

**UNIVERSIDAD DEL CEMA  
Buenos Aires  
Argentina**

Serie  
**DOCUMENTOS DE TRABAJO**

**Área: Economía y Negocios**

**PRODUCTIVIDAD TOTAL DE FACTORES A NIVEL  
EMPRESA: PRODUCCIÓN DE LECHE 2000-2022**

**Marcos Gallacher, Marcos Snyder,  
Gonzalo Berhongaray y Floreana Bariandarán**

**Diciembre 2024  
Nro. 886**

**[https://ucema.edu.ar/publicaciones/doc\\_trabajo.php](https://ucema.edu.ar/publicaciones/doc_trabajo.php)  
UCEMA: Av. Córdoba 374, C1054AAP Buenos Aires, Argentina  
ISSN 1668-4575 (impreso), ISSN 1668-4583 (en línea)  
Editor: Jorge M. Streb; Coordinador del Departamento de Investigaciones: Maximiliano Ivickas**



# **Productividad Total de Factores a Nivel Empresa: Producción de Leche 2000-2022**

## **Autores:**

Marcos Gallacher (1), Marcos Snyder (2), Gonzalo Berhongaray (3) y  
Floreana Bariandarán (3)

(1) Academia Nacional de Agronomía y Veterinaria y Universidad del CEMA

(2) Consultor Privado. Director de *Dairylando* © .

(3) Asociación Argentina de Consorcios de Experimentación Agrícola (AACREA)

*Clasificación JEL: Q12, D22, D24*

## **Correos electrónicos:**

Marcos Gallacher: [gmg@ucema.edu.ar](mailto:gmg@ucema.edu.ar)

Marcos Snyder: [snydermarcos@gmail.com](mailto:snydermarcos@gmail.com)

Gonzalo Berhongaray: [gberhongaray@crea.org.ar](mailto:gberhongaray@crea.org.ar)

Floreana Bariandarán: [fbariandaran@crea.org.ar](mailto:fbariandaran@crea.org.ar)

## Resumen

El trabajo centra atención en cambios ocurridos en uso de factores y productividad de un grupo de empresas productoras de leche en Argentina. Las mismas forman parte de los grupos CREA (Consortios Regionales de Experimentación Agrícola). Se analiza lo ocurrido en un panel desbalanceado de unas 550 empresas ( $n = 3710$ ) en el período 2000-2022.

Se presentan evidencias de cambios en precios relativos, uso de factores de producción, sustitución entre tierra y capital, y evolución de Productividad Total de Factores (PTF).

Para la muestra general, y considerando el período 2000-2022, se estima un aumento de PTF del orden de 1.1 por ciento por año, valor que contrasta con un aumento 0.17 por ciento hallado por Galetto y Gastaldi (2024) para un período similar, pero incluyendo empresas más representativas del sector lechero argentino en su conjunto. De ser estos resultados valederos, las empresas CREA estarían entonces logrando aumentos de eficiencia superiores al promedio de empresas lecheras argentinas.

## Abstract

The focus of this paper is changes in factor use and productivity of a group of milk producing firms belonging to the CREA movement (*Consortios Regionales de Experimentación Agrícola*) in Argentina. An unbalanced panel of some 550 firms ( $n = 3710$ ) covering the 2000-2022 period is used for empirical analysis.

The paper presents evidence of changes in relative prices, factor use, substitution between capital and land, and Total Factor Productivity (TFP). A TFP growth of 1.1 percent per year is found for the general sample used here. This results contrast with the 0.17 percent TFP growth found by Galetto and Gastaldi (2024) for a sample of farms more representative of the overall milk Argentine production sector. If these results are valid, CREA farms are attaining considerably higher efficiency gains than the average producer.

