

# Tecnología para la producción de leche en los últimos 15 años: aportes desde la EEMAC

Pablo Chillibroste\*, María de los Ángeles Bruni\*, Enrique Favre\*, Diego Antonio Mattiauda\*, Pablo Soca\*

## INTRODUCCIÓN

Parece oportuno celebrar los 15 años de la **REVISTA CANGÜÉ** realizando una mirada retrospectiva sobre la contribución en Tecnologías para la Producción de Leche realizada por el Grupo de Lechería de la EEMAC.

Igualmente oportuno resulta advertir al lector que el Grupo de Lechería de la EEMAC no existe ni administrativa ni académicamente en la Facultad de Agronomía. Es un nombre acuñado a lo largo de las Jornadas Anuales de Lechería organizadas en la EEMAC desde el año 2000 y que abarca al conjunto de personas que desde posiciones muy diversas han permitido darle continuidad a un cúmulo de actividades vinculadas a la producción, docencia, investigación y extensión en el espacio universitario que constituye la EEMAC. El Grupo de Lechería EEMAC excede largamente entonces a la lista de autores de esta contribución.

El objetivo de esta nota es repasar someramente las áreas de

trabajo abordadas por el Grupo de Lechería de la EEMAC en los últimos 15 años, ubicar su hilo conductor cuando es posible y plantear algunos temas que consideramos estratégicos para los próximos años.

## MAPA TEMÁTICO

En la Figura 1 se sintetizan los principales temas abordados por el Grupo Lechería EEMAC. Si bien la separación del trabajo en dos períodos es un tanto arbitraria dado el solapamiento en el tiempo de muchas de las actividades, cumple con distinguir aquellas áreas de trabajo que han sido cerradas luego de cierto desarrollo (1988-1998) de las que permanecen vigentes en la agenda (1998-2008). El diagrama contiene dos aspectos que consideramos **centrales en la conceptualización del trabajo desarrollado**:

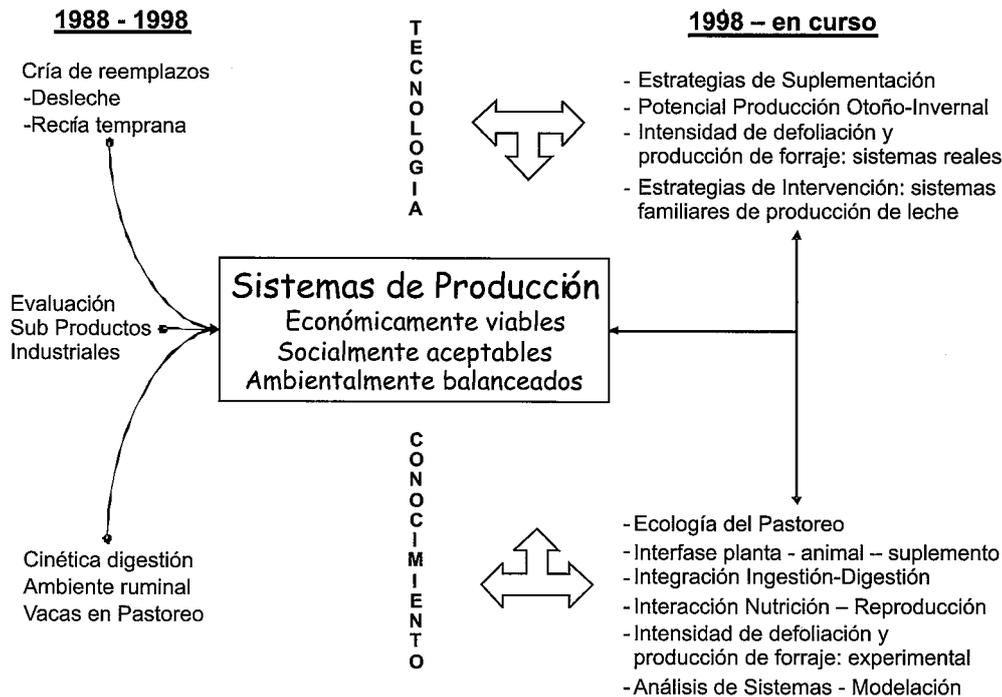


Figura 1. Principales temas abordados por el Grupo Lechería EEMAC

\* Ings. Agrs., Dpto. de Producción Animal y Pasturas, EEMAC.

I) La ubicación de un objetivo central en torno al cual se han ido ordenando las acciones: "Contribuir al diseño y desarrollo de Sistemas de Producción económicamente viables, socialmente aceptables y ambientalmente balanceados". Esta definición fue adoptada y explicitada en el año 1999 en el marco de las Primeras Jornadas de Investigación organizadas por el Departamento de Producción Animal y Pasturas de la Facultad de Agronomía.

II) La articulación vertical de actividades que permitieran generar en forma simultánea **conocimiento sobre los procesos biológicos** y **desarrollo de aplicaciones tecnológicas** para los sistemas productivos.

## DESCRIPCIÓN DE ÁREAS ABORDADAS

### 1. Desleche y Recría

El trabajo en esta área respondió fundamentalmente a una demanda del sector productivo quien reclamaba disponer de un menú de opciones tecnológicas para el desleche y recría posterior de los animales. En función de estas demandas se comenzaron trabajos focalizados en el pos-desleche definido éste como un período crítico desde dos perspectivas diferentes: 1) desde la época del año (otoño-invierno) en que los terneros se deben deslechar en condiciones de baja disponibilidad de forraje en el sistema y 2) desde la perspectiva del animal dado las etapas críticas involucradas en el pasaje de lactante a rumiante. El escaso desarrollo de los terneros al momento del desleche obliga a tomar una serie de precauciones y cumplir con una serie de etapas que garanticen una línea basal mínima de ganancia de peso por lo menos hasta los primeros 6 meses de edad, evitando así efectos negativos que persistan a lo largo de toda la recría y primeras lactancias. En base a bibliografía internacional se establecieron como valores de referencia lograr un 60% del peso adulto al momento del servicio y 85 a 90% del peso adulto al momento del 1<sup>er</sup> parto. La velocidad y condiciones en las que los animales lleguen a estas metas quedan definidas por las decisiones que se tomen en las etapas tempranas del proceso y de ahí la importancia de abordar el desleche y la recría posterior inmediata. Desde el año 1997 a la fecha el sistema de cría de la EEMAC contempla el desleche a los 45-50 días con un peso promedio de 60-65kg, y fue con estos animales que se plantearon los trabajos experimentales cuyo objetivo principal fue determinar las combinaciones de recursos alimenticios (pasturas y concentrados) que permitían lograr ganancias de peso y desarrollo de los animales por encima de las líneas de base planteadas.

