



PROGRAMA NACIONAL DE MEJORAMIENTO
GENÉTICO DE BOVINOS Y OVINOS DE INIA

Construcción y uso de registros genealógicos y productivos en bovinos y ovinos de carne

Dr. Jaime Piñeira V.
Ing. Agr. Francisco Gebauer M.
Med. Vet. Marilyn Tapia M.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS

Boletín INIA / N° 409

ISSN 0717 - 4829

- 4. Numéricos o alfanuméricos:** los códigos de identificación utilizados en un registro pueden ser numéricos o alfanuméricos. Debe evitarse utilizar una combinación de ambos.

Consideraciones especiales en materia de identificación animal

- Si el código de identificación animal utilizado en un registro es numérico, el formato de las celdas (de Excel), en las que se utiliza dicho código debe ser “número”. Por el contrario, si el código es alfanumérico entonces el formato de las celdas debe ser “texto”. En el punto 3.1 se explica el motivo de dichos formatos.
- El formato de código a utilizar en un registro, debe aplicarse a la mayor cantidad de ascendientes (antepasados), como sea posible.
- En el caso de los bovinos nacidos en INIA se debe utilizar un **código alfanumérico** que comienza con las tres primeras letras del nombre del Centro Regional o estación experimental, seguido por el Dispositivo de Identificación Individual Oficial (DIIO), sin puntos ni guion. En el caso de los ovinos se utiliza el mismo criterio, pero reemplazando el DIIO por un número correlativo (Cuadro 1).

CRI o Estación Experimental	CRI o E.E.	LETRAS CODIGO
<p style="text-align: center;"> HID000001 N° Correlativo o DIIO </p>	Hidango	HID
	Cauquenes	CAU
	Carillanca	CAR
	Remehue	REM
	La Pampa	PAM
	Butalcura	BUT
	Tamel Aike	TAM
	Kampenaike	KAM

Cuadro 1. Códigos de identificación para bovinos y ovinos de INIA

- Para bovinos, tener en cuenta que el Dispositivo de Identificación Individual Oficial (DIIO) comenzó a ser utilizado el 2004 con la creación del sistema oficial de trazabilidad. Animales más antiguos deberán usar un sistema de identificación alternativo (Por ejemplo: Registro Predial, RP), dependiendo si es nacido en el criadero o proviene de otro criadero a nivel nacional.

- En el caso de pérdida del DIIO y asignación de un código distinto, debe cambiarse dicho código en la identificación como padre o madre de toda la descendencia directa del animal afectado. Al respecto, en el caso de los bovinos, debe crearse una hoja de cálculo adicional en el registro genealógico (en Excel) en la cual se indiquen los reemplazos de DIIOs. La información debe contener: DIIO antiguo, DIIO nuevo, fecha de cambio y motivo del cambio.
- Todo animal debe ser identificado con doble arete, en caso que uno de ellos de extravíe.
- En ovinos, ante la pérdida de uno de los aretes, éste deberá ser reemplazado lo antes posible, rotulando el nuevo arete a mano con un plumón permanente especialmente diseñado para rotular aretes.
- Ante la pérdida de ambos aretes de identificación en ovinos, se debe intentar identificar al animal por descarte. Una vez que el animal ha sido identificado, es necesario poner los nuevos aretes, considerando lo descrito en el punto anterior.
- En caso de no poder identificar a un animal que haya perdido los aretes, éste deberá descartarse inmediatamente como reproductor.
- Cuando se trata de machos de inseminación o importados vivos, debe utilizarse el N° de registro oficial otorgado en el país de origen y jamás el nombre de pila. Por ejemplo, si se insemina con el toro “WMR INFINITY 141”, éste deberá registrarse como AAA#17083470 asignado por la American Angus Association (www.angus.org) y así, toda su ascendencia hasta donde se tenga información (Foto 1).
- Es relevante exigir a las empresas proveedoras de semen importado, el número de identificación oficial del reproductor utilizado así como la identificación de sus ancestros y datos productivos.
- Para el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), si el código de identificación internacional de un determinado reproductor es numérico, se agregan letras al comienzo del número con el objetivo de transformarlo en alfanumérico, que es lo usado en rebaños institucionales. Por ejemplo, las tres primeras letras del país de origen.

- En el caso de los reproductores bovinos vivos comprados en Chile, los cuales deben estar inscritos oficialmente, se debe utilizar el DIIO y, en una columna adicional, el número de registro oficial otorgado por las entidades registradoras (SAGO, SOFO, ASOGAMA, INIA, entre otros).
- En el caso de los reproductores ovinos vivos, debe utilizarse el número de registro oficial.
- Ante la implementación de un DIIO ovino individual, registrá el mismo criterio de registro utilizado en bovinos.
- El reproductor comprado en Chile, así como su ascendencia, debe conservar el código de identificación original, el cual debe ser transformado a alfanumérico, anteponiendo letras asociadas al nombre del criadero. Si dicho animal posee antepasados en el extranjero, rige el registro oficial del país de origen.
- En algunos casos, por ejemplo rebaños privados que se incorporen al programa genético, también es posible utilizar los números de registro oficial asignados por las entidades registradoras como SAGO, SOFO, ASOGAMA, INIA, entre otros. Ello, siempre y cuando todos los antepasados se encuentren igualmente inscritos.

