

UCES

TEXTO ORIENTATIVO N° 2.

INTRODUCCIÓN A LA GANADERÍA DE PRECISIÓN.

RAUL FIORENTINO - 30 JUNIO DE 2018.

Los textos orientativos en formato borrador se destinan a proporcionar información complementaria para los alumnos de la carrera de agronomía (UCES/Cañuelas), que contribuya a promover su acercamiento a temas de gran relevancia en la producción agropecuaria y agroindustrial argentina en las últimas décadas. Este trabajo se apoya centralmente en el trabajo de tesis del Ingeniero Fernando Sotelo (Industrias Lácteas de la R. Oriental del Uruguay, 2013), dirigida por el Dr. Raúl Fiorentino).

1. Introducción y objetivos.

Los avances más significativos en cuanto a la adaptación de los principios de ingeniería de procesos a la producción animal se presentan claramente, en Argentina y en el mundo, en los sistemas industriales de producción porcina y avícola. Los esfuerzos vinculados a la adaptación de tecnologías de precisión para estas actividades ganaderas se concentran principalmente en el monitoreo de un número importante de procesos específicos que componen los respectivos sistemas productivos.

En la actividad ganadera bovina es posible citar varios adelantos. El primero de ellos, conocido desde hace varias décadas, está vinculado con los sistemas de identificación individual de los animales, principalmente a través de programas de **trazabilidad** a escala nacional. Asimismo se destacan los trabajos vinculados con el desarrollo de tecnologías para el **monitoreo electrónico de estados fisiológicos** de los animales, de interés productivo o reproductivo.

Adicionalmente, los cuidados sobre el impacto ambiental de la actividad han demandado desarrollos sobre la **medición de emisiones contaminantes** que pueden citarse entre los avances tendientes al manejo de precisión. Por último, se pueden citar los trabajos realizados sobre la producción de cultivos forrajeros utilizando tecnologías vinculadas al manejo de ambientes.

Los avances en “Ganadería de Precisión” (GP) son mucho menos perceptibles que los registrados en la AP. Es por ello que en estas notas se sistematizan en forma preliminar procedimientos que tienden a mejorar gradualmente la aplicación de metodologías de precisión en la ganadería bovina argentina.

El eje conceptual para este esfuerzo sigue siendo, tal como ocurre en la AP, la determinación de fuentes de variabilidad en lo que hace al desempeño en los procesos de producción ganadera, la verificación de que dichas fuentes de variabilidad son “medibles”, la convicción de que, determinado el comportamiento de las variables asociadas a los niveles de desempeño, los valores obtenidos y su cuidadoso análisis pueden dar pie a la aplicación de medidas correctivas que producirán impacto positivo en el desempeño “final” del sistema ganadero analizado.

A partir de este esquema conceptual, el eje analítico de la GP transita por las siguientes etapas:

- Definir los “sistemas ganaderos argentinos”, en cuanto “sistemas de producción de carne bovina en Argentina”, diferenciados entre sí por la composición del rodeo según categorías de ganado que predominan en cada tipo y por los objetivos productivos, que son específicos de cada sistema.
- Describir los procesos productivos aplicados en los sistemas ganaderos identificados anteriormente, poniendo particular énfasis en aquellos aspectos o tramos del proceso donde sea factible identificar *fuentes de variabilidad* de diverso tipo y con incidencia relevante en la productividad;
- determinación de las fuentes de variabilidad claramente “verificables” en relación al desempeño de dichos sistemas;
- Identificar prácticas de manejo del ganado aplicables a los procesos descritos, que

sean factibles de implementarse a escala comercial y permitan agregar precisión al sistema productivo en su conjunto.

Se dará énfasis en el análisis a tres (3) fuentes de variabilidad: *la variabilidad espacial, la variabilidad temporal y la variabilidad individual*; ésta última en referencia a las diversas fuentes de heterogeneidad que puedan presentar los animales como individuos dentro de un rodeo.

A partir de ello se definirán elencos de variables individuales, que basados en un adecuado sistema de registración, brinden la posibilidad del desarrollo de una **batería de indicadores** que permitan comprender conductas, como asimismo la medición y aplicación de decisiones de manejo sobre desempeño animal en sus rasgos de interés económico.

Como marco referencial mencionaremos que el sustento de cualquier medición de variabilidad de resultados, será la implementación de un **sistema de registros e información sobre actividades relevantes de la producción**. Así es como este sistema de registros se constituye en el procedimiento básico de recolección de datos para su análisis posterior.

2. Sistemas de producción ganadera en Argentina.

El stock nacional de ganado bovino registró en el 2012 alrededor de 50 millones de cabezas, marcando un mínimo comparable con el observado en el año 2000. Como pico del ciclo se destaca el año 2007, registrando algo más de 58.7 millones de cabezas. El promedio anual de faena ronda las 12.6 millones de cabezas entre 1993 y 2012. En esta serie surge el año 2009 con más de 16 millones de cabezas totales faenadas; cantidad récord de los últimos treinta años.

El ganado bovino se encuentra distribuido principalmente en las provincias centrales del país. Las provincias de Buenos Aires (34%), Santa Fe, Corrientes, Córdoba y Entre Ríos concentran más del 70% del stock nacional. Se estiman en la actualidad más de 175 millones de hectáreas destinadas a la producción ganadera. En la última década, la ganadería cedió más de 13.5 millones de hectáreas a la agricultura, principalmente al cultivo de soja.

Según el Registro Nacional Sanitario de Productores Agropecuarios (RENSPA-SENASA) en el país se contabilizan algo más de 244 mil establecimientos ganaderos en 2012. Una primera caracterización de los establecimientos productores muestra que casi el 86% de estos posee menos de 250 cabezas de ganado. El otro extremo de la dispersión, se muestra que más del 46% del rodeo bovino nacional se concentra en establecimientos ubicados en los estratos que poseen más de mil cabezas, estos representan poco más del 3% del total.

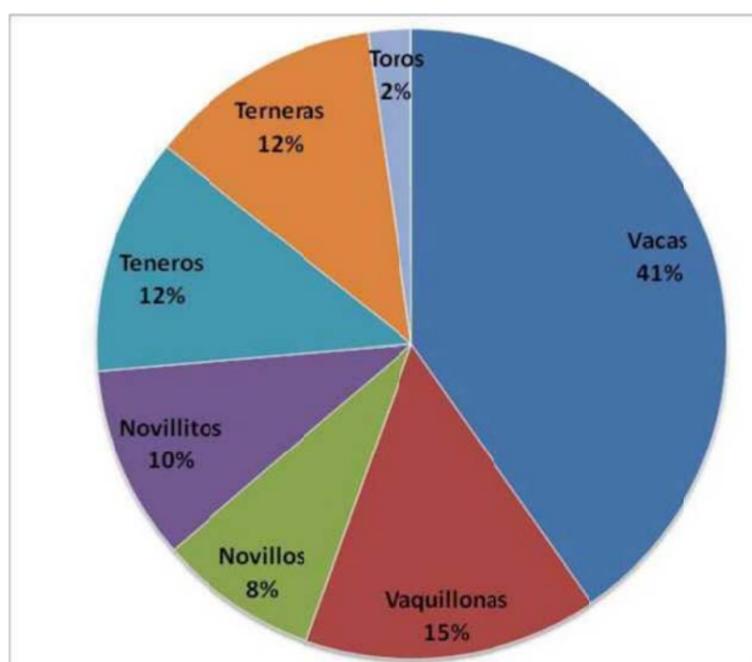
En Argentina se diferencian siete categorías de animales en función de la edad, el sexo y el destino que se le otorgará en el sistema productivo:

- Vacas: se denomina así a todas las hembras que hayan registrado al menos una parición en su vida y presenten cuatro o más dientes de desarrollo. En función de su estado de gestación y de lactancia podrán utilizarse sub-categorías como las de

Vaca Preñada, Vaca Vacía o Vaca en lactancia.