Los recursos forrajeros involucrados en la investigación cubrieron distintos tipos de pasturas desde campo natural hasta verdeos de invierno pasando por varios tipos de praderas permanentes. Las cantidades de forraje variaron entre 1200 y 3200kg materia seca (MS)/ha con asignaciones de forraje por animal entre el 2,5 y el 10% del peso vivo (PV). Los niveles de suplementación utilizados variaron entre 0 y 2% del PV. En conjunto con la cantidad y asignación de forraje se evaluaron métodos de pastoreo que alternaron desde la franja diaria al pastoreo rotativo semanal tanto con acceso libre al pastoreo o restringido (por horas). Detalles y resultados derivados de estos trabajos se pueden encontrar

**Cuadro 1.** Síntesis de resultados esperables en ganancia de peso diaria según la combinación de pastura y concentrado.

Cantidad de forraje	Calidad del forraje	
	Baja	Alta
Baja	Estabular (0,80kg/día)	Pastura + concentrado (0,65kg/día)
Alta	Pastura+concentrado (0,35kg/día)	Pastoreo solo (0,75kg/día)

en Mattiauda (2000) y en Mattiauda et al. (2000) así como en una serie de Tesis de la Facultad de Agronomía (Andregnette *et al.*, 1997; Aizcorbe y Peyronnel, 2001; De Bonis y Elizondo, 1999; Guido *et al.*, 2001).

En el Cuadro 1 se presenta una síntesis de la contribución de estos trabajos en el campo tecnológico donde se agrupan estrategias de alimentación según época del año y condición de la pastura expresados en términos de cantidad y calidad de forraje disponible.

El trabajo respondió con claridad una de las preguntas formuladas con insistencia en aquel momento: **¿es factible deslechar los terneros teniendo pastura como única fuente de alimentación?** La respuesta fue SÍ (con ganancias de 750g/animal/día) pero... con condiciones de pastura (composición química, disponibilidad y asignación de forraje) que raramente se asignan a los terneros a nivel comercial. La utilización de alimentos concentrados juega un papel importante no sólo desde el punto de vista de las ganancias individuales (por encima del nivel mínimo establecido: 0,4 kg/día), sino también en la mejor utilización del recurso forrajero. La suplementación con concentrados a niveles del 1% del PV en animales pastoreando con asignaciones de fo-



«Jornada Anual de Lechería - Asignación de forraje y manejo del tiempo de pastoreo, ¿cómo aprovechar mejor nuestras pasturas?»

raje en el orden del 2.5% del PV permitió ganancias de peso en torno a los 500gramos/día con utilizaciones de forraje en torno al 70% del forraje disponible. Ganancias de peso similares a las recién comentadas pero sin uso de concentrado sólo se obtuvieron con utilizaciones del forraje disponible por debajo del 40%. Para varias de las condiciones de alimentación analizadas, especialmente las basadas en campo natural con baja disponibilidad de forraje o praderas degradadas la estabulación total de los animales se planteó como la única opción satisfactoria.

### 1. Sub-productos industriales

El grupo realizó un número importante de trabajos de evaluación de ensilabilidad y valor nutritivo de subproductos industriales que cubrieron la industria cítrica (pellets de citrus, pulpa fresca), azucarera (pellets de remolacha), arrocería (puntita de arroz), cervecera (brote de malta), lechera (suero de leche) y hortícola (brócoli y coliflor). En todos los casos los trabajos tuvieron como objetivo principal responder a demandas del sector industrial, principalmente en el área de influencia de la EEMAC aunque también se realizaron trabajos para industrias ubicadas al norte del país como CALNU y CALAGUA.

Quizás uno de los trabajos de mayor impacto en esta área fue el realizado en acuerdo con AZUCITRUS S.A. en torno a la evaluación nutricional del pellets de citrus, subproducto resultante de la producción de jugos para exportación. En el año 1988 AZUCITRUS S.A. exportaba el 100 % del pellets producido proceso que consumía muchos recursos de la empresa y dejaba márgenes muy reducidos. Una primera evaluación a nivel analítico de la composición química y la cinética de fermentación ruminal del pellets de citrus determinó la necesidad de ajustes en el proceso industrial durante el secado y pelletizado del material. Una vez realizado esto las evaluaciones desde el punto de vista nutricional resultaron altamente satisfactorias. El siguiente paso consistió en la realización de pruebas a campo con vacas lecheras con la hipótesis de que era factible sustituir los suplementos más comúnmente utilizados por los productores de leche en esos momentos por pellets de citrus sin deprimir la producción de leche y eventualmente con mejoras en los contenidos de sólidos de la misma. Estas hipótesis fueron probadas directamente a nivel comercial (Bidegain *et al.*, 1992; Raddicioni *et al.*, 1993) y rápidamente el pellets de citrus fue adoptado como suplemento energético por los productores de leche de la región. Desde el año 1990 a la fecha la empresa AZUCITRUS S.A vende el 100% de su producción en el mercado interno. Una evaluación similar se hizo con el pellets de remolacha azucarera producido por AZUCARLITO S.A. con resultados productivos similares (Cetrulo, 1994).

El vínculo con la industria cítrica tuvo una segunda etapa que contempló trabajar con la pulpa de citrus fresca (previo al proceso de deshidratado y pelletizado). En esa oportunidad se evaluaron distintas alternativas de ensilaje de la pulpa de citrus sola o en mezclas con diferentes proporciones de pasturas, obteniendo excelentes resultados desde el punto de vista de las características fermentativas y del valor nutritivo del producto final. La mezcla de pulpa de citrus con forraje verde premarchitado resultó en reducciones significativas en los niveles de pérdidas por efluentes durante el proceso de ensilado y en un producto



«Jornada Anual de Lechería - Asignación de forraje y manejo del tiempo de pastoreo, ¿cómo aprovechar mejor nuestras pasturas?»

final de muy buen valor nutritivo. Arocena y Benia en el año 2000 utilizando ensilaje de pulpa de citrus mezclada con forraje verde premarchitado como única fuente de alimentación reportaron ganancias de peso mayores a 1.2 kg de peso vivo por día en recria Holando durante un periodo de 90 días. Los trabajos desarrollados en esta etapa permitieron concluir que la pulpa de citrus es de fácil ensilabilidad y que la utilización de inoculantes reduce las pérdidas del proceso de fermentación en forma significativa. Adicionalmente se estableció que la técnica de ensilar la pulpa fresca mezclada con pasturas de leguminosas y gramíneas premarchitas mejora significativamente la ensilabilidad del forraje fresco, permite preservar muy bien las fracciones nutricionalmente importantes determinando finalmente un alimento mejor balanceado en la relación energía:proteína y de alto valor nutritivo. Es de destacar que la reducción significativa ( $p < 0.01$ ) en la producción de efluentes del ensilaje es una característica deseable no sólo desde el punto de vista nutricional sino también desde el ambiental ya que el efluente de ensilajes tiene un potencial contaminante hacia al medio ambiente muy alto y de difícil control.

