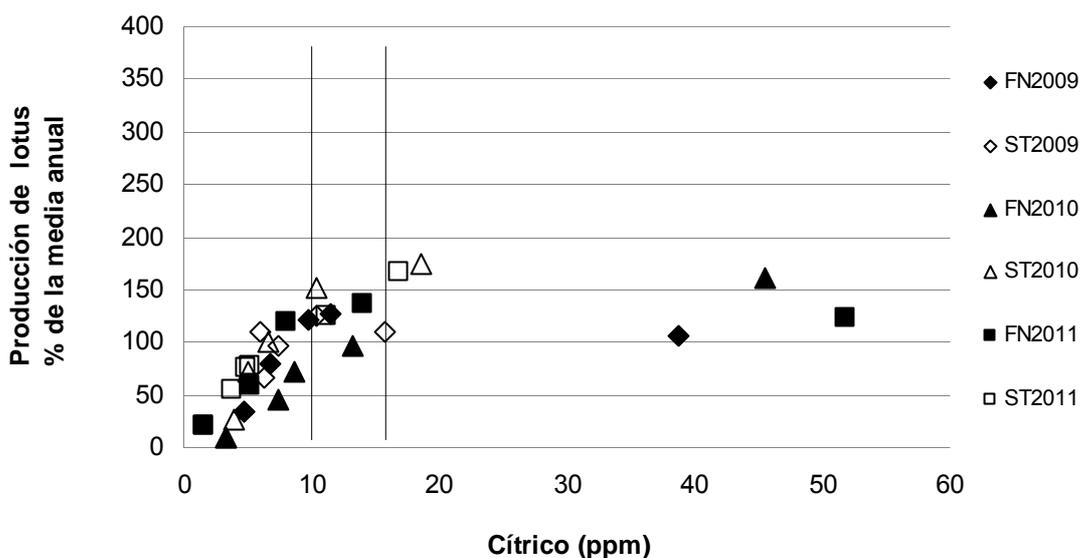


Figura 6. Relación entre fósforo disponible en el suelo estimado por el método del ácido. Cítrico y producción de lotus anual relativa a la media anual del ensayo para Superfosfato triple y Fosforita natural para los años de evaluación.

CONSIDERACIONES FINALES

En ambos experimentos:

- Los métodos del ácido Cítrico y el de Resinas fueron los que mostraron mayor capacidad de detección del fósforo en el suelo.
- Se registraron tasas de descenso del fósforo en el suelo del orden del 50% anual.
- La Fosforita natural mostró mayor residualidad del fósforo en el suelo que el Superfosfato triple a través de los años.

En trébol blanco:

- La producción de forraje en los cuatro años fue de 33 kg de MS/kg de P_2O_5 como Fosforita natural y 23 para Superfosfato triple en el nivel 120-30.
- La producción de forraje en los cuatro fue de 26 kg de MS/kg de P_2O_5 como Fosforita natural y 20 para Superfosfato triple en el nivel 240-60
- El nivel crítico encontrado fue entre 18 y 23 pmm por el método del ácido cítrico.

En lotus:

- La producción de forraje en los cuatro fue de 40 kg de MS/kg de P_2O_5 como Fosforita

natural y 44 para Superfosfato triple en el nivel 120-30.

- La producción de forraje en los cuatro fue de 29 kg de MS/kg de P_2O_5 como Fosforita natural y 32 para Superfosfato triple en el nivel 240-60
- El nivel crítico encontrado fue entre 10 y 15 pmm por el método del ácido cítrico. .

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Ayala W.; Bermúdez, R.; Morón, A. 2008. Efecto del fósforo y azufre en mejoramiento de trébol blanco. In: Fertilización fosfatada de pasturas en la región este. Serie Técnica no. 172. INIA Treinta y Tres. p. 101-104.

Bermúdez, R.; Ayala, W.; Carámbula, M. 2008. Estrategias de fertilización fosfatada para mejoramientos de trébol blanco y lotus en suelos con B textural. In: Fertilización fosfatada de pasturas en la región este. Serie Técnica no. 172. INIA Treinta y Tres. p. 81-88.

Morón, A. 2008. Relevamiento del estado nutricional y la fertilidad del suelo en cultivos de trébol blanco en la zona este del Uruguay. In: Fertilización fosfatada de pasturas en la región este. Serie Técnica No. 172. INIA Treinta y Tres. p. 17-29.

EFFECTO DE LAS ESTRATEGIAS DE DEFOLIACIÓN EN LA PRODUCTIVIDAD, POBLACIÓN Y MORFOLOGÍA DE LLANTÉN (*Plantago lanceolata* L.)

W. Ayala^{1/}, E. Barrios^{1/}, R. Bermúdez^{1/}, N. Serrón^{1/}

INTRODUCCIÓN

Plantago lanceolata L. es descripta como una especie alternativa, adaptada a suelos de baja fertilidad y tolerante a condiciones de déficit hídrico. En la región Este se ha evaluado su potencial productivo para engorde de corderos, alcanzando ganancias diarias entre 158 y 226 g/an/día manejando cargas de 18 y 10 an/ha respectivamente, durante el verano (Barrios, 2006).

Sin embargo, varios autores la reportan como una especie perenne de vida corta (Kuiper y Bos, 1992), extendiéndose el concepto de su baja persistencia. En tal sentido, el objetivo de este trabajo consistió en ajustar diferentes variables de manejo de forma de mejorar su persistencia y por ende potencializar los resultados productivos promisorios alcanzados, para lo cual se reportan dos trabajos realizados en la Unidad Experimental "Palo a Pique" para estudiar los efectos de variables tales como el *pastoreo* en el período invernal e *intensidad* y *frecuencia de defoliación* en primavera-verano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Experimento 1. El experimento se llevó a cabo sobre un argisol con un pH_(agua) de 5.2, un contenido de carbono orgánico de 2.12%, fósforo medido por ácido cítrico 16.2 µg P/g y potasio 0.34 meq/100 g medido en los primeros 7.5 cm del perfil del suelo. La pastura se estableció en el otoño de 2005 previa aplicación de glifosato, sembrando en directa a razón de 4 kg/ha de semilla del cultivar Ceres Tonic, siendo fertilizada con 150 kg/ha de fosfato de amonio (18-46/46-0) y una aplicación de 50 kg/ha de urea (46-0-0). El manejo general incluyó la utilización de un graminicida (Haloxifop-metil a 200 g/ha) para controlar gramíneas anuales. Durante los dos primeros años la pastura se utilizó para el engorde de corderos. Al tercer año se estableció un ensayo en el período julio 2007-marzo 2008

^{1/} Programa Nacional Pasturas y Forrajes, INIA Treinta y Tres

en un diseño factorial (3 x 2) en parcelas divididas a los efectos de evaluar diferentes combinaciones de manejo del *pastoreo* en el período invernal e *intensidades* y *frecuencias de defoliación* en primavera-verano. En invierno se establecieron dos tratamientos (pastoreado 24/7 y 29/8 vs no pastoreado durante todo el invierno), sobre los que se aplicaron durante primavera y verano una combinación de tres intensidades (2, 7 y 12 cm de altura del forraje remanente post-pastoreo) y dos frecuencias (intervalos entre pastoreos de 21 y 42 días). Las parcelas tenían una superficie de 150 m² y fueron pastoreadas con ovinos por cortos períodos (10-12 hs), con altas cargas animales. Se determinó en cuadros de 20 x 50 cm el volumen de forraje pre y post-pastoreo, altura y composición botánica. Asimismo se estudió la evolución de la población y morfología de las plantas (tallos, hojas, tallos reproductivos, coronas) en julio, octubre, diciembre y marzo en cuadros fijos de 50 x 50 cm. El análisis estadístico se realizó utilizando un modelo de medidas repetidas en el tiempo (PROC GLM, SAS).

Experimento 2. El experimento se llevó a cabo sobre una pastura de llantén de segundo año sembrado sobre un argisol. El análisis de suelo al inicio del experimento reportó un pH_(agua) de 5.2, un contenido de carbono orgánico de 3.9%, y fósforo medido por ácido cítrico de 22.1 µg P/g, en los primeros 7.5 cm del perfil del suelo. La pastura se estableció en otoño de 2008 a razón de 5 kg/ha de semilla del cultivar Ceres Tonic y una fertilización de base de 150 kg/ha de fosfato de amonio y una fertilización nitrogenada en primavera con 50 kg/ha de urea al igual que en el Experimento 1. Durante el primer año la pastura se manejó con ovinos, hasta marzo de 2009, donde se estableció un experimento factorial (2 x 2), a los efectos de estudiar la combinación de dos intensidades (intenso -3 cm o aliviado -10 cm de altura del forraje remanente post-pastoreo) y dos frecuencias (pastoreos frecuentes cada 21 o no frecuentes cada 42 días). La pastura no fue utilizada durante el invierno basado en resultados previos (Exp. 1), evaluándose la combinación descripta entre setiembre de

2009 y marzo 2010. El pastoreo se realizó con ovinos en altas cargas y por cortos períodos en parcelas de 130 m². Las determinaciones realizadas fueron similares a las reportadas para el Experimento 1. La población de plantas se midió en los meses de marzo, mayo y octubre 2009, finalizando en marzo 2010. El análisis estadístico se realizó en forma similar que para el Experimento 1.

RESULTADOS

Experimento 1

Producción de forraje

El manejo invernal y la frecuencia de defoliación mostraron los principales efectos sobre el total de la producción de forraje en primavera y verano, así como en la contribución del llantén, y la proporción de hojas y tallos reproductivos (Cuadro 1).

Un incremento de 45 y 75% en el total de materia seca fue observado en primavera y verano respectivamente como consecuencia del descanso en invierno (Cuadro 2). El

aporte del llantén se incrementó 2.4 veces si no se lo pastoreaba en el invierno previo.

El total de materia seca se incrementó bajo intervalos de defoliación cortos (21 días), en primavera (167%) y verano (173%), aumentando la contribución de la especie en 162% bajo defoliación frecuente (Cuadro 2).

La intensidad de defoliación sólo afectó significativamente el total producido en el verano ($p=0.0262$), siendo la producción reducida cuando se le pastoreaba hasta 2 cm (Cuadro 2).

La proporción de hojas de llantén resultó favorecida significativamente por el descanso invernal (Cuadro 1). Por otra parte, los tallos reproductivos se incrementaron durante el verano como consecuencia de defoliaciones frecuentes y poco intensas en pasturas no defoliadas durante el invierno.

Al final del tercer año la contribución de llantén fue de 64%, superando al rango encontrado en Nueva Zelanda (5-30%) para pasturas de tercer año (Stewart, 1996).

Cuadro 1. Probabilidades de los efectos del manejo invernal (MI), frecuencia (F) e intensidad (I) en la producción de forraje (Total y especie) de una pastura de tercer año.

Parámetros	Primavera					Verano				
	Total MS	Total Llantén	Hojas Llantén	Tallos Llantén	Otras especies	Total MS	Total Llantén	Hojas Llantén	Tallos Llantén	Otras especies
MI	0.0003	-	0.0008	-	-	<0.0001	<0.0001	0.0001	<0.0001	-
F	<0.0001	-	-	-	0.0213	<0.0001	0.0025	0.0017	0.0165	0.0002
FxMI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I	-	-	-	-	0.0255	0.0262	-	-	-	-
IxMI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
IxF	-	-	-	-	0.0127	-	-	-	-	-
IxFxMI	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Cuadro 2. Producción de forraje de una pastura de llantén en primavera y verano bajo diferentes estrategias de manejo (MDS, $p<0.05$).

Parámetros		Primavera		Verano	
		Total MS (t/ha)	Total Llantén (t/ha)	Total MS (t/ha)	Total Llantén (t/ha)
Manejo invernal	Pastoreo invernal	4.4	1.4	4.3	2.0
	Sin pastoreo invernal	6.4	1.8	7.5	4.8
	MDS(0.05)	0.9	--	1.9	1.8
Frecuencia	21 días	6.7	1.8	7.5	4.2
	42 días	4.0	1.3	4.3	2.6
	MDS(0.05)	0.7	--	0.8	0.8
Intensidad	2 cm	4.8	1.8	5.1	2.9
	7 cm	5.5	1.5	6.1	3.5
	12 cm	5.9	1.5	6.5	3.8
	MDS(0.05)	--	--	1.0	--

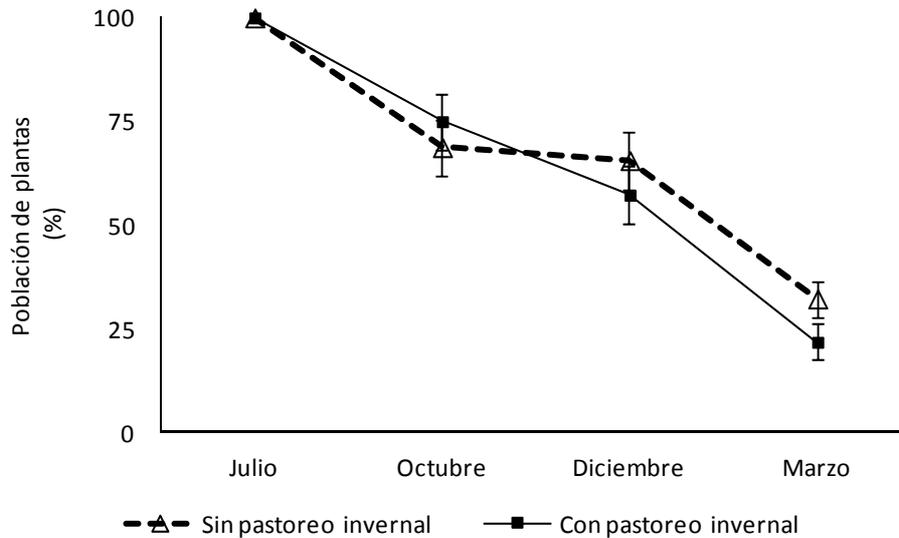


Figura 1. Cambios en la población de plantas desde julio a marzo (expresado como porcentaje de la población inicial bajo dos manejos invernales contrastantes, 100=96 plantas/m²). Las barras representan MDS (5%).