3.1. Registro genealógico

Suponiendo que se desea crear el registro genealógico de un animal identificado con el código CAR000696, quien posee información genealógica hasta bisabuelo (Figura 1).

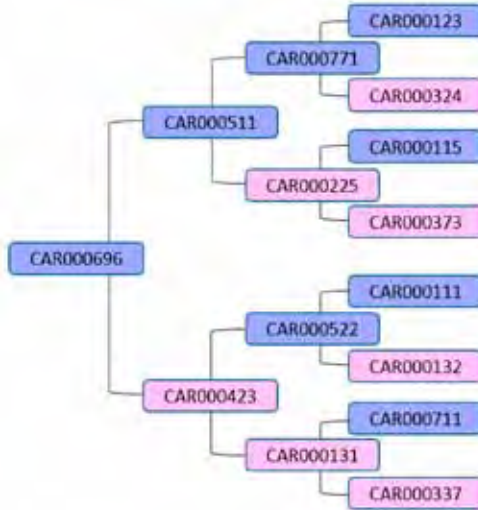


Figura 1. Genealogía de un animal identificado con el código CAR000696. En celeste los machos de su árbol familiar y en rosado las hembras.

En este caso, el registro genealógico del individuo CAR000696 constará de 15 filas, esto porque además del individuo registrado, se deben registrar dos padres, cuatro abuelos y ocho bisabuelos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Registro genealógico del individuo CAR000696. En la columna sexo, el número 1 representa el sexo masculino y el 2 el femenino.

Animal	Padre	Madre	Sexo
CAR000123			1
CAR000111			1
CAR000115			1
CAR000711			1
CAR000324			2
CAR000132			2
CAR000373			2
CAR000337			2
CAR000771	CAR000123	CAR000324	1
CAR000522	CAR000111	CAR000132	1
CAR000225	CAR000115	CAR000373	2
CAR000131	CAR000711	CAR000337	2
CAR000511	CAR000771	CAR000225	1
CAR000423	CAR000522	CAR000131	2
CAR000696	CAR000511	CAR000423	1

Dado que los bisabuelos no poseen información de sus padres, la columna padre y madre deberá dejarse en blanco si los códigos de identificación individual utilizados son alfanuméricos o bien completarse con ceros "0" si los códigos de identificación son de tipo numérico. Por tal motivo, es importante que, dependiendo del tipo de código de identificación utilizado, el formato de éste se escriba como texto o número, según sea el caso.

Cuando los registros genealógicos deban elaborarse para más de un animal, debe considerarse que algunos de los animales a registrar poseerán parientes en común. Por ejemplo, suponga que el rebaño está compuesto por dos animales, el macho identificado CAR000696 y la hembra identificada como CAR00396. Según la figura 2, estos animales poseen 2 parientes en común, el macho CAR000111 y la hembra CAR000131.

Cuadro 3. Registro genealógico constituido por 2 individuos CAR000396 y CAR000696.

Animal	Padre	Madre	Sexo
CAR000123			1
CAR000115			1
CAR000711			1
CAR000324			2
CAR000132			2
CAR000373			2
CAR000337			2
CAR000723			1
CAR000311			1
CAR000915			1
CAR000411			1
CAR000432			2
CAR000973			2
CAR000837			2
CAR000771	CAR000123	CAR000324	1
CAR000522	CAR000111	CAR000132	1
CAR000225	CAR000115	CAR000373	2
CAR000131	CAR000711	CAR000337	2
CAR000511	CAR000771	CAR000225	1
CAR000371	CAR000723	CAR000131	1
CAR000822	CAR000311	CAR000432	1
CAR000715	CAR000915	CAR000973	2
CAR000831	CAR000411	CAR000837	2
CAR000423	CAR000522	CAR000131	2
CAR000111	CAR000371	CAR000715	1
CAR000823	CAR000822	CAR000831	2
CAR000696	CAR000511	CAR000423	1
CAR000396	CAR000111	CAR000823	2

En la columna sexo el número 1 representa el sexo masculino y el 2 el femenino. En azul se destacan los parientes en común. Todos los animales que no cuentan con identificación de sus padres constituyen la generación fundadora del rebaño.

Debe destacarse que en la genealogía de CAR000696, el bisabuelo CAR000111 no cuenta con más información genealógica (Figura 1, derecha). Lo mismo ocurre con el bisabuelo de CAR000396 (CAR000131) que tampoco cuenta con información sobre sus padres (Figura 1, izquierda). Sin embargo, al cruzarse la información genealógica de ambos individuos se consigue identificar a los padres de ambos bisabuelos, es decir ahora en las genealogías de los animales CAR000396 y CAR000696 se conocen parcialmente hasta tatarabuelos (al menos los padres de dos bisabuelos de las familias). De lo anterior, se deduce que un registro real con muchos individuos, las líneas familiares pueden verse enormemente enriquecidas de información ancestral.

3.1.1. Datos adicionales del registro genealógico

El registro genealógico no está constituido únicamente por la identificación de los individuos y sus correspondientes sexos. Además, es importante incorporar la siguiente información:

- **Fecha de Nacimiento:** debe estar en formato dd/mm/aaaa y en el caso de ser una hoja de cálculo tipo Excel, es necesario que posea formato de fecha. En el caso de antepasados cuya fecha de nacimiento sea desconocida, se debe asignar un dato inventado pero coherente con las fechas de nacimiento de las crías y otros descendientes (Cuadro 5).
- **Raza:** indica la raza a la que pertenece un animal. Normalmente los registros se elaboran para animales de una misma raza. INIA posee un código numérico para la identificación de 25 razas bovinas y 24 razas ovinas, utilizadas en Chile para la producción de carne, leche y lana (Cuadro 4).

