

# El ultrasonido como herramienta en la industria animal

**NOTA TECNICA**

Gustavo Garibotto y Gianni Bianchi\*

## INTRODUCCIÓN

La ecografía como medio de evaluación y diagnóstico de los procesos productivos y reproductivos en los rumiantes mayores (ovinos y bovinos) comenzó a difundirse a nivel mundial a partir de la década del '80. Sin embargo, en el Uruguay, es recién a partir de la última década que, gracias al perfeccionamiento (ultrasonido en tiempo real) y menor costo relativo de los equipos, su uso comienza a popularizarse tanto a nivel de la investigación como en el terreno productivo. Reproduciendo lo que fue el desarrollo a nivel internacional, comenzó por utilizarse fundamentalmente para la realización de diagnósticos reproductivos (detección de preñez, sexaje del feto, identificación de mellizos, determinaciones de actividad ovárica, etc.), para ir gradualmente tomando importancia su uso para la estimación de la composición y calidad de la carne de vacunos y ovinos.

La ecografía es una herramienta que se sirve del eco diferencial, en los distintos tejidos, de ondas de alta frecuencia emitidas por el equipo a través de una sonda, para conformar una imagen en un monitor o pantalla. Este eco no es más que el reflejo en los tejidos de las ondas emitidas en función de la diferente impedancia acústica de los elementos que atraviesa, las que son recibidas por el equipo, interpretadas y traducidas a imagen. Cuanto mayor sea la fracción de ondas que se reflejen contra un tejido, mayor será la intensidad de los ecos recibidos, pero menor será el número de ondas que continúen avanzando y enviando información. En el monitor, los ecos recibidos son presentados como puntos brillantes (modo de imagen B) y serán tanto más brillantes cuanto mayor haya sido el eco producido. Estos puntos estarán distribuidos en la pantalla en una posición proporcional a la dirección y profundidad desde la cual provienen. De esta manera, a cada segundo se genera un conjunto de puntos de brillo para producir una imagen en tiem-

po real que representa un corte anatómico de la región examinada.

Los diferentes órganos y tejidos que componen el cuerpo de los animales poseen distinta capacidad reflectiva en función de la cual pueden diferenciarse en hiper, hipo o anaecogénicos según la cantidad de ondas ultrasónicas que reflejan. Este diferencial reflectivo se traduce en la pantalla en distintas tonalidades de grises que van desde el blanco (regiones hiperecogénicas) hasta el negro (regiones anaecogénicas).

El equipo de ecografía utiliza ondas de sonido de alta frecuencia inaudibles para el oído humano -de ahí el nombre de ultrasonido- que generalmente se encuentran entre 3.5 y 7.5 MHz, según la región anatómica a analizar. Conviene recordar que 1 megahertz son 1 000 000 de ondas de sonido por segundo y que nuestro oído percibe sonidos únicamente en el rango de 8 a 20 mil Hz. Estas ondas de alta frecuencia son emitidas por el transductor que posee una gran cantidad de cristales piezo-eléctricos muy pequeños (generalmente titanato de bario) que vibran a su frecuencia natural al paso de la corriente eléctrica emitiendo las ondas de ultrasonido.

Existen 3 grandes grupos de transductores o sondas que se adaptan a diferentes usos: lineales, sectoriales y convexas. Las imágenes generadas por sondas sectoriales y convexas son de forma piramidal (tranco-cónica) en tanto que las generadas por transductores lineales producen una imagen de forma rectangular. Las sondas lineales -que por ser más versátiles

son las de uso más difundido a nivel productivo- necesitan una mayor superficie de contacto, dependiendo del largo de las mismas. Para usos reproductivos suelen usarse sondas de hasta 6 - 8 cm, en tanto que para calidad de carne se utilizan sondas que alcanzan los 18 cm de largo. Las sondas sectoriales poseen la ventaja de necesitar menor superficie de contacto pero, como desventaja, no tienen buena resolución del campo cercano de observación. Las sondas convexas, de introducción más reciente, tienen una superficie curva y emiten haces radiados pero con una base más amplia que las sondas sectoriales. Combinan las principales ventajas de ambos tipos de sondas pues tienen buena resolución las zonas proximales (propio de las lineales) y ampliación del campo de observación hacia la profundidad (propio de las sectoriales).