Población

Al comienzo del experimento la población era de 96±23 plantas/m², declinando a lo largo del período experimental ($p < 0.01$, Figura 1). En octubre y diciembre no se detectaron diferencias como consecuencia del descanso invernal, siendo la reducción en términos generales desde julio a diciembre de 38.5%. En marzo, se manifestaron diferencias significativas ($p < 0.05$) como consecuencia del pastoreo invernal previo con un 32.2% menos de plantas en los tratamientos pastoreados durante el invierno. Por otra parte, no se hallaron efectos significativos en la población de plantas como consecuencia de la intensidad, la frecuencia o su interacción.

Morfología

Tanto el número de tallos por planta así como los tallos por unidad de superficie no fueron afectados por los tratamientos impuestos, revelando una caída general en el número de tallos por unidad de superficie a través del tiempo ($p < 0.01$, Figura 2a, 2b). Un grado de variabilidad importante fue detectado, principalmente asociado con la presencia de plantas de diferente edad en una pastura de tres años. El diámetro de tallos se redujo a través del tiempo ($p < 0.05$), siendo afectado por la intensidad de defoliación en diciembre (2 cm vs el promedio de 7 y 12 cm, 0.69 cm vs 0.82 cm respectivamente). El peso de las coronas fue afectado por la intensidad de defoliación en octubre ($p < 0.01$), siendo 49, 66 y 39 g/m² para 2, 7 y 12 cm respectivamente.

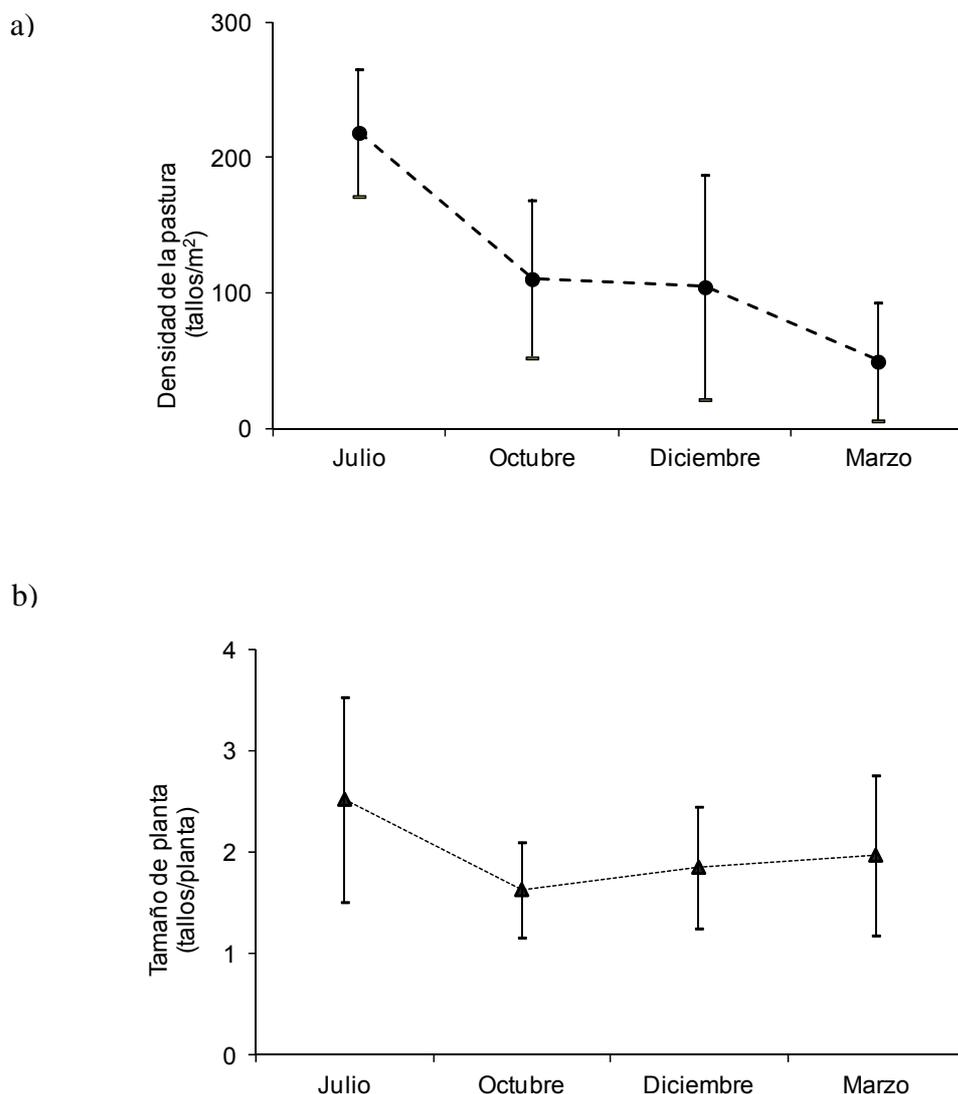


Figura 2. Evolución de a) densidad de la pastura (tallos/m²) y b) tamaño de planta (tallos/planta) en una pastura de tres años. Datos son medias de todos los tratamientos, las barras representan el desvío estándar.

Experimento 2

Producción de forraje

La producción anual fue en promedio de 9.1 t/ha de MS, con una contribución del llantén de 88%. Otros componentes fueron trébol rojo, gramíneas anuales y algunas malezas. La producción de otoño fue afectada por la frecuencia e intensidad ($p=0.0073$). El pastoreo aliviado y frecuente incrementó la producción en un 141% sobre el promedio de

las otras estrategias de defoliación (Figura 3). La producción de forraje medida al final del período invernal no fue afectada por los tratamientos, alcanzando en promedio 1.5 t/ha de MS para toda la estación. En primavera, la frecuencia fue la única variable que afectó la producción significativamente ($p=0.0013$), siendo 5.6 y 1.8 t/ha de MS para intervalos de 21 y 42 días respectivamente. En verano, la frecuencia de defoliación continuó afectando la producción de forraje ($p=0.001$) declinando cuando fue sometida a un pastoreo aliviado y

no frecuente. La producción anual fue afectada por la frecuencia de defoliación (Cuadro 3), con 5.3 y 10.6 t/ha de MS, siendo alcanzada bajo un manejo de defoliación no frecuente y frecuente respectivamente. La producción anual máxima de llantén fue de 10.9 t/ha de MS para el tratamiento de defoliación frecuente y severo. Se detectaron efectos positivos de la defoliación frecuente en la producción de primavera, contrastando con la producción bajo intervalos de 42 días donde las plantas mantenían una alta proporción de hojas viejas, las cuales sin duda son menos activas fotosintéticamente y por ende menos eficientes.

Población

La población de plantas al comienzo de la evaluación en marzo de 2009 fue de 152 ± 44 plantas/m². En mayo, la población declinó significativamente ($p < 0.01$) a 85 ± 32

plantas/m². En octubre no se detectaron diferencias en la población como consecuencia de los tratamientos de defoliación, alcanzando en promedio 107 ± 29 plantas/m². En marzo 2010, se encontraron diferencias significativas en la población como consecuencia de los tratamientos de frecuencia, intensidad y la combinación de ambos (Cuadro 4). La defoliación no frecuente y aliviada mantuvo una mayor proporción de plantas en comparación con el promedio de los otros tratamientos (159 vs 67 plantas/m²), lo cual no difirió entre ellos (Figura 4). Una mayor proporción de plantas nuevas fue observada en marzo 2010, como consecuencia de un mayor reclutamiento de nuevas plantas. Intervalos de defoliación de 42 días permitieron que las plantas completaran el proceso reproductivo, siendo mayor en los tratamientos que se manejaron con una biomasa residual mayor (10 cm).

Cuadro 3. Probabilidades de los efectos de la frecuencia (F) e intensidad (I) de defoliación y su interacción (F×I) en la producción de forraje de llantén.

Parámetros	Otoño - 09	Invierno - 09	Primavera - 09	Verano - 10	Total
F	0.0363	0.5458	0.0013	<0.001	0.001
I	0.0054	0.8938	0.2820	0.3050	0.3181
F×I	0.0073	0.5542	0.5018	0.4752	0.6196

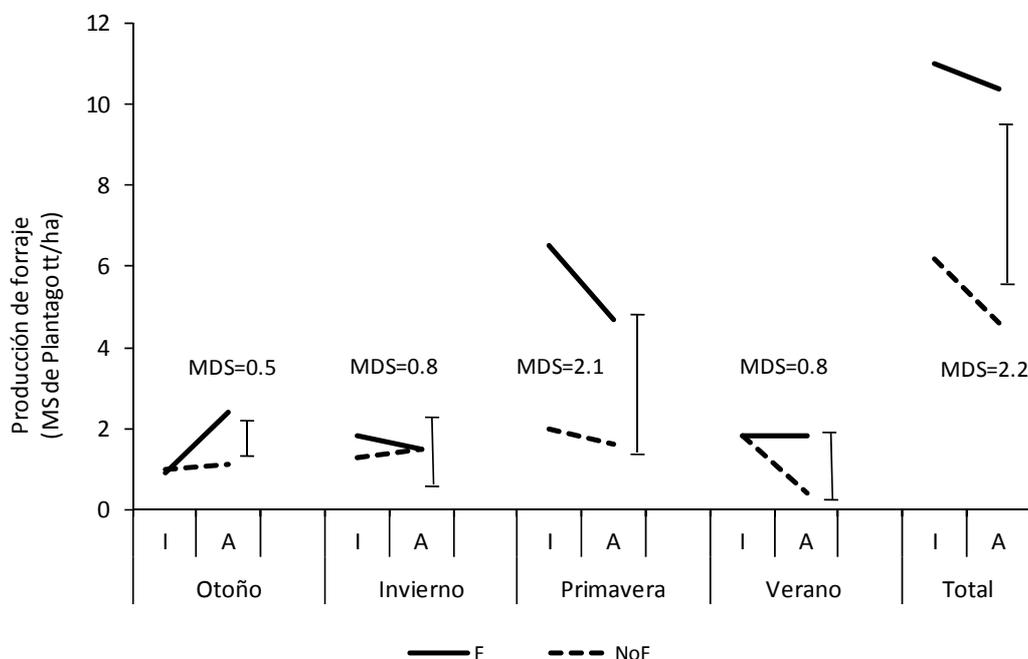


Figura 3. Producción de forraje estacional y anual de llantén bajo la combinación de dos intensidades de defoliación (intenso -I- o aliviado -A-) y dos frecuencias (frecuente -F- y no frecuente -NF-).

Cuadro 4. Probabilidades de los efectos de la frecuencia (F) e intensidad (I) de defoliación y su interacción (F×I) en la población de llantén.

Parámetros	Marzo - 09	Mayo - 09	Octubre - 09	Marzo - 10
F	0.1056	0.5152	0.7009	0.0122
I	0.9924	0.1791	0.8975	0.0013
F×I	0.5591	0.8946	0.6104	0.0105

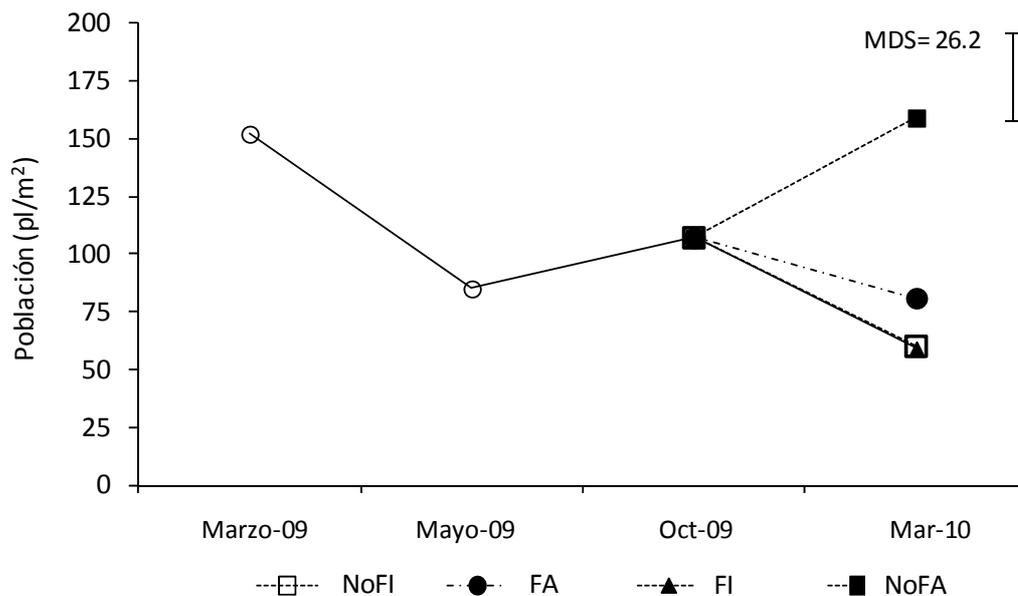


Figura 4. Cambios en la población de plantas de llantén bajo la combinación de dos intensidades de defoliación (intenso o aliviado) y dos frecuencias (frecuente y no frecuente).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los niveles de productividad alcanzados por *Plantago lanceolata* para suelos de Lomadas, lo sitúan como una especie alternativa para suelos de baja fertilidad en la región Este.

El pastoreo durante el período invernal mostró efectos en la productividad y persistencia de la especie, aspecto que resulta aún más crítico bajo condiciones de inviernos más extremos (Labreveux *et al.*, 2004). Este efecto fue manifiesto aún a los 6 meses después del período invernal (Experimento 1). Este aspecto ha sido reportado en cultivares con actividad invernal como Ceres Tonic (Labreveux *et al.*, 2004). La población de llantén declinó independientemente de los manejos a los que fue sometido, reducción que resultó más importante en el verano.