- Vaquillonas: son las hembras que aún no han registrado pariciones, presentan de dos a cuatro dientes y por su grado de desarrollo fisiológico se encuentran aptas para su apareamiento y reproducción.
- Novillos: machos castrados, que presentan dos o más dientes y un peso vivo superior a los 350 Kg. La edad promedio de la categoría estará vinculada con la raza del animal, aunque como referencia esta categoría supera los 18 meses de edad.
- Novillitos: se definen como los machos castrados a temprana edad, con dientes de leche y un registro menor a los 350 Kg. de peso vivo. En cuanto a la edad se menciona la misma salvedad que la categoría anterior, tomando como referencia entre los 12 y 18 meses de vida.
- Terneros/as: aquí se incluyen dos categorías diferenciadas según su sexo, que registran menos de 12 meses de vida y un peso vivo menor a los 250 Kg. Pueden diferenciarse en subcategorías en función de factores de manejo como *terneros/as lactantes* que permanecen lactando al pie de sus madres, *terneros/as de destete* cuando son separados de sus madres y en el caso de las hembras, *terneras de recría* para aquellas que serán destinadas para la reproducción del rodeo.
- Toros: define a los machos enteros o sin castrar, que presentan cuatro o más dientes, con un desarrollo reproductivo apto para su apareamiento. Su peso y edad promedio estará, aquí también, estrechamente vinculado a las características raciales del animal.

Según MAGyP (2012), el subtotal del stock de bovinos para carne a Diciembre 2010 presentaba la siguiente distribución por categorías:



1: Distribución porcentual según categorías del stock nacional de bovinos para carne. Información propia en base a datos 2010 publicados en MAGyP, 2011

Sobre esta base de diferenciación por categorías de los rodeos, se utiliza el **indicador**

Novillo/Vaca para encontrar diferencias entre sistemas de producción ganadera. De esta forma, con valores bajos a muy bajos este indicador muestra una presencia dominante a muy dominante de vacas en el rodeo, composición distintiva de un sistema que buscará obtener terneras/os como principal producto. Este sistema se clasifica en general como *Sistema de Cría*.

Hacia el otro extremo de posibles resultados encontramos que este indicador podrá tomar valores cercanos o superiores a 1, denotando mayor proporción de novillos y/novillitos (machos jóvenes castrados), categoría inicial de sistemas cuyo objetivo principal será la producción de carne en pie. Estos últimos denominados *Sistemas de engorde o Sistemas de Invernada*.

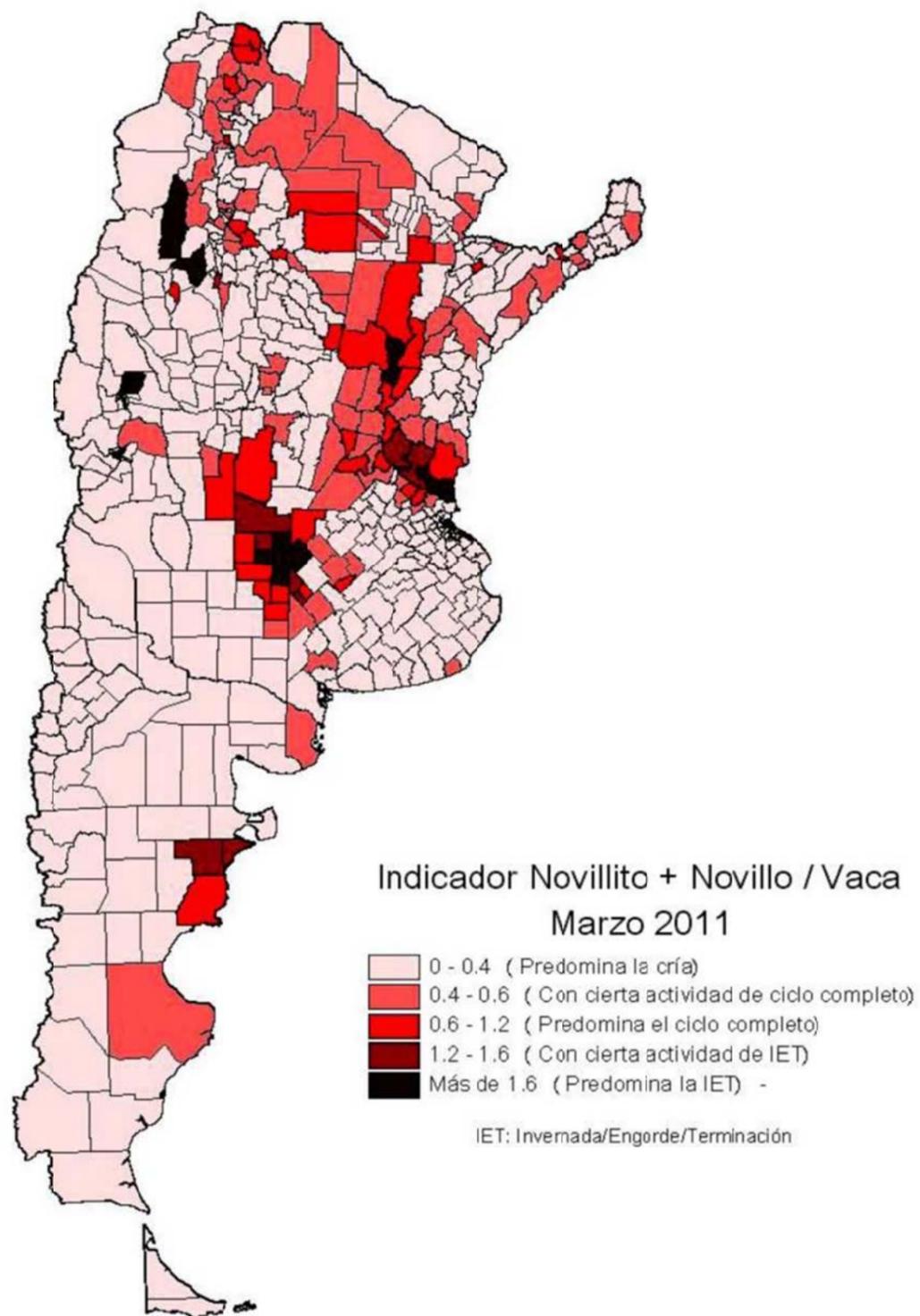
Asimismo, en aquellos rodeos que muestren valores del indicador intermedios, se inferirá una participación equilibrada de los objetivos de producción mencionados, denominándose a éstos *Sistemas de Ciclo Completo*.

Con el propósito de reflejar las situaciones intermedias a los extremos descritos, diversos analistas presentan la siguiente metodología de clasificación de los sistemas productivos en función del indicador $[\text{Novillos} + \text{Novillitos} / \text{Vacas}]$:

1. SISTEMAS DE CRIA PURA: el indicador mostrará valores en torno a 0 (cero), correspondiendo a sistemas con presencia dominante de vacas, donde la cantidad de animales declarados como categoría "novillos" son desestimables.
2. SISTEMAS DE CRÍA CON PRESENCIA DE VACAS Y NOVILLOS:
 - 2.1. PREDOMINANTEMENTE CRIA: la relación expresada por el indicador será menor a 0.2 (Cría e Invernada de su propia producción)
 - 2.2. CICLO COMPLETO: relación entre 0.2 y 0.4 (Cría e Invernada de todo o gran parte de lo producido en el establecimiento)
 - 2.3. INVERNADA + CRIA: relación entre 0.4 y 0.8 (Cría e Invernada propia y de compra fuera del establecimiento)
 - 2.4. PREDOMINANTEMENTE INVERNADA: relación mayor a 0.8 (Cría e Invernada propia con mayor proporción de compra externa)
3. INVERNADA PURA: indicador con valor mayor a 1, para rodeos donde no se registra presencia estimable de vacas, dominando la categoría novillos.