Cuadro 4. Códigos INIA para las principales razas bovinas y ovinas utilizadas en Chile para la producción de carne, leche y lana.

Raza bovina	Código INIA	Raza Ovina	Código INIA
Clavel de Carne	1	Merino precoz	1
Overo Colorado o Clavel alemán	2	Border Leicester	2
Azul Belga	3	Suffolk Down	3
Charolais	4	Poll Dorset	4
Galloway	5	Chilota	5
Hereford	6	Merino Dohne	6
Limousin	7	Frisón Oriental	7
Aberdeen Angus	8	Texel	8
Aubrac	9	Corriedale	9
Bazadaise	10	Coopworth	10
Gasconne	11	Dorper	11
Normando	12	Romney Wairere	12
Wagyú	13	4M	13
Brahman	14	Romney Marsh	14
Bradford	15	Finnish Landrace	15
Holstein Friesian	16	Frisona (Milchscaf)	16
Overo Negro	17	Highlander y primera	17
Jersey	18	Karakul	18
Ayrshire	19	Dorset	19
Santa Gertrudis	20	Latxa	20
Charbray	21	Assaf	21
Beefmaster	22	Merino australiano	22
Nelore	23	Hampshire Down	23
Gyr	24	Milchscaf	24
Guzerá	25		

- **Sobrevida al nacimiento:** indica si el animal nació vivo (1) o muerto al nacimiento (0). Para estos efectos, también se considera muerto si el animal nace vivo, pero muere dentro de las 24 horas de ocurrido el parto.
- **Sobrevida:** se refiere a la disponibilidad del animal para que en algún momento pueda ser utilizado como reproductor. Si está o estará disponible debe indicarse con un número 1, por el contrario, si el animal jamás estará disponible como reproductor debe indicarse 0. En esta última categoría caen animales estériles, como bueyes y caballos. Es importante señalar que, si existe disponibilidad de semen u óvulos congelados de un animal ya muerto, a este se le deberá considerar una sobrevida 1 (Vivo).

De esta manera, una vez obtenida la información completa, el registro genealógico presentado en el cuadro 3, quedaría como se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5. Registro genealógico completo para un rebaño constituido por dos individuos CAR000396 y CAR000696.

Animal	Padre	Madre	Sexo	Fecha Nacimiento	Raza	Sobrevida al nacimiento	Sobrevida
CAR000123			1	01-01-1999	19	1	0
CAR000115			1	01-01-1999	19	1	0
CAR000711			1	01-01-1999	19	1	0
CAR000324			2	01-01-1999	19	1	0
CAR000132			2	01-01-1999	19	1	0
CAR000373			2	01-01-1999	19	1	0
CAR000337			2	01-01-1999	19	1	0
CAR000723			1	01-01-1999	19	1	0
CAR000311			1	01-01-1999	19	1	0
CAR000915			1	01-01-1999	19	1	0
CAR000411			1	01-01-1999	19	1	0
CAR000432			2	01-01-1999	19	1	0
CAR000973			2	01-01-1999	19	1	0
CAR000837			2	01-01-1999	19	1	0
CAR000771	CAR000123	CAR000324	1	06-10-2011	19	1	0
CAR000522	CAR000111	CAR000132	1	20-10-2012	19	1	0
CAR000225	CAR000115	CAR000373	2	15-10-2013	19	1	0
CAR000131	CAR000711	CAR000337	2	17-10-2012	19	1	0
CAR000511	CAR000771	CAR000225	1	13-10-2011	19	1	0
CAR000371	CAR000723	CAR000131	1	08-10-2013	19	1	0
CAR000822	CAR000311	CAR000432	1	05-10-2011	19	1	0
CAR000715	CAR000915	CAR000973	2	16-10-2012	19	1	0
CAR000831	CAR000411	CAR000837	2	07-10-2016	19	1	1
CAR000423	CAR000522	CAR000131	2	05-10-2015	19	1	1
CAR000111	CAR000371	CAR000715	1	12-10-216	19	1	1
CAR000823	CAR000822	CAR000831	2	08-10-2015	19	1	1
CAR000696	CAR000511	CAR000423	1	08-10-2018	19	1	1
CAR000396	CAR000111	CAR000823	2	15-10-2018	19	1	1

Las fechas de nacimiento en rojo, representan datos inventados debido a inexistencia de información. En la columna sobrevida al nacimiento, todos los animales tienen el valor 1. Finalmente, en la columna sobrevida se indica que solo se cuenta con las últimas dos generaciones para ser utilizadas como reproductores.

3.1.2. Sugerencias para la construcción de un registro genealógico

- Comience identificando a los animales inscritos o de raza pura que conforman el rebaño
- Registre a dichos animales incluyendo padre, madre, sexo, fecha de nacimiento y sobrevividas
- Repita lo mismo con los padres, abuelos, bisabuelos y tantas generaciones hacia atrás como sea posible
- Cuando ya no posea información o bien considera que existe suficiente información genealógica (mínimo 3 generaciones completas), proceda a poner ceros o dejar celdas vacías en la identificación de los padres de los individuos que no poseen información. Dichos animales constituirán la denominada **generación fundadora**
- Tenga en cuenta que un punto en lugar de una coma, un guión bajo en lugar de un guión alto y hasta un espacio antes o después del escribir un código de identificación, puede traducirse en un error muy difícil de localizar cuando se trata de genealogías muy grandes y complejas. **Dichos errores pueden retrasar considerablemente una evaluación genética que se requiera con urgencia**
- Si los registros a utilizar para la construcción de un registro genealógico se encuentra en formato digital, procure cortar y pegar la información en lugar de digitar a mano. De la experiencia, se ha aprendido que la digitación manual aumenta significativamente el error humano.