Debido a que las ondas de ultrasonido no viajan a través del aire, es necesario que exista siempre un buen contacto acústico entre la sonda y la superficie de apoyo. Esto es particularmente importante cuando se trata de ecografías realizadas en el exterior del animal. Esta continuidad física puede lograrse con la utilización de diferentes sustancias, aunque la más frecuentemente utilizada en producción animal, por su bajo costo y adecuada conductividad, es el aceite vegetal.

A efectos de ilustrar sobre la variedad de transductores existentes, la Figura 1 muestra la gama de sondas de distintas frecuencias y usos que ofrecen dos marcas cualesquiera elegidas al azar.

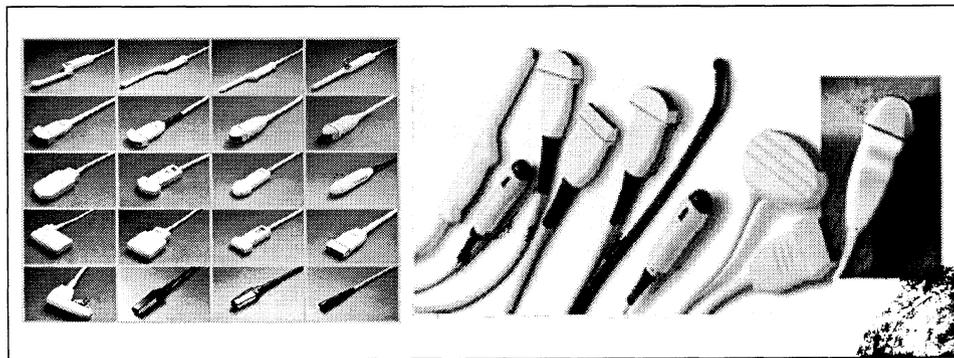


Figura 1. Variedad de sondas ofrecidas, por dos empresas distintas, para diferentes propósitos.

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

De la misma forma, existe una importante variedad de equipos de ultrasonido ofrecidos por las diferentes marcas. En la línea de uso veterinario, son dos las marcas que en el Uruguay lideran el mercado. Ambas marcas tienen equipos y accesorios específicamente diseñados para su utilización en producción animal.

### LA ECOGRAFÍA APLICADA A LA CALIDAD DE CARNE

Como fue señalado, uno de los usos relativamente más recientes de la ultrasonografía se encuentra en el área de la calidad de carne. En este trabajo se hace énfasis sobre este campo de aplicación (particularmente en la especie ovina), sobre el cual el Grupo de Ovinos y Lanas de la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni" de la Facultad de Agronomía ha comenzado a desarrollar una línea de trabajo a través de un convenio con la Sociedad de Criadores de Corriedale y que cuenta con el financiamiento del BID - MGAP.

A efectos de visualizar la importancia y el grado de desarrollo que ha tomado esta aplicación de la herramienta a nivel internacional se presenta, a modo de ejemplo, la situación australiana con la implementación del LAMBPLAN o Plan Cordero.

### ¿Qué es el LAMBPLAN?

LAMBPLAN es el sistema australiano para describir el mérito genético de los ovinos. Genera un "ranking" de los animales en términos de su potencial genético para diferentes características de interés comercial. Esto permite a los cabañeros y productores ovinos de ese país mejorar la capacidad de sus majadas para producir animales más lucrativos a través de la correcta elección de los reproductores. El sistema se basa en la estimación de los "EBV's" (estimated breeding values) o valores de cría para las características de interés, con lo cual se obtiene, a partir de la información disponible, la mejor estimación posible del verdadero mérito genético de los animales.

Este sistema, que comenzó a funcionar en el año 1989 únicamente para las razas carniceras, ya incluía en forma rutinaria mediciones ecográficas de cobertura de grasa en el punto C como una variable de interés. En los años sucesivos el sistema fue incorporando otras razas y nuevas mediciones. La profundidad y área del músculo *Longissimus dorsi* determinadas por ultrasonido son ejemplo de ello.

En la Figura 2 se presenta un diagrama del corte transversal del espacio intercostal entre la 12ª y 13ª costillas que es la región anatómica en la que se realizan las medicio-

nes ecográficas. En el mismo se señalan las principales estructuras que se observan, destacándose el músculo *Longissimus dorsi* y la grasa subcutánea. Sobre el músculo, son dos las mediciones más relevantes: el área y la profundidad. Esta última medida se realiza en el mismo lugar en el que se

mide la profundidad de la grasa subcutánea, midiéndose la altura del músculo en ese sitio. En la Figura 3 se presenta la imagen obtenida en el lado derecho de un carnero con la utilización de una sonda de 3.5 MHz, señalando las estructuras de interés.