De menor impacto a nivel productivo pero igualmente interesante desde el punto de vista técnico y académico fueron las evaluaciones de potencial de ensilabilidad de subproductos resultantes del procesamiento de productos hortícolas como brócoli y coliflor. El brócoli puede ser ensilado fácilmente con buenas características de fermentación y organolépticas. El uso de melaza como aditivo incrementó las pérdidas de materia seca (9.44 vs 38% para tratamientos sin y con agregado de melaza). Al igual que con la pulpa de citrus se evaluaron absorbentes naturales como heno de moha y despunte de caña de azúcar incorporados durante el procesos de ensilado en distintas proporciones. En este caso los absorbentes evaluados no lograron retener los efluentes generados por los tratamientos que incluyeron la suplementación del material con melaza. Al incrementar los niveles de inclusión de despunte de caña mejoraron las características fermentativas de la mezcla dado las buenas características de ensilabilidad del despunte de caña. Adicionalmente se realizaron trabajos con suero

de leche, brote de malta y puntita de arroz (Bruni *et al.*, 2000; Bruni y Chilbroste, 1999; 2001).

## 2. Cinética de Digestión y Fermentación Ruminal

Durante todo el período analizado (Diagrama 1) el trabajo del grupo estuvo fuertemente signado por la premisa de que *el mando del sistema de producción de leche lo tiene el pasto*. En sus inicios esta afirmación estuvo fuertemente ligada a la perspectiva nutricional del problema. Una de las consecuencias derivada de esta visión fue la definición de que la suplementación de las vacas lecheras en pastoreo debía ser funcional al potencial de producción del forraje, es decir balancear los aportes del forraje tanto en cantidad como en nutrientes específicos. Definido este marco conceptual resultaba ineludible contar con un conocimiento detallado de la cinética de digestión del forraje fresco y la caracterización de la fermentación ruminal de vacas en pastoreo suplementadas o no con distintas fuentes de energía. Una serie de experimentos fueron realizados con este objetivo y reportados en tesis, reuniones técnicas y congresos científicos.

A modo de ejemplo se presentan las Figuras 2 y 3 donde se puede ver la variación a lo largo del día del pH ruminal y la concentración de N amoniacal en vacas en pastoreo suplementadas o no con afrechillo de trigo o pellets de pulpa de citrus.

En este experimento las vacas pastoreaban dos horas luego del ordeño vespertino (18:00 a 20:00 horas) que se corresponde con el período 0-2 horas del eje x de los gráficos en las Figuras 2 y 3, permaneciendo luego encerradas hasta el ordeño de la mañana retomando el pastoreo entre las 8:00 y las 15:00 horas (corresponde con el período 14-21 horas del eje x de las Figuras 2 y 3).

Del análisis de las Figuras 2 y 3 resaltan dos aspectos: 1) la dinámica de variación diaria del pH y el amonio en el líquido ruminal estuvo más ligada al patrón de ingestión de la pastura que al tipo de suplemento, y 2) la suplementación opera en la modulación de los picos generados por el consumo y digestión del forraje fresco.

Si bien la mayoría de los trabajos de caracterización de la cinética de digestión de los alimentos y el ambiente ruminales de vacas en pastoreo se concentró en el período otoño-invernal (ej.: Mattiauda *et al.* 2003; Chilbroste *et al.*, 2007) se realizó un experimento de suplementación con sorgo molido y urea sobre verdeos de verano (pastoreo de Moha) que sin tener grandes consecuencias desde el punto de vista tecnológico influyó de forma determinante sobre la orientación de la investigación llevada adelante por el grupo durante el segundo período indicado en la Figura 1 (Rodríguez *et al.*, 1990). En ese trabajo en el que se evaluó el efecto de cambiar el momento de suministrar 40g de urea (ordeño a.m. vs p.m.) se determinó una mejor complementariedad del N no proteico cuando fue suplementado en el ordeño p.m. (valores de amonio en rumen significativamente menores  $p < 0.01$ ; tendencia a mayor producción de leche corregida por grasa,  $p < 0.1$ ) probablemente ligado al mayor patrón de ingestión de las vacas durante la tarde y/o a la mayor concentración de azúcares solubles de la Moha al final del día comparada con los valores al inicio del día (Chilbroste, 2002).

El conjunto de trabajos realizados en esta área junto con los

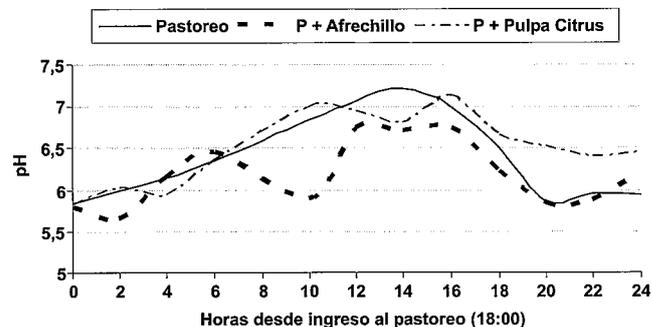


Figura 2. Variación diaria de pH ruminal de vacas lecheras en pastoreo suplementadas o no con afrechillo de trigo o pulpa de citrus pelletizada. P=Pastoreo.