La intensidad de defoliación afectó el vigor de las plantas, en particular en aquellos

parámetros tales como diámetro de las coronas y peso de los tallos (Experimento 1). En base a esto, algunas características de la planta como el desarrollo de su sistema radicular y la capacidad de almacenaje de reservas, restringen la aptitud de rebrote y persistencia bajo pastoreos intensos, pudiendo sumarse a otras limitaciones como la eficiencia competitiva, la captura de nutrientes y agua entre otros.

Pastoreos aliviados combinados con defoliaciones no frecuentes durante el verano pueden contribuir a que el llantén pueda completar el proceso reproductivo, floreciendo y sembrando, incrementando así el banco de semillas y el reclutamiento posterior de nuevos individuos (Experimento 2).

La defoliación frecuente llevó a un incremento de la producción en primavera, así como del total anual (Experimento 2). Se observó en ambos experimentos que los tallos

reproductivos y hojas viejas son en general menos palatables para los animales, lo cual puede afectar el recambio de la masa foliar y consecuentemente reducir la producción de biomasa bajo regímenes de defoliación poco frecuentes.

Basado en los resultados descriptos se puede concluir que esquemas de defoliación flexibles de acuerdo al momento del año y al interés productivo, debieran ser aplicados con el objetivo de extender la vida útil de esta especie.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ayala, W.; Barrios, E.; Bermúdez, R.; Serrón, N. 2011. Effect of defoliation strategies on the productivity, population and morphology of plantain (*Plantago lanceolata* L.). *Pasture persistence symposium. Grassland Research and Practice Series* 15:69-72.
- Ayala, W.; Barrios, E.; Bermúdez, R.; Serrón, N. 2012. Understanding Plantain (*Plantago lanceolata* L.) responses to defoliation in Uruguay. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* Vol. 74 (in press).
- Barrios, E. 2006. Efecto de la carga animal en el comportamiento productivo de corderos pastoreando *Plantago lanceolata* (Stocking rate effect on the performance of fattening lambs grazing *Plantago lanceolata*). Trabajo de pasantía, Escuela Agraria "La Carolina", Flores, Uruguay, 73 p.
- Corkran, J. 2009. Lamb grazing preference and diet selection on plantain (*Plantago lanceolata*), chicory (*Chichorium intibus*) and red clover (*Trifolium pratense*). B.Appl.Sc.
- Honours Thesis, Massey University, Palmerston North, New Zealand.
- Golding, K.P.; Kenyon, P.R.; Morris, S.T.; Kemp, P.D. 2008. Comparison of ewe lamb growth on herb based and ryegrass based pasture. Multifunctional grasslands in a changing world. Vol II. XXI International Grasslands Congress - VIII International Rangeland Congress: 47 p.
- Kuiper, P.J.C.; Bos, M. 1992. *Plantago*: A multidisciplinary study. *Ecological Studies* 89:Springer-Verlag, Berlin. 368 p.
- Labreveux, M.; Hall, M.; Sanderson, M. 2004. Productivity of Chicory and Plantain cultivars under grazing. *Agronomy Journal* 96: 710-716.
- Li, G. 1997. Response of Chicory (*Chichorium intibus* L.) to defoliation. Doctoral Thesis. Massey University. New Zealand. 197 p.
- Moorhead, A.J.E.; Piggot, G.J. 2009. The performance of pasture mixes containing "Ceres Tonic" plantain (*Plantago lanceolata* L.) in Northland. *Proceedings of the New Zealand Grasslands Association* 71: 195-199.
- Rumball, W.; Keogh, R.G.; Lane, G.E.; Miller, J.E.; Claydon, R.B. 1997. "Grasslands Lancelot" plantain (*Plantago lanceolata* L.). *New Zealand Journal of Agricultural Research* 40: 373-377.
- Stewart, A.V. 1996. Plantain (*Plantago lanceolata*) a potential pasture species. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association* 58: 77-86.

UTILIZACIÓN DE *Trifolium vesiculosum* SAGIT (Glencoe EC1) EN LA RECRÍA DE TERNEROS

E. Barrios^{1/}; W. Ayala^{1/}; G. Cardozo^{1/}

INTRODUCCIÓN

Trifolium vesiculosum (trébol vesiculoso, TV) es una leguminosa anual invernal, nativa de Europa (Duke, 1981), de alta persistencia, con bajo riesgo de meteorismo. Es una planta de porte erecto, que presenta un sistema radicular profundo con hojas en forma de flecha y una marca blanca en forma de "V" en sus folíolos (Ovalle *et al.*, 2010).

Su productividad es variable en función de los ambientes donde ha sido evaluada, aunque varios reportes muestran producciones anuales que se sitúan en un rango entre 7.8 y 9.8 t/ha de MS para las condiciones de Chile, Australia o Nueva Zelanda (Hahn, 2007; Thompson, 2005; Evans y Mills, 2008). En el sur de Brasil, donde también se ha difundido ampliamente, Gomes y Reis (1999) reportaron producciones de 2.8, 4.6 y 1.9 t/ha de MS en tres años sucesivos. A su vez, la estacionalidad en la entrega de forraje es variable con rangos entre 0 y 23% para otoño, 36 a 42% para invierno y 37 a 64% del total producido, para primavera.

Es una especie muy palatable para los animales, de buen valor nutritivo (Tekeli *et al.*, 2005). La digestibilidad decrece a medida que avanza la madurez de la pastura hacia finales de la primavera, asociada al incremento en el contenido de fibra, reportándose en floración niveles de proteína cruda de 22.3%, 22% de fibra detergente ácida y 2.4 Mcal/kgMS de energía metabolizable (Hahn, 2007).

Puede sembrarse en siembra directa, desde fines de verano o hasta entrado el otoño en siembra convencional. Se trata de una semilla pequeña que requiere de una buena preparación del suelo para favorecer la emergencia de las plántulas; recomendándose densidades en torno a 8-10 kg/ha, a no más de 1 cm de profundidad, inoculada con su rizobio específico (Ovalle, 2006). El manejo del pastoreo requiere tener en cuenta la producción de semillas de manera tal de asegurar una buena semillazón que permita la regeneración en años

subsiguientes, potenciando la formación y mantenimiento de bancos de semilla en el suelo. El inicio del pastoreo, en el año de establecimiento deberá ser cuando las plantas estén lo suficientemente arraigadas y no corran riesgos de ser arracadas por los animales, lo que ocurre aproximadamente 6 semanas luego de la emergencia (Thompson, 2005).

El Programa Nacional de Pasturas y Forrajes de INIA ha evaluado y seleccionado esta especie en la región de Basalto, promoviendo su uso para mejoramientos de campo (M. Bemhaja, *com. pers.*) liberando recientemente el cultivar Sagit (Glencoe EC 1), aunque en base a su versatilidad podría llegar a considerarse una opción en sistemas de producción más intensivos. Este cultivar se caracteriza por tener un hábito de crecimiento intermedio, floreciendo 10 días antes que el cultivar Yucchi y 12 días más tarde que el cultivar Zulú. En cuanto a su morfología se lo describe como de hojas de tipo oval en estado vegetativo pasando a elípticas, en estado reproductivo (Astor, 2009).

El presente trabajo tiene como objetivo reportar la adaptación y performance de *Trifolium vesiculosum* cv. Sagit (Glencoe EC 1) en dos ambientes de la región Este de Uruguay, como son los suelos sobre lomadas y los inundables de la planicie arroceras, bajo diferentes intensidades de pastoreo vacuno con categorías de recría, pudiendo aproximarse así a la determinación de su potencial productivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

A continuación se reporta la metodología seguida en los dos experimentos realizados:

Experimento 1:

El ensayo se llevó a cabo sobre un Argisol Dístico-óxico/Melánico abrupto, comprendido dentro de la Unidad Vergara del mapa a escala 1:1.000.000 (D.S.F., 1976), de fertilidad moderada y drenaje imperfecto (lomadas), en la Unidad Experimental Villa Sara de INIA Treinta y Tres (33° 14' S, 54° 29' W), sobre un mejoramiento de segundo

^{1/} Programa Nacional Pasturas y Forrajes, INIA Treinta y Tres

año de trébol vesiculoso Sagit (Glencoe EC 1), resembrado en forma natural que había sido semillero en el primer año. En julio de 2009 se estableció un sistema de pastoreo rotativo de cuatro parcelas con 7 días de ocupación y 21 de descanso realizando 3 ciclos de pastoreo (C1, C2 y C3), durante 84 días (3/7/09 – 25/9/09). Fueron utilizados 12 terneros Hereford*Aberdeen Angus, nacidos en la primavera de 2008, divididos en 3 tratamientos (T1: 6.0 an/ha; T2: 7.5 an/ha; T3: 9.0 an/ha), que pesaban 151.8 ± 3.9 kg/an, al inicio del período experimental. Se asignaron al azar 4 animales por tratamiento, en un diseño en parcelas al azar con 4 repeticiones de la pastura en el tiempo, ajustándose el área de pastoreo de cada tratamiento en función de la carga animal correspondiente.

Experimento 2:

El ensayo se llevó a cabo sobre un Planosol Subéutrico-ócrico/Melánico limoso y franco, de fertilidad media-baja, imperfectamente drenado, perteneciente a la Unidad La Charqueada en la carta a escala 1:1.000.000 (D.S.F., 1976), en la Unidad Experimental Paso de la Laguna de INIA Treinta y Tres (33° 16'S, 54° 10'W), sobre un mejoramiento de segundo año de trébol vesiculoso Sagit (Glencoe EC 1), resembrado en forma natural y que había sido utilizado como semillero en el primer año. El 21 de Junio 2011 se estableció un sistema de pastoreo rotativo de tres parcelas con 14 días de ocupación y 28 de descanso realizando 2 ciclos de pastoreo (C1 y C2), durante 84 días (21/6/11 – 13/9/11). Fueron utilizados 18 terneros Hereford*Aberdeen Angus, nacidos en la primavera de 2010, divididos en 3 tratamientos (T1: 6.0 an/ha; T2: 7.5 an/ha; T3: 9.0 an/ha), que pesaban 124.1 ± 0.7 kg/an, al inicio del período experimental. Se asignaron al azar 3 animales por tratamiento en un diseño en bloques al azar con dos repeticiones en la pastura, ajustándose el área de pastoreo en función de cada tratamiento de carga animal.

MANEJO EXPERIMENTAL Y DETERMINACIONES

En ambos experimentos, los animales tuvieron acceso *ad libitum*, a fardos de pradera, durante todo el período. En la pastura se determinó forraje disponible al momento de la entrada de los animales a cada parcela y remanente a la salida; altura de forraje disponible y remanente; composición botánica del disponible y del

remanente; y valor nutritivo -Digestibilidad de la materia orgánica (DMO), proteína cruda (PC) y fibra detergente ácida (FDN)- de la pastura al inicio de cada ciclo de pastoreo. Los animales se pesaron, sin ayuno previo, al inicio del período experimental y luego cada 28 días en el experimento 1, y cada 42 días en el experimento 2, coincidiendo con el cierre de cada ciclo de pastoreo.

Manejo sanitario

Los animales recibieron un manejo sanitario acorde a categorías de recría, que incluyó dosificaciones para prevenir enfermedades clostridiales, querato conjuntivitis, parásitos internos y externos.

Análisis estadístico

Para la pastura se realizaron los análisis de varianza correspondientes en función del diseño experimental en cada ensayo, analizando las diferencias entre tratamientos por el método de mínima diferencia significativa (MDS, 5%).

Para los animales, en base a los registros obtenidos se calcularon las ganancias medias diarias (GMD). Mediante el procedimiento PROC-REG de SAS se realizaron las correspondientes regresiones de peso vivo (PV) por animal ($y=a+bx$; $b=GMD$), y posteriormente un análisis de varianza y separación de medias (MDS, 5%).

RESULTADOS

Experimento 1

a) Producción de forraje

La disponibilidad al inicio del ensayo (3 de julio) fue en promedio de 4070 kg/ha MS, con 16% de materia seca, una altura de 22 cm y una contribución de TV de 56%, 38% de gramíneas y 6% de malezas.

En el cuadro 1 se presenta la información sobre el forraje disponible y remanente promedio en cada ciclo y la proporción de trébol vesiculoso para cada una de las cargas consideradas. En el primer y segundo ciclo no se registraron diferencias en el forraje disponible, detectándose un aumento hacia el ciclo 2 en la contribución del trébol vesiculoso. Las diferencias en disponibilidad entre tratamientos se manifestaron en el tercer ciclo de pastoreo ($p=0.0001$, Cuadro 1); en el forraje disponible, disminuyendo un 52% para el T3 respecto al promedio de T1 y T2.

Lo mismo ocurrió para el remanente post-pastoreo, no encontrándose diferencias en los remanentes post pastoreo durante los ciclos 1 y 2 (Cuadro 1). Durante el tercer ciclo los remanentes finales presentaron diferencias significativas ($p=0.0004$), siendo el remanente de T3 un 65% en comparación con el promedio de T1 y T2.

b) Calidad del forraje

Para el promedio de los ciclos C1, C2 y C3 los parámetros de calidad fueron: DMO (75.7, 79.9 y 60.6%), PC (22.0, 23.2 y 14.5%) y FDN (31.5, 30.1 y 49.2%), respectivamente y sin discriminar entre tratamientos.

c) Performance individual

En el primer ciclo de pastoreo no se registraron diferencias entre tratamientos en las GMD ($p=0.58$). Si bien las asignaciones de forraje (AF) fueron altas en función del total disponible, el efecto del acostumbramiento a la nueva dieta y a las condiciones experimentales pudo estar condicionando los niveles de ganancia logrados. Durante el segundo ciclo, se registraron diferencias significativas entre tratamientos ($p=0.05$), diferenciándose el tratamiento T1 del T3 (Cuadro 2). En este ciclo, las AF se

diferenciaron en función de los tratamientos de carga establecidos. En el tercer ciclo se registraron diferencias significativas en la GMD ($p=0.0003$), teniendo los animales correspondientes a T3 una performance significativamente inferior a los de T1 y T2. Considerando todo el período de evaluación (84 días), los resultados muestran que los terneros de los tratamientos T1 y T2 no presentaron diferencias significativas entre sí en cuanto a valores de GMD (812 y 708 g/an/día, respectivamente), superando ambos significativamente ($p=0.0082$) a T3 (352 g/an/día, Cuadro 2).

d) Productividad

La producción de peso vivo (PV) en el período fue de 409, 446 y 266 kg/ha PV para T1, T2 y T3, respectivamente. Si bien no es posible realizar conclusiones debido a las limitaciones del diseño experimental, se registra una tendencia a favor del tratamiento de 7.5 an/ha. En general, y en base al manejo realizado previamente, donde se permitió la resiembra natural de la pastura con la consecuente acumulación de forraje desde otoño, es posible afirmar que los niveles de producción alcanzados son destacables en cualquiera de las cargas evaluadas.