De acuerdo a lo presentado en el Gráfico 2 la distribución nacional de los sistemas es en 2011 la siguiente:

Gráfico 2: Distribución del indicador novillo/vaca por partido/departamento en Argentina (MAGyP, Enero de 2011)



La participación relativa de cada sistema productivo sobre el total de los establecimientos ganaderos del país presentaba, con datos de 2010, la siguiente distribución:

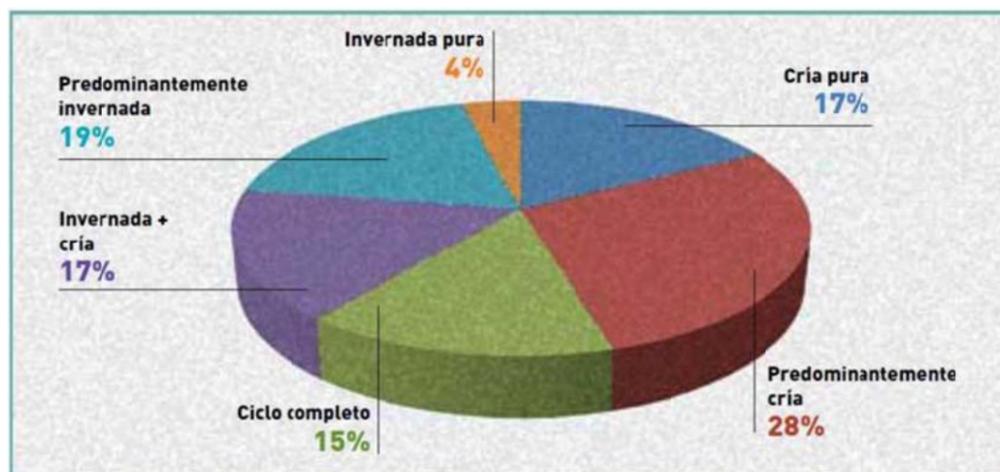


Gráfico 3: Distribución porcentual de los sistemas productivos ganaderos existentes en Argentina. Anuario MAGyP, 2011

Así es como de manera agrupada, los sistemas vinculados a la cría vacuna y sus variantes representan la actividad de mayor difusión con el 45% de los establecimientos. Por su parte los de invernada+cría y ciclo completo ocupan en conjunto el 32% del total; el 23% restante lo representan sistemas asociados con la invernada como actividad principal.

3. Procedimientos vinculados con la Ganadería de Precisión en todos los Sistemas Productivos Ganaderos.

La ganadería de precisión se enfoca, por lo tanto, en la construcción de una matriz de variables individuales que, basada en un adecuado sistema de registro, brinde la posibilidad del desarrollo de una batería de indicadores que permitan comprender conductas, como asimismo la medición y aplicación de decisiones de manejo sobre desempeño animal en sus rasgos de interés económico.

Los procedimientos se ordenan según ubicación temporal en el sistema de manejo y se dividen en dos grupos. En el primer grupo se integran aquéllos procedimientos similares o idénticos para la gran mayoría de los sistemas. En el segundo grupo aquéllos procedimientos que se vinculan con fuentes de variabilidad que son específicas para cada Sistema Ganadero y que tienen que ver con los objetivos específicos de cada uno de estos Sistemas.

3.1 Procedimiento 1 – Identificación individual de los animales

Este primer procedimiento corresponde a todos los Sistemas Ganaderos. No se vincula específicamente con la GP pues antecede a los esfuerzos en esta dirección, pero es absolutamente necesario para la aplicación de la GP, especialmente en lo que

atañe a la búsqueda de las fuentes de *variabilidad individual*. Consta del desarrollo y la utilización de un *Sistema Interno o Intrapredial* de Identificación y de un *Sistema Extrapredial o Nacional*.

El sistema interno de identificación consiste comúnmente en una combinación numérica de no más de cuatro dígitos, impresos en una tarjeta plástica o caravana, que se inserta perforando el pabellón de la oreja izquierda de los animales. A fin de obtener la máxima utilidad del procedimiento, la numeración registrada debe guardar un orden correlativo e irrepetible al menos entre los animales que integran el sistema.

El Sistema extra-predial o nacional reconoce su origen en la estrategia de *Trazabilidad* adaptada a la cadena de ganados y carnes y surge en los años 90, vinculado principalmente a la crisis de seguridad alimentaria desatada por la aparición de la Encefalopatía Espongiforme Bovina - BSE. Sobre esta tendencia, en el año 2003, se crea en Argentina el Sistema de Identificación de Ganado Bovino para Exportación, sólo para los animales con ese destino. Más tarde, se impone en 2006 la obligación de identificar los terneros o terneras nacidos en ese año como requisito para su movimiento. Simultáneamente el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) crea la Clave Única de Identificación Ganadera (CUIG).

El instrumento para la identificación única e irrepetible está constituido por un par de caravanas plásticas, una tipo tarjeta y la otra tipo botón, donde aparecen grabados al frente el número asignado al animal (CUIG + n° de manejo + dígito verificador) y al dorso la identificación del establecimiento propietario (RENSPA).

Gráfico 3: Caravanas de identificación animal electrónicas. www.senasa.gov.ar [en línea]



HEMBRA Caravana botón de identificación



Este tipo de identificación puede asociarse a sistemas electrónicos empleando básicamente el mismo dispositivo plástico, comúnmente el botón. Los sistemas electrónicos más difundidos actualmente son las caravanas tipo botón con “transponders” (microchips de inserción subcutánea) y los bolos intra-ruminales con microchip. Las primeras mencionadas incluyen un transponder de silicio, una micro antena y su sistema electrónico con un número de bits que permite la codificación de la identificación única.

Esta información codificada permite transmitirse por radiofrecuencia a un colector externo, a partir del cual se descargará a cualquier equipo de computación con el software específico que almacenará y procesará la información colectada en una base de datos. En el caso de los sistemas que utilizan microchips la transmisión de la información almacenada es similar al procedimiento descrito.

La potencialidad de esta asociación “identificación-sistema electrónico” en la mejora de procesos productivos se expresa a través del desarrollo de diferentes aplicaciones tecnológicas que facilitan la captura y registro de eventos a campo, para su posterior procesamiento y análisis.

3.2 Procedimiento 2 –Determinación de productividad forrajera y de carga animal.

En Sistemas Ganaderos de Cría se propone tradicionalmente como unidad para el cálculo de la carga animal sobre una pastura al *Equivalente Vaca* (EV). En estos sistemas el EV representa el promedio anual de requerimientos de una vaca de 400 kg de peso vivo, que cría y desteta un ternero de 160 kg. En términos forrajeros equivaldrá a 10 kg de materia seca con un 60% de digestibilidad.

Oosterheld y Paruelo (IFEVA –FA/UBA, 2005) mostraron que la productividad primaria neta aérea (PPNA) de una pastura permite medir con aproximación adecuada la carga animal admisible por dicha pastura. El valor de la PPNA puede medirse en tiempo real y a escala de potrero a través del uso de sensores satelitales. Estos investigadores comprueban que la medición indirecta de la PPNA ofrece resultados muy similares a los generados por métodos tradicionales de medición por corte de biomasa. Se muestran las correspondientes correlaciones en el siguiente gráfico:

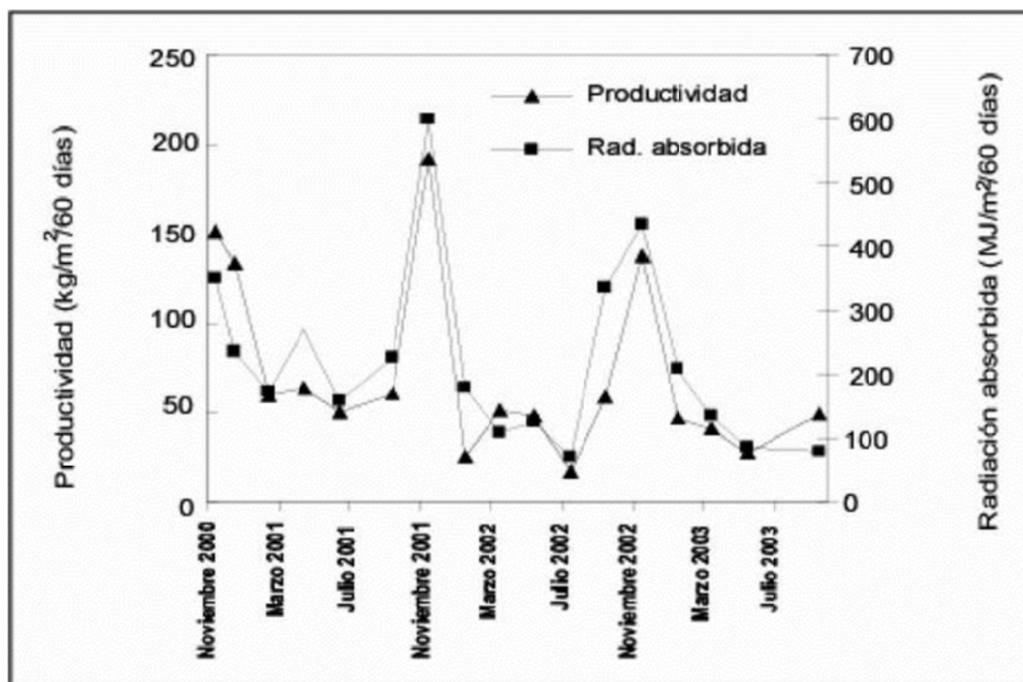


Gráfico 5. Productividad estimada por cortes y radiación absorbida en una pastura de loma, grupo CREA La Madrid. Fuente: Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección – FAUBA.