3.1.3. Errores comunes al momento de construir un registro genealógico

A pesar de todas las recomendaciones dadas para la construcción de un registro genealógico, siempre se suscitarán errores tanto estructurales como de digitación. Cuando se generan dichas fallas, los softwares utilizados para la gestión genética suelen caerse en pleno análisis o simplemente no funcionan. A continuación, se indican algunos de los errores detectados comúnmente en los registros genealógicos.

- No declarar la generación fundadora en la primera columna de identificación animal
- Errores en el formato de la información registrada. En Excel debe estar en formato texto, número, fecha, según sea el caso
- Algunos o todos los individuos identificados como padre o madre, no se encuentran declarados en la primera columna de identificación animal

- Repetición de los códigos de identificación animal. A veces, por error en la digitación, más de un animal podría ser identificado con el mismo código
- La fecha de nacimiento de los individuos no guarda relación lógica con las fechas de nacimiento de sus ascendientes y descendientes. Por ejemplo, la fecha de nacimiento de la madre de un individuo es posterior a la fecha de nacimiento del hijo
- En algunos casos se ha detectado que en los registros de animales importados, se han indicado las fechas de nacimiento en inglés, que se encuentran en formato mm/dd/aa y no en español en el que se utiliza el formato dd/mm/aa (Foto 2)
- El sexo definido para un determinado individuo no tiene relación con la vinculación filial que guarda con su descendencia. Por ejemplo, un individuo declarado de sexo femenino (2), no puede figurar como padre de otro individuo.



Foto 2. Obtenido desde el Sitio Web de la American Angus Association, en dicha página se indican las fechas de nacimiento en formato mm/dd/aa. Se debe tener mucho cuidado y corregir dicha diferencia en la nomenclatura.

3.2. Registro macro ambiental

El macro ambiente abarca todos aquellos factores no genéticos que ejercen una influencia en las variables productivas medidas en los animales. Por lo general, los factores macro ambientales son fáciles de medir y por lo tanto pueden ser incluidos y explicados en el modelo matemático utilizado para predecir el mérito genético de los animales. El tipo y número de factores macro ambientales que acompañan a los registros genealógicos no son

una constante y pueden variar entre especies ganaderas, razas y tipos de producción. Aunque INIA ha logrado identificar una serie de factores tanto en bovinos como en ovinos (Cuadro 6), un programa genético correctamente implementado siempre estará buscando nuevos factores con el objeto de perfeccionar los modelos matemáticos y de esta manera, mejorar la precisión de la selección.

Cuadro 6. Factores macro ambientales identificados por INIA en bovinos y ovinos. El sistema se encuentra abierto a la identificación y propuesta de otros factores no descritos.

Factor	Especie/producción	Descripción
Sexo	Todas	Aunque figura en el registro genealógico, se considera que tiene un efecto en una serie de parámetros. Por ejemplo, debe considerarse que los machos suelen ser más pesados que las hembras, por lo que debe ser corregido en el modelo
Mes de nacimiento	Todas	Del 1 al 12, según sea el caso
Año de nacimiento	Todas	Ej. 2015
Rebaño o Cabaña	Todas	RUP sin puntos ni guión. En el caso de animales extranjeros se utiliza código internacional (Cuadro 7)
Tipo de parto	Todas	Simple (1), doble (2), triple (3), etc.
Número ordinal de parto	Todas	Parto 1, 2, 3, etc.
Edad de la madre	Todas	En el año, p.ej. 3, significa que la madre tiene 3 años
Esquila preparto	Ovinos	Si (1), no (2)
Esquila	Ovinos	Primera esquila (1), segunda (2), etc.
Tratamientos hormonales	Bovinos de carne	Si (1), no (2)
Número de lactancia	Bovinos de leche	Primera lactancia (1), segunda lactancia (2), etc.
Intervalo entre partos	Bovinos de leche	En días
Número de ordeñas diarias	Bovinos de leche	Una (1), dos (2), etc.
Duración de la lactancia	Bovinos de leche	En días
Duración del período de secado	Bovinos de leche	En días

Una de las variables más importantes a incluir entre las variables macro ambientales es el rebaño al que pertenecen los animales. En el caso de los animales nacidos en Chile, se debe utilizar el RUP del predio en el que se encuentran. Si los animales nacieron en el extranjero y llegaron a Chile como semen o vivos, el rebaño de nacimiento debe ser identificado con el código telefónico internacional del país (Cuadro 7). Si se desconoce la procedencia del animal o de algún ascendiente, el rebaño debe ser identificado con el número 1000.

En el caso de animales que se encuentren en un mismo RUP y conformen rebaños distintos, sometidos a condiciones diferentes, deben considerarse como tratamientos distintos (Ver punto 3.2.1).