# **Productividad Total de Factores a Nivel Empresa: Producción de Leche 2000-2022**

Marcos Gallacher, Marcos Snyder, Gonzalo Berhongaray y  
Floreana Bariandarán<sup>1</sup>

## **I. Introducción**

En este trabajo se analiza el proceso de cambio ocurrido en un grupo de empresas de producción lechera. Se presta especial atención a dos aspectos. En primer lugar, la tecnología de producción empleada, y en particular la importancia relativa de pastoreo directo versus suplementación con fuentes alternativas de alimentos (fundamentalmente concentrados y reservas). En segundo lugar, a las tendencias de productividad asociadas a los cambios organizativos, de escala y de proporción de factores empleados. La productividad, en definitiva, es una variable central en lo que hace a la capacidad del sector de competir por el uso de los recursos de tierra, capital y diversas formas de trabajo con otras alternativas disponibles para el empresario.

El trabajo está organizado de la siguiente manera. La próxima sección resume la evolución reciente del sector lechero argentino, y presenta una descripción de empresa tampera, su tecnología y a los desafíos que enfrenta. La Sección III presenta un marco conceptual para comprender el impacto de cambios en precios y de tecnologías sobre el empleo de factores por parte de la empresa. En la sección IV se incluye un análisis de tipo de panel (datos de sección cruzada y de series de tiempo) de un grupo de empresas lecheras pertenecientes al movimiento CREA. La base de datos empleada no constituye una muestra aleatoria del sector lechero argentino, sin embargo, ilustra aspectos relevantes relacionados a productividad, costos y respuesta a cambios, en particular en empresas medianas y grandes, con niveles de tecnología superiores a la media del sector. La Sección V concluye el trabajo.

---

<sup>1</sup> Las opiniones vertidas en este trabajo son de los autores y no de las instituciones a las cuales están afiliados. Se agradece a María Luján Rodríguez por la valiosa ayuda para la elaboración de la base de datos.

## **II. Dinámica reciente, tecnología y proceso decisorio**

### Dinámica reciente

En las últimas dos décadas el sector productor de leche argentino experimentó profundos cambios. Mientras que el rodeo lechero se redujo en forma importante (15 por ciento), en el mismo período la producción total aumentó un 20 por ciento. Esto es resultado de un aumento de 40 por ciento en la producción por vaca, que entre el 2005 y el 2023 pasó de 5.000 a 7100 lts por cabeza. Estos cambios fueron acompañados de una caída en el número de unidades productoras, que pasaron de unas 18.000 en 1998, a 10.000 en 2020. La reducción en el número de tambos muestra cierta desaceleración, pasando de 3 por ciento anual en el período 1998-2012 a 1.5 por ciento por año entre el 2012 y el 2020. Pese a la importante caída en unidades productivas, en el período 2008-2023 y a nivel nacional el número de vacas por empresa se ha mantenido en las 150-160 animales (OCLA, año). El “aumento de tamaño” de las empresas ocurre entonces por mayor intensificación a nivel empresa (insumos por vaca) y eventualmente mayor eficiencia, y no por mayor tamaño de rodeo. En que medida se logran reducciones de costo en función del tamaño resulta un tema de considerable relevancia para el cual no existen, sin embargo, respuestas confiables.

### Tecnología

La producción lechera argentina se caracteriza por importante variación en tecnologías empleadas, en particular proporción entre diversas formas de capital e insumos intermedios, por un lado, y tierra, por otro. Las empresas difieren entre sí en forma marcada en cuanto a proporción de factores empleados (ejemplo pasto vs. suplementos) tipo de bienes de capital empleados (instalaciones de ordeño), tamaño, automatización (tambos manuales o crecientemente, robóticos) y otros aspectos.