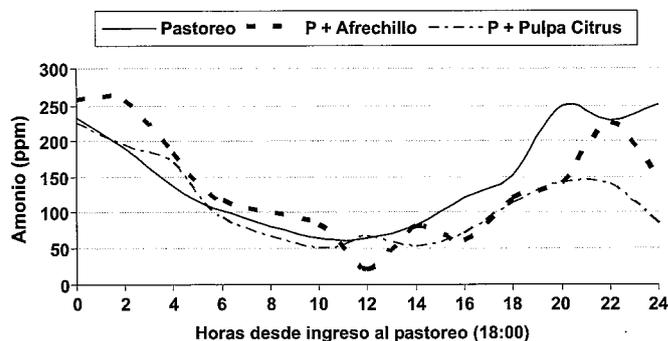


Figura 3. Variación diaria de concentración de amonio en líquido ruminal de vacas lecheras en pastoreo suplementadas o no con afrechillo de trigo o pulpa de citrus pelletizada.

estudios de posgrado desarrollados por integrantes del grupo en el exterior determinaron fuertemente la dirección de los trabajos comenzados en la segunda etapa y que se mantienen vigentes hasta el momento. Entre los años 1998 y el año 2003 se realizan una serie muy intensa de experimentos en las áreas de ecología del pastoreo y el estudio detallado de la interfase plata-animal-suplemento, en un esfuerzo por analizar de forma integrada el proceso de ingestión y digestión en condiciones de pastoreo. Una síntesis de estos trabajos fue recientemente publicada por Chilbroste *et al.* (2007) en Australia. Algunos ejemplos del abordaje realizado y sus resultados se presenta en la sección siguiente.

## 3. Manejo del tiempo de acceso a la pastura y el tiempo de ayuno previo al pastoreo sobre el comportamiento ingestivo, consumo, utilización de pasturas y producción y composición de la leche.

Las vacas lecheras consiguen su alimento bocado a bocado. Múltiples eventos de tasa de consumo instantáneo deben ser integrados para lograr comprender y predecir el consumo de materia seca en base diaria, dado la alternancia de períodos de consumo con otras actividades como rumia, descanso y traslados.

Las decisiones de manejo pueden ser tomadas en base diaria o a escalas mayores, pero los mecanismos determinantes de los

**Cuadro 1.** Descripción de las condiciones experimentales.

Exp.	Animales	Pasturas	Forraje	Concentrados
I	Holando PV = 488±44 Leche= 16,4±2,2 DEL = 33±7,8	Avena Disp.= 1600 kg DM/ha Asignación 15 kg MS/vaca/d	Ensilaje Maíz Oferta diaria	Concentrado Oferta diaria 7kg MF/vaca/d
II	Holando PV = 537±56 Leche = 23,9±5,7 DEL = 122±112	Trébol Blanco (45%) Gramínea (19%) Achicoria (8%) Disp. = 2750 kg MS/ha Altura = 12,5 cm	NO	NO

Disp.= masa forraje (kg MS/ha); MF = Materia fresca; PV= peso vivo (kg); DEL= días en leche (d); Leche (L/d).

Referencias: I = Chilbroste *et al.*, 1999; II = Chilbroste *et al.*, 2004a;

**Cuadro 2.** Descripción de los tratamientos y resultados productivos.

Exp.	Descripción de los tratamientos	Resultados
I	<b>Acceso a la pastura</b>	<b>Leche</b>
	<b>8 h</b> ( 6:30 – 14:30)	<b>L d<sup>-1</sup></b>
	<b>6 h</b> ( 8:30 – 12:30) (16:30 – 18:30) <b>6 h</b> (12:30 – 14:30) (16:30 – 20:30)	17,7 ab 18,2 ab 20,0a
II	<b>16 h</b> (18:00 – 02:30) (07:00 – 5:00)	Alimentación
	<b>16 h</b> (18:00 – 02:30) (07:00 – 5:00)	<b>SIN</b> diferencias entre tratamientos
	<b>8 h</b> (18:00 – 02:30)	AA <b>60 kg MS vaca d<sup>-1</sup></b>
	<b>8 h</b> (18:00 – 02:30)	BA <b>30 kg MS vaca d<sup>-1</sup></b> AA <b>60 kg MS vaca d<sup>-1</sup></b> BB <b>30 kg MS vaca d<sup>-1</sup></b>
		25,3 <sup>a</sup> 21,5 b 21,5 b 19,7c

Números con letras diferentes dentro de los recuadros, indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ); AA= alta asignación; BA=Baja asignación;

Por otras abreviaciones remitirse al Cuadro 1.

procesos ocurren en forma continua (ej.: digestión) o en períodos discretos (ej.: consumo). Desde el año 1998 a la fecha nuestro grupo decidió abordar la integración del proceso de ingestión y digestión en condiciones de pastoreo como condición necesaria para comprender y predecir el suministro de nutrientes a vacunos con o sin utilización de suplementos. La intervención en el manejo del pastoreo mediante restricciones en el tiempo o el momento de acceso de los animales a la pastura, genera cambios en la conducta de los animales y en la dinámica de utilización de la pastura (Chilbroste, 2002). En sistemas de manejo del pastoreo en franjas diarias y con asignaciones de forraje moderadas a bajas, una alta proporción del forraje cosechable es cosechado en la primera mitad de la sesión de pastoreo (Chilbroste 1999; Chilbroste *et al.*, 1999). En estas condiciones las vacas se pueden comportar como si estuvieran ayunadas, como un mecanismo de adaptación para competir por un recurso escaso exhibiendo una alta tasa de consumo instantáneo.

Adicionalmente, se pueden describir efectos positivos de restricciones en el tiempo de acceso a la pastura sobre la producción y utilización de forraje dado que los efectos negativos del animal sobre la pastura (pisoteo, sobre pastoreo, arrancado de

plantas, etc.) son menores. Monitoreos realizados a nivel comercial han demostrado incrementos en la producción de forraje del orden del 30% durante el período otoño-invernal simplemente por efecto de controlar la condición de la pastura para tomar decisiones de ingreso y salida de los animales del pastoreo. (Zanoniani *et al.*, 2004). En los sistemas lecheros pastoriles, períodos prolongados de ayuno ocurren naturalmente, dada la alternancia entre períodos de consumo y otras actividades como rumia y descanso, sumado a los traslados desde y hacia la sala de ordeño. En Uruguay, traslados desde la sala de ordeño al potrero de 1 a 2 km no son para nada inusuales, los que naturalmente generan períodos de ayuno de 4 a 5 horas (considerando el traslado más el tiempo de espera en los corrales).

En los Cuadros 1 y 2 se introducen dos ejemplos del tipo de experimentos llevados a cabo en otoño-invierno (pastoreo + suplementación) o primavera (100% pastoreo) en la EEMAC durante los años 1998 al 2004.