Cuadro 7. Países de origen del semen importado por Chile y sus códigos telefónicos internacionales

País	Código Internacional
Alemania	49
Australia	61
Austria	43
Bélgica	32
Canadá	1
Dinamarca	45
EEUU	1
España	34
Finlandia	358
Francia	33
Irlanda del sur	353
Noruega	47
Nueva Zelanda	64
Países Bajos	31
Reino Unido	44
República Checa	420
Suecia	46
Desconocido	1000

(Fuente: ODEPA, 2019).

Es importante señalar que el reconocimiento de los países de origen en la columna “Rebaño”, a futuro permitirá estimar las interacciones genotipo ambiente (IGA) existente entre los países de origen y los diversos destinos del semen importado en Chile. Esto hará posible generar estrategias y/o recomendaciones técnicas para cambiar o adecuar los criterios de selección de los toros de inseminación, que posteriormente serán utilizados en distintas regiones del país, minimizando los efectos de la IGA y maximizando las ganancias en materia productiva (Baye y otros 2011; Cerón-Muñoz y otros, 2001; Díaz y otros, 2011).

Registro de ensayos

Tanto en los rebaños de INIA, así como también en rebaños privados, suelen realizarse ensayos o experimentos en los que se someten grupos de animales a tratamientos específicos. Dichos tratamientos pueden afectar el comportamiento productivo o reproductivo de los individuos y por lo tanto, deben ser considerados en la modelación matemática que anualmente se efectúa cada vez que se estiman las pruebas de progenie (EBV). En estos casos y para efectos operativos, cada ensayo deberá incluirse como una columna entre las variables macro ambientales.

Por defecto, cada animal existente en el registro (incluidos los fundadores), estará en el tratamiento cero (0) de cada ensayo, y los animales utilizados en el experimento deberá asignárseles números de 1 a N , según el N número de tratamientos que tenga el ensayo. Una vez registrado un ensayo y sin importar que éste haya concluido, no puede borrarse de la base de datos, es decir queda el registro para siempre (Cuadro 8).

Cuadro 8. Registro de un ensayo (Ensayo 1).

Animal	Padre	Madre	Sexo	Fecha Nacimiento	Raza	Sobrevida al nacimiento	Sobrevida	Ensayo 1
CAR000123			1	01-01-1999	19	1	0	0
CAR000115			1	01-01-1999	19	1	0	0
CAR000711			1	01-01-1999	19	1	0	0
CAR000324			2	01-01-1999	19	1	0	0
CAR000132			2	01-01-1999	19	1	0	0
CAR000373			2	01-01-1999	19	1	0	0
CAR000337			2	01-01-1999	19	1	0	0
CAR000723			1	01-01-1999	19	1	0	0
CAR000311			1	01-01-1999	19	1	0	0
CAR000915			1	01-01-1999	19	1	0	0
CAR000411			1	01-01-1999	19	1	0	0
CAR000432			2	01-01-1999	19	1	0	0
CAR000973			2	01-01-1999	19	1	0	0
CAR000837			2	01-01-1999	19	1	0	0
CAR000771	CAR000123	CAR000324	1	06-10-2011	19	1	0	1
CAR000522	CAR000111	CAR000132	1	20-10-2012	19	1	0	1
CAR000225	CAR000115	CAR000373	2	15-10-2013	19	1	0	1
CAR000131	CAR000711	CAR000337	2	17-10-2012	19	1	0	2
CAR000511	CAR000771	CAR000225	1	13-10-2011	19	1	0	2
CAR000371	CAR000723	CAR000131	1	08-10-2013	19	1	0	2
CAR000822	CAR000311	CAR000432	1	05-10-2011	19	1	0	3
CAR000715	CAR000915	CAR000973	2	16-10-2012	19	1	0	3
CAR000831	CAR000411	CAR000837	2	07-10-2016	19	1	1	3
CAR000423	CAR000522	CAR000131	2	05-10-2015	19	1	1	0
CAR000111	CAR000371	CAR000715	1	12-10-216	19	1	1	0
CAR000823	CAR000822	CAR000831	2	08-10-2015	19	1	1	0
CAR000696	CAR000511	CAR000423	1	08-10-2018	19	1	1	0
CAR000396	CAR000111	CAR000823	2	15-10-2018	19	1	1	0

Los individuos CAR000771, CAR000522 y CAR000225 estuvieron sometidos al tratamiento 1; los individuos CAR000131, CAR000511 y CAR000371 al tratamiento 2 y finalmente los individuos CAR000822, CAR000715 y CAR000831 al tratamiento 3.

Considerar que si un rebaño es sometido a uno o más ensayos, deberá crearse una hoja de cálculo (ensayos, en Excel), donde se registrará la siguiente información:

- Ensayo 1
- Objetivo del ensayo
- Fecha de inicio
- Fecha de término
- Investigador responsable
- Contacto del investigador responsable.

Es importante señalar que independientemente de los análisis estadísticos realizados por los investigadores a cargo de los experimentos, los efectos de los tratamientos de cada ensayo sobre las variables productivas de los animales, serán evaluados nuevamente mediante el uso de los Mejores Estimadores Lineales Insegados (BLUE). Los resultados de dichas evaluaciones serán entregados de forma reservada a los investigadores a cargo, cuando éstos lo soliciten y para los fines que estimen convenientes.