Un ejemplo de lo ocurrido en el último siglo puede verse en datos del CREA Navarro. En 1970 la ingesta total (pasto + diversos suplementos) totalizaba aproximadamente 12 kg por vaca en ordeño-día (kgVO/día). Cincuenta años más tarde la dieta prácticamente se había duplicado, llegando a 22 kgVO/día. El pasto, cosechado por pastoreo directo representaba 72 por ciento de la ingesta en 1970, pero solo 36 por ciento en 2020. En este período se duplicó el

uso de concentrados (de 16 a 32 por ciento de la dieta) y aumentó en forma explosiva el uso de silaje de maíz, pasando de menos del 5 % en 1970, a 32 por ciento cincuenta años más tarde.<sup>2</sup>

Galetto y Gastaldi (2024) presentan una evolución de la tecnología empleada en tambos argentinos desde fines de la década de 1950 hasta el año 2022 – siete décadas de historia empresarial del sector. Al no ser aleatoria, la muestra empleada no necesariamente es representativa del sector. Sin embargo, los resultados que presentan resultan de considerable valor como indicadores generales de evolución. El uso de pasturas y verdeos pasó del 96 por ciento de la dieta en la década de 1960, a 70 por ciento en la de 1990 y 2000, cayendo a 40 por ciento en 2022. Con variaciones entre períodos, el 60 por ciento restante se reparte aproximadamente en partes iguales entre concentrados y silajes. La caída en la participación de forrajes ocurre en forma especialmente marcada a partir del año 2000, pasando de 72 por ciento en 2001/02, a 34 por ciento en el 2008. Esta caída en la participación de los forrajes ocurre en forma casi simultánea con el importante aumento (+ 35 por ciento) en la superficie sembrada con cultivos ocurrida en la década que comenzó en el año 2000.

Analizar aspectos relativos a cambio tecnológico y eficiencia de producción (brecha entre lo loggable y lo logrado) requiere primero conceptualizar, aún en forma muy simplificada, la naturaleza de las decisiones que enfrenta el productor lechero. Al respecto, los siguientes aspectos ameritan especial atención:

- El mayor componente del costo del tambo es aquel representado por alimentación del rodeo. Este costo se desglosa en forrajes pastoreados en forma directa, por un lado, y suplementos (fundamentalmente concentrados y silaje), por otro. La importancia de cada categoría varía según el tipo de tambo, pero como se mencionó, concentrados y silaje están en franco aumento vis-à-vis pasturas y verdeos.
- El costo laboral sigue en importancia, representando entre un 12 y 15 por ciento del costo total. El “factor humano” resulta crítico en la producción lechera debido a la naturaleza misma de la tarea de administración de flujo de animales en el proceso de ordeño, la alimentación de éstos, el cuidado sanitario, el mantenimiento de instalaciones y pasturas y otros aspectos. En tambos medianos y grandes, el proceso de “robotización”, si bien incipiente, está en marcha.<sup>3</sup>
- Son escasos los estudios respecto a la relación existente entre tamaño de rodeo y valor de inversión en instalaciones. Una excepción es un trabajo de INTA, según el cual el costo de inversión representado por instalaciones convencionales desciende

---

<sup>2</sup> Datos del CREA Navarro obtenidos del sitio *Dairyland* © del Ing. Marcos Snyder.

<sup>3</sup> Algunos observadores opinan que la robotización reduce solo parcialmente el uso de trabajo. Lo que permite es hacer menos sacrificada la tarea, facilitando de esta forma reclutamiento de personal idóneo. O, usando la jerga de economía laboral, reduce el “diferencial compensatorio” necesario para atraer al factor trabajo.

aproximadamente 35 por ciento (y a un ritmo decreciente) al pasar de tambos de unas 70 a 240 vacas.<sup>4</sup> Cómo evoluciona la necesidad de inversión en tambos de mayor tamaño resulta un tema importante a analizar ya que éste es uno de los determinantes de retornos a tamaño en este tipo de empresas.<sup>5</sup>