En el experimento I la producción de leche tendió ( $p < 0,15$ ) a ser mayor en el tratamiento con 6h de acceso a la pastura y con comienzo de la sesión de pastoreo a las 12:30. El concentrado y ensilaje de maíz ofrecido a los animales, fue totalmente consu-

mido en los tres tratamientos. La utilización promedio de forraje entre tratamientos no difirió, indicando que la tendencias observadas en producción de leche se debieron a una diferente composición del forraje cosechado (ej.: efecto del momento del día), y/o a una mejor sincronización entre el consumo de forraje y los otros componentes de la dieta. El contenido de MS de muestras de forraje obtenidas simulando el consumo realizado por las vacas al comienzo de la sesión de pastoreo, fue de 14, 15 y 18%, mientras que el contenido de PC fue de 20, 15 y 14%, para los tratamientos que comenzaban el pastoreo a las 6:30, 8:30 y 12:30, respectivamente. Las 6 horas de ayuno experimentado por el tratamiento que ingresaba más tarde al pastoreo (período comprendido entre las 6:30 y 12:30), pueden haber inducido una mayor motivación para pastorear, lo que se logró a expensas de un menor tiempo de búsqueda y de rumia. La probabilidad de encontrar una vaca pastoreando fue mayor en los tratamientos que ingresaron más tarde a la pastura (81, 59 y 57% para los tratamientos que comenzaron el pastoreo a las 6:30, 8:30 y 12:30 horas, respectivamente). Como contraparte, estos tratamientos exhibieron un tiempo significativamente menor de rumia y descanso (Soca *et al.*, 1999) durante la sesión de pastoreo.

En el experimento II la relación entre el tiempo de acceso a la pastura (8 (TP8) vs. 16 (TP16) horas) y la asignación de forraje (AA vs. BA) fueron examinados al inicio de la primavera, con tiempo templado. Se observó un efecto significativo ( $p < 0,01$ ) del tiempo de acceso de los animales a la pastura y la asignación de forraje, sobre la producción y composición de la leche (Cuadro 2). Al igual que en experimentos previos las vacas del grupo TP16 pastorearon por más tiempo que las del TP8, tanto en la condición de AA (509 vs. 332 min.), como en la de BA (481 vs. 379 min.). A pesar de que las vacas de TP16 tuvieron acceso a la pastura durante 480 min. extras en comparación con las vacas en TP8, sólo utilizaron un 30% del tiempo extra en actividades de cosecha de forraje. La alta eficiencia exhibida por las vacas con tiempo restringido de pastoreo (TP8), dedicando a actividades de cosecha de forraje entre un 70 y un 80% del tiempo disponible en la pastura, puede ser atribuida al largo período de ayuno (16 h) previo al pastoreo, así como a la buena condición de la pastura. Ambos factores (alta motivación para comer y buena condición de la pastura), pueden haber inducido a las vacas en TP8 a expresar altas tasas de consumo instantáneo en largas e ininterrumpidas sesiones de pastoreo. Ambos grupos de animales TP16 y TP8, exhibieron patrones de consumo similares al inicio del pastoreo, con sesiones iniciales intensas durante, aproximadamente, 90min. Esta observación indica, que las diferencias en comportamiento ingestivo se hicieron aparentes durante la segunda y tercera parte de la sesión de pastoreo, momento en que las señales de saciedad pueden comenzar a operar con más fuerza, o que la estructura de la pastura como resultado del proceso de defoliación, comienza a tener un efecto directo sobre el comportamiento ingestivo.

Al igual que en los trabajos iniciales de caracterización del ambiente ruminal el pH ruminal fue un buen indicador de los patrones de ingestión de forraje observados. En los tratamientos con acceso restringido a la pastura (TP8), el pH declinó linealmente desde el comienzo (18:00 h) hasta el final (2:00 h) de la sesión de pastoreo, aumentando luego en forma ininterrumpida,



Uso de alimentos conservados para la mejor combinación de recursos.

hasta el ingreso a la nueva franja de pastoreo (18:00). En los tratamientos con acceso no restringido (TP16), que retornan al pastoreo luego del ordeño matutino el pH ruminal alcanzó valores mínimos a las 23 h, lo que podría estar asociado a que las vacas en esos tratamientos interrumpieron la actividad de pastoreo antes que las vacas del grupo TP8. Las variaciones en el contenido ruminal a lo largo del día fueron consistentes con estas observaciones, donde las vacas en TP8 exhibieron el mayor contenido ruminal (80.1kg) al final de la sesión de pastoreo a pesar de que comenzaron la sesión con niveles de contenido ruminal significativamente más bajos (41kg) que los otros tratamientos, consecuencia del largo período de ayuno experimentado previo al pastoreo. Los mayores valores de contenido ruminal observados para las vacas TP8 vs TP16 al final de la sesión de pastoreo de la tarde, soporta la hipótesis que el llenado ruminal no es el principal factor involucrado en la definición de las estrategias de pastoreo de vacas lecheras.

Los patrones de pastoreo, rumia y descanso fueron caracterizados para una gama amplia de condiciones productivas tanto en otoño invierno con un uso intensivo de suplementos como en primavera-verano con forraje como única fuente de alimentación. Resulta evidente que en los tambos el movimiento de las vacas desde y hacia el pastoreo es un factor que interactúa fuertemente sobre el comportamiento ingestivo de las vacas. El conocimiento del efecto del ayuno sobre el comportamiento ingestivo tiene implicancias prácticas en la definición de las estrategias de pastoreo y alimentación. Los experimentos realizados con vacas lecheras, muestran que cambios en el tiempo y/o momentos de acceso de los animales a la pastura inducen cambios en el comportamiento ingestivo y en los patrones de digestión. Prácticas de manejo que involucran sesiones de pastoreo más cortas y que ocurren en la tarde, generalmente resultan en sesiones iniciales más largas de pastoreo, mayores tasas de consumo, reducción en el tiempo de rumia durante la sesión de pastoreo, pronunciadas caídas en pH, así como incrementos en la concentración de los productos de la fermentación y llenado ruminal. Estos cambios han sido asociados con tendencias o mejoras significativas ( $p < 0,05$ ) en performance animal. Estos hallazgos son importan-

tes para definir estrategias de manejo eficientes, sobre todo en situaciones con disponibilidad limitada de forraje disponible o con amplias disponibilidades pero con variaciones importante en calidad de la pastura y/o estado fisiológico de los animales. Las acciones llevadas adelante en esta área de trabajo tuvieron la virtud de que al mismo tiempo que daban luz sobre los mecanismos determinantes de los niveles de consumo y producción en diferentes regímenes de manejo del pastoreo y la suplementación pusieron de manifiesto el grado de plasticidad del sistema y las posibilidades de intervenir con éxito en el proceso de ingestión-digestión. Varias de las prácticas culturales ensayadas en el marco de estos diseños experimentales (ej.: limitación del tiempo de acceso a la pastura) fueron rápidamente adoptadas por los productores buscando mayor eficiencia, disminución de daños de los animales sobre la pastura y/o simplemente mayor simplicidad en el manejo del sistema.