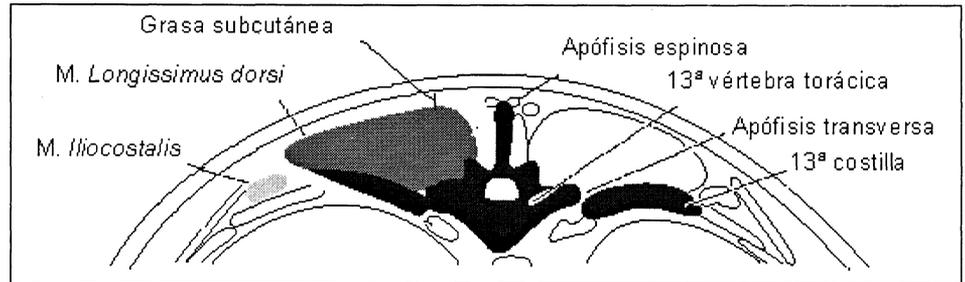


Figura 2. Corte transversal entre la 12ª y 13ª costillas.

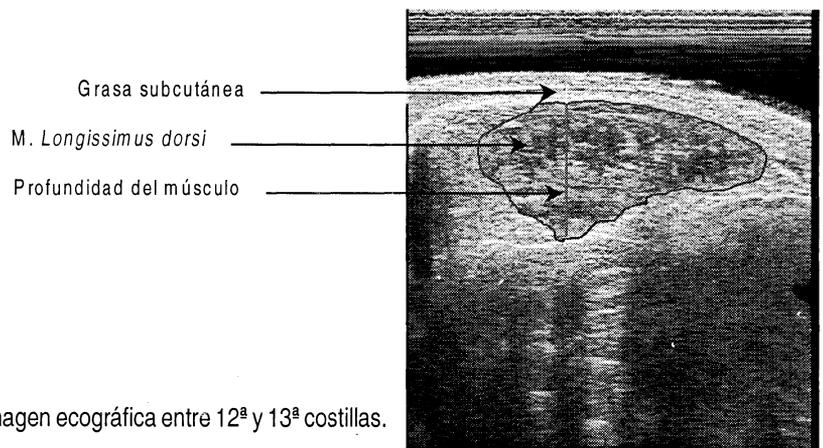
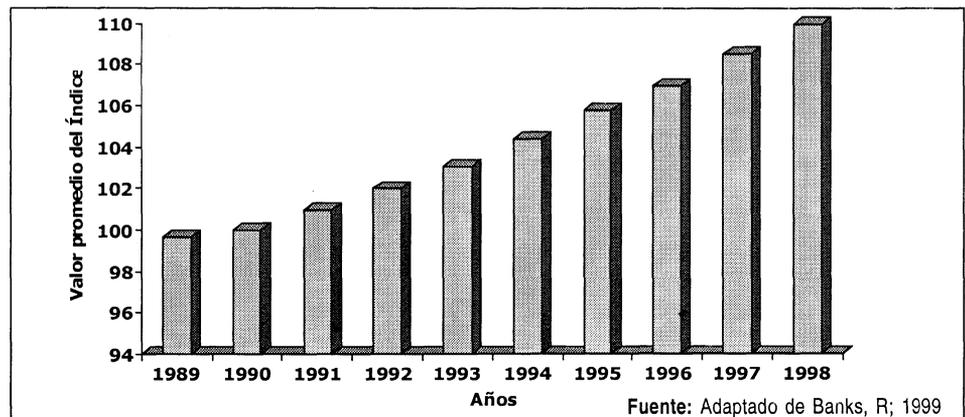


Figura 3. Imagen ecográfica entre 12ª y 13ª costillas.

Con el conjunto de la información recolectada, que no solamente incluye las determinaciones ecográficas, y en conocimiento de los lazos de parentesco entre los animales y los parámetros genéticos de las características (heredabilidades y correlaciones), se procede al cálculo de los valores de cría a través de una metodología matemática denominada BLUP por su sigla en inglés (Best Linear Unbiased Predictor). Además del cálculo de los valores de cría,

LAMBPLAN genera un índice que combina los valores estimados para las distintas características (con distinto peso relativo según el objetivo de selección elegido) en un único valor generando un orden jerárquico de los animales. A mayor valor del índice se espera que el animal sea superior genéticamente.