En el caso del tambo los factores variables (fundamente concentrados, silaje, personal y “gastos” varios de diverso tipo) se combinan con capital en forma de rodeo lechero, inversiones en instalaciones, mejoras y pasturas. En forma esquemática la función de producción queda representada entonces por:

$$[1] Q = f(X_1, \dots, X_h | X_i, \dots, X_k)$$

Donde Q es el producto,  $\langle X_1, \dots, X_h \rangle$  insumos variables cuyo nivel el productor decide en general dentro de un período relativamente corto, y  $\langle X_i, \dots, X_k \rangle$  son insumos “fijos” cuyo nivel puede ser modificado sólo transcurrido cierto tiempo. Un ejemplo de este último tipo de son las instalaciones de tambo, donde restricciones de capital unidas a indivisibilidades propias de los equipos permiten cambios a intervalos discretos, y no ajustes en respuesta a cambiantes situaciones interanuales de precios relativos. En cuanto al rodeo lechero, el productor puede reducir el número de animales (por ejemplo, “secado anticipado” de vacas si las condiciones de precios no son favorables). Sin embargo, para aumentar el tamaño del rodeo deberá contar con capital suficiente, o asociarse con un tercero (“alquiler de vacas”). Ambas alternativas enfrentan – al menos en el corto plazo – restricciones o “costos de adaptación”.

El planteo más sencillo es suponer que en el ciclo productivo anual el productor puede decidir el nivel y combinación “óptima” de los insumos “variables”  $\langle X_1, \dots, X_h \rangle$  (fundamentalmente alimentos concentrados, silajes, personal y gastos varios) mientras que los representados por  $\langle X_i, \dots, X_k \rangle$  evolucionan de acuerdo a un proceso “adaptativo” que resulta de decisiones de inversión con mayor o menor rezago. El proceso adaptativo resulta en una paulatina convergencia entre el stock de recursos fijos existentes en un momento en el tiempo  $\langle X_{it}, \dots, X_{kt} \rangle$  y la stock considerado “óptimo” por la empresa:  $\langle X_{it}^* \dots X_{kt}^* \rangle$ .

---

<sup>4</sup> Taverna y otros (2017).

<sup>5</sup> José Quintana estima en unos US\$ 2.800 – 3.000 el costo por vaca de sistemas estabulados (Márgenes Agropecuarios, fecha). Sin embargo, no presenta evidencia sobre si este costo es exactamente proporcional al número de vacas, o existe algún tipo de no-linealidad o “saltos” causados por indivisibilidades.

Evaluar eficiencia de empresas (“distancia a la frontera”) o cambios de productividad total de factores (PTF) requiere estimación de los recursos  $\langle X_1, \dots, X_h | X_i, \dots, X_k \rangle$  empleados. Pero en muchos casos (incluyendo el que forma la base del análisis empírico que presentamos) los datos – en particular de los insumos “fijos” – está en el mejor de los casos incompleto. Pero el impacto de estos recursos resulta importante: por ejemplo, mejores instalaciones aceleran el proceso de ordeño, mejoran el bienestar animal con notable impacto sobre productividad (agua, sombra, ventilación) y mejoran la producción y aprovechamiento de forraje. La calidad genética del rodeo lechero tiene asimismo impacto sobre la productividad, en particular en planteos intensivos semi- o totalmente estabulados.

El modelo microeconómico convencional de la empresa parte del supuesto de que el productor es “eficiente” en el sentido de que logra máxima producción dado el nivel de insumos empleados. Resulta claro, sin embargo, que el “cómo” se emplean insumos resulta tan importante como “cuanto” se emplea de éstos. El concepto de “adopción de tecnologías” resulta entonces importante como marco de referencia relativo a este tema. En algunos casos estas tecnologías suponen uso de insumos convencionales, en otros sin embargo implican formas de organizar procesos productivos. Como ejemplo, para el caso del tambo:<sup>6</sup>

- Tecnologías asociadas al uso de insumos convencionales: fertilización de pasturas, racionamiento, sombra en corrales de espera, extractor automático, ventiladores. En la expresión [1] estos quedan representados por el conjunto  $\{X_1, \dots, X_h, X_i, \dots, X_k\}$
- Tecnologías asociadas a “conocimiento”, o “*management*”: clasificación del rodeo, semen sexado, ecógrafo, sincronización de celos, detección de celos, inseminación artificial, servicio estacionado, registros productivos y económicos
- Tecnologías incorporadas a nuevos bienes de capital: maquinas para producción y reparto de silaje, nuevo tipo de enfardadoras, *mixers* con balanzas y registro de datos de ración. Sistemas robóticos de ordeño.

