

Asociación Argentina de Economía Agraria

**APLICACIÓN DE UN MODELO DE EQUILIBRIO PARA LA
ESTIMACIÓN DE INDICADORES DE LA CADENA BOVINA
NACIONAL**

Octubre de 2020

Categoría: Trabajo de investigación

Área temática: Economía de los sistemas agropecuarios

Eduardo E. Ponsa

eponssa@vet.unicen.edu.ar¹

María Celeste Peñaloza

mariacelestep@vet.unicen.edu.ar¹

Gabriel Rodríguez

cpnrodri@vet.unicen.edu.ar¹

Claudio F. Machado

cmachado@vet.unicen.edu.ar²

¹Docente. Área Economía y Administración Rural. Facultad Ciencias Veterinarias. UNCPBA.

²Docente. Departamento de Producción Animal. Facultad Ciencias Veterinarias. UNCPBA.

Aplicación de un modelo de equilibrio para la estimación de indicadores de la cadena bovina nacional

RESUMEN

En este trabajo se aplica el modelo desarrollado en un trabajo previo (en evaluación) utilizando datos históricos de Argentina y desarrollando un análisis de sensibilidad, asumiendo un estado de equilibrio del stock ganadero. La Tasa de Extracción (TE) así obtenida fue 24,16%, la participación de hembras en la faena nacional y la relación Vaca/Stock fueron 44 y 42,2%, respectivamente. Las principales variables que determinan la TE de equilibrio son la tasa de destete (TD) y la duración de la invernada (DI). A modo de ejemplo, altas tasas de destete (90%) y reducida DI (10 meses) permiten TE de equilibrio del 45%. La relación Vaca/Stock es función inversa de la DI como de la TD, por lo cual no puede ser considerada como un indicador de eficiencia. La proporción de hembras en la faena depende básicamente de la mortandad de vientres y tasa de destete, efectos no independientes, por lo que tampoco constituye un índice de eficiencia en sí mismo. Dado que se trata de un equilibrio dinámico, requiere la actualización periódica de estos indicadores a fin de constituirse en referencias válidas. La aplicación del presente modelo de equilibrio aporta información útil para el análisis de la faena y producción nacional.

PALABRAS CLAVE: TASA DE EXTRACCIÓN, MODELO GANADERO, FAENA Y PRODUCCIÓN GANADERA, CADENA DE LA CARNE VACUNA

SUMMARY

In this work, the previously developed model (a submitted companion paper) is applied by using historical data from Argentina and developing a sensitivity assessment, where and equilibrated animal stock is assumed. The observed Extraction Rate (ER) was 24.16%, and the female contribution to and the Cow/Total animal stock the national annual slaughtering rates were 44.0 y 42.2%, respectively. Weaning rate (WR) and beef growing/finishing duration (GFD), were the main variables determining the equilibrium ER. As e.g. high weaning rate (90%) and a short duration of growing/finishing process (10 months), yielded an ER of 45%. The Cow/Total animal stock the national annual slaughtering is inversely related to both WR and GDF, which means that it may not be considered as an efficient index. Similarly, the female contribution depends on brewers' mortality and WR, but they are no independent variables. As there is a dynamic equilibrium between variables, a regular calculation is required. The use of the present equilibrated national cattle stock model contributed with additional information to the analysis of the national cattle slaughtering.

KEY WORDS: CATTLE EXTRACTION RATE, CATTLE MODEL, PRODUCTION AND SLAUGHTERING, CATTLE PRODUCTION CHAIN.

I - INTRODUCCION

Normalmente lo que se denomina “producción” nacional de carne (PC) es simplemente la faena observada en un período expresada en kilogramos. Esta “producción” depende básicamente de 3 variables: el stock de animales (S) en cabezas, el peso medio de faena (PM) en kilos de res y la tasa de extracción (TE, siendo ésta la relación entre la faena y el stock expresados en cabezas) (Feldkamp 2015).

La TE constituye una habitual referencia para el análisis de la cadena de la carne bovina. Este indicador muestra la eficiencia con la que produce el stock, siempre y cuando la faena se ajuste en función de la variación de las existencias de hacienda o bien teniendo en cuenta las condiciones necesarias para el equilibrio de este stock, a fin de no subestimar o sobredimensionar la genuina producción de carne. En la bibliografía (López 2016, Lozano 2011) se diferencia la “tasa de extracción de equilibrio” (TEE) de la “tasa de extracción coyuntural o real” (TER). En un trabajo precedente (Ponssa, et al, en evaluación) se desarrolló un modelo ganadero en equilibrio de la dinámica del rodeo nacional, que depende de la duración de la invernada, la mortandad del rodeo, las necesidades de reposición y la tasa de destete (TD), donde se especifica un modo de cálculo de la TEE y de la proporción de hembras en la faena (FH/F) en una situación de equilibrio del stock.

En consecuencia, resulta de interés aplicar el modelo desarrollado a partir de la disponibilidad de datos nacionales históricos (Arzubi, 2019), de manera de validarlo a través de resultados que pueden ser comparados con las publicaciones y referencias existentes.

Por lo tanto, el **objetivo** del presente trabajo es aplicar el modelo desarrollado en el referido trabajo (Ponssa et al, enviado al mismo evento) en función de datos históricos observados en la Argentina y evaluar diferentes situaciones posibles (análisis “que pasa si” y de sensibilidad) a manera de prospectiva, tendientes a obtener conclusiones conceptuales acerca de posibles ejes estratégicos para el mejoramiento de la cadena de la carne en nuestro país.

II – MATERIALES Y METODOS

Las ecuaciones del modelo mencionado fueron: las siguientes:

$$TEE = \frac{V}{S} \cdot \left[TD \cdot \left(1 - \%MMI \cdot \frac{DMI}{24} - \%MHI \cdot \frac{DHI}{24} \right) - \%MV - \%MTO \cdot \frac{TO}{V} \right]$$

$$\text{ó: } \frac{1}{1 + \frac{TO}{V} + \frac{TD \cdot DMI + DMH}{2} \cdot \frac{1}{12}} \cdot \left[TD \cdot \left(1 - \%MMI \cdot \frac{DMI}{24} - \%MHI \cdot \frac{DHI}{24} \right) - \%MV - \%MTO \cdot \frac{TO}{V} \right]$$

Ecuación 1

$$\frac{FH}{F} = \frac{\frac{TD}{2} \cdot \left(1 - \%MHI \cdot \frac{DHI}{12}\right) - \%MV}{TD \cdot \left(1 - \%MHI \cdot \frac{DHI}{24} - \%MMI \cdot \frac{DMI}{24}\right) - \%MV - \%MTO \cdot TO/V} \quad \text{Ecuación 2}$$

Fuente: Ponssa et al (en

evaluación)

La aplicación del modelo se realizó en base a los stocks y faena calculados por Arzubi (2019) en relación al stock y faena ganadera para la serie de estadísticas entre el 2003 y 2018 del rodeo Nacional (Tabla 1).

Tabla 1: Stock y Faena ganaderos por categoría, en base a la media del período 2003-2018

Stock				Faena								
Sexo	Cabezas	Categoría	STOCK	PORCENTAJE		Cabezas	% de la faena total	% respecto al stock de vacas				
Hembras	37.295.976	VACAS	22.657.403	100%	5.728.891	VACAS	2.296.534	43,8%	25,3			
		Vaquillonas	7.817.943	34,5%		Vaquillonas	1.602.340					
		Termeras	6.820.630	30,1%		Termeras	1.830.017					
Machos	16.387.809	Termeros	6.694.672	29,5%	7.355.060	Termeros	1.159.700	56,2%	32,5			
		Novillo	3.987.366	17,6%		Novillo	3.019.334					
		Novillito	4.468.688	19,7%		Novillito	2.939.360					
		Toros	1.136.764	5,0%		Toros	197.227					
		bueyes	11.786	0,1%		bueyes	426					
		toritos	88.532	0,4%		toritos	39.013					
		TOTAL	53.683.785							13.083.952	100%	57,7

Fuente: Arzubi, 2019

Las existencias bovinas han presentado variaciones interanuales pero en el largo plazo se han mantenido prácticamente constantes (con leve tendencia creciente en los últimos años) en un promedio de 52,2 millones de cabezas (gráfico 1).