Al mismo tiempo que se llevaron a cabo estos experimentos se comenzaron a responder preguntas a nivel más agregado, a nivel del sistema de producción. Trabajos coordinados con PILI S.A., CLALDY S.A. y la cooperativa CONAPROLE permitieron analizar estrategias de suplementación vinculadas a explotar mejor el potencial productivo de los partos de otoño-invierno (ej.: Chilbroste *et al.*, 2003; Chilbroste *et al.*, 2004b). Uno de los factores que se expresó con mayor claridad a la luz de estos trabajos fue la crisis estructural de los sistemas de producción de leche en el período otoño-invernal y orientó la conformación de una línea de trabajo actualmente activa y que se describe brevemente en el próximo ítem.

#### 4. Intensidad de defoliación y producción de forraje: trabajos experimentales y de monitoreo a nivel comercial

La intensificación de la producción de leche en Uruguay ha estado asociada entre otros aspectos a un incremento en la carga animal y a un mayor uso de reservas forrajeras y concentrados. No obstante, se han encontrado problemas asociados al desbalance de la rotación cultivo – pastura, producción de forraje y elevada carga animal en el área efectiva de pastoreo, lo cual se asoció con inestabilidad del sistema y alto costos por unidad de producto (Chilbroste *et al.*, 2003). El aumento de productividad basado en incrementos en la carga animal superiores a la capacidad de carga del sistema, no permitirá un manejo racional del pastoreo y provocará una reducción en la persistencia productiva de praderas perennes. Este desbalance estructural entre demanda y oferta de forraje durante el período otoñal presente en la mayoría de los predios comerciales del Uruguay determina el empleo de fechas de siembra tardías, problemas de implantación de pasturas y reducida eficiencia de producción y utilización del forraje. Las praderas perennes presentan una vida útil de 2 a 3 años, alcanzando en casos excepcionales 4 o 5 años. Esta problemática analizada tanto desde la perspectiva de la performance animal como desde la productividad del sistema ha sido oportunamente divulgada a través de diferentes medios: Revista Cangüé (N<sup>os</sup> 21, 26 y 27), Proyecto “Interacción Alimentación – Reproducción” EEMAC-CONAPROLE (Informes finales 2002 – 2003), Revista de FUCREA (Nro 206), Jornadas Anuales y Seminarios Técnicos de Lechería desarrollados en la EEMAC.

Con el objetivo de estudiar alternativas de producción que

**Cuadro 3:** Días de pastoreo, días promedio de retorno a la parcela, producción total acumulada y promedio individual de leche según altura del forraje remanente.

Tratamiento	Pastoreo (P) (días)	Intervalo entre P (días)	Producción Acumulada L	Producción Promedio L vaca/día
T 3cm	123 ± 1 b	50 ± 24	6303 ± 7,3	23,3 ± 0,98
T 6cm	148 ± 21 b	38 ± 19	8089 ± 5,6	24,0 ± 0,79
T 9cm	182 ± 26 ab	28 ± 20	10264 ± 5,9	24,7 ± 0,77
T 12cm	216 ± 4 a	20 ± 18	13267 ± 5,6	26,0 ± 0,77

Medias con distinta letra difieren significativamente. Tukey (P<0,05).

reduzcan el costo unitario de producción y “faciliten” el diseño y manejo operativo del sistema, se han planteado una serie de experimentos cuyo objetivo es levantar alguna de las limitantes más importantes detectadas a nivel comercial en la implantación, producción y manejo de pasturas. Se postuló como principal hipótesis de trabajo que son factibles aumentos significativos de la producción de forraje y de leche en base a estrategias que permitan mejorar y cuantificar simultáneamente la relación planta-animal-suplemento del sistema. El modelo de investigación integra la eco fisiología de la producción de forraje y la estimación de la capacidad de carga de los recursos forrajeros involucrados (Soca *et al.*, 2006). La identificación de variables simples a nivel de la pastura (ej.: altura remanente del forraje en diferentes estaciones del año) en las cuales basar manejos que permitan un buen balance entre producción de forraje, producción animal y persistencia de la pastura es estratégico en la búsqueda de sistemas lecheros competitivos.

Durante el año 2004 se instaló un experimento en la EEMAC cuyo objetivo general fue estudiar el efecto de la intensidad de pastoreo sobre la producción de forraje y de leche con praderas perennes de *Festuca arundinacea*, en mezcla con Trébol blanco y Lotus. Algunos de los objetivos específicos de este trabajo fueron: 1) estudiar el efecto de la intensidad de pastoreo sobre los días de ocupación y retorno al pastoreo, producción de forraje y leche de una pastura plurianual, 2) generar información nacional que permita identificar según época del año, la intensidad de pastoreo que “optimiza” la eficiencia de utilización del forraje producido sin comprometer la persistencia productiva del recurso forrajero.

La intensidad de pastoreo se definió como la diferencia entre altura de forraje a la entrada de pastoreo (15cm, igual para todos los tratamientos) y cambios en la altura del forraje remanente a la salida del pastoreo fijadas a 3cm (T 3cm), 6 cm (T 6cm), 9cm (T 9cm) y 12cm (T 12cm). Durante los 463 días en que se evaluó el experimento (octubre 2004 a enero 2006) los tratamientos con mayor altura de forraje remanente produjeron más forraje: 6272 (T 3cm), 10341 (T 6cm), 11352 (T 9cm) y 11685 (T 12cm) quilogramos de materia seca por hectárea. En el cuadro 3 se reporta la dinámica de ocupación y descanso de las parcelas y los resultados en términos de producción de leche.<sup>1</sup>

Este trabajo a pesar de su poca duración (poco más de 1 año) es muy ilustrativo sobre el potencial de producción de forraje de estas opciones forrajeras y fundamentalmente del impacto de direccionar el proceso a través del control de la intensidad de defoliación en distintas épocas del año. De esta forma se mejora la capacidad de asignación táctica y estratégica del forraje en el sistema, baja los costos de producción y permitirá incrementar la cantidad de forraje en el producto final del proceso industrial. Una tecnología con esta característica permitirá reducir el riesgo físico y económico del cambio técnico y mejorar la biodiversidad del ecosistema.