Las dos últimas tecnologías (management/conocimiento, y bienes de capital con incorporación de “conocimiento”) pueden ser considerados “insumos no-convencionales”. En este caso, la expresión [1] puede ser expresada como:

$$[2] Q = g[f(X_1, \dots, X_h | X_i, \dots, X_k), Z]$$

---

<sup>6</sup> Adaptado de Engler y Cuatrin (2024)

Donde  $Z$  representa un índice del grado en que el conjunto de estos insumos no convencionales en el proceso productivo. Las estimaciones convencionales de productividad en general registran producción  $Q$ , uso de insumos variables convencionales  $\langle X_1, \dots, X_h \rangle$  y en menor medida o con mayor grado de error, stock de factores fijos  $\langle X_i, \dots, X_k \rangle$ . Los insumos no convencionales ( $Z$ ) quedan en general excluidos. Los diferenciales de producción entre dos empresas que usan exactamente el mismo vector de insumos  $\langle X_1, \dots, X_h | X_i, \dots, X_k \rangle$  se explica no sólo por factores aleatorios que afectan el proceso productivo sino por el conjunto de factores no-convencionales empleados.

Relacionado al uso de los factores representados por la variable  $Z$  dos aspectos ameritan ser señalados. En primer lugar, su empleo supone un costo por un lado explícito (ejemplo pagos por servicios de inseminación artificial) y por otro de tiempo gerencial (aprendizaje, consulta a referentes, imitación). Segundo, estos costos (por unidad de producto) pueden ser decrecientes, por lo menos hasta cierto nivel: el tiempo necesario para identificar información relevante, procesarla y adaptarla a las circunstancias particulares de la empresa puede ser diferir poco entre una empresa que produce  $Q$  o  $1.5xQ$ . Además, el impacto del empleo de estos factores  $Z$  será obviamente mayor en la empresa de mayor nivel de producción.

Numerosos trabajos señalan diferencias en el grado de adopción de factores de producción en empresas tambeas, sean estos convencionales o no convencionales. Por ejemplo Engler y Cuartin (2024) muestran que en empresas tambeas de la pradera pampeana los valores de adopción de prácticas seleccionadas para el cuartil inferior (QI) y el cuartil superior (QS) son, respectivamente: control lechero QI = 50 QS = 80, semen sexado QI = 40 QS = 50, detección de celos QI = 25, QS = 50 sombra en corrales QI = 40 QS = 70, registros de producción QI = 40 QS = 75.<sup>7</sup> Los diferentes patrones de uso de factores tiene como resultado una duplicación en la productividad de la tierra, y un aumento del orden del 150 por ciento en los litros libres de costo de alimentación.

Como se mencionó, los aparentes “desequilibrios” de resultados como los anteriores pueden ser consecuencia de una ecuación Beneficio/Costo menos favorable en las empresas del QI (debida a “costos fijos” de adopción). Aun cuando la relación Beneficio/Costo sea favorable restricciones de capital o diferenciales de capacidad de gerenciamiento del productor pueden limitar adopción del “paquete” representado por  $Z$ . El hecho de que el impacto de cada una de estas tecnologías depende estrechamente de la adopción o no adopción de otras exagera el impacto tanto de limitantes de capital como también de conocimiento o habilidades. Por

---

<sup>7</sup> Adaptado de Figura 1 de las autoras.