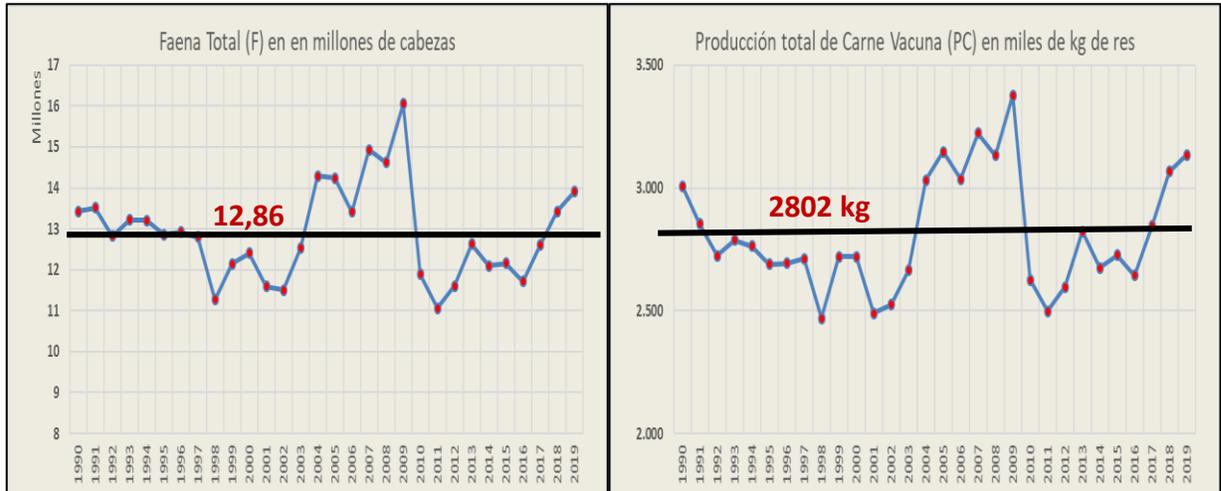
Gráfico 1: Evolución del stock vacuno



Fuente: SENASA, 2020

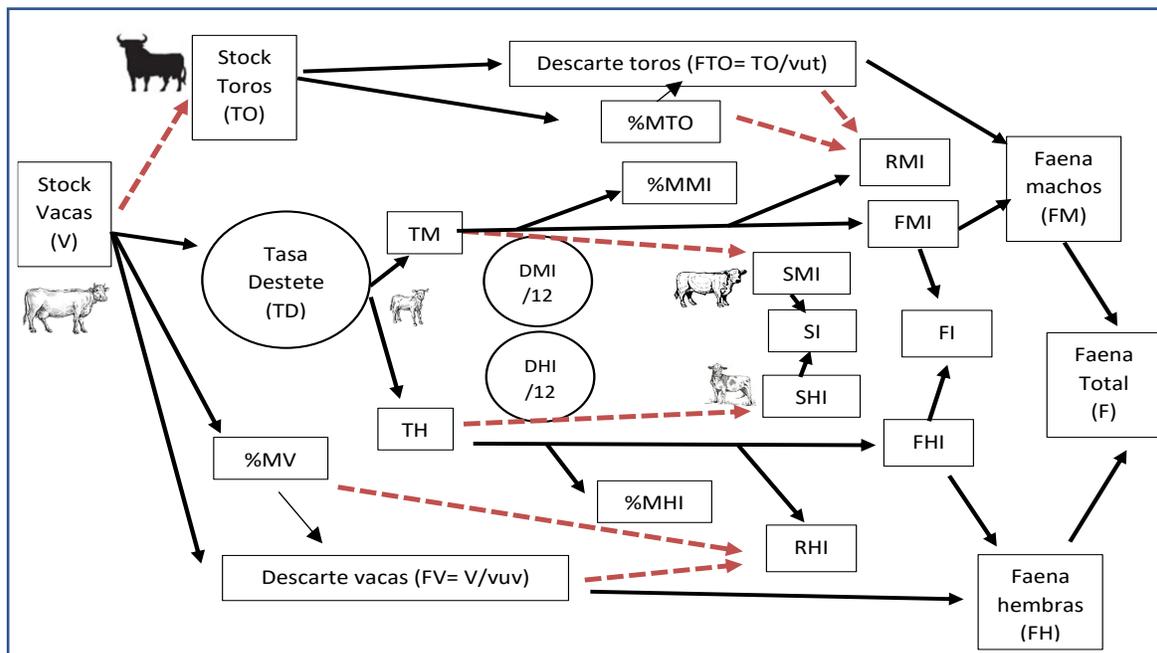
La faena total y la “producción” nacional de carne y los respectivos promedios se presentan en el gráfico 2.

Gráfico 2: a) Evolución de la faena total en la Argentina (en millones de cabezas) y b) de la “Producción” de carne en miles de kg de res



Fuente: Minagri 2020

Figura 1: Modelo del Rodeo Nacional en equilibrio



Fuente: Ponssa et al, en evaluación

Referencias:

Inputs del modelo:

- V: Stock de vacas
- TD: Tasa de destete en relación a V. *Valor asignado: 0,67*
- TO: Stock de toros (se ingresa como relación TO/V, *Valor asignado: 5,5%, incluye toritos*)
- vut = vida útil media de toros en años. *No se dispone de un valor observado por lo que se la estima en 4,76 años a fin de obtener una tasa de descarte de toros y toritos acorde con la información disponible (19%), ya que: $\frac{FTO}{TO} = \frac{1}{vut} - \%MTO = \frac{1}{4,76 \text{ años}} - 0,02 = 0,1901$*
- %MTO: Tasa de mortandad de toros en relación al stock TO = $\frac{MTO}{TO}$. *Valor asignado: 2%*
- %MV: tasa de mortandad de vacas en relación al stock V = $\frac{MV}{V}$. *Valor asignado: 6,7%*
- vuv: vida útil promedio de las vacas en años. *No se dispone de un valor observado por lo que se la estima en 5,95 años, de modo de obtener una tasa de descarte acorde con los datos presentados en tabla 1 (10,1%) ya que: $\frac{FV}{V} = \frac{1}{vuv} - \%MV = \frac{1}{5,95 \text{ años}} - 0,067 = 0,1010$*
- %MMI: tasa de mortandad de machos de invernada en relación al stock SMI ($\frac{MMI}{SMI}$). *Valor asignado: 2%*
- %MHI: tasa de mortandad de hembras de invernada en relación al stock SHI ($\frac{MHI}{SHI}$). *Valor asignado: 2,5%*

- DMI: Duración media de la invernada de machos en meses. *Valor asignado: 23,93 meses. Valor estimado indirectamente para posibilitar el stock medio observado (SMI/V = 0,668). Se comprueba que $\frac{SMI}{V} = \frac{TM}{V} \cdot \frac{DMI}{12} = 0,335 \cdot \frac{23,93}{12} \text{ meses} = 0,668$*
- DHI: Duración media de la invernada de hembras en meses. *Valor asignado: 23,14 meses. Valor estimado indirectamente para posibilitar el stock medio observado (SHI/V = 0,646). Se comprueba que $\frac{SHI}{V} = \frac{TH}{V} \cdot \frac{DHI}{12} = 0,335 \cdot \frac{23,14}{12} \text{ meses} = 0,646$*
- PV: Peso Vivo medio de faena en kg
- RR: Tasa de rendimiento medio en res

Dentro de los inputs, la TD es la primera de las variables de flujo a considerar. Teniendo en cuenta las observaciones efectuadas por el Observatorio Ganadero (2012) y Arzubi (2019) (quienes consideran que la relación T/V que surge de las estadísticas basadas en observaciones puntuales estaría subvalorada entre un 12 y 19% puntos porcentuales –en torno a 8% en términos absolutos-) se asume una TD de 67%, la cual supera en términos absolutos en 7,3% a la relación T/V que se presenta en la tabla 1, y supera también al promedio estadístico observado históricamente (gráfico 3). Se llega a esta conclusión en función de la posibilidad de abastecer el nivel de faena observado, según se comentará luego. En el modelo todas las variables se expresan en relación al stock V de vacas, así que partiendo de una TD de 67% habría 0,335 terneras y 0,335 terneros que ingresan a invernada, por cada vaca de stock.