La PPNA, evaluada en valores mensuales de producción (Kg MS/ha.mes) puede calcularse como el producto de la cantidad de radiación solar fotosintéticamente activa que es absorbida por la vegetación (RFAA: MJ/ha.mes) y la proporción de esa energía que es convertida en nuevos tejidos (Eficiencia en el Uso de la Radiación, EUR: KgMS/MJ). La expresión correspondiente es muy sencilla:

$$PPNA \text{ (Kg MS/ha.mes)} = RFAA \text{ (MJ/ha.mes)} \times EUR \text{ (KgMS/MJ)}$$

La Cantidad de radiación solar fotosintéticamente activa se mide mediante el cálculo de un indicador, el Índice Verde Normalizado (IVN) derivado de imágenes satelitales que son generadas por el sensor remoto MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer) y se corrige a partir de una base complementaria de datos climáticos.

Este instrumento de precisión, permite en consecuencia obtener estimaciones objetivas sobre la productividad de las pasturas a escala de lote o potrero de establecimiento ganadero comercial y posibilita su aplicación en la toma de decisiones de manejo, tales como (i) rotación recomendada de potreros, (ii) fertilizaciones, (iii) programación de cargas. Permite también estimar el valor de variables clave como la eficiencia de conversión (kg carne/tn pasto).

4. Procedimientos e instrumentos vinculados específicamente con Sistemas de Cría.

Los procedimientos que siguen convergen hacia una matriz de variables individuales, que basada en un adecuado sistema de registro, brinde la posibilidad del desarrollo de una batería de indicadores que permitan comprender conductas, como asimismo la medición y aplicación de decisiones de manejo sobre desempeño animal en sus rasgos de interés económico.

Un rodeo de cría presentará en su conformación cuatro categorías generales de animales: vacas de diferentes edades, vaquillonas de reposición, terneras/os y toros para monta natural. Este sistema persigue básicamente dos objetivos productivos:

- (i) obtención de un ternero por vaca por año con el mayor peso vivo posible, criado desde su nacimiento hasta el destete;
- (ii) también lograr la mayor cantidad de terneros en la vida útil de cada vaca del rodeo.

Los procesos llevados a cabo en un sistema de cría pueden describirse en función de la distinción de dos ciclos productivos vinculados con los objetivos mencionados: el ciclo anual de la vaca en cría de su ternero; y el ciclo vitalicio de la vaca en producción.

En su ciclo vital, una ternera se criará al pie de la madre desde el nacimiento hasta su destete. Desde el destete completará su desarrollo como vaquillona hasta recibir su primer servicio. Lograda su preñez, gestará por nueve meses (282 +/- 10 días) hasta su primera parición con la que alcanzará la categoría de vaca.

Aproximadamente 3 meses después recibirá su segundo servicio o entore buscando gestar su segundo ternero/a. Este ciclo se extenderá en promedio por 6 o 7 años, al fin de los que habrá criado 5 o 6 terneros dependiendo de la edad de su primer entore. Hacia el fin de su vida útil la vaca se denominará CUT, esto es una vaca que *Cría su Último Ternero* antes de su descarte o "refugo" del rodeo.

En su ciclo anual (normalmente contabilizado a partir del momento del servicio y comúnmente hacia fines de la primavera en Argentina) la vaca se encontrará con un ternero al pie de la temporada anterior y en servicio para su próxima gestación. Lograda su preñez, comienza su gestación amamantando aún el ternero que será destetado 5 o 6 meses más tarde al comenzar su segundo tercio de gestación, ya entrado el otoño. Durante el último tercio de gestación la vaca se encontrará sin lactar, comúnmente denominada como "vaca seca", hasta el momento del parto en los meses de invierno.

En la identificación de procesos del sistema distinguiremos también el ciclo de requerimientos nutricionales de la vaca de cría. De manera simplificada identificaremos tres períodos durante el ciclo anual en los que se registran variaciones de los niveles de demanda energética y proteica:

1. *Postparto/Lactancia intensa*: considerando el período de lactancia más intensa los primeros 4,5 meses después del parto, aquí se observan las máximas demandas nutricionales dado que la vaca se encuentra manteniendo en lactancia a su cría. En este período la vaca queda

nuevamente preñada, de modo que los altos requerimientos sirven para potenciar el período de estro o celo.

2. *Gestación temprana/Lactancia tardía*: corresponde al período de lactancia desde 4,5 a aprox. 7 meses. En este período disminuyen los requerimientos nutricionales con el desarrollo de la lactancia y hasta el destete del ternero o secado de la vaca. Como valor de referencia, las demandas nutricionales son del orden del 70 % del período anterior.
3. *Gestación tardía/ Preparto*: Los requerimientos nutricionales, intermedios en relación a los dos anteriores, van aumentando principalmente por el crecimiento fetal máximo observado en el último tercio de gestación. Como valor de referencia, las demandas nutricionales son del orden del 65 % del período de máximo requerimiento.

Se trata entonces de procesos que generan variabilidad mensurable al interior de la actividad de cría, a la vez que se propondrán procedimientos factibles para la mejora de resultados físicos por el uso de la información y su análisis.

Los indicadores propuestos y con aplicación en los sistemas de cría son los siguientes.

- *Determinación de Peso Vivo en vaquillonas.*

El rápido crecimiento y desarrollo desde el nacimiento hasta el destete, así como desde el destete hasta la pubertad de la ternera y vaquillona, es crítico en los sistemas de cría. Junto con la información de la edad de las hembras, que brinda la identificación individual, la medición del crecimiento estará determinada por las variaciones registradas en el *Peso Vivo*. Registros sistemáticos de pesos vivos permitirán reconocer el desarrollo reproductivo de las vaquillonas y así determinar objetivamente el momento apropiado para su primer servicio. /// Como regla general y práctica, el desarrollo reproductivo de la vaquillona lo alcanzará al completar el 60-65% de su peso corporal adulto. Con el objetivo de elaborar un proceso sistemático de monitoreo de la variable peso vivo, mediciones cada 45 o 60 días durante la etapa de recría constituye una referencia práctica válida.

- *Determinación de la Condición Corporal*

La toma de registros sistemáticos sobre la condición corporal de las vacas de cría será un insumo relevante para la toma de decisiones nutricionales y reproductivas de mayor precisión. La observación y registro de la condición corporal en la vaca de cría será una medida indirecta del porcentaje de grasa corporal; este último a su vez tiene una influencia significativa sobre el desempeño reproductivo y la productividad en general. /// Se requiere el registro rutinario de la condición corporal en momentos determinantes para los resultados reproductivos: en el momento de parto y al inicio del servicio. Una condición corporal de 5 o más al momento del parto (en la escala de 9 puntos) maximizará el desempeño para el logro de una nueva preñez en el menor tiempo posible.

Anotaciones sobre la Condición corporal en bovinos.

El concepto de condición corporal se asimila al nivel de reservas corporales que el animal dispone para cubrir los requerimientos de mantenimiento y producción. El puntaje de condición corporal es una ayuda muy útil en el manejo de los rodeos de cría. La Condición Corporal al parto es uno de los factores determinantes del proceso de reproducción. En el caso de una condición pobre, solo un 25 % de las vacas que perdieron peso antes y después del parto mostraron celo dentro de los 60 días.