Actualmente, en la EEMAC y predios comerciales se cuenta con tres experimentos vinculados a esta línea de trabajo involucrando vacas lecheras, recría holando e invernada de razas de carne cuyo objetivo es cuantificar el efecto del cambio en la intensidad de pastoreo entre estaciones del año sobre la producción de forraje y animal del sistema con prioridad en la PERSISTENCIA PRODUCTIVA. .

### **5. Estrategias de Intervención: sistemas familiares de producción de leche**

En distintos momentos y en diferentes circunstancias el Grupo de lechería EEMAC ha tomado contacto con los sistemas familiares de producción de leche. Sin embargo, recién en el año 1996 se comenzó un trabajo de carácter más permanente, con una visión sistémica e integrado a otras unidades docentes y al Centro Universitario de Paysandú. También en esta área de trabajo se pueden distinguir dos etapas:

- Desde 1996 al 2004 una etapa fundamentalmente universitaria, que surge como respuesta al planteo de las gremiales lecheras de Paysandú que veían amenazada la sobrevivencia de los productores de menor escala por el marco socio-económico dominante durante los años 90. Es durante esta etapa que se estableció y desarrolló el Programa Integral de Extensión (PIE).

- Desde el 2005 a la fecha se desarrolla una etapa donde los aprendizajes realizados en la etapa anterior se extienden a todo el Departamento de Paysandú, en asociación con las organizaciones sociales departamentales, el gobierno local e instituciones nacionales. Con apoyo financiero de la IAF (Inter American Foundation) se trabaja con técnicos de campo que realizan ejercicio liberal de sus profesiones en un proyecto titulado "Desarrollo Productivo y Comunitario Rural" (DPCR). Este proyecto es liderado por la Universidad de la República y respaldado técnicamente por la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni".

La concepción teórico-metodológica del PIE es territorial desarrollándose en espacios geográficos definidos; es además integral ya que se articulan las tres funciones universitarias: docencia-investigación y extensión; finalmente es sistémica dado que en todos los niveles de intervención (predial, grupal, comunitario, etc) se trabaja con un enfoque holístico. Este enfoque resulta en abordar simultáneamente lo socio comunitario con lo

predial y lo productivo con lo familiar. Los aprendizajes realizados en este programa a nivel de la producción familiar, permitieron determinar que existe margen para la mejora de la producción y de los ingresos de las familias, así como el desarrollo y puesta a punto de una metodología de trabajo con el potencial de reorientar el asesoramiento técnico. Uno de los aspectos destacable de este abordaje y netamente diferencial de otro tipo de intervenciones en la producción familiar es la constatación de que los aprendizajes que hacen los productores durante el período de ejecución del proyecto se mantienen en el tiempo después de retirarse el proyecto.

En el proyecto DPCR en tanto, se reiteran ahora a escala departamental las situaciones encontradas durante la experiencia del PIE. Las situaciones extremas van desde predios que están en un nivel productivo y financiero que sin la intervención técnica del proyecto tienen capacidad de seguir en el sistema, a predios tan comprometidos financiera y técnicamente que aún la intervención técnica del proyecto si bien necesaria es probable que no sea suficiente.

Es destacable la constatación de que en la fase de producción primaria la producción de leche familiar no difiere en el uso o adopción de tecnologías de insumos respecto a la producción comercial. Lo que se encuentra en forma generalizada es una aplicación incompleta de las técnicas asociadas a un bajo nivel de registración y por lo tanto resultados pobres de su aplicación. Dentro de la diversidad y en términos generales los productores remitentes aparecen algo más desarrollados que los que- seros artesanales, existiendo en ambos casos lo extremos descritos anteriormente.

### **Comentarios finales en clave perspectiva**

Este trabajo da cuenta de las actividades desarrolladas por el Grupo Lechería EEMAC en los últimos 15 años destacando algunas de las contribuciones realizadas en el terreno tecnológico. Tal vez hoy tiene más sentido que nunca durante este período la reafirmación de trabajar en torno al objetivo central oportunamente definido "*Contribuir al diseño y desarrollo de Sistemas de Producción económicamente viables, socialmente aceptables y ambientalmente balanceados*". En clave perspectiva nos permitimos señalar tres elementos que consideramos centrales para la consecución del objetivo central:

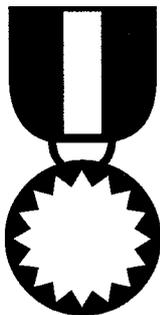
- a) enmarcar nuestra actividad futura en un programa de desarrollo de la lechería regional que comprometa en la acción a actores públicos y privados (mayor articulación inter-institucional),

- b) procurar un mejor balance en el ejercicio de análisis y síntesis del problema entre múltiples dimensiones que lo definen (ampliación y articulación disciplinaria y metodológica) y,

- c) encontrar mecanismos que permitan la conformación y desarrollo de una masa crítica mínima que le dé vida y sustentabilidad al proceso creativo de ejercer la función integrada docencia-investigación-extensión-desarrollo-innovación. ▼