ejemplo, el aumento de producción resultante del uso de ventiladores o aspersores será mayor en un rodeo de mayor que en uno de menor potencial genético. Pero el mejoramiento del rodeo requiere el uso de inseminación artificial, de control lechero y ocurre luego de un considerable rezago temporal. Asimismo, el impacto sobre producción del diseño más preciso de una ración elaborada por un mixer con balanza también aumentará con el volumen de ración procesado por la misma.<sup>8</sup>

La no adopción o adopción parcial de prácticas sobre las que existe consenso sobre su conveniencia puede también deberse a razones asociadas a las características de la unidad empresa-familia productora. En el clásico texto de economía de la producción agropecuaria Earl Heady señala que en empresas familiares la “función objetivo” planteada es más compleja que la de maximización de beneficios convencionalmente estimados. Balance de ingresos con ocio o con acotar riesgos, razones de prestigio o preferencia por ciertas actividades juegan un rol relevante. Las decisiones de consumo no pueden separarse de las de producción, sino que se toman en forma conjunta (Heady, 1952 Cap 14). Al respecto, el trabajo de Gastaldi, Galetto y Pace Guerrero (2023) analiza determinantes de éxodo de la actividad lechera, encontrando que la edad del productor, el uso de trabajo contratado, la exposición a riesgo productivo y la eficiencia técnica lograda (que depende del grado en que se adoptan “procesos recomendados”) son predictores de la decisión de no-continuar con la actividad. Los autores encuentran que menor eficiencia aumenta las posibilidades de éxodo. Sin embargo, otra posibilidad es que es la intención de éxodo la que determina menor retorno a la adopción de “prácticas recomendadas” (y por ende menor eficiencia). Esto pues estas prácticas tienen retornos rezagados en el tiempo, que podrán ser capturados solo parcialmente por el productor que abandona la actividad.

### Proceso Decisorio

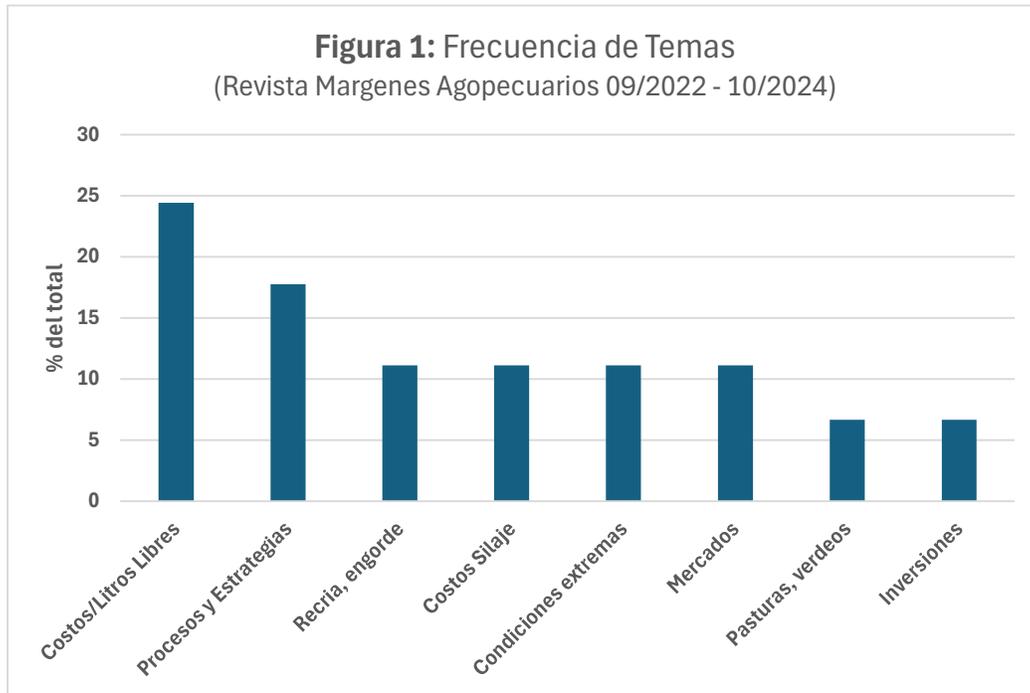
Analizar el proceso decisorio de la empresa requiere centrar atención en adaptación de ésta a condiciones cambiantes. Las principales condiciones del entorno de la empresa tambera que afectan el resultado son el precio del producto (leche), los relativos a precios de alimentos