Cuadro 1. Evolución del forraje total disponible y remanente y contribución de TV para el promedio de cada ciclo de pastoreo y cargas evaluadas.

Ciclo	Carga (an/ha)	Forraje disponible		Forraje remanente	
		Total (MS kg/ha)	TV (%)	Total (MS kg/ha)	TV (%)
1	6.0	4675	64	4463	82
	7.5	4625	77	4197	92
	9.0	4271	64	3589	80
	Probabilidad (p)	0.58	--	0.23	--
2	6.0	4722	90	3274	86
	7.5	4931	93	3393	92
	9.0	4053	91	2441	88
	Probabilidad (p)	0.48	--	0.16	--
3	6.0	2966 a	96	2101 a	98
	7.5	3823 a	95	1889 a	95
	9.0	1637 b	93	692 b	92
	Probabilidad (p)	0.0001	--	0.0004	--

Letras diferentes en cada columna muestran diferencias significativas (MDS, 5%)

Cuadro 2. Ganancias medias diarias (GMD expresada en kg/an/día) y asignaciones de forraje ofrecidas (AF expresada en kg MS/100 kg PV) en cada ciclo de pastoreo (C1, C2 y C3) y total del período de terneros pastoreando *Trifolium vesiculosum*.

Tratamientos (an/ha)	Ciclo 1 (3/7-31/7)		Ciclo 2 (1/8-28/8)		Ciclo 3 (29/8-25/9)		Total (3/7-25/9)	
	GMD	AF	GMD	AF	GMD	AF	GMD	AF
T1 (6.0)	0.304	17.7	1.020 a	16.0	1.045 a	8.7	0.812 a	14.1
T2 (7.5)	0.102	14.4	0.843 ab	14.2	1.134 a	9.4	0.708 a	12.7
T3 (9.0)	0.116	11.1	0.641 b	9.8	0.188 b	3.7	0.352 b	8.2
Probabilidad (p)	0.58	--	0.05	--	0.0003	--	0.0082	--

Letras diferentes en la columna representan diferencias significativas entre tratamientos (MDS, 5%)

Experimento 2

a) Producción de forraje

La disponibilidad de forraje al inicio del experimento (21 de junio) fue de 3850 kg/ha MS, con 11% de MS, y una altura de la pastura de 28 cm. La contribución de los diferentes componentes fue de 83% de TV, 14% de gramíneas anuales y 3% de malezas.

No se registraron diferencias significativas en la disponibilidad de forraje entre tratamientos en los dos ciclos de pastoreo evaluados (C1 y C2). La disponibilidad promedio para C1 fue de 4064 kg/ha MS, con 76% de TV, 14% de MS y 27 cm de altura. Para C2, el disponible promedio fue de 3456 kg/ha MS, con 62% de TV, 14% de MS y 18 cm de altura. Se registraron diferencias significativas ($p < 0.05$) en la fracción TV durante C2, siendo 35% menos en T3 en comparación con el promedio de los tratamientos T1 y T2 (Cuadro 3).

En cuanto al forraje remanente post-pastoreo, no se observaron diferencias entre los tratamientos para ninguno de los ciclos de

pastoreo, a pesar de que se registró un descenso del mismo a medida que avanzó el experimento, siendo en promedio 3110 y 1103 kg/ha MS, para C1 y C2 respectivamente (Cuadro 3).

b) Calidad del forraje

En el cuadro 4 se presentan algunos resultados de los parámetros de calidad (DMO, PC y FDN) determinados en diferentes momentos a lo largo del experimento. En general, se observan altos niveles de digestibilidad y contenido de proteína cruda. Al comienzo del experimento se analizaron estos parámetros tanto a nivel de hoja como de tallo, manifestando niveles de PC de 31 y 16% en hoja y tallo respectivamente y niveles de DMO en un rango entre 80-84% en ambas fracciones. Si bien trébol vesiculoso es una especie que presenta cambios importantes en la proporción de hoja y tallo a medida que evoluciona su ciclo, igualmente se mantienen valores destacados en los parámetros de referencia.

Cuadro 3. Evolución del forraje total disponible y remanente y contribución de TV para el promedio de cada ciclo de pastoreo y cargas evaluadas.

Ciclo	Carga (an/ha)	Forraje disponible		Forraje remanente	
		Total (MS kg/ha)	TV (%)	Total (MS kg/ha)	TV (%)
1	6.0	4288	70	3293	65
	7.5	4154	80	3210	60
	9.0	3751	77	2828	49
	Probabilidad (p)	0.28	--	0.25	--
2	6.0	4001 a	64	1511	44
	7.5	3572 a	64	997	27
	9.0	2793 b	57	801	29
	Probabilidad (p)	<0.0001	--	0.16	--

Letras diferentes en la columna representan diferencias significativas entre tratamientos (MDS, 5%)

Cuadro 4. Resultados de los análisis de calidad de forraje expresados en porcentaje (digestibilidad *in vitro* -DMO, proteína cruda -PC- y fibra detergente neutra -FDN-, promedio de 2 repeticiones) a lo largo del experimento para los diferentes tratamientos de carga considerados. Fuente: Laboratorio de Nutrición, INIA La Estanzuela).

Fechas	Tratamientos	DMO (%)	PC (%)	FDN (%)
Comienzo Ciclo 1 (21/6)	Muestreo general	79	21	36
	6.0	72	19	42
Comienzo ciclo 2 (2/8)	7.5	69	21	45
	9.0	64	20	43
	6.0	72	15	41
Fin Ciclo 2 (13/9)	7.5	71	16	42
	9.0	67	17	39

Cuadro 5. Ganancias medias diarias (GMD expresada en kg/an/día) y asignaciones de forraje ofrecidas (AF expresada en kg MS/100 kg PV) en cada ciclo de pastoreo (C1 y C2) y total del período de terneros pastoreando *Trifolium vesiculosum*.

Tratamientos (an/ha)	Ciclo 1 (21/6-3/8)		Ciclo 2 (4/8-13/9)		Total (21/6-13/9)	
	GMD	AF	GMD	AF	GMD	AF
T1 (6.0)	0.893	11.9	1.231 a	8.5	1.058 a	10.2
T2 (7.5)	0.977	9.1	0.933 a	6.1	0.955 a	7.6
T3 (9.0)	0.696	7.1	0.498 b	4.5	0.599 b	5.8
Probabilidad (p)	0.1007	--	0.0016	--	0.0046	--

Letras diferentes en la columna representan diferencias significativas entre tratamientos (MDS, 5%)

c) Performance individual

Durante el ciclo 1 no se registraron diferencias en la GMD de los terneros (Cuadro 5), alcanzando en promedio de todos los tratamientos ganancias de 0.855 kg/an/día. Sin embargo, en el segundo ciclo se registran diferencias significativas entre tratamientos, siendo T1 y T2 superiores a T3. Para el total del período evaluado no se detectaron diferencias en las GMD de los terneros de los tratamientos T1 y T2, siendo ambos tratamientos superiores significativamente al T3.

d) Productividad

La producción de peso vivo total del período no difirió significativamente entre los tratamientos ($p=0.6892$), siendo 536, 602 y 452 kg/ha de PV para T1, T2 y T3 respectivamente.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La disponibilidad en el mercado de leguminosas anuales de alta producción es escasa, y comparativamente algunas de las opciones disponibles como el caso de *Trifolium alexandrinum* no se adaptan a las condiciones de baja fertilidad y mal drenaje predominantes en la región Este. De acuerdo a los resultados obtenidos, *Trifolium vesiculosum* muestra una mejor adaptación a estas situaciones.

En ambas situaciones (Experimentos 1 y 2), aún con las diferencias de tipo de suelo existentes, es posible destacar la capacidad de resiembra de trébol vesiculoso,

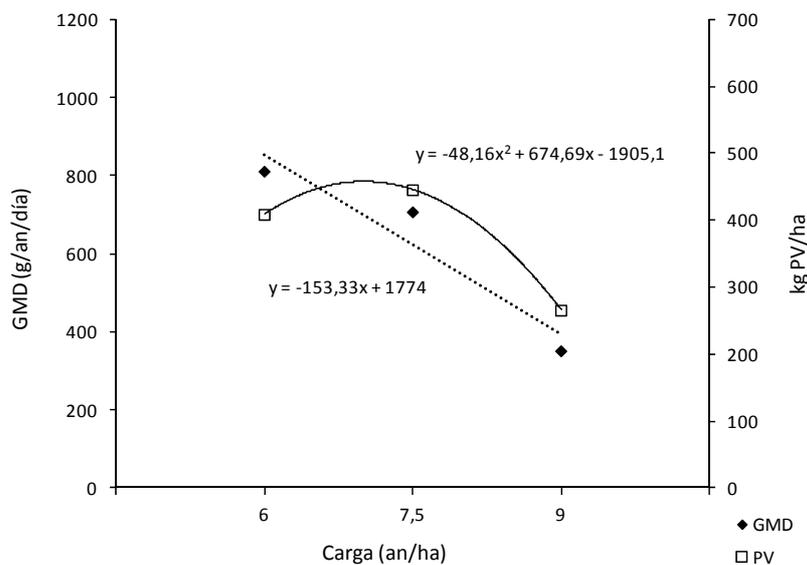
permitiendo consolidar una pastura de alta productividad en el segundo año. Un inconveniente observado en otros trabajos es la dificultad que presenta la especie en su establecimiento, que en gran parte puede atribuirse a problemas rizobiológicos, y que parece ser resuelto al segundo año de la pastura.

La capacidad de acumular forraje en un período de 3-4 meses desde el otoño hacia el invierno fue elevada (3.8-4.0 t/ha MS), permitiendo manejar dotaciones relativamente altas en períodos de escasez de forraje.

Del punto de vista de su valor nutritivo, los resultados muestran niveles de digestibilidad y proteína cruda elevados. Si bien se trata de una especie que a medida que avanza en su ciclo productivo, el tallo comienza a tomar primacía en la estructura de la planta, acumulando fibra y perdiendo consecuentemente calidad, lo que en general está determinado por relaciones hoja (H)-tallo (T) menores a 1; se observó que el efecto de la carga fue un factor determinante en esta relación. Las cargas más altas llevaron a una mayor utilización de la pastura por parte de los animales, y por ende un mayor consumo de forraje y una menor selectividad, discriminando menos entre la fracción tallo u hoja, logrando relaciones H/T de 0.84 al inicio del ensayo y de 1.01 al final de los ciclos para las cargas más altas.

En base a las observaciones de campo realizadas, y si bien se trabajó con una categoría de recría, no se detectaron problemas de meteorismo.

a).



b)

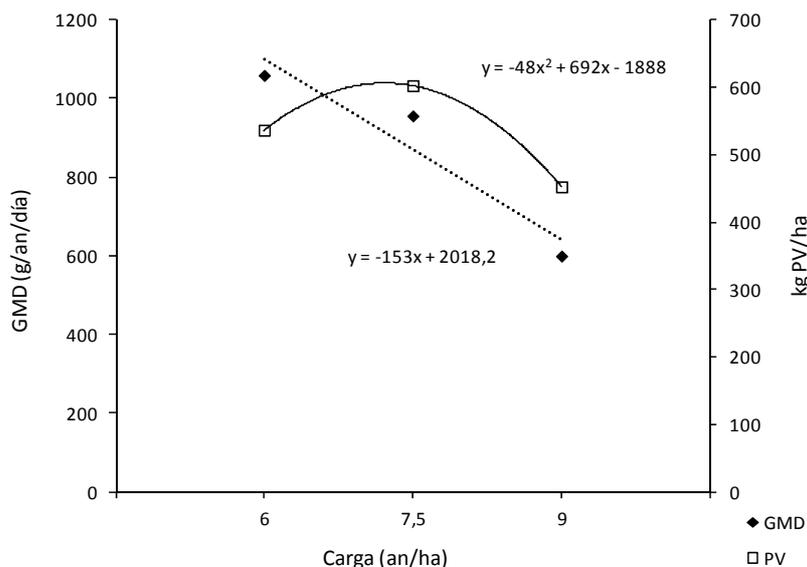


Figura 1. Relaciones entre ganancia de peso vivo (GMD –g/an/día-) y producción por hectárea (kg/ha PV) para a) Experimento 1 y b) Experimento 2.

En la figura 1 (a y b) se presentan las funciones ajustadas para ganancia diaria y productividad para ambos experimentos. Existe una clara consistencia en los resultados generados en ambas situaciones en cuanto a los niveles de respuesta obtenidos. A pesar de haber utilizado animales con diferente peso inicial (151.8 y 124.1 kg para experimento 1 y 2 respectivamente), los rangos de ganancia diaria y producción por hectárea son coincidentes mostrando que la carga de 7.5 an/ha fue la de mayor productividad. Las

diferencias de PV al inicio de los ensayos pudieron estar determinando que para el Experimento 2, con animales más livianos, se lograran mayores GMD que en el Experimento 1.