Gráfico 3: Evolución de la relación Ternero/Vaca



Fuente: Minagri 2020

El otro componente de flujo que explica la PC total es el peso medio de faena (PM). Si se multiplica la tasa de extracción por el PM se obtiene la producción de carne por cabeza faenada (PPC) o productividad del plantel, en kilogramos de res. Por lo tanto:

$PPC = TE \cdot \text{Peso Vivo medio de faena} \cdot \text{Rendimiento res} = \text{Productividad del plantel en kg res}$

A los fines de indagar acerca de situaciones posibles, se efectuó también un análisis de sensibilidad para evaluar el impacto de la variación de “inputs” sobre la TEE, FH/F y la PPC. Adicionalmente, se sensibilizó la relación FH/F al variar TD para dos niveles de mortandad de vacas.

III - RESULTADOS

En las tablas 2 y 3 se presentan las variables intermedias y outputs del modelo.

La retención de machos de invernada (RMI) para la reposición de equilibrio de toros es la suma de lo requerido para compensar la faena (dependiente de la vut) y mortandad de toros:

$$\frac{RMI}{V} = \frac{FTO}{V} + \frac{MTO}{V} = 0,01046 + 0,0011 = 0,01156$$

Los machos de invernada que se faenan (FMI) surgen de restar a los terneros la proporción de muertos y los retenidos para reposición de equilibrio: $\frac{FMI}{V} = \frac{TM}{V} - \frac{MMI}{V} - \frac{RMI}{V} = 0,335 - 0,0134 - 0,01156 = 0,31$

El stock total de invernada (SI) resulta entonces: $\frac{SI}{V} = \frac{SMI}{V} + \frac{SHI}{V} = 0,668 + 0,646 = 1,314$

Es decir que por cada vientre nacional existen en promedio 1,314 cabezas de invernada (machos y hembras), lo cual se encuentra en concordancia con los datos de la tabla 1.

La retención de hembras de invernada (RHI) para la reposición de equilibrio de vacas es lo necesario para compensar la faena de vacas (que depende de la vuv) y la mortandad de vacas:

$$\frac{RHI}{V} = \frac{FV}{V} + \frac{MV}{V} = 0,1010 + 0,067 = 0,168$$

Restando de las terneras destetadas las muertas y las vaquillonas para reposición de equilibrio, puede entonces calcularse la cantidad relativa de hembras de invernada destinada a faena (FHI): $\frac{FHI}{V} = \frac{TH}{V} - \frac{MHI}{V} - \frac{RHI}{V} = 0,335 - 0,0162 - 0,168 = 0,1508$

La faena posible estimada para cada categoría resulta:

$$\frac{FTO}{V} = 0,01046 \quad \frac{FMI}{V} = 0,31 \quad \frac{FV}{V} = 0,1010 \quad \frac{FHI}{V} = 0,1508$$

Por lo tanto, la faena total de hembras (FH): $\frac{FH}{V} = \frac{FV}{V} + \frac{FHI}{V} = 0,1010 + 0,1508 = \mathbf{0,2519}$

Y la faena total (F): $\frac{F}{V} = 0,01046 + 0,31 + 0,1010 + 0,1508 = \mathbf{0,5724}$

Esto significa que por cada vaca de stock se faenan entre todas las categorías unas 0,57 cabezas por año. Este valor, multiplicado por el stock de vacas, resulta igual al registrado en el país en los últimos años (gráfico 2a).

III.1 – La participación de hembras en la faena

La relación FH/F es un output final del modelo.

$$\frac{FH}{F} = \frac{0,2519}{0,5724} = 0,44$$

A idéntico resultado se llega mediante cálculo “directo”, aplicando la ecuación 2:

$$\frac{FH}{F} = \frac{\frac{TD}{2} \cdot \left(1 - \%MHI \cdot \frac{DHI}{12}\right) - \%MV}{TD \cdot \left(1 - \%MHI \cdot \frac{DHI}{24} - \%MMI \cdot \frac{DMI}{24}\right) - \%MV - \%MTO \cdot \frac{TO}{V}} =$$

$$\frac{\frac{0,67}{2} \cdot \left(1 - 0,025 \cdot \frac{23,14}{12}\right) - 0,067}{0,67 \cdot \left(1 - 0,025 \cdot \frac{23,14}{24} - 0,02 \cdot \frac{23,93}{24}\right) - 0,067 - 0,02 \cdot 0,055} = \frac{0,335 \cdot 0,9518 - 0,067}{0,67 \cdot 0,956 - 0,067 - 0,0011} = \frac{0,2519}{0,5724} = 0,44$$

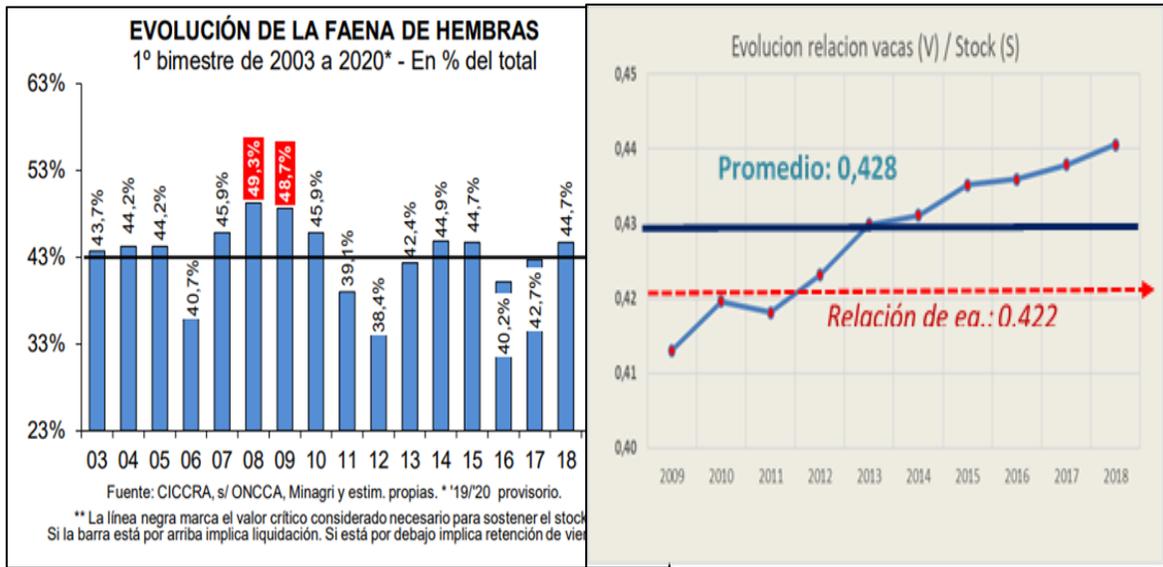
Puede afirmarse entonces que para los niveles de inputs asignados, el porcentaje de faena de hembras sobre la faena total debería ubicarse en un 44% para la situación de equilibrio. Un valor superior al mismo sería un indicio de liquidación de vientres (aunque no necesariamente, según Observatorio Ganadero, 2012) y un valor inferior sería una señal – aunque no absoluta- de retención. En el gráfico 4 se muestra la evolución de la participación real de hembras en la faena y se la relaciona con la tasa de equilibrio estimada por CICCRA (2020) en 43%, levemente inferior a los resultados de este trabajo.