3.3. Registro productivo y reproductivo

Se encuentra constituido por todas las variables de interés productivo por especie, raza y rubro. Puede considerar variables morfo métricas lineales e índices morfo métricos asociados a la conformación de los animales. Es importante hacer énfasis que, para evaluar genéticamente las variables de carácter productivo, es necesario que dichas variables sean paramétricas, es decir, posean distribución normal. Por tal motivo, no es correcto utilizar tablas de conversión, como por ejemplo las que transforman el perímetro torácico al peso de los animales. Dichos valores no serán paramétricos debido a que conforman clases o niveles.

INIA ha incluido una serie de variables productivas importantes de cuantificar en bovinos y ovinos de carne, pero en muchos casos aún no es posible medirlas y registrar sus valores (Cuadro 9).

Cuadro 9. Variables productivas en bovinos y ovinos de carne.

Variable productiva	Especie/producción	Unidad de medida
Peso al nacimiento	Bovinos y ovinos	kg
Peso ajustado a los 30 días	Ovinos	kg
Ganancia de peso a los 30 días	Ovinos	kg/día
Peso ajustado al destete (100 días)	Ovinos	kg
Peso ajustado a los 180 días	Ovinos	kg
Peso ajustado al destete (205 días)	Bovinos	kg
Ganancia de peso diaria a los 205 días	Bovinos	kg/día
Peso madre al parto	Ovinos	kg
Peso de la madre al destete	Bovinos y Ovinos	kg
Eficiencia de la madre al destete	Bovinos y Ovinos	Porcentaje del peso de la cría respecto al peso de la madre
Peso ajustado a los 365 días	Bovinos y ovinos	kg
Ganancia peso nacimiento destete	Bovinos y ovinos	kg/día
Peso ajustado a los 450 días	Ovinos	kg
Peso ajustado a los 520 días	Ovinos	kg
Altura a los 150 días	Bovinos	cm
Altura a los 630 días	Bovinos	cm
Peso Ajustado a los 150 días	Bovinos	kg
Peso Ajustado a los 630 días	Bovinos	kg
Frame Score 5 meses	Bovinos	Parámetro adimensional (mediante fórmula BIF, 1991)
Frame Score 21 meses	Bovinos	Parámetro adimensional (mediante fórmula BIF, 1991).
Circunferencia escrotal (18 meses ovino, 24 meses bovinos)	Bovinos y ovinos	cm
Area del canal de parto	Bovinos	cm ² , (Se requiere uso de pelvímetro).
Espesor de grasa a la cadera (EGC)	Bovinos	mm, medido mediante ultrasonido en animales terminados
Espesor de grasa dorsal (EGD)	Bovinos	mm, medido mediante ultrasonido en animales terminados
Área de ojo de lomo (AOL)	Bovinos	cm ² , medida mediante ultrasonido en animales terminados
Infiltración grasa (%GI)	Bovinos	Porcentaje, medida mediante ultrasonido en animales terminados.

3.3.1. Criterios a utilizar en pesajes, medición de alzadas y tamaños

Número de decimales: para todas las variables registradas deberán considerarse dos decimales. En el caso de las ganancias de peso diario, considerar tres decimales.

Peso Nacimiento: se aceptará un rango de 48 horas máximos respecto del día de nacimiento (Foto 3).



Foto 3. Ejemplo de registro peso al nacimiento en INIA Tamel Aike

Peso Destete: se debe ajustar a los 205 días (100 días en ovinos). El rango de tolerancia para registrar dicho peso será la media de los días entre el primer nacimiento y el último nacimiento, habiendo llegado al 95 % de los partos del rebaño.

Estimación de los pesos ajustados: para la estimación de este parámetro, debe utilizarse la siguiente fórmula:

$$PA = \left(\frac{PRA - PN}{E} \right) DA + PN$$

Donde PA es el peso ajustado a 30, 100, 180, 205, 365, 450 y 520 días según sea el caso (Ver cuadro 9), PRA es el peso real del animal el día en que se pesa, PN el peso al nacimiento, E es la edad en días al momento del pesaje real y DA es el número de días a los que se desea realizar el ajuste.

Eficiencia de la madre al destete: se estimará mediante la siguiente fórmula:

$$EMD = \left(\frac{PC \times 100}{PM} \right)$$

Donde EMD es la relación peso cría/madre, PC es el peso real de la cría al momento del destete y PM es el peso real de la madre al momento del destete.

Ganancia Peso Nacimiento – Destete: la diferencia de peso entre peso nacimiento y peso ajustado al destete.

Altura corporal a los 5 y 21 meses: valorada por la distancia de la grupa (entre iliones) al suelo. La medición se realiza con un bastón zoométrico específico para ese propósito. Dicho instrumento de medición tiene marcada una escala de alturas y sobre ella se desliza un brazo que contiene un nivel de burbuja. Para hacer la medición, la vara es colocada verticalmente al costado de la cadera del animal y el brazo deslizante es ubicado controlando su nivelación sobre la cadera. La medida se lee sobre la escala de la vara vertical (Figura 3).