El resultado para la "industria" ovina australiana puede ejemplificarse en la información presentada en la Gráfica 1.



Gráfica 1. Tendencia del índice australiano del LAMBPLAN.

A partir de su creación, y durante los sub-siguientes 10 años de funcionamiento del sistema, se produjo un incremento continuo de aproximadamente 1 punto del índice por año para la totalidad de las razas participantes (12 razas). Esto se tradujo en términos cuantitativos en un incremento promedio en el peso de canal de 250 gramos por año que además se acompañó por una disminución de la profundidad de grasa subcutánea de 1.1 mm en todo el período, a pesar de la correlación genética negativa entre ambas características.

El caso australiano del LAMBPLAN no es el único ejemplo sobre la utilidad y grado de aplicabilidad comercial que tiene la ultrasonografía en la producción y mejora genética de la carne ovina de calidad. Por el contrario, países tan diversos como Nueva Zelanda, Francia, Reino Unido, Dinamarca y Estados Unidos -entre otros- utilizan en forma rutinaria esta técnica en la industria cárnica ovina constituyéndose en ejemplos elocuentes de la importancia y desarrollo que tiene esta herramienta a nivel internacional.

#### LA SITUACIÓN EN URUGUAY

En nuestro país, la utilización de equipos bidimensionales en tiempo real, en la especie ovina ha sido fundamentalmente en el área de la reproducción, particularmente en el diagnóstico de gestación. No obstante, en los últimos años los principales organismos de investigación del país (Universidad de la República, SUL, INIA) están aplicando esta tecnología en trabajos vinculados a la producción de carne ovina.

En la Estación Experimental "Dr. Mario A. Cassinoni", el grupo de Ovinos y Lanos viene desarrollando desde el año 1996 una Línea de Investigación sobre Carne Ovina de Calidad vinculada con el estudio de las distintas alternativas tecnológicas para mejorar la producción de corderos en sistemas intensivos. Éstas se enmarcan en dos grandes grupos, aquellas que apuntan a potenciar los dos procesos biológicos básicos involucrados (reproducción y crecimiento) a través de estrategias no genéticas y aquellas en que la estrategia genética -cruzamientos terminales y/o maternas- conforma la herramienta fundamental para modificar dichos procesos. Dentro del conjunto de información generado hasta el momento, conforman un capítulo importante las determinaciones ultrasónicas de grasa y músculo realizadas en el animal vivo y

su relación con diferentes características medidas en el animal vivo y en la canal.

#### Principales resultados

Durante los años 1997 y 1998, sobre 520 corderos pesados (machos y hembras) Corriedale puro y cruza con Texel, Hampshire Down, Southdown, Île de France y Milchscharf, faenados a los 5 meses de edad, se estudió la asociación entre:

1) Espesor de la grasa subcutánea medida en el animal vivo, estado corporal, pro-

fundidad de los tejidos en el punto GR<sup>1</sup> y cobertura de grasa de la canal.

2) Área del ojo del bife medida en el animal vivo y en la canal.

3) Área del ojo del bife en la canal y proporción de cortes valiosos y de carne en el trasero.

En el Cuadro 1 se presentan las correlaciones encontradas entre la profundidad de grasa subcutánea determinada por ultrasonido y distintas características relacionadas con la cobertura de grasa medidas en el animal vivo y en la canal.

**Cuadro 1.** Asociación entre espesor de grasa subcutánea determinada por ultrasonido y distintas características medidas en el animal vivo y en la canal relacionadas con la cobertura de grasa.

| Característica                                     | Espesor grasa subcutánea (mm) | GR (mm) | Estado corporal (0-5) | Escala de tipificación de cobertura de grasa (0-2) |
|--|-------------------------------|---------|-----------------------|--|
| Espesor Grasa Subcutánea (mm)                      | 1.00                          | 0.75    | 0.59                  | 0.27   |
| GR (mm)  |                               | 1.00    | 0.61                  | 0.37   |
| Estado Corporal (0-5)                              |                               |         | 1.00                  | 0.19   |
| Escala de Tipificación de Cobertura de Grasa (0-2) |                               |         |                       | 1.00   |

Las asociaciones encontradas fueron positivas en todos los casos ( $P < 0.001$ ) aunque variaron en su magnitud desde bajas a altas según la variable considerada. La asociación positiva y alta (0.75) entre espesor de grasa por ultrasonido y GR -dos determinaciones objetivas del espesor de grasa

subcutánea- es consistente con la información internacional al respecto, poniendo de manifiesto el beneficio que puede representar la implementación de la ecografía en el animal vivo como forma de predecir el grado de engrasamiento.