## BIBLIOGRAFÍA

- AIZCORBE, F., ; PEYRONEL, K. 2001.** Efecto del manejo del pastoreo y de la suplementación en la conducta de pastoreo y desarrollo de la recría Holando pos-desleche. Tesis. Montevideo. Uruguay.
- ANDREGNETTE, D.; J. BORTHAGARAY; MARI, S. 1997.** Recría de vaquillonas Holando sobre campo natural, validación de una propuesta de manejo (Parte I). Tesis. Montevideo. Uruguay.
- AROCENA, S; BENIA, P. 2000.** Evaluación de la ganancia de peso de terneros holando, suplementados con henolaje de pradera, ensilaje de pulpa de citrus pura o mezclada con forraje. Tesis Facultad de Agronomía – Universidad de la República. Uruguay.
- BIDEGAIN, J.; SÁNCHEZ, P.; DÍAZ, J. 1992.** Efecto del tipo de suplemento sobre la performance productiva de vacas Holando pastoreando sorgo forrajero (Sudax 121). Tesis Facultad de Agronomía – Universidad de la República. Montevideo. Uruguay.
- BRUNI, M.A.; CHILIBROSTE, P. 1999.** Uso de residuos industriales: Una nueva alternativa de alimentación para el ganado. Revista Cangué Nro 17: 1999
- BRUNI, M.A.; CHILIBROSTE, P.; MATTIAUDA, D. 2000.** Alternativas de conservación de pulpa de citrus fresca como ensilaje In: XVI Reunión Latinoamericana de Producción Animal. III Congreso Uruguayo de Producción Animal. (CD). Montevideo, Uruguay.
- BRUNI, M.A. y CHILIBROSTE, P. 2001.** Alternativas de conservación de residuos de brócoli como ensilaje. XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Resúmenes. Palacio de las Convenciones. 20-23 Noviembre. La Habana, Cuba. pp: 314-315.
- CETRULO, F. 1993.** Efecto de la suplementación con afrechillo de arroz y pulpa de remolacha peleteada, sobre la performance productiva de vacas holando pastoreando verdes de invierno. Tesis Facultad de Agronomía – Universidad de la República. Montevideo. Uruguay.
- CHILIBROSTE, P. 1999.** Estudio integrado de las estrategias de pastoreo y suplementación en vacunos: información relevante en el manejo de recursos escasos. Revista Cangué Nro 15. .
- CHILIBROSTE, P.; SOCA, P. and MATTIAUDA D. 1999.** Effect of the moment and length of the grazing session on: 1. Milk production and pasture dynamic depletion. In. Proceedings of International Symposium "Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology". Eds. Moraes, A., Nabinger, C., Carvalho, P.C., Alvez, S.J. and Lustosa, S.B. pp 292-295. Agosto 1999. Curitiba. Brasil.
- CHILIBROSTE, P. 2002.** Integración de patrones de consumo y oferta de nutrientes para vacas lecheras en pastoreo durante el período otoño – invernal. In X Congreso Latinoamericano de Buiatría, XXX Jornadas Uruguayas de Buiatría. Ed. Centro Médico Veterinario, Paysandú. pp 90-96
- CHILIBROSTE, P.; IBARRA, D; ZIBIL, S.; LABORDE, D. 2003.** Proyecto Alimentación- Reproducción Conaprole 2002. Informe final. 28 p.
- CHILIBROSTE, P.; MATTIAUDA, D.A.; ELIZONDO, F. and COSTER, A. 2004a.** Herbage allowance and grazing session allocation of dairy cows: effects on milk production and composition. In: II Symposium on "Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology". 11 a 14 Octubre de 2004. Curitiba, Paraná, Brazil.
- CHILIBROSTE, P.; IBARRA, D.; ZIBIL, S.; LABORDE, D. 2004.** Monitoreo de vacas de parición de otoño en sistemas comerciales: 2. Condición de la pasturas. Revista Argentina de Producción Animal. Vol. 24. Supl.1. Soporte magnético.
- CHILIBROSTE, P.; SOCA, P.; MATTIAUDA, D.A.; BENTANCUR, O. and ROBINSON, P.H. 2007.** Short term fasting as a tool to design effective grazing strategies for lactating dairy cattle: a review. Australian Journal of Agricultural Research, 47, 1075-1084.
- DE BONIS, E.; ELIZONDO, F. 1999.** Estrategias de alimentación en terneras/os Holando en pastoreo, deslechados precozmente. Tesis Facultad de Agronomía – Universidad de la República. Montevideo. Uruguay.
- GUIDO, G.; DEBALI, A.; BORBA, J. 2001.** Manejo del pastoreo y suplementación en el crecimiento de la recría Holando pos-desleche. Tesis. Facultad de Agronomía – Universidad de la República. Montevideo. Uruguay.
- MATTIAUDA, D. 2000.** Alternativas de alimentación de los animales de reemplazo en sistemas lecheros. Revista Cangué. 18:28-31 Uruguay.
- MATTIAUDA, D.; BRUNI, M.A.; P. CHILIBROSTE; E. FAVRE; BENTANCUR, O. 2000.** Asignación del forraje y manejo del pastoreo en el crecimiento de terneros Holando deslechados. In: Memorias del XVI Congreso Latinoamericano de Producción Animal. III Congreso Uruguayo de Producción Animal. 28 al 31 de marzo. Montevideo. Uruguay. Soporte magnético.
- MATTIAUDA, D.A.; TAMMINGA, S.; ELIZONDO, F.; CHILIBROSTE, P. 2003.** Effect of the length and moment of the grazing session on milk production and composition of grazing dairy cows. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 3: 87-90.
- RADICIONI, D.; TARANTO, V.; ZIBIL, S. 1993.** Efecto de la suplementación de vacas lecheras en pastoreo. I- Ambiente ruminal y composición de la leche. Tesis. Facultad de Agronomía – Universidad de la República. Uruguay.
- RODRÍGUEZ, F.; CHILIBROSTE, P.; FAVRE, E.; MATTIAUDA, D.; BRUNI, M.A.; APEZTEGUÍA, E.; ORDEIX, B. 1990.** Adaptación nutricional de vacas lecheras en pastoreo complementadas o no con sorgo y urea. In: II Seminario Nacional de Campo Natural. INIA, Facultad de Agronomía, MGAP. Tacuarembó. Uruguay.
- SOCA, P.; CHILIBROSTE, P. and MATTIAUDA, D. 1999.** Effect of the moment and length of the grazing session on: 2. Grazing time and ingestive behaviour. In Proceedings of international Symposium "Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology". Eds. Moraes, A., Nabinger, C., Carvalho, P.C., Alvez, S.J. and Lustosa, S.B. pp 295-298. Agosto 1999. Curitiba. Brasil.
- SOCA, P.; CASTELLS, A.; MARCHESI, C.; DO CARMO, M.; CHILIBROSTE, P. 2006.** Efecto de la carga animal sobre la producción de forraje y performance de vacunos en Festuca arundinacea cv. quantum. Revista Argentina de Producción Animal. Vol. 26 Supl 1. 29º Congreso Argentino de Producción Animal, 18-20 de octubre. Mar del Plata Argentina.
- ZANONIANI, R., ZIBIL, S., ERNST, O.; CHILIBROSTE, P. 2004.** Manejo del pastoreo y producción de forraje: resultados del monitoreo realizado durante el año 2003. In: Proyecto "Interacción Alimentación – Reproducción". Informe final 2003. Acuerdo de trabajo EEMAC – CONAPROLE. pp 25-33.



### Ganadores del Premio «IPNI Scholar Award» 2008

IPNI dio a conocer a los ganadores del IPNI Scholar Award 2008, catorce estudiantes de posgrado (M.Sc. o Doctorado), en áreas relevantes a la nutrición de plantas y manejo de nutrientes en los cultivos.

Felicitamos especialmente al Ing. Agr. Sebastian Mazzilli Vanzini del Departamento de Producción Vegetal, quien está realizando su doctorado en la Universidad de Buenos Aires bajo la dirección del Dr. Gervasio Piñeyro, y cuyo trabajo de investigación se realiza en la EEMAC