En otras condiciones tal lo reportado por Lesama y Moojen (1999) en Santiago, RS-Brasil, utilizando una mezcla de *Avena strigosa*, *Lolium multiflorum* y *Trifolium vesiculosum* cv. Yuchi, con terneros de destete en pastoreo continuo, y dotación variable para mantener una AF de 10 kg

MS/100 kg PV/día, tuvieron ganancias promedio de 928 g/an/día, en cuatro períodos (P1: 06/8-04/09, P2: 05/09-8/10 y P3: 9/10-5/11). Lo que permitió alcanzar producciones de PV/ha de 231, 196 y 89, para P1, P2 y P3 respectivamente, totalizando 516 kg/ha para todo el período. De acuerdo a los trabajos realizados en la región Este y manejándolo como especie pura, es posible confirmar su valor forrajero frente a alternativas de usarlo en mezcla con otras especies.

En suma y en base a todo lo expuesto, *Trifolium vesiculosum* Sagit (EC 1) puede constituirse en una opción de leguminosa anual para mejorar los procesos de recría en la región, por su plasticidad, adaptación y potencial forrajero demostrado en condiciones ambientales contrastantes como son los suelos de lomadas y zona baja del Este del país.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astor, D. 2009. Informe interno. INIA Tacuarembó. 6p.
- Castro, M. 2010. Leguminosas anuales: cultivares evaluados en Uruguay durante 2009. Resultados experimentales de la evaluación de cultivares de especies forrajeras – Anuales, bianuales y perennes – Período 2009. INIA-INASE. La Estanzuela, Enero de 2010. pp. 64.
- Coelho, R.W.; Rodrigues, R.C.; Leite Reis, J.C. 2002. Rendimiento de Forragem e Composicao Bromatologica de Quatro Leguminosas de Estacao Fria. Comunicado Técnico 78. Ministerio de Agricultura, Pecuaria e Abastecimento, Pelotas, RS. 3p.
- Duke, J.A. 1981. Handbook of legumes of world economic importance. Plenum Press, New York, U.S.A. pp. 181-267.
- D.S.F. 1976. Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay a escala 1/1.000.000.MAP.DSF. Montevideo.
- Evans, P.M.; Mills, A. 2008. Arrowleaf clover: potential for dryland systems in New Zealand. Proceedings of the New Zealand Grassland Association 70: 239-243.
- Gomes, J.F.; Leite Reis, J.C. 1999. Producao de Forrageiras Anuais de Estacao Fria no Litoral Sul do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Zootecnia 28, N°4. pp. 668-674.
- Hahn, C. 2007. Desarrollo de mezclas forrajeras para el mejoramiento de la productividad y persistencia de las praderas en área de precordillera andina de la zona Centro Sur de Chile. Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad Adventista de Chile. 51p.
- Lesama, M.F.; Moojen, E.L. 1999. Producao animal en gramíneas de estacao fría com fertilizacao nitrogenada ou associadas com leguminosa, com ou sem fertilizacao nitrogenada. Ciencia Rural,V. 29 (1): 123-128.
- Ovalle, C.; Chavarría, J.; Del Pozo, A.; Fernández, F.; Arbazua, A. 2006. Boletín Informativo 106: Trébol vesiculoso (*Trifolium vesiculosum*) Nueva alternativa de pradera de leguminosa anual para suelos trumaos de precordillera andina. Gobierno de Chile, Ministerio de Agricultura - Instituto de Investigaciones Agropecuarias: Centro Regional de Investigación Quilamapu. ISSN 0716-6265.
- Ovalle, C.; Del Pozo, A.; Fernández, F.; Chavarría, J.; Arredondo, S. 2010. Arrowleaf Clover (*Trifolium vesiculosum* Savi): A new species of Annual Legumes for High Rainfall Areas of the Mediterranean Climate Zone of Chile. Chilean Journal of Agricultural Research 70(1): 170-177.
- Riffkin, P.A.; Evans, P.; Wright, A. 2001. Extending pasture quality later into the season. Proceedings of the Australian Agronomy Conference. Australian Society of Agronomy. Available at <http://www.regional.org.au/au/asa/2001/p/9/riffkin.htm>
- S.A.S. 2011. Copyright (c) 2002-2008 by SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. NOTA: SAS (r) Proprietary Software 9.2 (TS1M0. Licensed to Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Site 0070096472.
- Thompson, R.B. 2005 Arrowleaf clover. Prime Facts: Profitable & Sustainable Primary Industries – 102. NSW Department of Primary Industries. 6p. www.dpi.nsw.gov.au

CULTIVOS DE COBERTURA EN ESQUEMAS AGRÍCOLAS

G. Cardozo^{1/}, W. Ayala^{1/}, E. Barrios^{1/}, N. Serrón^{1/}, J. Terra^{2/}, G. Cantou^{2/}

ANTECEDENTES

En los últimos años la agricultura de secano se ha enfrentado a una expansión del área hacia zonas no tradicionales y a un aumento en la intensidad de cultivos por unidad de superficie. El cultivo de soja ha tenido un rol protagónico en este proceso con un crecimiento explosivo desde la zafra 2002/2003. Si bien parte del área agrícola se realiza bajo la modalidad de doble cultivo (trigo/soja), este modelo presenta algunas limitantes determinando que una parte importante del área agrícola no tenga cobertura durante el invierno. A su vez este esquema de producción levanta interrogantes sobre la sustentabilidad de los recursos naturales involucrados.

En este contexto la inclusión de cultivos de cobertura en secuencias agrícolas representa una opción en el diseño de los sistemas de producción. A diferencia de los abonos verdes, los cultivos cobertura no son incorporados al suelo ni son cosechados (Ruffo y Parsons, 2003). La inclusión de los mismos pretende reducir los tiempos en que el suelo permanece sin cobertura de forma de prevenir/reducir la erosión del suelo, actuando en la captura de nutrientes móviles o incorporando nitrógeno al sistema vía fijación biológica (Ernst, 2004). Otro de los grandes objetivos de los cultivos de coberturas es mantener o incrementar el contenido de materia orgánica del suelo, clave en los sistemas de bajo retorno de residuos con alta frecuencia del cultivo de soja (Clérico *et al.*, 2004), que permite mejorar la estructura del suelo y la infiltración de agua (Kindernecht *et al.*, 2004). De igual manera las coberturas invernales pueden reducir la oportunidad de establecimiento de malezas, reducir la temperatura del suelo y la evapotranspiración.

En este artículo se presenta información referida al desarrollo de los diferentes materiales evaluados como cultivos de cobertura, la información sobre características de suelo y el impacto de los cultivos de coberturas serán presentados en siguientes trabajos junto con los efectos en la producción agrícola del sistema.

^{1/} Programa Nacional Pasturas y Forrajes, INIA Treinta y Tres

^{2/} Programa Nacional Producción y Sustentabilidad Ambiental, INIA

OBJETIVO DEL EXPERIMENTO

El presente experimento se enmarca dentro de un proyecto elaborado en el marco del Plan Estratégico de Investigación 2011-2015 de INIA, y tiene como objetivos identificar opciones de cultivos de cobertura adaptadas a los suelos de la región Este, ajustar algunas variables críticas de su manejo agronómico y cuantificar su impacto en propiedades químico-físicas del suelo y la productividad posterior del sistema agrícola.

METODOLOGÍA

Se evalúan diferentes opciones de cobertura (especies) en dos momentos y métodos de siembra, al voleo antes de la cosecha y en siembra en línea luego de cosecha. Las especies a evaluar son: *Trifolium vesiculosum*, *Trifolium alexandrinum*, *Trifolium subterraneum*, *Trifolium resupinatum*, *Vicia sativa*, *Raphanus sativus*, *Lolium multiflorum*, *Avena strigosa* y *Lupinus luteus*. El diseño experimental utilizado es de bloques al azar (RCB) y arreglo de parcelas divididas, con cuatro repeticiones. Para el análisis estadístico de los datos se utilizó el paquete estadístico SAS.

El potrero tiene una historia de mejoramiento sobre campo natural, sobre el que se estableció un cultivo de soja en la primavera de 2011, utilizando una variedad del grupo 5.9. Previo a la siembra se hizo un análisis de suelo que presentó 8 ppm de fósforo (Met. Ácido cítrico), 1.9 meq Mg/100 g, 10 ppm NNO₃ y 0.30 meq K/100 g. Previo a la siembra el área se fertilizó con 100 kg/ha de Hyperfos (0-14/29-0).

La siembra al voleo se realizó el 19/4/2012, para todos los materiales con excepción de *Vicia sativa* y *Raphanus sativus* CCS-779 que se sembraron el 26/4/2012 y el 30/4/2012 respectivamente. La siembra en líneas se realizó con una sembradora de tipo experimental el 9/5/2012. En base a la disponibilidad de semilla de *Lupinus luteus* sólo se lo pudo incluir en la siembra en líneas. Asimismo, en ambas situaciones se incluye un testigo sin incorporación de ninguna especie.

Cuadro 1. Lista de especies y cultivares y procedencia y densidad de siembra utilizada.

Especie	Cultivar	Origen	Densidad de siembra (kg/ha)
<i>Trifolium vesiculosum</i>	Sagit (Glencoe EC1)	INIA	10
<i>Trifolium alexandrinum</i>	INIA Calipso	INIA	18
<i>Trifolium subterraneum</i>	Goulburn	Wrightston Pas	10
<i>Trifolium resupinatum</i>	LE 90-33	INIA	8
<i>Vicia sativa</i>	Barril	Fertiprado	45
<i>Raphanus sativus</i>	Brutus	Agritec – Euro Grass	14
<i>Raphanus sativus</i>	Reset	Agritec – Euro Grass	14
<i>Raphanus sativus</i>	CCS-779	USA	14
<i>Lolium multiflorum</i>	INIA Cetus	INIA	15
<i>Avena strigosa</i>	Calprose Azabache	Calprose	100
<i>Lupinus luteus</i>	Cardiga	Fertiprado	100

Determinaciones

a) Disponibilidad de forraje y cobertura vegetal:

Se determinó cada 30 días la acumulación de biomasa y la proporción de materia seca. Asimismo se realizó estimaciones a través de punto cuadrado para determinar la cobertura vegetal en diferentes momentos.

b) Composición Botánica: Se separó otras especies vegetales que aparecían en las muestras, así como las fracciones hoja, tallo y bulbo al final del ciclo.

c) Contenido de N en planta y otros nutrientes de interés: Las muestras de forraje disponible se analizaron para obtener datos de contenido de nitrógeno en planta y otros nutrientes.

d) Agua en el suelo: Se midió en situaciones contrastantes, el contenido de agua en el suelo a fin del cultivo cobertura.

e) Análisis de suelo: Se realizó análisis de suelo (C, N, propiedades físicas, etc.) para determinar las condiciones iniciales del suelo

y el impacto de cada cultivo de cobertura.

Algunas de estas determinaciones están proceso ya que en esta oportunidad se reporta la información sobre el período de cultivo de cobertura, y el experimento pasa ahora a su fase de cultivo agrícola.

RESULTADOS PRELIMINARES

a) Cobertura de suelo

La cobertura de suelo permite observar el nivel de establecimiento y la precocidad de los materiales.

En el cuadro 2 se presenta la información de cobertura medida en dos momentos (mayo y junio) de los materiales más precoces a fines de junio y de la totalidad a fines de julio. Los resultados del análisis de varianza fueron para el método de siembra ($p_1=0.0224$, $p_2=0.1283$) especie ($p_1<0.0001$, $p_2<0.0001$) e interacción método x especie ($p_1=0.0007$, $p_2=0.0119$) en el primer (p_1) y segundo muestreo (p_2) respectivamente.

Cuadro 2. Porcentaje de cobertura para los diferentes materiales y métodos de siembra en dos momentos luego de la siembra.

Materiales	1er. Muestreo		2do. Muestreo	
	Voleo (15/5/2012)	Líneas (28/5/2012)	Voleo (26/6/2012)	Líneas (26/6/2012)
<i>Trifolium vesiculosum</i> Sagit (Glencoe EC1)	6 fgh	15 de	11 kl	21 ghijk
<i>Trifolium alexandrinum</i> INIA Calipso	12 ef	26 a	28 ghi	32 gh
<i>Trifolium subterraneum</i> Goulburn	4 gh	18 cd	20 ijkl	33 fg
<i>Trifolium resupinatum</i> LE 90-33	7 fg	15 de	16 jkl	24 ghij
<i>Vicia sativa</i> Barril	2 gh	12 ef	21 hijk	27 ghij
<i>Raphanus sativus</i> Brutus	14 de	24 abc	58 cd	52 de
<i>Raphanus sativus</i> Reset	16 de	19 bcd	44 ef	48 de
<i>Raphanus sativus</i> CCS-779	4 gh	19 bcd	44 e	53 de
<i>Lolium multiflorum</i> INIA Cetus	25 ab	22 abc	65 bc	46 e
<i>Avena strigosa</i> Calprose Azabache	24 abc	24 abc	72 ab	79 a
<i>Lupinus luteus</i> Cardiga	--	11	--	30
Testigo sin sembrar	0 h	4 gh	9 l	12 kl

Nota: no se incluyó en el análisis a *Lupinus luteus* Cardiga

Al primer muestreo se observa una interacción significativa entre el método de siembra y la especie, con una tendencia a una mayor cobertura en la siembra en líneas exceptuando a Avena Calprose Azabache y Raigrás INIA Cetus. Dentro de la siembra al voleo, las especies más precoces fueron Avena y Raigrás. La siembra en líneas muestra niveles de cobertura más parejos. En general al primer muestreo las especies más destacadas fueron dentro de las leguminosas *Trifolium alexandrinum* INIA Calipso en líneas, *Raphanus sativus* Brutus en líneas, Raigrás INIA Cetus en ambos métodos al igual que, Avena Calprose Azabache.