Conociendo el stock de cada categoría, se puede determinar el stock total (S) y su composición:

$$\frac{S}{V} = \frac{TO}{V} + \frac{SMI}{V} + \frac{SHI}{V} + \frac{V}{V} = 0,055 + 0,668 + 0,646 + 1 = 2,369$$

El modo directo para el cálculo del stock en una situación de equilibrio (Ponssa et al, enviado al mismo evento), es: $1 + \frac{TO}{V} + \frac{TD}{2} \cdot \frac{DMI + DMH}{12} = 1 + 0,055 + 0,335 \cdot \frac{23,93 + 23,14}{12} = 2,369$

Gráfico 4: Participación de hembras en la faena **Gráfico 5: Relación Vaca/Stock en Argentina**



Fuente: CICCRA, 2020

Fuente: Minagri 2020

Esto indica, sobre un stock total base 100, que 2,32% son toros, 28,2% machos de invernada, 27,27% hembras de invernada y 42,21% vacas. Por cada vaca de stock existe un stock total de 2,369 cabezas totales, es decir que hay 1,369 cabezas de otras categorías. La inversa de la relación S/V corresponde a la proporción de vacas en relación al stock (V/S) en equilibrio, el cual constituye otro indicador importante de la cadena vacuna (output del modelo):

$$\frac{V}{S} = \frac{1}{2,369} = 0,4221$$

Si se mantiene estable el stock de vacas, su proporción dentro del rodeo nacional debería ubicarse en el 42,2%, para las condiciones dadas. Dicho valor se encuentra cercano -apenas por debajo- del promedio de 42,8% observado en los últimos 10 años (gráfico 5). En los últimos años la relación real, al superar a la relación de equilibrio, estaría indicando que la duración de la invernada se ha acortado, en coincidencia con Feldkamp et al. (2019), y/o una tendencia a la retención de vientres y/o una mayor presencia de vacas de invernada.

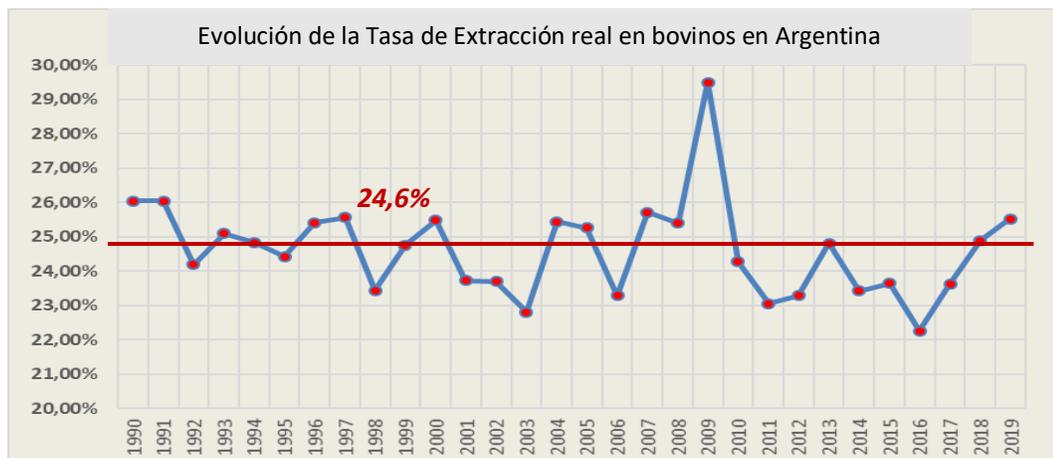
III.2 - La Tasa de Extracción

Con esta información es posible determinar la TEE (output principal del modelo):

$$TEE = \frac{F}{S} = \frac{F/V}{S/V} = \frac{0,5724}{2,369} = 0,2416$$

La tasa de extracción de equilibrio, para los inputs asumidos, se ubica en 24,16%, levemente inferior a la TER promedio de los últimos años (gráfico 6). Si bien Lozano (2011) llega a la conclusión que el stock caería 4% si se mantuviera a la TER en 25%, parte de una TD muy baja, de 56%.

Gráfico 6: Tasa de Extracción Real (TER) en la Argentina



Elaboración propia en base a Minagri, Senasa, IPCVA y ABC

2020

Si se desea calcular “en un paso” la TEE puede aplicarse directamente la ecuación 1:

$$\begin{aligned}
 TEE &= \frac{1}{1 + \frac{TO}{V} + \frac{TD}{2} \cdot \frac{DMI + DMH}{12}} \cdot \left[TD \cdot \left(1 - \%MMI \cdot \frac{DMI}{24} - \%MHI \cdot \frac{DHI}{24} \right) - \%MV - \%MTO \cdot \frac{TO}{V} \right] \\
 &= \\
 &= \frac{1}{1 + 0,055 + \frac{0,67}{2} \cdot \frac{23,93 + 23,14}{12}} \cdot \left[0,67 \cdot \left(1 - 0,02 \cdot \frac{23,93}{24} - 0,025 \cdot \frac{23,14}{24} \right) - 0,067 - 0,02 \cdot 0,055 \right] = \\
 &= \frac{1}{2,369} \cdot [0,67 \cdot (1 - 0,01994 - 0,0241) - 0,067 - 0,0011] = \frac{0,57239}{2,369} = \mathbf{0,2416}
 \end{aligned}$$

siendo el coeficiente $\frac{1}{1 + \frac{TO}{V} + \frac{TD}{2} \cdot \frac{DMI + DMH}{12}} = \mathbf{0,4221}$ la relación V/S

En la medida en que la mortandad en invernada, de vacas y de toros sea baja, mayor importancia relativa adquiere la TD y el primer coeficiente de la ecuación (la relación V/S), lo cual concuerda con López (2016), Aiassa et al (2019) e Iriarte (2005).

Con TD inferiores al 66% el modelo no genera el nivel de faena requerido de acuerdo a los valores observados, lo que refuerza la posibilidad de la subestimación de esta variable.

La inversa de la tasa de extracción expresa la cantidad de cabezas que se mantienen en stock para producir una res (Elizalde, Riffel 2014). En la medida en que esta relación aumente, mayores serán los costos “indirectamente productivos” y la consecuente pérdida de eficiencia y de potencial rentabilidad del sector.

Por ejemplo, para una TEE de 24,16%: $\frac{S}{F} = \frac{1}{TEE} = \frac{1}{0,2416} = \mathbf{4,14 \text{ cabezas stock/res}}$

Lo cual indica que en promedio, en esta situación de equilibrio, se necesita mantener más de 4 animales por cada uno que se envía a faena. Esto significa una mayor incidencia de los costos de alimentación y sanidad, y mayor intensidad de emisión de gases de efecto invernadero por res o cabeza faenada (FAO & NZAGGRC, 2017), todo lo cual implica una menor competitividad de la cadena y un mayor impacto ambiental.

III. 3 – Producción de carne

Si se parte de la TEE para una situación determinada, la productividad por cabeza será un indicador adecuado de la productividad individual real realmente obtenida durante el período considerado; si en cambio se aplica la TER, se obtendrá la faena expresada en kilos por cabeza de stock (el cual puede subestimar o sobredimensionar a la “verdadera” producción” según se esté reteniendo o liquidando hacienda, respectivamente).