La condición corporal o sus cambios son más confiables que el peso o cambios de peso como indicador del estado nutricional del animal. Una condición corporal correcta es la **condición corporal umbral o mínima** en la cual la vaca puede expresar su potencial reproductivo. La condición corporal se evalúa a través de la vista y el tacto y se gradúa convencionalmente de 1 a 5 en función de la morfología de áreas externas del cuerpo del animal. El puntaje 1 indica un animal extremadamente flaco y el puntaje 5 un animal excesivamente gordo.

El puntaje está basado en la palpación y observación de diferentes áreas de la vaca para determinar el nivel de cobertura de grasa. Las áreas para la evaluación de la condición corporal son las apófisis espinosas del lomo del animal, las apófisis transversas del lomo, los huesos de la cadera, las áreas próximas a la base de la cola, las estructuras óseas, las costillas y el estado general del animal. La alimentación y el manejo de un rodeo puede ser organizado de tal forma de asegurar que la vaca esté en una condición corporal correcta en los momentos fisiológicos claves de su ciclo productivo. En caso de ser necesario, se deberán tomar medidas para mejorar la condición corporal antes de la entrada del otoño, como ser un destete anticipado o uno precoz, suplementación al pie de la madre, etc.

Son momentos adecuados para la evaluación de la condición corporal:

1. Al tacto o al destete a los 6 meses o antes del otoño si se hace destete precoz o adelantado.
2. En invierno, sesenta días antes del comienzo de la parición.
3. Al comienzo de la parición (momento clave)..
4. Al comienzo de la temporada de servicio (momento clave)..

Las características que, para una cada una de estas áreas o criterios de medición, permiten determinar el grado de o nivel de condición corporal se resumen en el siguiente cuadro.

Grados condición corporal escala 1 a 5 (Lowman 1976; Van Niekerl y Louw 1980)

Áreas CC	1	2	3	4	5
Lomo Apófisis espinosas Apófisis Transversas	Muy prominentes al tacto. pueden ser palpadas con facilidad	Pueden palparse, pero no son tan prominentes.	No son visibles, pero pueden palparse. Son bien cubiertas, pero pueden ser pellizcadas	Son bien cubiertas. Pueden ser solo palpadas bajo fuerte presión.	Apariencia redondeada por grandes áreas de tejido graso.
Huesos de cadera	Muy prominentes.	Prominentes, pero algo cubiertos.	Visibles, pero no prominentes y bien cubiertos.	No visibles y bien cubiertos.	No visibles y muy bien cubiertos.
Base de cola Áreas anexas. Estructuras Óseas	son huecas -----as. -prominentes	son huecas. Visibles, pero no prominentes.	Ligeramente redondeadas. Cavidades a los lados de cola han desaparecido. Tejido graso visible	Área redondeada por tejido graso a ambos lados de la cola, que se mueve al caminar el animal.	Area redondeada a ambos lados de la cola.

Costillas	Prominentes. Pueden palparse individualmente.	Ligeramente prominentes. Pueden palparse individualmente	Pueden ser individualmente distinguidas. Capas de tejido graso palpable.	Difícil de separar. Los flancos tienen aspecto esponjoso.	Costillas no palpables. Flancos muy esponjosos
Estado General	--Emaciado.	Delgado, pero saludable.	Condición media.	Ligeramente gordo. Tejidos grasos se mueven al caminar	Muy gordo. Marcha ondulante.
Cada grado equivale aproximadamente a unos 50 - 70 Kg, dependiendo del tamaño del animal.					

- *Modalidad de Servicio.*

La modalidad de servicio se destaca también como un proceso que generará variabilidad en el sistema. Nos referimos aquí al espectro de opciones que abarca desde el servicio natural con toros en pie hasta las técnicas de Inseminación Artificial. /// Las técnicas de Inseminación Artificial proveen ventajas ya mejoras sobre los resultados del sistema. Como primera ventaja apuntaremos que la utilización de inseminación artificial permitirá construir un sistema de registros y monitoreo de la performance reproductiva del rodeo con mayor precisión y eficiencia. /// Eliminar del sistema los trabajos propios de la mantención y manejo de los toros en pie es también destacable entre sus virtudes. /// Entre las ventajas de orden biológico se destacan la rapidez de distribución en rodeos generales de la mejora genética alcanzada por reproductores seleccionados. /// En otro orden de importancia el control de enfermedades venéreas también es destacable, así como la oportunidad de concentración temporal del período de servicios y su repercusión directa en el desempeño reproductivo del rodeo.

- *Monitoreo de Indicadores del Desempeño Reproductivo*

Las mediciones sobre la eficiencia reproductiva de las hembras surgen con relevancia significativa en la determinación de heterogeneidades sobre los resultados productivos del sistema. Como referencia conceptual mencionaremos que la duración del anestro (período de ausencia de celo) posparto constituye la principal limitante para el logro de una nueva concepción durante el lapso deseado (aquél que asegure el objetivo de una cría por año. En el marco del procedimiento planteado enumeraremos indicadores del comportamiento reproductivo factibles de analizar en rodeos de cría:

a. Edad al primer servicio y al primer parto: específicos para el caso de vaquillonas, el registro de estos primeros eventos de la vida reproductiva incidirán sobre el número máximo de crías que se obtengan en la vida útil de las hembras.

b. % Preñez: este indicador se calculará a través del cociente entre el número de vientres preñados sobre el total de hembras servidas. Para su determinación es necesario el procedimiento del diagnóstico de preñez, descrito más adelante en este capítulo.

c. % Parición: aquí se medirá la cantidad de terneros/as nacidos sobre el total de vientres preñados. La diferencia con el anterior evidenciará la magnitud de pérdidas prenatales como reabsorciones embrionarias o abortos.

d. % Destete: también denominado Índice de Marcación, expresará la cantidad de terneros/as que lleguen con vida al destete de su madre.

e. *Intervalo Parto - Primer Servicio (IPI°S)*: medirá el período de tiempo [días] explicado primeramente por el anestro posparto. Igualmente en sistemas que utilicen inseminación artificial también podrá indicar indirectamente la eficiencia en la detección de celos sobre aquellas hembras que hayan retomado su actividad ovárica normal.

f. *Intervalo Interpartos (IIP)*: se trata también de un indicador de heterogeneidad temporal [días o meses] que apuntará a mejorar la eficiencia en el logro de una cría por ciclo anual. Su cálculo se basará en los registros de fechas de partos de cada hembra.

g. *% Servidas en 85 días post parto (%S 85 dpp)*: proponemos el período de 85 días como referencia temporal en que debieran ser servidas el máximo de hembras aptas para alcanzar el objetivo productivo del sistema. Aquí la medición directa es sobre la cantidad de animales que reciben servicio, antes que la medición más indirecta realizada sobre el tiempo que insume el procedimiento.

h. *% Preñadas a 100 días posparto (%P 100 dpp)*: con el mismo principio conceptual que el indicador anterior, aquí se exige lograr el resultado del proceso dentro del periodo de 100 días posparto. De igual manera que en el caso del %Preñez general, este indicador demanda para su cálculo contar con la realización del diagnóstico de preñez para las hembras servidas.

- *Diagnósticos por examen ginecológico (Tactos rectales)*

Este procedimiento consiste en la determinación del estado útero-ovárico de las hembras por medio de la utilización de ultra-sonografía (ecógrafo) o, con mayor difusión, por medio de palpación trans-rectal. /// Su aporte en la oportunidad de mejora del sistema viene dado por contar con un diagnóstico preciso del estado reproductivo de las hembras durante etapas determinantes para los resultados del ciclo. Estos son, de acuerdo a lo expuesto en párrafos más arriba, los períodos pre y post servicios en los que se diagnosticará aptitud reproductiva y preñez respectivamente.

5. Procedimientos e instrumentos vinculados específicamente con Sistemas de Engorde.

Para el caso de sistemas de invernada la unidad EV representará un novillo de 410 kg que gana 500 gr de peso vivo o más por día. El objetivo general del sistema será completar el crecimiento y desarrollo de distintas categorías bovinas hasta el grado de terminación que las haga aptas para el consumo, con un peso de faena ajustado a lo requerido por la demanda.