Con relación a las dimensiones del

**Cuadro 2.** Asociación entre área del ojo del bife y distintas características medidas en la canal relacionadas con la conformación carnicera.

| Característica  | Área del ojo del bife en la canal (mm) | Escala de tipificación por conformación (1-4) | Carne en el trasero (%) | Cortes valiosos (%) |
|---|--|---|-------------------------|---------------------|
| Área del ojo del bife en la canal (mm)                | 1.00                                   | 0.55  | 0.38                    | 0.67                |
| Escala de tipificación por conformación carnicera (%) |  | 1.00  | 0.30                    | 0.63                |
| Carne en el trasero (%)                               |  |   | 1.00                    | 0.45                |
| Cortes Valiosos (%)                                   |  |   |                         | 1.00                |

<sup>1</sup> La profundidad de todos los tejidos en este punto, ubicado a nivel de la duodécima costilla y a 11 cm. de la línea media, es fácil de medir y constituye un buen indicador del contenido de grasa en la res.

músculo *Longissimus dorsi*, la correlación encontrada entre el área del ojo del bife establecida por ultrasonografía y medida en la canal fue positiva y media (0.55). Esta relación, que se encuentra dentro del rango de valores esperables, puede ser mejorada con la correcta adecuación de la frecuencia y longitud de la sonda utilizada. A partir del año 2001 se comenzó a trabajar con un transductor de 3.5 MHz y 18 cm de largo que se espera mejore las lecturas de área y profundidad de músculo realizadas. En el Cuadro 2 se presenta la asociación entre el área del ojo del bife medida en la canal, el porcentaje de cortes valiosos, de carne en el trasero y la escala de tipificación empleada para clasificar las canales por conformación carnicera.

Se encontraron correlaciones positivas bajas entre el área del ojo del bife en la canal y porcentaje de carne en el trasero y medias entre área del ojo del bife y porcentaje de cortes valiosos y la escala de tipificación. Estos resultados coinciden con los obtenidos por la investigación extranjera y sugieren que el área del músculo *Longissimus dorsi* podría, en forma conjunta con otros indicadores, ser utilizada como un indicador de las características carniceras de la canal de corderos pesados. No obstante, se requiere más información local al respecto, particularmente aquella que contemple los genotipos de mayor difusión en el país, habida cuenta que la asociación entre estas variables parecería ser más débil en razas laneras que en razas carniceras.

En tal sentido, a partir del año 2001 este Grupo de trabajo -conjuntamente con la Sociedad de Criadores de Corriedale- y financiado por Servicios Agropecuarios del MGAP, comenzó un Proyecto en las dos Centrales de Prueba de Progenie con el doble propósito de validar la utilización de la técnica de ultrasonido y de generar parámetros genéticos para características carniceras de la raza Corriedale en el Uruguay. Con ese objetivo en el mes de junio próximo pasado se llevaron a cabo en ambas centrales de prueba las primeras determinaciones de las dimensiones del músculo *Longissimus dorsi* y de cobertura de grasa en los carneros que padrearán durante 2001. Está previsto realizar idénticas mediciones en las ovejas y en la descendencia. Además, una vez faenados los corderos se medirá el músculo directamente en la canal y la profundidad de tejidos (GR), para compararlo con las lecturas obtenidas por ultrasonido.

En el Cuadro 3 se presenta la correlación obtenida entre las lecturas ecográficas realizadas en ambos costados de los carne-

ros que trabajaron en el presente año en las Centrales de Prueba "La Tapera" y "El Tornero" para las variables área, perímetro y profundidad del ojo del bife y cobertura de grasa subcutánea.

En virtud de la relación alta y positiva encontrada entre las mediciones de los lados derecho e izquierdo, es posible considerar el valor fenotípico para cada carnero como el promedio de las lecturas realizadas a ambos lados del animal. En el Cuadro 4 se presentan las lecturas de las dimensiones del músculo *Longissimus dorsi* y de profundidad de grasa subcutánea realizada en los carneros y en el Cuadro 5 se presenta la asociación encontrada entre estas variables.