En el segundo muestreo, se sigue registrando una interacción significativa entre el método de siembra y la especie, manteniéndose la tendencia de mayor cobertura para las especies sembradas en directa exceptuando a *Raphanus sativus* Brutus, y Reset y Raigrás INIA Cetus. La especie más destacada fue Avena Calprose Azabache en ambos métodos.

En general y teniendo en cuenta los momentos de siembra, dentro de las diversas opciones testadas las especies y cultivares que aparecen con un mayor crecimiento inicial y por ende una rápida cobertura de suelo son las gramíneas y los "nabos" de forma general. Entre las gramíneas, la Avena supera ampliamente al Raigrás, mientras que entre los cultivares de *Raphanus sativus* el más precoz es Brutus. A pesar que las leguminosas presentan un desarrollo más lento en general, se destaca el T. alejandrino en el comienzo de su ciclo.

b) Producción de forraje

La producción de forraje se evaluó en diferentes momentos a partir de la siembra. El

primer corte se realizó el 26 de junio para los materiales más precoces (Cuadro 3). Los materiales que permitieron corte fueron las tres variedades de *Raphanus sativus*, Avena y Raigrás. La oportunidad de siembra más temprana a través del método al voleo mostró para todos los materiales que dieron corte con excepción de *Raphanus sativus* CCS-779 rendimientos superiores, mostrando la adaptación de estos a este tipo de siembra.

El segundo muestreo se realizó el 27 de julio, para todos los materiales sembrados. Comparando los métodos de siembra, la producción acumulada es similar para el promedio de todos los materiales excluyendo a *Lupinus luteus* (1396 y 1415 kg/ha MS para voleo y líneas respectivamente, Cuadro 4). Se destaca la producción de Avena, Raigrás y *Raphanus* por sobre las leguminosas en todas las condiciones. Las leguminosas muestran escaso aporte en este momento independientemente del método de siembra utilizado.

A fines de setiembre se realizó el último muestreo de forraje, momento en el cual se evaluó el total de biomasa acumulado desde la siembra y la contribución de cada especie al total (Cuadro 5).

En referencia a los métodos de siembra evaluados, no se encontraron diferencias significativas entre los mismos para el total y para la contribución de cada especie. En cuanto a los materiales evaluados, sí se registraron diferencias significativas tanto en el total como en la contribución de la especie sembrada. No se registraron interacciones entre el método de siembra y las especies evaluadas por lo que la información se presenta para el promedio de los métodos y de las especies en forma independiente.

Cuadro 3. Biomasa acumulada desde la siembra al primer corte (26/6/2012) y tasas de crecimiento de los materiales más precoces en función de los días de crecimiento desde la siembra.

Materiales	Siembra al Voleo		Siembra en Líneas	
	Biomasa (MS kg/ha)	Crecimiento (MS kg/ha/día)	Biomasa (MS kg/ha)	Crecimiento (MS kg/ha/día)
<i>Raphanus sativus</i> Brutus	1420	21	667	14
<i>Raphanus sativus</i> Reset	1124	17	536	11
<i>Raphanus sativus</i> CCS-779	411	6	751	16
<i>Lolium multiflorum</i> INIA Cetus	589	9	196	4
<i>Avena strigosa</i> Calprose Azabache	1131	17	767	16

Nota: Para voleo son 68 días de crecimiento a partir del 19/4/2012 y para líneas son 48 días a partir del 9/5/2012

Cuadro 4. Biomasa acumulada al 27/7/2012 (segundo corte para los materiales más precoces y primer corte para los demás) y tasas de crecimiento de los materiales en función de los días de crecimiento, desde la siembra o desde el primer corte para los materiales más precoces.

Materiales	Siembra al Voleo		Siembra en Líneas	
	Biomasa (MS kg/ha)	Crecimiento (MS kg/ha/día)	Biomasa (MS kg/ha)	Crecimiento (MS kg/ha/día)
<i>Raphanus sativus</i> Brutus	2727	66	2055	20
<i>Raphanus sativus</i> Reset	2298	74	1922	57
<i>Raphanus sativus</i> CCS-779	1358	20	3048	85
<i>Lolium multiflorum</i> INIA Cetus	1512	49	1304	23
<i>Avena strigosa</i> CALPROSE Azabache	3196	78	3103	63
<i>Trifolium vesiculosum</i> Sagit (Glencoe EC1)	306	4	140	1
<i>Vicia sativa</i> Barril	309	4	486	5
<i>Trifolium resupinatum</i> LE 90-33	291	4	256	3
<i>Lupinus luteus</i> Cardiga	--	--	617	6
<i>Trifolium alexandrinum</i> INIA Calipso	564	7	428	4

Las especies más productivas resultaron ser *Raphanus sativus* Brutus y *Avena strigosa* Calprose Azabache. En un segundo nivel se ubicaron Raigrás y los restantes cultivares de *Raphanus sativus*. En cuanto a las leguminosas se destaca *Trifolium alexandrinum*. Las especies que menos contribuyeron en el período fueron *Trifolium subterraneum* y *Vicia sativa*. Cabe hacer notar

que el cultivar utilizado de *Trifolium subterraneum* es de ciclo largo, por lo que para esto debieran considerarse cultivares de ciclo más corto. En referencia a *Lupinus luteus*, se puede mencionar que es una especie con escasa información a nivel nacional y mostró un aporte significativo casi similar a las especies más destacadas.

Cuadro 5. Biomasa total acumulada al 26/9/2012 (primer corte para trébol subterráneo, tercer corte para los materiales más precoces y segundo corte para los demás) total y contribución de la especie sembrada para todos los materiales y métodos de siembra.

Tratamiento	Forraje Total (MS kg/ha)	Especie sembrada (MS kg/ha)
Especie		
<i>Raphanus sativus</i> Brutus	8561 a	8557 a
<i>Raphanus sativus</i> Reset	6236 b	6236 b
<i>Raphanus sativus</i> CCS-779	6194 b	6194 b
<i>Lolium multiflorum</i> INIA Cetus	5398 bc	5381 bc
<i>Avena strigosa</i> CALPROSE Azabache	9388 a	8885 a
<i>Trifolium vesiculosum</i> Sagit (Glencoe EC1)	3498 de	2782 de
<i>Vicia sativa</i> Barril	3377 de	2508 e
<i>Trifolium resupinatum</i> LE 90-33	3930 cde	3282 de
<i>Lupinus luteus</i> Cardiga	7704	7581
<i>Trifolium alexandrinum</i> INIA Calipso	4441 cd	4246 cd
<i>Trifolium subterraneum</i> Goulburn	2915 de	2320 e
Testigo	2709 e	2709 de
Método de Siembra		
Al voleo	5428	4996
En línea	4870	4659
Probabilidades		
Método de Siembra	0.0967	0.3188
Especie	<0.0001	<0.0001
Método de Siembra x Especie	0.6152	0.6613
MDS 0.05	743	899

Nota: no se incluyó en el análisis a *Lupinus luteus* Cardiga

c) Producción de biomasa subterránea de *Raphanus sativus*

Al momento de la quema del cultivo de cobertura se realizó un muestreo de la biomasa subterránea que produjeron los diferentes materiales de *Raphanus*. No se detectaron diferencias significativas entre los cultivares, ni entre los métodos de siembra, ni interacción entre ambos factores (Cuadro 6), siendo la producción promedio de 2050 kg/ha MS.

Cuadro 6. Biomasa subterránea de cultivares de *Raphanus sativus*, al final del período de evaluación.

Cultivar	kg/ha MS
<i>Raphanus sativus Brutus</i>	1967
<i>Raphanus sativus Reset</i>	1995
<i>Raphanus sativus CCS-779</i>	2192
Método siembra	kg/ha MS
Voleo	2343
Linea	1760
Probabilidades	
Método	0.3399
Especie	0.5137
Método x Especie	0.9022

CONCLUSIONES

En base a la información preliminar generada es posible mencionar:

- La Avena strigosa, el raigrás y los cultivares del género *Raphanus* se destacaron sobre el resto por su rápida cobertura del suelo y alta producción de materia seca
- No se detectaron diferencias en la producción total de forraje por los métodos de siembra.

- A nivel de las leguminosas *Trifolium alexandrinum* y *Lupinus luteus* superaron a las restantes
- Los efectos adicionales que las diferentes especies generan tanto en las propiedades físicas como químicas del suelo se evaluarán en la fase agrícola subsiguiente
- En base a los rendimientos de forraje acumulados, se abren oportunidades a los efectos de integrar la utilización con animales de parte del forraje teniendo un uso que no comprometa el objetivo principal del cultivo de cobertura

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Clérici, C., W. Baetghen, F. García Prechac, F. y M. Hill, 2004. Estimación del impacto de la Soja sobre erosión y carbono orgánico en suelos agrícolas del Uruguay. En XIX Congreso Argentino de Ciencia del Suelo. Paraná. Argentina.

Ernst, O. 2006. Efecto de una leguminosa invernal como cultivo de cobertura sobre rendimiento en grano y respuesta a nitrógeno en maíz sembrado sin laboreo. Agrociencia Vol. X No 1. pp. 25-35.

Kinderknecht A., Paparotti O. y Saluzzio M. 2004. Estudio de la erosionabilidad de un suelo vertisol mediante el uso de un simulador de lluvia. Actas XIX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo. Paraná. Entre Ríos.

Ruffo M. y Parsons A. 2003. Cultivos de cobertura en sistemas agrícolas. INPOFOS. Informes Agronómicos N° 21 pp. 13-20.

AGRADECIMIENTO

A las Empresas Agritec, Fertiprado y Wrihston Pas por proveernos de algunos materiales para la evaluación.

EVOLUCIÓN DE LAS PROPIEDADES QUÍMICAS DEL SUELO EN SISTEMAS DE AGRICULTURA FORRAJERA (2006 – 2012)

G. Cantou^{1/}, J. Terra^{1/}

INTRODUCCIÓN

Los suelos ubicados sobre lomadas de la cuenca de la laguna Merín (ej: Unidades Alférez y J.P. Varela) ocupan un área aprox. de 900000 ha y tienen menor capacidad de uso y manejo que los suelos agrícolas tradicionales. Entre sus limitantes destacan su menor capacidad de almacenamiento de agua, mayor diferenciación textural con alto contenido de limo en superficie, menor contenido de materia orgánica y estructura más pobre. Por tanto, se trata de suelos frágiles, con alto riesgo de erosión y degradación, alto riesgo de sequía en periodos estivales y limitantes de drenaje durante el invierno. Sobre estos suelos deben utilizarse prácticas de manejo conservacionistas que maximicen los rastrojos sobre superficie, la preservación del agua en el perfil y la rotación de cultivos con pasturas. Existe creciente interés acerca de los efectos de la intensificación de los sistemas productivos sobre la calidad y capacidad productiva de estos suelos en el largo plazo.

El contenido de C orgánico del suelo y sus fracciones, el contenido de N, el potencial de mineralización de N del mismo (PMN) y el balance de algunos nutrientes han sido utilizados como indicadores de calidad de suelos en otros experimentos de largo plazo y relevamientos de sistemas productivos en el país, tanto agrícolas como agrícolas forrajeros (Morón y Sawchik, 2002, Terra *et al.*, 2006; Morón *et al.*, 2011, Díaz y Durán, 2011). Un relevamiento realizado por Morón *et al.* (2011) en suelos de la cuenca lechera mostró un importante grado de degradación (C orgánico, N total, PMN y nutrientes) de los mismos respecto a su condición indisturbada. Por otro lado, un trabajo realizado por Díaz y Durán (2011) mostró que en el tambo experimental de la Estanzuela la adopción de la siembra directa como sistema integral en la cadena forrajera permitió revertir el proceso de degradación de suelos que había ocurrido históricamente y los suelos empezaron a secuestrar C.

Desde el año 1995 se desarrolla en la Unidad Experimental Palo a Pique (UEPP) de INIA Treinta y Tres un experimento de rotaciones de larga duración cuyos objetivos originales fueron: a) identificar alternativas de intensificación de uso del suelo, mediante rotaciones de pasturas y cultivos con utilización de la tecnología de siembra directa, que constituyeran opciones para los sistemas ganaderos extensivos y resultaron sustentables en términos físicos y económicos y b) contar con una plataforma analítica para resolver problemas puntuales de adaptación de la tecnología en la región.

La situación de partida fueron suelos muy poco degradados, con un tapiz regenerado con algo de gramilla resultado de una breve etapa agrícola con laboreo convencional en la década de los 80 seguidos por una pradera convencional de más de 10 años.

Una de las principales fortalezas del trabajo de larga duración es que incluye el pastoreo directo de los animales en todos los componentes de las rotaciones. En función de la diversificación de los sistemas de producción, es muy difícil que en la práctica y a nivel comercial actualmente se mantenga un sistema de rotaciones libre del pastoreo animal. Dicha acción de pastoreo determina una serie de procesos que de manera directa y/o indirecta afectan tanto la fase de praderas como de cultivos de las rotaciones (selectividad animal, reciclaje de nutrientes, pisoteo, impacto ambiental, etc.).

El objetivo del presente artículo es presentar impactos de las rotaciones contrastadas en el experimento sobre algunos indicadores de calidad de suelo (C orgánico, N total, potencial de mineralización de N, pH y nutrientes principales), luego de 17 años.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento de rotaciones de larga duración fue instalado en la unidad experimental Palo a Pique en INIA Treinta y Tres en 1995 y evalúa en 72 ha, cuatro intensidades de uso del suelo con siembra directa que se diferencian en la duración y

^{1/} Programa Sustentabilidad Ambiental, INIA Treinta y Tres

proporción de las pasturas en la rotación. Los tratamientos iniciales consistieron en:

1. Pastura Mejorada Permanente (MP, 6 ha): mejoramiento (cobertura o con siembra directa) sobre campo regenerado con raigrás (*Lolium multiflorum* Lam.), trébol blanco (*Trifolium repens* L.) y lotus (*Lotus corniculatus* L.), que es renovado cada cuatro años.