El modelo se denomina de *Ciclo Completo* cuando el proceso productivo sea continuo desde la Cría esto es que, adicionalmente a los terneros/as producto de aquel sistema, se engordarán las vaquillonas excedentes y vacas de descarte producidas en el establecimiento. En esta etapa del trabajo nos centraremos en la identificación de procesos de la Invernada que inicia su ciclo con terneros/as adquiridos luego de ser destetados en sistemas de Cría. Para el caso de terneros, principalmente por razones de manejo, la categoría que ingresa al sistema será la del macho castrado.

En función del objetivo productivo identificado, el resultado de la variación del peso vivo durante el proceso será un indicador clave de monitoreo. Fisiológicamente, a partir del destete, el ciclo vital de los animales atraviesa por incrementos en su peso

vivo con un orden definido en función de la velocidad de crecimiento de los diferentes órganos, tejidos y zonas anatómicas. Este orden será primeramente completar el crecimiento del tejido nervioso, luego tejido óseo, muscular y finalmente el graso.

Con referencia a este proceso biológico, en el ciclo de invernada para novillos y vaquillonas, pueden identificarse esquemáticamente tres etapas:

Recría I: etapa inicial en que el animal desarrolla aún su tejido óseo, muscular y órganos vitales; lo que demanda prioritariamente nutrientes proteicos por sobre los energéticos.

Recría II: con necesidades proteicas y energéticas balanceadas, aquí el animal ha completado el desarrollo de sus órganos vitales, aunque aún no su estructura ósea y muscular.

Terminación: en esta etapa del proceso el animal comienza a depositar tejido graso hasta completar su conformación para faena. Aquí los requerimientos energéticos son altos con muy baja eficiencia de conversión.

En el Gráfico 6 se resumen los procesos involucrados en el ciclo productivo del sistema de engorde bovino:

Gráfico 6 Esquema resumido de etapas productivas en el sistema de engorde bovino.

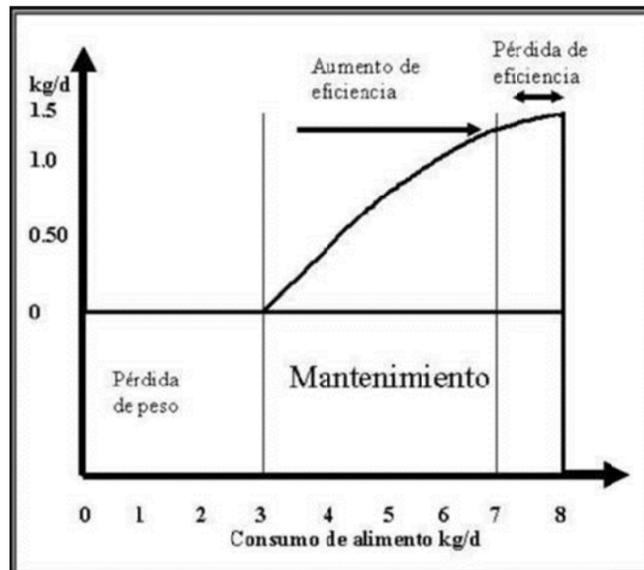


Las prácticas y los indicadores con aplicación en los sistemas de invernada son los siguientes:

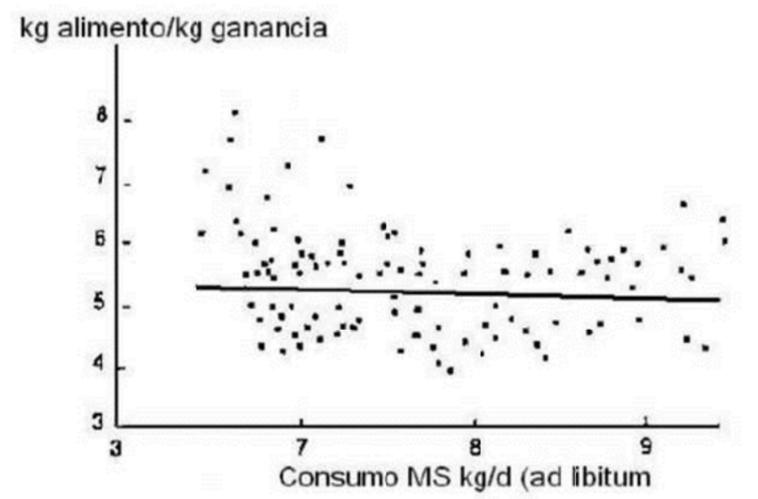
- *Eficiencia de conversión y Ganancia de peso vivo*

La eficiencia de conversión hace referencia a la cantidad de alimento que un animal consume por cada unidad de ganancia de peso (Di Marco, 2006). Así es como superado el costo de mantenimiento, la conversión será más eficiente ante consumos de energía crecientes. Esto se observará hasta alcanzar un máximo de consumo donde la eficiencia se torna decreciente. Este comportamiento se identifica en el Gráfico 7, donde el aumento de eficiencia de conversión se registra hasta consumos de 7 kg diarios de alimento, a partir de ese umbral se observa la pérdida mencionada

Gráfico 7. Consumo y eficiencia de conversión alimentaria en bovinos. Di Marco, 2006.



El nivel máximo de consumo alimenticio, dada su relación con la eficiencia de conversión, se muestra como una fuente significativa de variabilidad individual para el sistema. La conclusión surge al observar los resultados del siguiente ensayo publicado por Di Marco (2006), donde la dispersión de consumos máximos observados tiende a resultados de eficiencia de conversión dentro de un rango acotado:



Se propone el uso de registros de Ganancia de Peso Vivo (GPV) para la medición de esta fuente de variabilidad en el sistema. Esto en base a su relación deducida desde:

$$\text{Eficiencia de conversión} = \text{GPV} / \text{Consumo de alimento.}$$

La ganancia de peso vivo consistirá entonces en el monitoreo por balanza del peso vivo individual referido a la unidad de tiempo, comúnmente días. Para la determinación de la GPV como indicador de heterogeneidad individual, se propone la instrumentación de

pesadas con una frecuencia fija en función de las necesidades propias de la etapa particular en que se halle el proceso productivo. A partir del conocimiento y registro del peso vivo de los animales se habilita el cálculo de indicadores físicos de eficiencia vinculados a fuentes de heterogeneidad espacial y temporal relevantes.

En el primer caso mencionaremos el monitoreo de la producción de carne por hectárea, calculado según:

Producción de Carne = (Peso vivo inicial - Peso Vivo final) / Superf. Ganadera [kg/ha]

- *Duración de la invernada*

Así también la duración del ciclo productivo podrá vincularse al resultado de la ganancia de peso vivo en la unidad de tiempo y a la categoría de ganado que intervenga en el proceso. De la fórmula de cálculo para ganancia diaria de peso vivo se deducirá su resultado expresado en unidades de tiempo:

Duración de la invernada = (Peso vivo inicial - Peso Vivo final) / GDPV [días]

- *Separador de partículas Penn State*

En el monitoreo directo sobre el alimento, agregaremos a lo ya descrito para cultivo de precisión de forrajes, la determinación del tamaño de partículas en dietas suplementadas. Este procedimiento, introduce precisión a la medición del contenido y tamaño de fibra efectiva en la dieta, utilizando un sistema de zarandas denominado *Separador de Partículas Penn State* (Lammers et al., 1996). Su relevancia aquí consiste en que la presencia de tamaños reducidos de fibra, inducirán a la reducción de los tiempos de retención del alimento en rumen, provocando menor digestibilidad total de la dieta (Giordano et al., 2011), por tanto menores eficiencias de conversión. Su aplicación se propone para el monitoreo de silajes, henos picados y raciones total, o parcialmente, mezcladas.

- *Eficiencia de Stock*

En la identificación de variaciones temporales en el sistema surge la utilidad del cálculo de la Eficiencia de Stock, este indicador expresa el porcentaje de producción de un período con respecto al promedio productivo en un lapso similar. Si el período en cuestión fuera un año, incluyendo la variable espacial anterior, se expresará:

ES [%] = (Prod. Carne [kg/ha.año] / Prod. media [kg/ha.año]) x 100

Para obtener el indicador planteado es indispensable contar previamente con una referencia cierta de la producción promedio del denominador (producción media anual), así es como la existencia de una base de datos confiable es fundamental. Sobre lo anterior se deduce que planteos basados en mayores ganancias de peso individual suelen ser los de mayor eficiencia de stock.