El Peso medio de faena (PM) depende del peso inicial, la ganancia diaria de peso vivo (GPV), la duración de la internada (en días) y el rendimiento en res (RR), el cual se fija en 58% (CRCG, 2020). $PM = (Peso\ inicial + GPV \cdot DI) \cdot RR$

A modo de ejemplo: $PM = (180\ kg + 0,29\ Kg \cdot día^{-1} \cdot 717\ días) \cdot 0,58 = 225\ kg$ (que es el PM del año 2019 (gráfico 7.a).

De acuerdo a la TEE calculada anteriormente (24,16%):

Productividad del plantel (**PPC**) = $TEE \cdot PM = 0,2416 \cdot 225\ kg\ res = 54,36\ kg\ res/cabeza\ de\ stock$ (nivel ocurrido en los últimos años, gráfico 7.b).

A su vez: $PM/ PPC = 225\ kg / 54,326\ kg = 4,14\ cabezas/res$ (la inversa de la TEE).

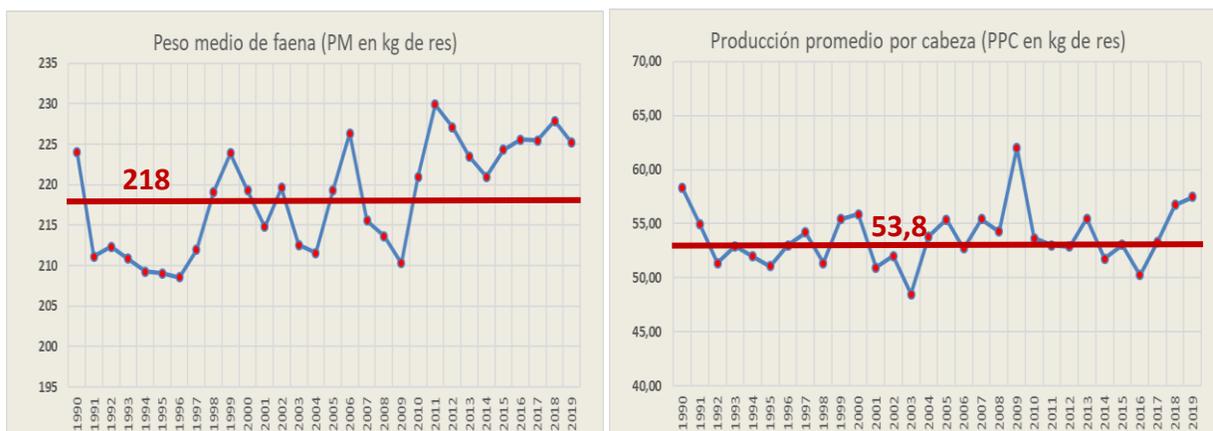
Finalmente, la producción, en kg de peso vivo por cabeza, multiplicada por la carga animal (cabezas de stock. ha ganadera⁻¹) genera el indicador de producción de carne por hectárea ganadera (PPH) que constituye un habitual indicador de eficiencia productiva a nivel microeconómico en sistemas de base pastoril.

$$PPH \left(\frac{Kg}{Ha} \right) = PPC\ en\ kg\ de\ peso\ vivo \cdot Carga \left(\frac{cabezas}{ha\ ganadera} \right)$$

Sobre la base del stock estimado (54,5 millones de cabezas) y la superficie ganadera útil según datos del Observatorio forrajero nacional estimada en 252,41 millones de has, se estima que la carga media nacional es de 0,216 cabezas..ha⁻¹.

De este modo: $PPH = 388\ kg/cab \cdot 0,216\ cab./ha = 83,8\ kg\ de\ PV/ha$

Gráfico 7. a): Evolución del peso medio de faena b) Evolución de la producción por cabeza en la Argentina en kg de res



Fuente: Minagri 2020

Tabla 2: Variables intermedias del modelo de la dinámica ganadera

DENOMINACION	REFERENCIA	VALOR CALCULADO
FTO/TO	Tasa de faena o descarte de toros = $\frac{1}{vut} - \%MTO$	0,1901
FTO/V	Tasa de faena de toros en relación a V = $\frac{FTO}{TO} \cdot \frac{TO}{V}$	0,01046
MTO/V	Tasa de mortandad de toros en relación a V = $\%MTO \cdot \frac{TO}{V}$	0,0011
RMI/V	Tasa de retención de equilibrio de machos de invernada en relación a Vacas = $\frac{FTO}{V} + \frac{MTO}{V}$	0,01156
TM/V	Terneros machos por Vaca = $\frac{TD}{2}$	0,335
SMI/V	Stock medio de machos de invernada en relación a V = $\frac{TM}{V} \cdot \frac{DMI}{12}$	0,668
MMI/V	Tasa de mortandad machos inv. en relación a V = $\%MMI \cdot \frac{SMI}{V}$	0,0134
FMI/V	Tasa de faena machos de inv. de equilibrio en relación a V = $\frac{TM}{V} - \frac{MMI}{V} - \frac{RMI}{V}$	0,3101
FV/V	Tasa de faena o descarte de vacas = $\frac{1}{vuv} - \%MV$	0,1010
RHI/V	Tasa de retención de equilibrio de hembras de invernada en relación a Vacas = $\frac{FV}{V} + \frac{MV}{V}$	0,1680

TH/V	Terneritas por Vaca = $\frac{TD}{2}$	0,335
SHI/V	Stock medio de hembras de invernada en relación a V $= \frac{TH \cdot DHI}{V \cdot 12}$	0,646
MHI/V	Tasa de mortandad de hembras inv. en relación a V $= \%MHI \cdot \frac{SHI}{V}$	0,0162
FHI/V	Tasa de faena hembras de inv. de equilibrio en relación a V $= \frac{TH}{V} - \frac{MHI}{V} - \frac{RHI}{V}$	0,1508
SI/V	Stock medio de invernada (machos y hembras) en relación a V = SMI/V + SHI/V	1,314
DI	Promedio ponderado duración media invernada en meses = $\frac{DMI \cdot \frac{SMI}{V} + DHI \cdot \frac{SHI}{V}}{SI/V}$	23,54
FM/V	Tasa de faena de machos en relación a V = FTO/V + FMI/V	0,3205
FH/V	Tasa de faena de hembras en relación a V = FV/V + FHI/V	0,2519
FI/V	Tasa de faena de invernada (machos y hembras) en relación a V = FMI/V + FHI/V	0,4609