2. Cultivo Continuo (CC, 6 ha): doble cultivo de raigrás o avena (*Avena* sp.) para pastoreo en el invierno y sorgo (*Sorghum bicolor*) o moha (*Setaria itálica*) para reservas forrajeras en el verano (heno o silo).

3. Rotación Corta (RC, 24 ha): dos años de cultivos forrajeros (invierno y verano) seguidos de una pastura bianual de raigrás y trébol rojo (*Trifolium pretense* L.). A partir del 2010 se comenzó a sembrar trigo en el invierno como reserva forrajera (silo de grano húmedo), consociado con trébol blanco o lotus.

4. Rotación Larga (RL, 36 ha): dos años de cultivos forrajeros (invierno y verano) y cuatro de pasturas, con siembra de la pradera consociada de trébol blanco, lotus y una gramínea perenne (*Festuca arundinacea* o *Dactylis glomerata* L.). También con trigo coasociado desde 2010 como en RC.

El experimento no cuenta con repeticiones sincrónicas, pero todas las fases de las rotaciones están presentes al mismo tiempo. Los suelos dominantes en el área experimental pertenecen a la unidad Alférez y consisten en Argisoles subéutricos melánicos abrupticos y Planosoles subéutricos melánicos/ócrios clasificados como de clase III por su capacidad de uso y manejo.

En los primeros 10 años, el experimento tuvo una orientación agrícola forrajera destinada a la producción de carne (Terra y García-Préchac, 2001). Posteriormente, con la expansión de la agricultura de grano a nuevas regiones que antes eran consideradas marginales, se vio la necesidad de replantar el mismo e incluir cultivos graníferos. De esta manera, en 2005 se subdividieron las unidades experimentales de 6 ha, de forma de mantener por un lado las rotaciones con cultivos forrajeros y por otro instalar una

secuencia de cultivos graníferos, manteniendo en ambas alternativas las mismas pasturas.

Entre 2006-2012 los cultivos forrajeros consistieron en: raigrás o eventualmente avena en invierno con sorgo para silo de planta entera o para grano húmedo y enfardado de rastrojo en uno de los veranos y sudangras de pastoreo en el segundo verano.

Desde 2006 a 2012, se realizaron muestreos de suelo en las 12 unidades experimentales del experimento para determinar la evolución de algunos indicadores. Además se realizó muestreos en un campo natural (CN) y en un campo regenerado (CR) linderos al experimento de larga duración que sirven como testigos del experimento. Cada unidad experimental (3 ha) estuvo ubicada sobre tres posiciones topográficas: ladera alta (A), media (M) y baja (C). En cada una de estas posiciones se georeferenciaron cuatro puntos de muestreo mediante sus coordenadas geográficas con el fin de mantener su ubicación en próximos muestreos. En otoño de cada año se tomaron 16 muestras por topografía de los primeros 15 cm del suelo, para determinar el contenido de carbono (C) orgánico y nitrógeno total (N), P disponible (ácido cítrico), potasio intercambiable, pH (suelo:agua) y textura. Los análisis fueron realizados por el Laboratorio de Suelos de INIA La Estanzuela.

Los indicadores de suelo fueron evaluados mediante un análisis conjunto de los 7 años (2006-2012), utilizando modelos mixtos (Littell *et al.*, 1996). En el modelo estadístico, los efectos del tratamiento y la topografía, así como sus interacciones, fueron considerados como efectos fijos y el año (considerado como la repetición) como efecto aleatorio. Para determinar la significancia estadística de los tratamientos y sus interacciones se utilizó un test F con un $p \leq 0,05$, según el test de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contenido de Carbono Orgánico

El promedio de los últimos 7 años muestra en ambas profundidades un menor contenido de C orgánico para el tratamiento CC, valores intermedios para los tratamientos con rotaciones cultivo-pasturas (RL y RC) y mayores contenidos para las situaciones testigo de CR y CN (Fig. 1).

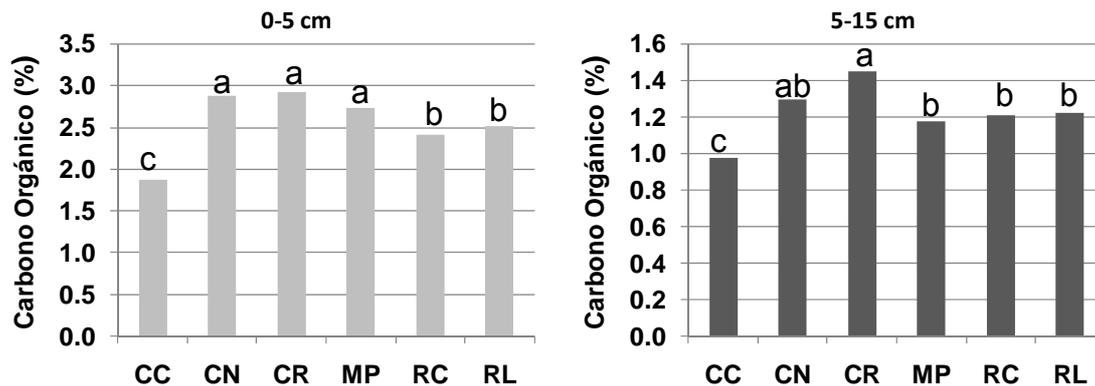


Figura 1. Impacto de la intensidad de uso del suelo sobre el contenido de C orgánico del suelo (0-5 cm y 5-15 cm). CC: Cultivo Continuo, CN: Campo natural, CR: Campo regenerado, MP: Mejoramiento Permanente, RC: Rotación Corta, RL: Rotación Larga. Letras diferentes entre columnas difieren significativamente para $p < 0,05$, según Tukey.

El CC presentó en promedio una reducción de 31% del C total del suelo respecto a los testigos (CN y CR), asociado a la ausencia de una fase de pasturas que reintegre o recupere las propiedades del suelo luego de la fase de cultivos. Al observar la evolución en el tiempo, Terra y García Préchac (2001) hallaron un valor de C orgánico en CC cercano a 1,5% en el trienio 1998-2000, en tanto que en el año 2003 el valor obtenido fue de 1,34% (Terra *et al.*, 2003). En 2012 se encontraron contenidos de 1.07, 0.91 y 1.05% para la ladera alta, media y baja, respectivamente. RC, RL y MP obtuvieron 13, 12 y 11% menos de C orgánico respecto a los testigos. La información muestra que aún en condiciones de siembra directa, en los sistemas de utilización por pastoreo directo, resulta imprescindible la inclusión de pasturas en la rotación, ya que los valores de C orgánico mejoran, aunque esto no es suficiente para mantener los niveles originales. Esto también fue constatado por Carbone *et al.* (2006) a los 11 años de iniciado el experimento, donde observo que el C orgánico del suelo de las rotaciones cultivo-pastura, en los primeros 15 cm, fue 10% menor respecto al C orgánico del suelo del campo de referencia, aunque en esa

oportunidad, MP no difirió significativamente del campo testigo.

En todos los casos, excepto en MP, los mayores efectos de las intensidades de uso del suelo ocurrieron en los primeros 5 cm del perfil. En MP, el C orgánico disminuyó un 6% en la capa superficial mientras que esta reducción fue de 14% en la capa profunda (5-15 cm), posiblemente por el aporte de la materia seca radicular de las leguminosas que se concentran a nivel superficial, que fue reportado en otro trabajo similar (Salvo *et al.*, 2008).

Nitrógeno Total

El contenido de N de los primeros 5 cm tuvo la misma tendencia que la observada para el C orgánico (Fig. 2), siendo 22% menor en CC respecto al promedio del resto de los tratamientos (que no difirieron significativamente entre si). En la capa profunda estas diferencias no fueron significativos de forma que la relación C:N en los 15 cm del perfil disminuyó en las rotaciones más intensivas que incluyeron una mayor proporción de cultivos anuales.

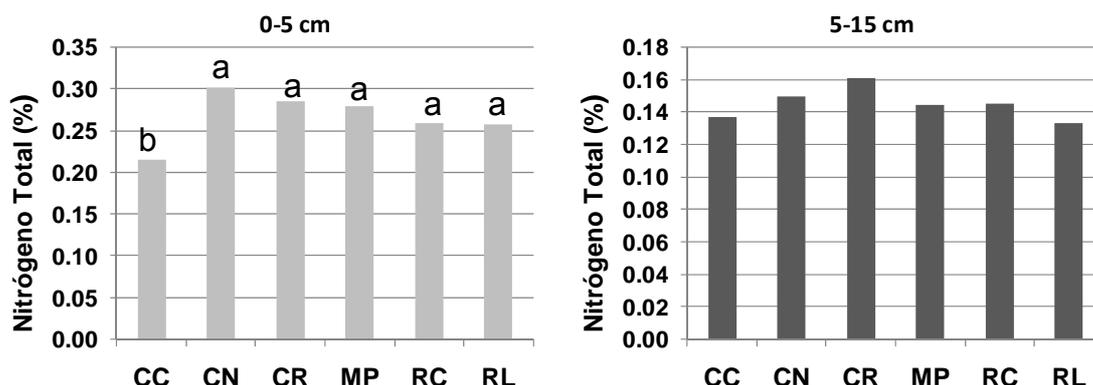


Figura 2. Impacto de la intensidad de uso del suelo sobre el contenido de N total del suelo (0-5 cm y 5-15 cm). CC: Cultivo Continuo, CN: Campo natural, CR: Campo regenerado, MP: Mejoramiento Permanente, RC: Rotación Corta, RL: Rotación Larga. Letras diferentes entre columnas difieren significativamente para $p < 0,05$, según Tukey.

Potencial de Mineralización de Nitrógeno (PMN)

El suelo del MP en 2012 tuvo un PMN 48% mayor al promedio de las situaciones de referencia de campo natural y regenerado (Fig. 3). Por otro lado, el promedio de RL y RC tuvieron un PMN 31% inferior que las situaciones de referencia; mientras tanto el PMN en CC fue 53% menor al observado en las situaciones de referencia. El PMN es un indicador de calidad de suelos de alta sensibilidad en las condiciones productivas del Uruguay (Morón y Sawchik, 2002). La información muestra que sólo la pastura mejorada fue capaz de mejorar el PMN respecto a la situación de referencia y

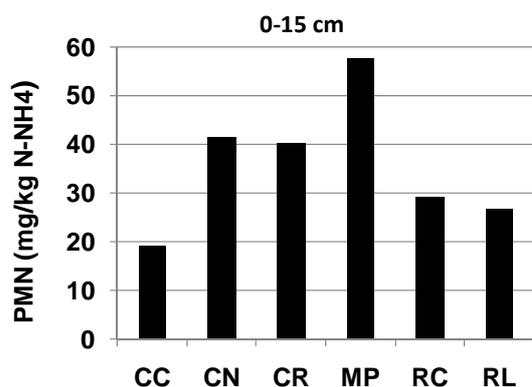


Figura 3. Impacto de la intensidad de uso del suelo sobre el potencial de mineralización de N (0-15 cm). CN: Campo natural, CR: Campo regenerado, MP: Mejoramiento Permanente, RC: Rotación Corta, RL: Rotación Larga. Letras diferentes entre columnas difieren significativamente para $p < 0,05$, según Tukey.

que aquellas situaciones que incluyen cultivos, aún con pasturas no fueron capaces de mantener el PMN del suelo. Estos resultados son similares a tendencias observadas en trabajos previos en el mismo experimento realizados por Morón *et al.* (S/p) y Zerbino *com.pers.*

Acidez (pH)

La acidez del suelo, medida en términos de pH, es un importante parámetro que está relacionado con diversos aspectos químicos y biológicos de la fertilidad del suelo. Los principales factores que afectan el pH del suelo son genéticos, de origen ambiental, tales como la temperatura, las precipitaciones y el material geológico en que se formó el suelo. Sin embargo, algunas medidas de manejo, como las cantidades y tipos de fertilizantes, la intensidad de laboreo o el riego, pueden afectar el pH del suelo.

En el análisis estadístico realizado se encontró interacción entre las intensidades de uso del suelo y la topografía, dado por el comportamiento observado en CC. De este modo se procedió a analizar este tratamiento por separado.

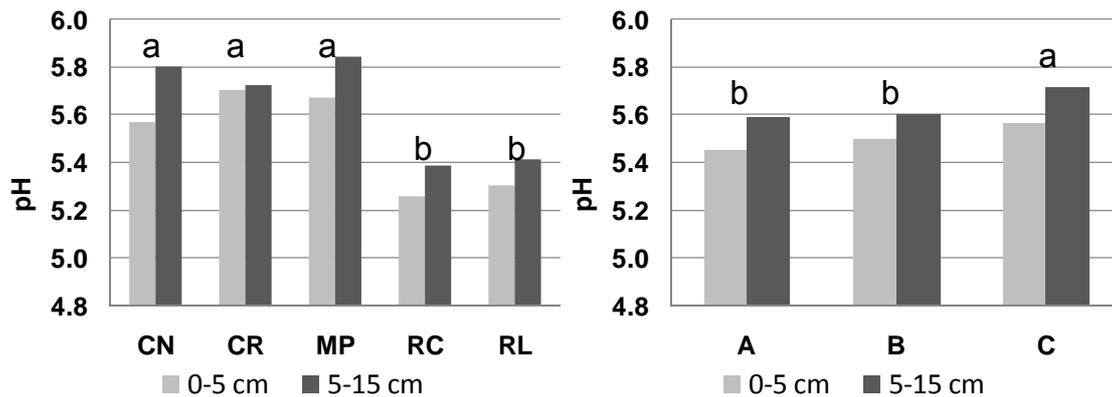


Figura 4. Impacto de la intensidad de uso del suelo y efecto de la topografía sobre el pH del suelo (0-5 cm y 5-15 cm). CN: Campo natural, CR: Campo regenerado, MP: Mejoramiento Permanente, RC: Rotación Corta, RL: Rotación Larga. A: Ladera alta, B: Ladera Media, C: Zona Baja. Letras diferentes entre columnas difieren significativamente para $p < 0,05$, según Tukey.