- *Registro de tratamientos sanitarios*

En la identificación de procedimientos con alta incidencia en los resultados productivos del sistema también propondremos incorporar, como medida primaria de

monitoreo, la registraci3n detallada (caravana, fecha, causa) de la aplicaci3n de tratamientos sanitarios que excedan a la rutina del calendario preventivo del protocolo veterinario. Esto brindar3 informaci3n b3sica que permitir3 analizar la pertinencia y calidad del manejo impartido a los animales por parte del personal a cargo. El monitoreo de estos par3metros incidir3 directamente sobre aspectos relacionados con el bienestar animal como tambi3n sobre la calidad del producto final.

- *Identificaci3n individual referenciada geogr3ficamente*

La invernada, vista como el final del ciclo productivo a campo, demanda citar tambi3n aqu3 la importancia de la identificaci3n individual de los animales en el marco del sistema de trazabilidad de la cadena de ganados y carnes. Sistema que certificar3 origen y movimientos de la hacienda bajo control, como as3 tambi3n par3metros de calidad e inocuidad del producto final. Par3metros que ser3n determinantes en vistas de las exigencias del mercado, principalmente del exportador.

6. Grupo de otras herramientas vinculadas al manejo de precisi3n en ganader3a

Lo expuesto previamente en estas notas se ha enfocado en la propuesta e identificaci3n de procesos y tecnolog3as factibles de ser aplicadas en los sistemas ganaderos nacionales del presente. Su implementaci3n es posible mediante la incorporaci3n de herramientas accesibles y pr3cticas de manejo que no implican un incremento excesivo de los costos de producci3n. Se citan a continuaci3n otras herramientas, que se encuentran a3n en fase de desarrollo o prueba para su implementaci3n comercial y que igualmente apuntan a desarrollar el manejo de precisi3n en la producci3n ganadera.

- *Sensores de monitoreo*

El desarrollo aqu3 est3 dirigido hacia la implementaci3n de procedimientos y herramientas de medici3n, interpretaci3n de datos y control de la producci3n animal totalmente automatizados. En ese marco, la implementaci3n de diversos tipos de sensores dispuestos sobre los animales, como tambi3n los monitores y colectores de datos o imagen de base fija, encuentran clara aplicaci3n.

/// Como primer ejemplo se cita el ensayo desarrollado por el Instituto Nacional de Tecnolog3a Agropecuaria (INTA) sobre la implementaci3n de un collar electr3nico y receptor GPS para rastreo de ganado. Las primeras conclusiones publicadas sobre esta herramienta indican su utilidad principal dentro del sistema de trazabilidad de la cadena de ganados y carne, como tambi3n su aplicaci3n en la investigaci3n del comportamiento animal. /// En el marco de un sistema productivo de precisi3n, el mayor impacto de la implementaci3n a nivel comercial de este tipo de sensores se encuentra en su capacidad de almacenamiento y transmisi3n de datos.

/// Se trata de la transmisi3n autom3tica de datos desde el sensor-colector individual hacia una base de captaci3n, almacenamiento e interpretaci3n de registros dispuesta en pasos obligados de los animales. /// Esta tecnolog3a permite actuar en la toma de decisiones sobre un rango de par3metros de utilidad productiva como la alimentaci3n individual, el monitoreo sanitario y el nivel de actividad del animal. Brinda la oportunidad de aplicar medidas correctivas sobre objetivos de alto impacto como la optimizaci3n del uso de recursos forrajeros y agua, o la mejora de medidas de manejo vinculadas al bienestar animal. /// Adicionalmente habilita a su la aplicaci3n directa sobre el monitoreo autom3tico de pesos vivos al conectar al sistema una balanza permanente sobre los lugares de paso

obligado antes mencionados.

- *Análisis de genotipo*

Vinculado al logro de maximizar eficiencia biológica y económica del sistema productivo, se investiga la incidencia de la interacción genotipo x nutrición (Banhazi, óp. cit.) con el objetivo de identificar y validar marcadores genéticos que expliquen la heterogeneidad individual observada en la eficiencia de conversión del ganado. Una aplicación directa que presenta el conocimiento de estos parámetros sobre la eficiencia económica de los procesos de invernada, más específicamente de alimentación a corral o *feed-lots*. El conocimiento de genotipos con mayor eficiencia de conversión al momento del ingreso de los animales a engordar incidirá claramente en la rentabilidad final de este sistema productivo.

- *Análisis de clúster*

El análisis de “clusters” o de grupos puede ser aplicado en estudios de correlación entre variables cuya medición permita la predicción de resultados, o bien el aporte de información que fundamente el proceso de toma de decisiones de manejo de alto impacto. En ganadería este enfoque de análisis muestra amplia difusión en su aplicación para la evaluación del mérito genético individual de los animales en rasgos de interés económico (Henderson, 1988). /// En ese sentido surge como un ejemplo interesante de estudio la relación entre registros de peso vivo y edad al primer servicio, permitiendo establecer conclusiones predictivas sobre el desempeño reproductivo al primer parto y la precocidad de las vaquillonas en sistemas de cría.

El Cuadro 1 provee una visión resumida de estos instrumentos y a la vez ofrece una referencia de interés para debate:.

Cuadro 1. Resumen de herramientas de precisión factibles de implementar en los sistemas ganaderos actuales

Etapas de aplicación	Instrumento o Acción	Tecnología utilizada	Experiencia requerida	Resultado
General	Medición productividad primaria neta aérea de forraje.	SIG. Sensores satelitales remotos. Imagenología (IVN) y software aplicado. Base de datos.	Uso de software de apoyo. Capacidad de lectura de interfase gráfica.	Medición precisa y en tiempo real de la productividad forrajera a escala de potrero.
	Identificación individual del ganado	Emisión y recepción de radio frecuencia. Administración de base de datos. Software aplicado.	Uso de software de manejo. Legislación a nivel nacional.	Medición y manejo de la heterogeneidad individual a nivel predial y territorial. Control temprano y georreferenciado de emergencias sanitarias.
Cría y recría de terneras / Engorde de novillos	Mediciones de peso vivo individual	Balanza electrónica. Recepción señal RFID. Software aplicado.	Uso de software de manejo específico. Rutinas de registro en tiempo predeterminado.	Control individual del crecimiento y desarrollo. Determinación de la eficiencia de conversión individual y GPV. Manejo diferencial por lotes.
	Separador de partículas "Penn State"	Sistema de zarandas. Separación física del tamaño de fibra. Mixer de raciones.	Aplicación adecuada del sistema de zarandas en la ración del ganado. Manejo de mixer.	Monitoreo del tamaño de fibra en silajes, henos picados y raciones mezcladas. Aumento en la digestibilidad total de la ración con incidencia en la GDPV.
	Monitoreo de eventos sanitarios extra-protocolo	Sistema de registros. Software específico	Registros. Uso de software de manejo aplicado.	Control sobre manejo de los animales y producto final.
	Medición de la Ganancia Diaria de Peso Vivo	Software aplicado.	Manejo de registros y base de datos sobre pesos vivos individuales y superficies de productivas.	Identificación de heterogeneidad individual y temporal. Determinación de la producción de carne/ha y eficiencia de stock.

Etapa de aplicación	Instrumento o Acción	Tecnología utilizada	Experiencia requerida	Resultado
Reproducción	Determinación de la condición corporal en vacas y vaquillonas.	Escala visual de 9 puntos. Software de manejo.	Rutina de medición subjetiva y registro al parto e inicio temporada de servicios. Uso de software específico.	Insumo para toma de decisiones con incidencia en resultados nutricionales y reproductivos.
	Inseminación artificial	Técnicas e instrumentos de uso probado. Software de manejo y base de datos.	Conocimiento de técnica de IA. Control veterinario periódico. Uso de software de manejo y rutina de registración.	Control ajustado de performance reproductiva del rodeo. Refugo de hembras problemáticas. Control de enfermedades venéreas. Concentración de pariciones.
	Monitoreo de indicadores reproductivos	Software de manejo y base de datos.	Sistema de registros, uso de software de manejo específico. Interpretación de base de datos.	Control de resultados y predicción sobre la edad al primer servicio y pariciones. Manejo sobre períodos con incidencia en el anestro posparto.
	Examen ginecológico individual	Palpación transrectal por médico veterinario y/o ecógrafo. Software de manejo y base de datos.	Asistencia veterinaria pre y post temporada de servicios. Uso de software de manejo. Interpretación de indicadores numéricos.	Determinación precisa de aptitud reproductiva y estado gestacional individual. Predicción de resultados.
<p>Impactos resultantes de la aplicación del conjunto de herramientas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Optimización del uso de insumos en función de mediciones sobre la variabilidad espacial, temporal e individual de la actividad ganadera. • Intervenciones óptimas sobre las operaciones, en el momento adecuado, en el lugar preciso y sobre el animal que lo requiera. • Mejora en aspectos vinculados al bienestar animal y reducción del impacto ambiental de la actividad. 				