Tabla 3: Outputs del modelo de la dinámica ganadera

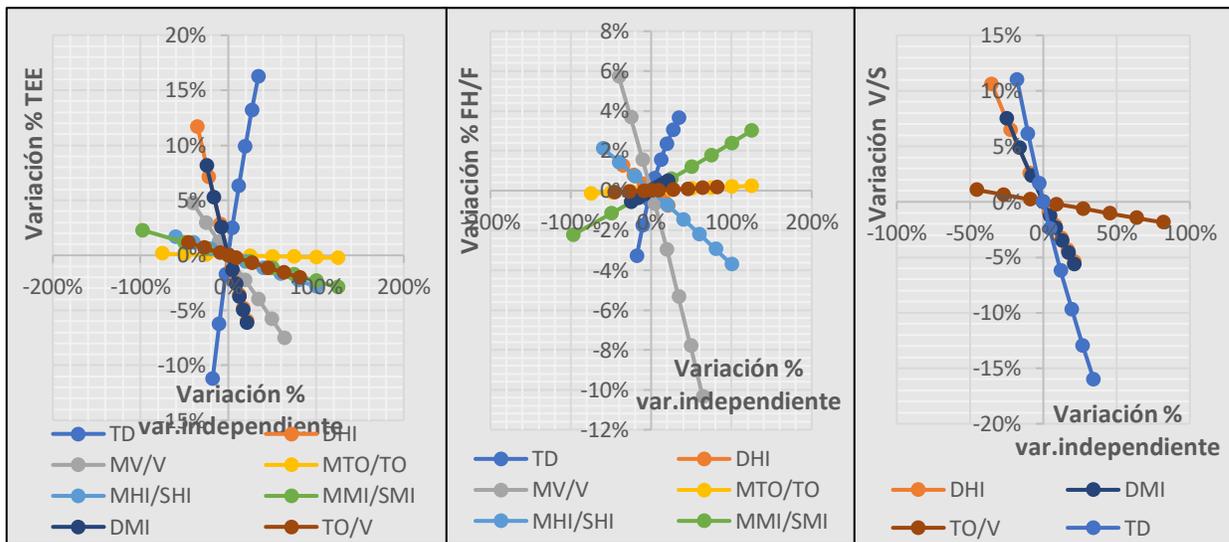
DEN.	REFERENCIA	VALOR CALC.
F/V	Tasa de faena total de equilibrio en relación a V $= \frac{FTO}{V} + \frac{FMI}{V} + \frac{FHI}{V} + \frac{FV}{V}$	0,5724
S/V	Relación Stock total por Vaca = $\frac{TO}{V} + \frac{SI}{V} + \frac{V}{V} =$ $= 1 + \frac{TO}{V} + \frac{TD}{2} \cdot \frac{DMI + DMH}{12}$	2,369
V/S	Relación $\frac{\text{Stock Vacas}}{\text{Stock Total}} = \frac{1}{S/V}$	0,4221
TEE	Tasa de Extracción de equilibrio (F/V) / (S/V) = $\frac{1}{1 + \frac{TO}{V} + \frac{TD}{2} \cdot \frac{DMI + DMH}{12}} \left[TD \cdot \left(1 - \%MMI \cdot \frac{DMI}{24} - \%MHI \cdot \frac{DHI}{24} \right) - \%MV - \%MTO \cdot \frac{TO}{V} \right]$	0,2416

FH/ F	Participación en equilibrio de la faena de hembras en relación a la faena total = FH/F = $= \frac{\frac{TD}{2} \cdot \left(1 - \%MHI \cdot \frac{DHI}{12}\right) - \%MV}{TD \cdot \left(1 - \%MHI \cdot \frac{DHI}{24} - \%MMI \cdot \frac{DMI}{24}\right) - \%MV - \%MTO \cdot TO/V}$	0,440
------------------	--	--------------

III. 4 – Análisis de Sensibilidad

El cambio relativo de los outputs o variables dependientes TEE, FH/F y PPC al modificarse los inputs del modelo se muestra en el gráfico 8, mientras que en la tabla 4 se presentan las respectivas pendientes ¹

Gráfico 8: Variación relativa de la TEE, FH/F y V/S ante cambios porcentuales en inputs del modelo



La variables que más incide sobre la TEE es TD y en segundo orden la duración de la invernada (de machos y de hembras), debido a su incidencia sobre la relación V/S. En tercer lugar se ubica la mortandad de vientres. La tabla 5 presenta distintas combinaciones de TD, DI y su respectiva TEE (en sombreado las TEE mayores a la calculada para la situación considerada en este trabajo). De la tabla 4 también surge que las dos variables de mayor peso sobre FH/F son la mortandad de vientres y la tasa de destete. En tercer lugar, la duración de la invernada de hembras y su tasa de mortandad. Muchas variables ejercen un efecto contrapuesto sobre FH/F. Así, lógicamente, la mortandad de machos (toros e invernada),

¹ Las rectas y pendientes de la variable dependiente PPC no se muestran ya que son coincidentes con las de TEE.

afecta directamente a la FH/F, mientras que la mortandad de hembras (vacas y vaquillonas) la afecta inversamente.

Tabla 4: Pendientes de variación de cada variable dependiente (TEE, FH/F y V/S) en relación a los inputs del modelo

	TEE	FH/F	V/S
<i>TD</i>	0,522	0,129	-0,513
<i>DHI</i>	-0,314	-0,036	-0,284
<i>MV/V</i>	-0,117	-0,154	0,000
<i>MTO/TO</i>	-0,002	0,002	0,000
<i>MHI/SHI</i>	-0,028	-0,036	0,000
<i>MMI/SMI</i>	-0,023	0,024	0,000
<i>DMI</i>	-0,309	0,023	-0,285
<i>TO/V</i>	-0,025	0,002	-0,023

En la tabla 5 se muestra el nivel de equilibrio de TEE, FH/F y V/S al variar la TD y la DHI.

Tabla 5: Tasa de Extracción de Equilibrio, participación de hembras en la faena y relación Vaca/Stock en función de la tasa de Destete y de la duración media de la invernada de hembras

<i>TD</i>	TEE	FH/F	V/S
55%	21,5%	42,6%	46,9%
60%	22,6%	43,2%	44,8%
65%	23,7%	43,8%	42,9%
67%	24,2%	44,0%	42,2%
70%	24,8%	44,3%	41,2%
75%	25,7%	44,7%	39,6%
80%	26,6%	45,0%	38,1%
85%	27,3%	45,3%	36,7%
90%	28,1%	45,6%	35,5%

<i>DHI</i>	TEE	FH/F	V/S
15,00	27,0%	44,6%	46,7%
18,00	25,9%	44,3%	44,9%
21,00	24,9%	44,1%	43,3%
23,14	24,2%	44,0%	42,2%
24,00	23,9%	43,9%	41,8%
25,00	23,6%	43,9%	41,3%
26,00	23,3%	43,8%	40,8%
27,00	23,0%	43,7%	40,4%
28,00	22,7%	43,7%	39,9%

La relación V/S disminuye al aumentar la TD debido a que se incrementa la población de terneros –y por lo tanto de vaquillonas y novillos– aumentando las existencias de invernada y diluyendo la proporción de vientres en el stock total. Al reducirse DHI, en cambio, mejora la relación entre “animales productivos y categorías no directamente productivas”, por lo que se produce un aumento “genuino” de la relación V/S (lo mismo ocurre para DMI).

El efecto combinado de variación de la TD y duración de las invernadas (DI) sobre la TEE y sobre la relación V/S se muestra en las tablas 6 y 7 (en sombreado las combinaciones que determinan un nivel superior al actual)

Tabla 6: Tasa de Extracción de equilibrio para distintos niveles de duración de la invernada (promedio de machos y hembras) y tasa de destete

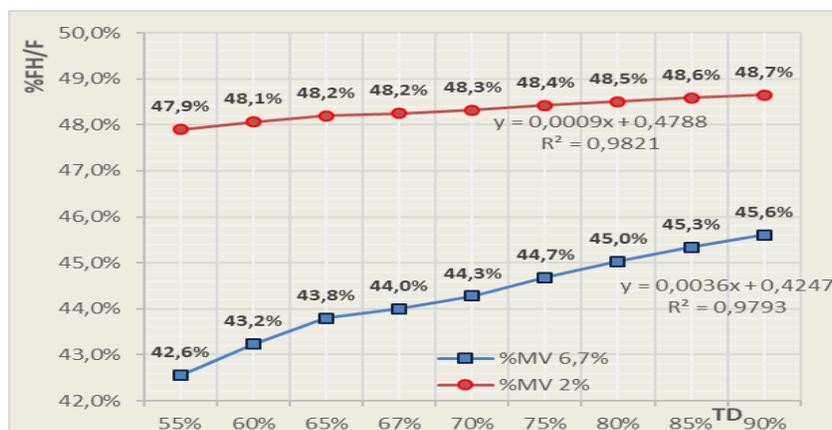
TD %	DI (meses)							
	10	14	18	21	23,54	25	29	33
55%	0,31	0,28	0,25	0,23	0,21	0,21	0,19	0,17
60%	0,33	0,29	0,26	0,24	0,23	0,22	0,20	0,18
65%	0,36	0,31	0,28	0,25	0,24	0,23	0,21	0,19
67%	0,37	0,32	0,28	0,26	0,24	0,23	0,21	0,19
70%	0,38	0,33	0,29	0,27	0,25	0,24	0,22	0,20
75%	0,40	0,34	0,30	0,28	0,26	0,25	0,22	0,20
80%	0,42	0,36	0,31	0,29	0,27	0,26	0,23	0,21
85%	0,43	0,37	0,32	0,29	0,27	0,26	0,24	0,21
90%	0,45	0,38	0,33	0,30	0,28	0,27	0,24	0,22