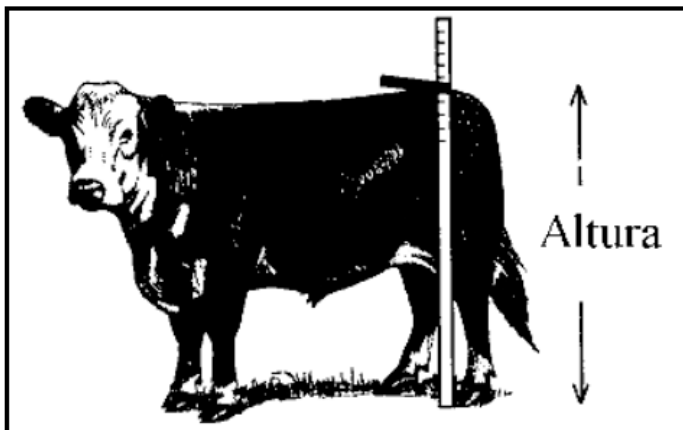


Figura 3: Posición para una correcta medición de la altura de la cadera (Bavera, 2005)

Frame Score: es un parámetro que permite predecir el futuro crecimiento de un animal basándose en su altura a la cadera entre los 5 y 21 meses de edad. El *frame score* deberá estimarse mediante las siguientes fórmulas establecidas por la Universidades de Wisconsin y Missouri (EE.UU) (Beef Improvement Federation, 2005), las cuales han sido adaptadas de pulgadas a centímetros:

Machos:

$$FS = -11,548 + (0,192 \times AL) - (0,0289 \times ED) + (0,00001947 \times ED^2) + (0,00001315 \times AL \times ED)$$

Hembras:

$$FS = -11,7086 + (0,1859 \times AL) - (0,0239 \times ED) + (0,0000146 \times ED^2) + (0,00002988 \times AL \times ED)$$

En las que *FS* es el *frame score*, *AL* es la altura corporal del animal en centímetros y *ED* la edad del animal en días.

Criterios para la evaluación *in vivo* de calidad carnicera en bovinos

Para realizar estas evaluaciones se requiere de un ecógrafo equipado con un transductor lineal de 3,5 mHz (alta penetración de tejidos y baja resolución de la imagen) y un acople de silicona para un mejor contacto con el lomo. Además, de un medio conductor entre el acople y la piel para eliminar la fase de aire. Se requiere también de un profesional capacitado para realizar la medición e interpretación de las imágenes.

Las características evaluadas se registran a los 24 meses de edad y son las siguientes:

Espesor de grasa de cadera (EGC): esta característica estima el momento óptimo de la grasa de cobertura de las canales. Se ha señalado que mayor a 9 mm, el animal ya posee la cobertura de grasa que el mercado requiere para ser faenado.

Infiltración de grasa muscular (%GI): indica el porcentaje de grasa intramuscular que tiene el animal.

Área ojo de lomo (AOL): indica la aptitud carnicera del animal en base a su área del lomo entre la 12ª y 13ª costilla. Para evaluar esta característica se utiliza un acople de silicona.

Espesor de grasa dorsal (EGD): indica la grasa subcutánea de la 12^a costilla en la sección transversal de un $\frac{3}{4}$ de la columna vertebral.



Foto 4. Posición para mediciones AOL, EGD, %GI y EGC. A la derecha transductor con acople de silicona.

3.3.3. Criterios para el levantamiento de información reproductiva

Circunferencia escrotal: se encuentra asociada a la producción espermática y, por tanto, al potencial reproductivo de un macho. Debe ser medida en centímetros, en sentido horizontal, abarcando ambos testículos y el escroto (Foto 5).



Foto 5. Medición de la circunferencia escrotal en un toro.

Comentarios Finales

A pesar que los registros genealógicos y los registros productivos son una herramienta fundamental y necesaria para suministrar información detallada y comprensible en todo tipo de sistema de producción ganadera, muchos de los productores por diversas razones no los llevan. Los motivos pueden ser diversos e ir desde el desconocimiento de la utilidad práctica de la información acumulada, por las inercias derivadas de años realizando las tareas de campo de una manera determinada. Por otro lado, dificultades para acceder a herramientas informáticas como planillas de cálculo y tal vez por la escasez de programas eficaces y al alcance de los productores que permitan el uso de la información en programas de gestión genética.

Actualmente han comenzado a surgir diversas herramientas tecnológicas como la selección genómica. Dichas herramientas han hecho pensar a productores de diversas partes del mundo que dichas tecnologías podrían sustituir a la mejora genética convencional basada en la gestión de registros genealógicos y productivos. Sin embargo, se omite el hecho que el uso de los registros va mucho más allá de la estimación del mérito genético de los potenciales reproductores. De hecho, la gestión genética de rebaños es un concepto mucho más amplio que el ortodoxo, donde la estimación del mérito genético de los animales es solo uno de los componentes.

Por ejemplo, la consanguinidad y la depresión endogámica es un problema descrito en todo el mundo y puede afectar seriamente a un sistema de producción (Hermas y otros, 1987; Wiggans y otros, 1995; Casanova y otros, 1992; Miglior y otros, 1992; Thompson y otros, 2000; Caraviello, 2004; Fernández, 2005; Álvarez y otros, 2010; Sumreddee y otros, 2019). Se sabe que el nivel crítico de consanguinidad en rebaños productivos es del 12,5% (Guest, 2008), mientras que recientemente se considera que el máximo aceptable es de 6,25% (Florio, 2005). Es aquí donde el uso de registros puede cobrar una gran relevancia al permitir conocer la evolución de la consanguinidad de nuestros rebaños, y detectar los momentos precisos en los que es necesario invertir en la introducción de nuevas “líneas de sangre” (Piñeira y otros, 2018).