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARZUBI, VIDAL y MOARES. 2012. Resultados Económicos Ganaderos. Bovinos. Boletín Trimestral N°1 - Marzo 2012. Buenos Aires: Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación.
- BANHAZI TM, LEHR H, BLACK JL, CRABTREE H, SCHOFIELD P, TSCHARKE M. 2012. Precision livestock farming: an international review of scientific and commercial aspects. International Journal of Agricultural and Biological Engineering, Vol. 5 N° 3. Beijing, China.
- BEAL, W. E. 1999. Life cycle of beef cattle nutrition. Virginia, USA: Department of Animal and Poultry Sciences, Virginia Polytechnic Institute and State University.
- BISANG, Roberto. 2003. Las tramas de carne bovina en Argentina. Estudio 1.EG.33.7 Componente B -1. Buenos Aires: CEPAL-ONU.
- COCIMANO, M. LANGE, A. MENVIELLE, E. 1975. Estudios sobre equivalencias ganaderas. Producción Animal. AAPA. Vol. 4. 1- ed. Buenos Aires: Ed. Hemisferio Sur.
- DI MARCO, Oscar. 2006. Eficiencia de utilización del alimento en vacunos. Revista Visión Rural Año XIII N° 61. Balcarce: Ediciones INTA.
- FAO. 2009. El Estado Mundial de la Agricultura y la Alimentación. La ganadería, a examen. Roma: División de Comunicación FAO.
- FIORENTINO, R. DE LOS RÍOS, L. 2009. Análisis de la cadena de la carne bovina en la provincia de Salta. Salta: Instituto de Promoción de la Carne Vacuna Argentina. Universidad Católica de Salta - Escuela de Negocios.
- GHIDA DAZA, Carlos. 2009. Indicadores Económicos para la Gestión de Empresas Agropecuarias. Bases metodológicas. Informes Nacionales N° 11. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- GIORDANO, J. M. GALLARDO, M. GUERRA, S. 2011. Ganadería de Precisión: Uso del separador de partículas en la alimentación bovina. PRECOP II - INTA [En línea]. Consultada el: 20 de mayo de 2012. Disponible en: www.cosechaypostcosecha.org/data/folletos/UsoSeparadorParticulasAlimentaci

onBovina.pdf

- HAMMOND, John. 1960. Farm animals: Their breeding, growth and inheritance. 3[^] Ed. Cap 7, p. 322. London: Edward Arnold Pub. Ltd.
- HENDERSON, C. R. 1988. Progress in Statistical Methods Applied to Quantitative Genetics Since 1976. Proceedings of the Second International Conference on Quantitative Genetics, 85-90 (Weir, B.S., Eisen, E. J., Goodman, M. M. y Namkoong, G., Eds.), Sunderland: Sinauer.
- HERD, Dennis. Sprott, R. 1996. Body Condition, Nutrition and Reproduction of Beef Cows. Texas: Texas Agricultural Extension Service, A&M University System - College Station.
- INTA. 2009. Boletín INTA Informa - Año IX, N° 101. Ganadería de Precisión. Buenos Aires: Gerencia de Comunicación e Imagen Institucional.
- IRURUETA, M. HAVIVI, A. PIRES, P. P. CATRILEO, A. PEREZ, F. BRITO, G. 2006. Estado Actual de los Sistemas de Trazabilidad para bovinos de carne en los países del Cono Sur. 2[^] Edición. Montevideo: IICA, PROCISUR.
- LAMMERS, B. P. BUCKMASTER, D. R. HEINRICHS, A. J. 1996. A Simple Method for the Analysis of Particle Sizes of Forage and Total Mixed Rations. Journal of Dairy Science, 79:922-928. Illinois: American Dairy Science Association
- MAGyP. 2011. Ganados y carnes. Anuario 2010. Buenos Aires: Subsecretaría de Ganadería, Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca.
- MEKONNEN, M.M. HOEKSTRA, A.Y. 2010. The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products. Value of Water. Research Report Series No. 48. Delft, the Netherlands: UNESCO-IHE.
- MOLTONI, Andres F. 2010. Evaluación de collares para rastreo de animales basados en tecnología GPS. IIR - INTA Castelar. Congreso Mundial de Ingeniería, Bs As. Argentina.
- MORTON, John. LARCOMBE, M. LITTLE S. 2003. The InCalf Book for Dairy Farmers. Melbourne: Dairy Australia.
- OESTERHELD, M. GRIGERA, G. PACÍN, F. LAFONTAINE, J.A. PARUELO, J.M.

2003. Uso del Índice Verde en la planificación, el manejo y el análisis de la producción ganadera. Santa Fe, 18 y 19 de septiembre de 2003. Congreso Nacional de Cría. AACREA.

OESTERHELD, M. PARUELO, J.M. Loreti, J. Piñeiro, G. Variación temporal de los recursos forrajeros de la zona Sudoeste de AACREA. Laboratorio de Análisis Regional y Teledetección - FAUBA. [En línea]. Consultada el: 1° de mayo de 2012. Disponible en: <http://www.agro.uba.ar/users/lart/crea2/archivos/menu.htm>

REARTE, Daniel. 2007. Distribución Territorial de la Ganadería Vacuna. INTA. Programa Nacional de Carnes.

REARTE, Daniel. 2010. Documento Programa Nacional de Carnes Perfil de las Cadenas: bovina, aves, cerdos, ovinos y caprinos. EEA Balcarce.

REARTE, Daniel. 2011. Situación Actual y Futura de la ganadería Argentina. Disertación septiembre 2011. Balcarce: Programa de Carnes INTA.

ROSENBERG, F J. 1986. Estructura social y epidemiología en América Latina. Boletín del Centro Panamericano de Fiebre Aftosa 52: 3-23. Río de Janeiro: PANAFTOSA.

ROSSANIGO, C. ARANO, A. RODRIGUEZ, G. 2011. Stock 2011 del Ganado Bovino: Mapas de existencias e indicadores ganaderos. La Pampa: RIAN EEA INTA Anguil.

SAA, C. MILÁN, M. J., CAJA, G. GHIRARDI, J. J. 2005. Cost evaluation of the use of conventional and electronic identification and registration systems for the national sheep and goat populations in Spain. Journal of Animal Science. 83: 1215-1225. Illinois: American Society of Animal Science.

SOTELO, F. "Ganadería de precisión, factibilidad de su adopción en sistemas productivos de Argentina. Tesis de Maestría, Escuela de Negocios, Universidad Católica de Salta. Salta, Noviembre de 2013.

STEINFELD et al. 2009. La Larga Sombra del Ganado - Problemas ambientales y opciones. Ed. español Roma: División de Comunicación FAO.

TORANZOS TORINO, Guillermo. 2009. La competitividad y negociaciones internacionales de la carne bovina Argentina. Buenos Aires: Programa de Inserción Agrícola BID-FOMIN.

USDA-FAS. 2011. Livestock and Poultry: World Markets and Trade. October 2011. Foreign Agricultural Service Report: Office of Global Analysis. United States Department of Agriculture

USDA-FAS. 2012. Livestock and Poultry: World Markets and Trade. April 2012. Foreign Agricultural Service Report: Office of Global Analysis. United States Department of Agriculture

WATHES, C. M. 2010. The prospects for precision livestock farming. Royal Agricultural Society of England. Journal vol 171: p. 26-32. Warwickshire: RASE.