Tabla 7: Relación V/S de equilibrio para distintos niveles de duración de la invernada (promedio de machos y hembras) y tasa de destete

TD %	DI (meses)							
	10	14	18	21	23,54	25	29	
55%	0,66	0,59	0,53	0,50	0,47	0,45	0,42	
60%	0,64	0,57	0,51	0,48	0,45	0,43	0,40	
65%	0,63	0,55	0,49	0,46	0,43	0,42	0,38	
67%	0,62	0,54	0,49	0,45	0,42	0,41	0,37	
70%	0,61	0,53	0,48	0,44	0,41	0,40	0,36	
75%	0,60	0,52	0,46	0,42	0,40	0,38	0,35	
80%	0,58	0,50	0,44	0,41	0,38	0,37	0,33	
85%	0,57	0,49	0,43	0,39	0,37	0,35	0,32	
90%	0,55	0,48	0,42	0,38	0,35	0,34	0,31	

También se analizó la variación de la relación FH/F al variar TD para dos niveles de mortandad de vacas (6,7% y 2%), ya que ésta es la variable que más la afecta. En el gráfico 9 se presentan los resultados, donde se observa que al aumentar la TD aumenta FH/F pero esta dependencia se vuelve menos pronunciada a medida que menor sea la mortandad de vacas. Esto se debe a la disparidad en la cantidad absoluta de vientres respecto a la de reproductores machos.

Gráfico 9: Relación faena de hembras sobre faena total ante cambios de la tasa de destete bajo dos niveles de mortandad de vacas



IV - DISCUSION

Más allá de la discusión sobre si la tasa de destete es equivalente a la relación ternero/vaca de las estadísticas que surgen de observaciones puntuales, la variación entre años de la misma no ha mostrado cambios significativos a lo largo de las últimas 6 décadas, lo que significa un estancamiento en la eficiencia reproductiva de la cría (Gráfico 3), no obstante cierto mejoramiento en 2019 (IERAL, 2019). La relación V/S, por su parte ha mostrado alguna mejora en los últimos años, lo que evidencia un acortamiento en la duración de la invernada en general. Esto no sólo ha ocurrido en la Argentina (Observatorio Ganadero 2012) sino también en Uruguay, en donde, por ejemplo, se señala que el principal cambio en relación al tipo de producto ha sido la disminución de la edad media de faena de los novillos (Caputi, 2002). Este aumento de la velocidad de engorde explica el incremento en la demanda de terneros y el cambio de precios relativos de las categorías de cría e invernada. . Lozano (2011), por su parte, propone reducir a 2 años la edad media de faena de los novillos con mayor peso, mejorando la eficiencia de conversión. El aumento en los niveles de suplementación a campo y también el de los encierres a corral contribuye a reducir esta duración.

El principal factor que aumentó la productividad por hectárea ha sido la carga animal (Melo et al. 2008), ya que la PPC no ha experimentado variaciones significativas en los últimos años (gráfico 7b). La mayor carga no se explica por un crecimiento del stock (gráfico 1) sino por una reducción de la superficie ganadera, consecuencia del proceso de agriculturización que se ha registrado en Argentina (Modernel et al. 2016). Este sostenimiento continuado de una mayor carga indica que se ha incrementado la producción de forraje (mejoramiento de los pastizales naturales, introducción de verdeos, promociones y praderas cultivadas, etc.) – a pesar de que la superficie que quedó asignada a ganadería ha sido generalmente la de

inferior aptitud productiva- y a un mayor uso de la suplementación (concentrados, silajes, heno, etc.).

La estabilidad del stock total puede explicarse, en parte, por la renuencia del productor a desprenderse de hacienda ante el resguardo de valor que ha significado la tenencia de vacas en relación a la inflación: 8,54 u\$s por vaca por año en promedio entre 2001 y 2018 (Ponssa et al. 2019), teniendo en cuenta que la hacienda puede ser considerada, según las circunstancias, un bien de uso o de capital (Paolilli et al. 2019). Pueden impactar también razones de tipo culturales que llevan a productores a no liquidar stock aún ante escenarios adversos.

Otra variable posible de aumentar en Argentina es el PM, el cual se encuentra entre los más bajos de la región debido a la elevada proporción de animales jóvenes en la faena (Iriarte 2016). La alternativa de incrementarlo, si se reduce la duración de la invernada, es una mayor ganancia de peso vivo.

Las variables v_{ut} y v_{uv} no modifican a las variables dependientes consideradas. Esto ocurre debido a que el modelo en equilibrio automáticamente asigna una mayor retención de machos y hembras de invernada a medida que disminuye su vida útil. Por ejemplo, si la vida útil de los vientres se redujera a 7 años, (en vez de 9,9) la faena de vacas aumentaría de 0,10 a 0,14, pero al mismo tiempo la retención de equilibrio de vaquillonas se incrementaría en la misma proporción, manteniéndose invariable la faena de hembras (sólo se modifica su composición ya que la proporción de vaquillonas en la faena de hembras pasaría del 60% al 43%), y por lo tanto no se modificaría la TEE ni a FH/F. Una situación análoga ocurre con los machos.

La relación entre TD y FH/F puede verse afectada por otras variables como la mortandad de vacas. Si se incrementa TD aumenta la cantidad de terneros machos y hembras, por igual pero como hay más vacas en el rodeo que toros, la retención de para la reposición de equilibrio es mucho mayor en hembras, por lo que aumentará en forma más que proporcional de la faena de machos.. Al incrementarse la tasa de destete, ante niveles de mortandad de vacas cercanos a 0 prácticamente no variará la relación FH/F de equilibrio ya que aumentaría en similar proporción la faena de machos y la de hembras.

V - CONCLUSIONES

La periódica actualización de los niveles de equilibrio para los principales indicadores de la cadena de la carne vacuna es una necesidad a fin de disponer un patrón de referencia para el diagnóstico de situación. Esto ocurre debido a que se trata de un equilibrio dinámico y por lo tanto cambiante en función de las variaciones que puedan presentar los inputs del modelo, en particular la tasa de destete. El nivel de equilibrio de la tasa de extracción, sin embargo, no difiere mayormente de los valores observados en los últimos años en la Argentina, lo que explica la estabilidad a largo plazo que ha mostrado el stock ganadero nacional

Este stock se ha mantenido en una menor superficie disponible, viéndose por tanto aumentada la carga, lo que ha impulsado una mayor eficiencia en el uso de la tierra, pero no la eficiencia por animal (la cual, no obstante, no se ha resentido), en gran parte debido al estancamiento

observado en la TD en los últimos años en la Argentina. La sola tenencia del stock ganadero permite un resultado que en general posibilita un resguardo del capital respecto a la inflación, lo que reduce la presión productiva sobre el sistema. Sin embargo, en la medida en que se incrementa su eficiencia podrá aspirarse a un aumento sostenible de la producción con mejores tasas de rentabilidad y menor emisión de gases de efecto invernadero por kilo de carne producido. El aumento de la TD será posible cuando a su vez se logren mejoras en los procesos que la determinan (preñez, reducción de las mermas tacto-parto y de la mortandad de terneros).