Se encontró diferencias significativas entre intensidades de uso del suelo y entre la topografía. Los tratamientos que incluyeron rotación con cultivos presentaron valores más bajos de pH respecto al campo natural y regenerado (Figura 3). También se observó que estos efectos se presentan en forma más marcada en los primeros 5 cm del perfil del suelo. Estos resultados pueden estar explicados por la acumulación de restos orgánicos en superficie, su descomposición y subsecuente lavado de los ácidos orgánicos resultantes, junto con la nitrificación de fertilizantes amoniacales aplicados en la fase de cultivos en los tratamientos RC y RL, factores que pueden producir una capa ácida en la superficie de los suelos minerales luego de varios años bajo siembra directa.

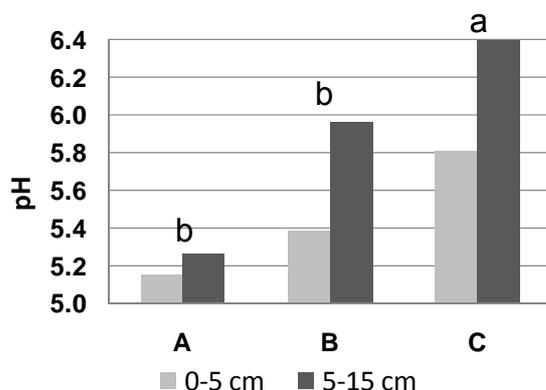


Figura 5. Efecto de la topografía sobre el pH del suelo en el tratamiento de Cultivo Continuo (0-5 cm y 5-15 cm). A: Ladera alta, B: Ladera Media, C: Ladera Baja. Letras diferentes entre columnas difieren significativamente para $p < 0,05$, según Tukey.

En todas las intensidades de uso del suelo se hallaron mayores valores de pH en la zona baja, posiblemente por el lavado de iones provenientes de la ladera media que alcalinizaron el suelo (Fig. 4).

El tratamiento CC presentó un valor de pH de 5.5 y 5.9 en el perfil de 0-5 cm y 5-15 cm, respectivamente. La presencia de un blanqueal ubicado en la zona baja enmascara el efecto acidificante de las altas dosis nitrogenadas aplicadas en los cultivos. Esto se observa claramente cuando lo analizamos por topografía, como se detalla en la figura 5.

Fósforo Disponible

Los valores de P (ác.cítrico) en el suelo se han incrementado notoriamente respecto a los valores de referencia del campo natural y regenerado luego de 17 años y ya no representan una limitante para el crecimiento de los cultivos (Fig. 6). En los últimos 7 años, el contenido de P en el suelo (0-15 cm) fue mayor en CC que en el promedio de los otras intensidades de uso del suelo que no difirieron entre si y que a su vez fue mayor que en las situaciones de referencia. Se puede observar un claro efecto de la intensidad de uso del suelo, mediada como la proporción de cultivos anuales en la rotación, sobre el contenido del nutriente en el largo plazo que refleja un balance positivo del mismo en los sistemas. Los niveles promedio de P agregado anualmente como fertilizantes y la extracción de los cultivos reflejan en gran parte las diferencias encontradas. Durante el período estudiado se aplicaron anualmente un

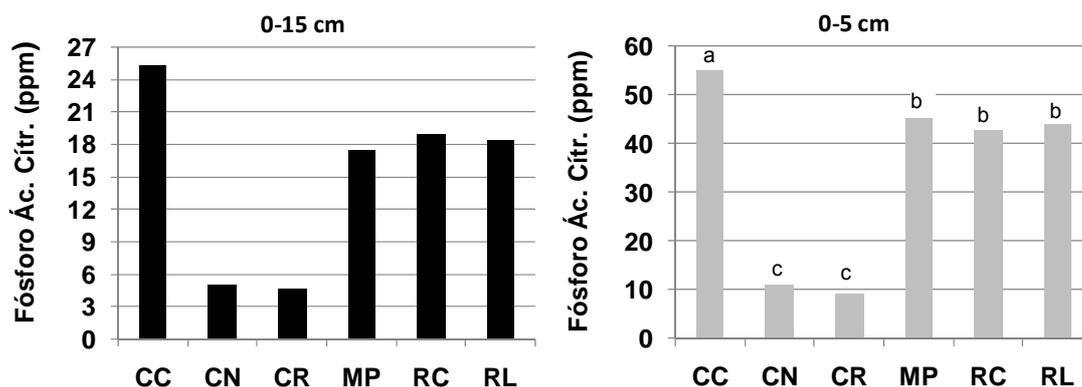


Figura 6. Impacto de la intensidad de uso del suelo sobre el P Ác. Cítr. del suelo (0-15 y 0-5 cm). CN: Campo natural, CR: Campo regenerado, MP: Mejoramiento Permanente, RC: Rotación Corta, RL: Rotación Larga. Letras diferentes entre columnas difieren significativamente para $p < 0,05$, según Tukey.

promedio de 40, 55, 62 y 75 kg P_2O_5 /ha/año en MP, RL, RC y CC, respectivamente.

La distribución de P en profundidad muestra que la mayor parte de las diferencias encontradas entre las rotaciones están explicadas por las diferencias de P en los primeros 5 cm del perfil, debido a la fertilización localizada en esa profundidad, a la ausencia de laboreo que implica el mezclado y a la acumulación de materia orgánica en la superficie. La acumulación de C orgánico en superficie debido a los residuos, que interactúan con el P sin que ello signifique retrogradación a formas menos disponibles como ocurre cuando el P es adsorbido y retenido por la fracción mineral del suelo.

Por otro lado, en la mayoría de las rotaciones se observó una tendencia clara a mayores niveles de P en la ladera alta y la ladera baja que en la ladera media. Probablemente estas diferencias estén asociadas a los niveles de productividad de los cultivos, y por tanto extracción, en cada una de esas posiciones topográficas, así como a los niveles de erosión en las mismas.

Potasio Intercambiable

Se observa una reducción promedio de más del 46% de los niveles de K int (0-15 cm) en todas las rotaciones respecto a los niveles de referencia de campo natural y regenerado (Fig. 7). Sin embargo, no se encontraron

diferencias significativas entre las distintas intensidades del suelo contrastadas en el experimento en el contenido de K_{int} a esa profundidad.

A pesar de la fertilización con K en las rotaciones que incluyen cultivos anuales desde 2005, el nivel promedio del nutriente se encontraría por debajo de los niveles críticos de aprox. 0.25 meq/100g para estos suelos de acuerdo a los últimos trabajos en el país (Barbazán *et al.*, 2011). Durante el período estudiado se aplicaron anualmente un promedio de 14, 21 y 37 kg K_2O /ha/año en RL, RC y CC, respectivamente; mientras que no se aplicaron fertilizantes potásicos en MP. Las mismas tendencias observadas de 0-15 cm fueron corroboradas de 0-5 cm donde se concentra la mayor parte del nutriente. A los niveles de fertilizantes potásicos aplicados, el contenido del nutriente tampoco fue diferente entre las rotaciones que incluyeron cultivos anuales respecto a MP, donde no se aplicó K.

Los valores de K_{int} en el perfil, no son muy diferentes a los reportados luego de los primeros años del experimento (Terra y García-Préchac, 2001) donde ya se evidenciaba la reducción de los niveles del nutriente como resultado de la extracción de biomasa en algunas situaciones (enfardado y ensilaje de praderas y algunos cultivos anuales).

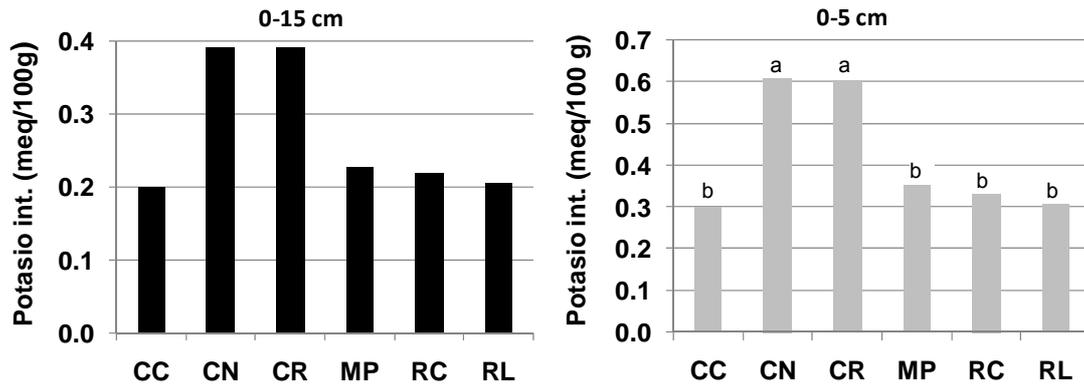


Figura 7. Impacto de la intensidad de uso del suelo sobre el Kint. del suelo (0-15 y 0-5 cm). CN: Campo natural, CR: Campo regenerado, MP: Mejoramiento Permanente, RC: Rotación Corta, RL: Rotación Larga. Letras diferentes entre columnas difieren significativamente para $p < 0,05$, según Tukey.

CONSIDERACIONES FINALES

A casi dos décadas de instalado el experimento de rotaciones de larga duración se ha generado valiosa información que sugiere que es posible intensificar el uso sustentable de estos suelos mediante la tecnología de siembra directa en sistemas de agricultura forrajera con destino a la producción animal.

La alta extracción de biomasa en estos sistemas, implica que la rotación con pasturas, al menos de corta duración parece ineludible para mantener la capacidad productiva de estos suelos y mitigar las pérdidas de C orgánico y mantener la capacidad de suministro de N de los mismos.

A pesar del uso de la siembra directa, del aumento de la producción de biomasa y del agregado de fertilizantes, es muy difícil mantener los niveles de C orgánico del suelo de las situaciones de referencia de campo natural cuando se incorporan cultivos forrajeros anuales de alta productividad aun a rotaciones que mantengan una proporción de pasturas perennes en las secuencias. La constante disminución del contenido de K de los suelos en respuesta a los niveles de extracción también constituye una limitante que debe ser mitigada mediante la aplicación de K en las situaciones con mayor proporción de cultivos forrajeros anuales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Carbone, A.M., J.A. Terra; L. Salvo. 2010. Contenido y fracciones de materia orgánica en diferentes intensidades de uso del suelo bajo siembra directa. In: Taller Internacional Sociedad Uruguaya Ciencia Suelo - Uruguay ISTRO Branch, 2010 Colonia, Uruguay Dinámica de las propiedades del suelo bajo diferentes usos y manejos.

Díaz-Rosello, R. y H. Duran. 2011. Los sistemas lecheros y su impacto en el recurso suelo. In: Seminario Sustentabilidad Ambiental de los Sistemas Lecheros en un contexto económico de cambios. INIA. Serie Actividades Difusión 663.

Morón, A., Sawchik, J., 2002. Soil quality indicators in a long-term crop pasture rotation experiment in Uruguay. In: 17th World Congress of Soil Science, 14-21 Aug. 2002. Thailand.

Morón, A., Molfino, J., Ibáñez, W., Sawchik, J., Califra, A., Lazbal, E., La Manna, A., y Malcuori, E. 2011. La calidad de los suelos bajo producción lechera en los principales departamentos de la Cuenca: C y N. In: Seminario Sustentabilidad Ambiental de los Sistemas Lecheros en un contexto económico de cambios. INIA. Serie Actividades Difusión 663.

Salvo L., J.A. Terra, W. Ayala, R. Bermúdez, J. Correa, P. Ávila, and J. Hernández. 2008. Long-term phosphorus fertilization and perennial legumes addition impacts on temperate natural grassland: II. Total and

particulate soil organic C. *In*: International Grassland Congress and the International Rangeland Congress. June 29-July 5, 2008. Hohhot, China.

Terra, J., y F. García-Préchac. 2001. Siembra directa y rotaciones forrajeras en las lomadas del Este: Síntesis 1995-2000. INIA, Serie Técnica 125.

Terra J.A., F. García-Préchac, L. Salvo, and J. Hernández. 2006. Soil use intensity impacts on total and particulate soil organic matter in no-till crop-pasture rotations under direct grazing. *In*: Soil Management for Sustainability. – (Horn R., H. Fleige, S., Peth, and X. Peng (editors). *Advances in GeoEcology* 38: 233-241.

Las siguientes personas colaboraron para que este trabajo fuera posible:

Administración:

Castro, Pablo
Cecilia Correa
Saavedra, Alicia

Biblioteca:

Mesones, Belky

Bovinos para Carne

Acosta, Juan L.
Carrasco, Estefanía
Lorenzo, Pablo
Pereira, Gustavo
Piccioli, Miguel

Pasturas y Forrajes

Barrios, Ethel
Carmona, Carlos
Jackson, Jhon
Serrón, Néstor
Reymúndez, Fernando
Silvera, Wilson

Recursos Humanos: Der Gazarián, Verónica

Sustentabilidad Ambiental:

Bordagorri, Alexander
Furtado, Irma
Oxley, Matías
Rodríguez, Ruben

Secretaría:

Alvarez, Olga
Crossa, Eloisa

Servicios Auxiliares:

Bas, Rafael
Domínguez, Miguel
Figueroa, Mauro
Mesa, Dardo
Moreno, Daniel
Sosa, Bruno
Roldán, Andrés

Servicio de Operaciones:

Alonzo, Jorge
Bauzil, Raúl
Becerra, Germán
Hernández, Jorge
Ituarte, Gerardo
Pirez, Carlos

**Unidad de Comunicación y
Transferencia de Tecnología**

González, Ramiro
Segovia, Carlos

Unidad de Informática:

Vaz, Pablo