**Cuadro 3.** Asociación entre dimensiones del músculo *Longissimus dorsi* (área, perímetro y profundidad) y espesor de grasa subcutánea para lecturas realizadas del lado izquierdo y derecho del animal en el espacio intercostal entre la 12ª y 13ª costillas.

| Lectura     | Correlación |
|-------------|-------------|
| Área        | 0.971       |
| Perímetro   | 0.851       |
| Profundidad | 0.883       |
| Grasa       | 0.924       |

**Cuadro 4.** Dimensiones del músculo *Longissimus dorsi* y profundidad de grasa subcutánea en carneros Corriedale

| Central de Prueba<br>"La Tapera"<br>Carnero | Dimensiones del músculo<br><i>Longissimus dorsi</i> |                   |                     | Espesor de grasa<br>subcutánea<br>(mm) |
|---|---|-------------------|---------------------|--|
|   | Área<br>(mm <sup>2</sup> )                          | Perímetro<br>(mm) | Profundidad<br>(mm) |  |
| 1   | 1404  | 1587              | 33.5                | 3.5                                    |
| 2   | 1246  | 1608              | 28.8                | 2.7                                    |
| 3   | 1151  | 1471              | 29.5                | 3.0                                    |
| 4   | 1241  | 1525              | 28.5                | 3.1                                    |
| 5   | 1436  | 1690              | 30.1                | 3.3                                    |
| 6   | 1202  | 1525              | 28.5                | 2.5                                    |
| 7   | 969   | 1271              | 25.0                | 2.9                                    |
| 8   | 1155  | 1470              | 27.7                | 7.1                                    |
| 9   | 1241  | 1556              | 29.1                | 4.6                                    |
| 10  | 1137  | 1420              | 27.7                | 2.7                                    |

| Central de Prueba<br>"El Tornero"<br>Carnero | Dimensiones del músculo<br><i>Longissimus dorsi</i> |                   |                     | Espesor de grasa<br>subcutánea<br>(mm) |
|--|---|-------------------|---------------------|--|
|  | Área<br>(mm <sup>2</sup> )                          | Perímetro<br>(mm) | Profundidad<br>(mm) |  |
| 1  | 1970  | 1909              | 35.8                | 5.9                                    |
| 2  | 1628  | 1814              | 29.5                | 3.6                                    |
| 3  | 1835  | 1851              | 36.2                | 3.9                                    |
| 4  | 1128  | 1443              | 25.8                | 4.8                                    |
| 5  | 1764  | 1732              | 37.1                | 4.3                                    |
| 6  | 1338  | 1676              | 28.8                | 3.0                                    |
| 7  | 1294  | 1618              | 28.8                | 3.7                                    |
| 8  | 1397  | 1646              | 29.3                | 3.2                                    |

**Cuadro 5.** Asociación entre distintas características medidas por ultrasonido en el animal vivo.

|             | Área  | Perímetro | Profundidad | Grasa |
|-------------|-------|-----------|-------------|-------|
| Área        | 1.000 | 0.941     | 0.897       | 0.282 |
| Perímetro   |       | 1.000     | 0.777       | 0.199 |
| Profundidad |       |           | 1.000       | 0.228 |
| Grasa       |       |           |             | 1.000 |

Estos resultados son coincidentes con información anterior generada por este Grupo de trabajo y ponen de manifiesto diferencias importantes, en características vinculadas con la aptitud carnífera, entre carneros de una misma raza, aun en genotipos laneros o "doble propósito". Esto permitiría, en el caso de la raza Corriedale, la identificación y selección de líneas que, sin des-

medro de la producción de lana, posean una orientación mayormente dirigida a la producción de carne.

#### CONSIDERACIONES FINALES

A nivel internacional el uso de la ultrasonografía para la estimación de la composición y calidad de la carne de vacunos y ovinos está ampliamente difundida y con-

solidada desde la década pasada. Su implementación en el Uruguay, aunque más reciente, seguramente siga un desarrollo similar por las ventajas que posee la técnica al permitir realizar en forma rápida e incruenta mediciones *in vivo* de las principales características de interés en la mejora y producción de carne. ■

### Jornada de Pasturas - 26 de octubre de 2001

No fueron más que los propios asistentes a las jornadas de la EEMAC quienes hicieron llegar su inquietud por una jornada sobre el tema de pasturas. Es así que el 26 de octubre llegó el día y el equipo de Pasturas de la EEMAC desarrolló su Jornada Anual por primera vez, en el marco del Proyecto "Difusión de la EEMAC".