La duración de la invernada, por su parte, se ha visto incrementada en los últimos años y ha sido el factor que más ha determinado el incremento en la TEE respecto a décadas anteriores

El impacto de la mejora reproductiva se evidencia más en la TEE que en la FH/F, ya que ésta relación, lo mismo que V/S, no constituyen en sí mismos indicadores de eficiencia (aunque sí contengan e integren variables de eficiencia productiva). Ambas simplemente muestran una relación que depende de la composición de la faena, en el caso de FH/F, o entre stocks de distintas categorías, en la relación V/S. La participación de hembras en la faena constituye en todo caso un indicador acerca de la expectativa de los productores sobre la posible evolución del negocio ganadero -en la medida en que decidan retener más o menos hembras como reproductoras-, antes que de la eficiencia lograda, algo que sí, en cambio, mide la TEE.

La relación V/S, contiene un genuino componente de eficiencia (la duración de la invernada) pero a su vez es inversamente proporcional a la TD (el cual es claramente un factor de eficiencia), por lo que no siempre un elevado valor indica una situación mejor.

La producción de carne, meta productiva final de la cadena, no sólo depende de la tasa de extracción, sino también del peso medio de faena. Dado que éste también se encuentra determinado por la duración de la invernada, si la misma se reduce, la alternativa para aumentarlo es el incremento en la ganancia diaria de peso. Rossini y Vicentín Masaro (2016), identifican al peso de faena como un aspecto clave para aumentar la producción y la exportación de manera sostenida en el tiempo.

Conocer los distintos mecanismos que participan en la producción de carne e identificar las variables determinantes permite diseñar un tablero de comando con los indicadores precisos para la fijación de metas y una mejor gestión integral de los procesos. La disponibilidad de un modelo de equilibrio aporta la información de referencia para una mejor interpretación de las estadísticas de la cadena vacuna.

VI - BIBLIOGRAFIA

Arzubi A.; 2019. Un modelo para el sistema ganadero nacional. L Reunión Anual Asociación Argentina de Economía Agraria, Buenos Aires, octubre 2019.

Bifaretti A.; 2016. El “Volver al Futuro” de la ganadería: Las señales del mercado interno y las perspectivas del comercio internacional. IPCVA, agosto 2016.

Caputi P. & Murguía J.M.; 2003. Análisis del crecimiento ganadero a través de un modelo de equilibrio. *Agrociencia* (2003) Vol.VII n°2, págs.79-90.

Cámara de la Industria y Comercio de Carnes y derivados de la República Argentina (CICCRA), 2020. Informe Económico 229, febrero 2020. <http://www.ciccra.com/informe-econmico>.

Consorcio de Exportadores de Carnes Argentinas (ABC). Estadísticas. <http://www.abc-consorcio.com.ar/Estadisticas/>

CRCG; 2020. Compañía Rioplatense de Carnes y Ganado: Indices. <http://www.ciarioplatense.com.ar/indices>

Elizalde I. y Riffel S.; 2014. Eficiencia más allá del stock. *Valor Carne*, 10/9/14.

FAO & NZAGGRC, 2017. Low-emissions development of the beef cattle sector in Argentina - Reducing enteric methane for food security and livelihoods. Rome. 39 pp.

Feldkamp C.; 2015. La cría en la Argentina: ¿Dónde estamos y dónde podemos estar? *Cría Vacuna*. AACREA, 1ª.edición, marzo 2015.

Feldkamp C., Cañada, P. & Vázquez Amábile, G. 2019. Aproximación a la huella de carbono de la carne bovina en argentina. *Revista Argentina De Producción Animal* Vol 39, 113-131

IERAL, Informes Agroindustria, 2019. Actualidad y Perspectivas de la cadena de la carne bovina. Octubre 2019. https://docs.wixstatic.com/ugd/9658b3_0da653b3c5744d43accf1e5894d5dc5f.pdf.

IPCVA. Area de Información Económica y Estadística. Informe de faena y producción, primer trimestre, abril 2020.

Iriarte I.; 2016. La media res argentina es la más liviana en la región. *Agrovoz*, 9/9/2016.

Iriarte I.; 2005. Mejora la tasa de extracción. *La Voz del Campo*.

Lozano J.; 2011. Propuesta para optimizar la eficiencia del stock bovino de carne, mediante el incremento de las tasas de destete y de extracción. Instituto de Ciencias de la Administración, Universidad Católica de Córdoba, tesis de Magister en Dirección de Empresas.

López R., Dearma S. & Cerminatti N.;2016. La tasa de extracción, un indicador ...¿o un modelo?. *Agromensajes* 45: 42-46, agosto 2016.

Melo O., Soetto C. & Gómez Demmel A.; 2008. Análisis de la ganadería bovina de carne de Argentina. *Producir XXI - SAGRA* ganadería@sagrased.com; www.produccion-animal.com.ar

Minagri, 2020. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Información estadística. https://www.magyp.gob.ar/sitio/areas/bovinos/informacion_sectorial/

Ministerio de Agroindustria – INTA – Senasa, 2015. Sistema de monitoreo del sector de la carne bovina, diciembre 2015.

Modernel, P., Rossing, W.A.H., Corbeels, M., Dogliotti, S., Picasso, V., Tiftonell, P., 2016. Land use change and ecosystem service provision in Pampas and Campos grasslands of southern South America. *Environmental Research Letters* 11, 113.

Observatorio Forrajero Nacional. Producción de Materia Seca. CREA-INTA-FAUBA. produccionforrajes.org.ar

Observatorio Ganadero; 2012. Producción de carne bovina de Argentina: Análisis de factores determinantes. Observatorio de la Cadena de la Carne Bovina de Argentina, Informe n° 1. FAUBA-UNLZ-AACREA. Buenos Aires, Argentina, 56 páginas.

Paolilli M.C., Cabrini S., Pagliaricci L., Fillat F. & Bitar M.V., 2019. Estructura de la cadena de carne bovina argentina. *Revista de Tecnología Agropecuaria*, INTA, Vol.10, N° 40, agosto 2019.

Ponssa E., Rodríguez G., Peñaloza C. & Machado C.; (en evaluación). Desarrollo de un modelo de equilibrio para la estimación de indicadores de la cadena bovina nacional. Presentado a LI Reunión Anual Asociación Argentina de Economía Agraria, 2020.

Ponssa E., Rodríguez G., Castelletti A. & Machado C.; 2019. Resultado por tenencia en cría bovina ¿un arma de doble filo? *Revista Argentina de Economía Agraria*, volumen XX N°1, año 2019.

Ponssa E., Rodríguez G., Ferro E. & Sánchez Abrego D.; 2015. Cuadro de Mando Integral: Propuestas para el planeamiento y control de empresas ganaderas. XLVI Reunión Anual Asociación Argentina de Economía Agraria, Tandil, noviembre 2015.

Rosgan, 2019. Informe: Aumento de la tasa de destete ¿es parámetro suficiente para sostener el stock?

Rossini G. y Vicentín Masaro J. 2016. Factores que inciden en el crecimiento de la oferta de carne vacuna. ¿Qué podemos hacer en el corto y mediano plazo?. *Revista Argentina de Economía Agraria*, volumen XVII N°1, año 2016.

Senasa, 2020. Estadísticas bovinos: <https://www.argentina.gob.ar/senasa/mercados-y-estadisticas/estadisticas/animal-estadisticas/bovinos>