¿Cuánto afecta o ha afectado la depresión endogámica en la capacidad productiva de la masa ganadera nacional?. Son preguntas que aún no tienen respuesta. Sin embargo, la implementación de sistemas que armonicen la información genealógica con la información productiva harán posible determinar la ocurrencia del fenómeno y su magnitud, con miras a su corrección en el tiempo.

Tal y como se ha señalado en el presente boletín, en los registros genealógicos es necesario incluir las genealogías de animales de inseminación. Dicha práctica ya ha comenzado a ver sus resultados en Chile, pudiendo evaluar a dichos reproductores a partir del comportamiento productivo de su descendencia nacida en el país. Del mismo modo, se hará posible comparar objetivamente el comportamiento de reproductores internacionales y nacionales.

Otro aspecto relacionado con la inclusión de animales de importación en los registros, tiene que ver con la posibilidad de conocer la forma en que afecta el ambiente local a la expresión del potencial genético de machos de inseminación evaluados en distintos países. Dicho fenómeno se denomina *interacción genotipo ambiente* y en el futuro hará posible la realización de recomendaciones técnicas, que permitan mejorar sustancialmente los progresos observados en programas de mejora, basados en inseminación artificial (Baye y otros 2011; Cerón-Muñoz y otros, 2001; Díaz y otros, 2011).

Son muchas las otras aplicaciones que pueden ser dadas a un registro genealógico y productivo correctamente construido, como la recuperación de rebaños frente al ataque de depredadores, categorización automática de los animales que conforman un rebaño, evaluación genética de hembras para inseminación, entre otras.

Por ello, se espera que este boletín sirva como referencia a profesionales, técnicos y estudiantes que desempeñan o desempeñarán sus labores en el sector ganadero nacional.

Referencias Bibliográficas

- Álvarez, P., J.R. Hernández y F. Magaña. 2010. Efecto de consanguinidad sobre la producción láctea en vacas Holstein en el establo La Estrella, León, Gto., México. Universidad Autónoma Chapingo.
- Bavera G. 2005. Escala de tamaño, estructura corporal o Frame score. <http://www.produccion-animal.com.ar/>
- Baye T. M., T. Abebe, y R.A. Wilke. 2011. Genotype–environment interactions and their translational implications. *Personalized Medicine*. 8(1): 59-70.
- Beef Improvement Federation (B.I.F.). 2005. www.beefimprovement.org
- Caraviello, D.K., K.A. Weigel y D. Gianola. 2004. Analysis of the relationship between types traits and functional in US Holstein cattle using a Weibull proportional hazards model. *J. Dairy Sci.* 87: 2677-2686.

- Casanova, L., C. Hagger, N. Kuenzi, y M. Schneeberger. 1992. Inbreeding in Swiss Braunvieh and its influence on breeding values predicted from a repeatability animal model. *J. Dairy Sci.* 75, 1119–1126.
- Cerón-Muñoz M.F., H. Tonhati, C. Costa y F. Benavides. 2001. Interacción genotipo-ambiente en ganado Holstein colombiano. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal.* 9(2): 74-78.
- Díaz I. D.P.S., H.N.D. Oliveira, L.A.F. Bezerra, y R.B. Lôbo. 2011. Genotype by environment interaction in Nelore cattle from five Brazilian states. *Genetics and molecular biology.* 34(3): 435-442.
- Fernández, M. 2005. Consanguinidad en bovinos, lo que necesita saber. *Revista Angus,* 120–122. Marzo 03, 2018.
- Florio, J. 2005. Consanguinidad en la ganadería bovina. *Manual de Ganadería Doble propósito: González-Stagnaro C. y Soto Belloso E. ed. Fundación GIRARZ,* 129-134.
- Guest, B. 2008. Consanguinidad en bovinos. *Revista Angus Society Australia.* 241:54-55.
- Hermas, S. A., C.W. Young, y J.W. Rust. 1987. Effects of milk inbreeding on productive and reproductive performance of Guernsey cattle. *J. Dairy Sci.* 70:712–715.
- Miglior, F., B. Szkotnicki, y E.B. Burnside. 1992. Analysis of levels of inbreeding and inbreeding depression in Jersey cattle. *J. Dairy Sci.* 75:1112–1118.
- ODEPA que indico: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) 2019. Avance por producto – país de exportaciones / importaciones. <https://www.odepa.gob.cl/avance-por-producto-pais-de-importacion-y-exportacion>.
- Piñeira, J., C. Saldivia, F. Gebauer, A. Gomez, R. Martinez, J. König. 2018. A functional registry system for genetic management in milk cattle. *Libro de Resúmenes. Libro de resúmenes del Congreso Anual de la Sociedad Chilena de Producción Animal, Valdivia-Chile. ISSN 0718-3682.*
- Sumreddee P., S. Toghiani, E.H. Hay, A. Roberts, SE. Agrrey, R. Rekaya. 2019. Inbreeding depression in line 1 Hereford cattle population using pedigree and genomic information. *J Anim Sci.* 97(1):1-365 18.
- Thompson, J., R. Everett y C. Wolfet. 2000. Effects of inbreeding on production and survival in Jersey. *J. Dairy Sci.* 83: 2131 – 2138.
- Wiggans, G.R., P.M. VanRaden y J. Zurbier. 1995. Calculation and use of inbreeding coefficients for genetic evaluation of United States dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 78, 1584–1590.



Boletín INIA / N° 409

www.inia.cl