La Jornada contó con una parte de recorrida de campo donde se visitaron experimentos sobre: manejo y mejoramiento de pasturas naturales, evaluación de cultivares de *Bromus auleticus* y manejo de trébol blanco.

En el salón se presentaron los aspectos principales del trabajo que ha venido desarrollando el equipo de pasturas de la EEMAC, así como charlas técnicas sobre pasturas naturales, mejoramientos extensivos y pasturas cultivadas.



La jornada estuvo a cargo de los Ings. Agrs. Ramiro Zanoniani, Pablo Boggiano, Enrique Moliterno, Fernando Santiñaque y Silvana Noëll.

Los participantes también pudieron acceder a abundante información científica presentada en una amplia galería de posters, la que además estuvo apoyada por material impreso, con datos generados tanto en la EEMAC como en las de San Antonio y Bañado de Medina.

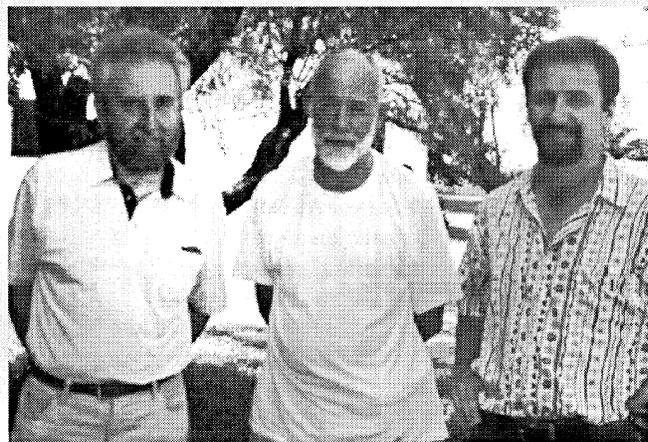
A pesar de que el mal estado del tiempo distorsionó el itinerario propuesto, éste se cumplió en su totalidad, y los más de 70 participantes pudieron aprovechar la Jornada, la cual concluyó con la discusión de algunos de los aspectos desarrollados a lo largo de la misma.

### Curso de Actualización Profesional: Nutrición de Rumiantes en Pastoreo.

Entre el 26 y el 28 de noviembre de 2001, se realizó en la Casa de la Universidad de Paysandú, el curso internacional para egresados del área agraria "Nutrición de Rumiantes en Pastoreo", con la participación de docentes de la EEMAC y profesores visitantes de Holanda y del Reino Unido. El objetivo del curso fue la puesta al día de los principales conceptos de esta temática, haciendo énfasis en las particularidades que tienen nuestros sistemas de producción animal bajo pastoreo. El curso fue enfocado desde el animal en la primera parte, y desde el recurso pastura en la segunda, para terminar integrando estos componentes en actividades teóricas y teórico-prácticas. Con tal fin, la primera parte del curso se centró en los requerimientos del animal para producción, abordándose los avances en el área tanto de la energía como de la proteína. Posteriormente, se centró la discusión en la composición y funcionalidad del ecosistema ruminal. Estas charlas estuvieron a cargo de los profesores Dr. Seerp Tamminga de la Universidad de Wageningen, Holanda y de los docentes Dr. Pablo Chilibroste e Ing. Agr. Margarita Heinzen MSc, de la EEMAC.

La segunda parte estuvo a cargo de los profesores de la EEMAC, Dr. Pablo Boggiano e Ing. Agr. Pablo Soca MSc, integrándose el Dr. Malcolm Gibb, del Instituto de Investigación IGER del Reino Unido, con un par de charlas que abordaron los avances en la comprensión del comportamiento animal en pastoreo.

Las actividades del curso incluyeron la visita a los experimentos de campo en desarrollo en la EEMAC, donde los asistentes pudieron apreciar el funcionamiento de los aparatos de medición del comportamiento, invención del Dr. Gibb y



Izq.: M. Gibb; Centro: S. Tamminga; Der.: P. Chilibroste  
(gentileza Diario «El Telégrafo»)

de gran utilidad en la investigación en nuestros días.

La numerosa participación de colegas agrónomos y veterinarios, así como la colaboración de investigadores de primera línea como los Drs. Tamminga y Gibb, aseguraron un balance netamente positivo al culminar el curso.