---

<sup>8</sup> Se podría modelizar la variable  $Z$  como una “sub-función de producción”  $Z = \min [\alpha_1 z_1, \alpha_2 z_2, \dots, \alpha_n z_n]$  donde las variables  $z_i$  representan distintas “técnicas” o “procesos”. Si para cierta técnica  $z_i = 0$ ,  $Z$  tomará valor de 0, lo cual implica que el “paquete” no logra impacto sobre la producción. Si hay “adopción parcial” el impacto estará limitado por aquella práctica que opera a un nivel menor al óptimo – de hecho, la empresa verá sus resultados caer por estar “gastando de más” en técnicas que no pueden manifestar todo su potencial.

suplementarios (concentrados y reservas) y las condiciones climáticas que afectan la cantidad y calidad de forraje disponible. Las decisiones de corto plazo giran alrededor de: (i) minimizar costo de alimentación para cierto objetivo de producción, y (ii) ajustar este objetivo productivo a cambiantes precio relativos entre la leche y los diversos alimentos disponibles.

La relevancia de distintos aspectos de la economía de la empresa tambora puede ser evaluada a través de la frecuencia con que diversos tópicos son abordados en revistas especializadas (Figura 1).<sup>9</sup>



**Fuente:** elab. propia

En el caso analizado aquí, la mayor frecuencia de notas corresponde a aspectos de adaptación “de corto plazo” a condiciones de precio, quedando tal vez un 10 por ciento a tópicos relativos a alternativas de inversión en instalaciones/mejoras. Lo relacionado a alimentación se destaca, en particular la atención se centra en las cambiantes relaciones de precio suplemento-leche, y su impacto sobre resultados. Costos de silaje, y en menor medida pasturas y verdeos son aspectos a los que se presta atención. De las notas revisadas, parece menos prioritario el tema de “manejo de pastoreo”, que hace algunas décadas era motivo de interés (tópicos como pastoreo rotativo, tipos de pasturas, producción anual y estacional, timpanismo o similares). Lo anterior puede ser una consecuencia de la menor importancia de pasturas en la dieta de los

<sup>9</sup> Los datos del gráfico fueron obtenidos a partir de relevamiento de notas mensuales publicadas en la revista *Márgenes Agropecuarios* (septiembre 2020 a octubre 2024, autoría J.R.Quintana).

rodeos lecheros, de que estos temas ya “están instalados” entre los productores, o ambas cosas a la vez.

La excepcional sequía que se abatió sobre la Pradera Pampeana durante 2022 gatilló necesidad de ajuste, lo cual se reflejó en creciente atención por parte de los observadores sobre este tema. La sequía tuvo consecuencias no sólo en el período puntual de ocurrencia, sino en forma rezagada: a la fuerte caída en la producción de pasturas con su impacto inmediato, se suma la de silaje con consecuencias para el período inmediato posterior: por ejemplo, remplazo de maíz temprano (ensilado a fines de enero) por maíz tardío (ensilado en marzo) atrasa o imposibilita siembra en tiempo de pasturas y verdeos.

En este tipo de situaciones la decisión a tomar gira alrededor de hasta adonde aceptar caídas de producción resultado de la menor disponibilidad forrajera, o alternatively incrementar el uso de alimentos (concentrados y rollos) adquiridos en el mercado. Si bien el resultado de cada alternativa depende de condiciones particulares, en la situación extrema causada por la sequía de 2022/23, la relación Beneficio/Costo de utilizar alimento adicional se estimaba del orden de 3.5:1 (Quintana, 2022), con lo cual la opción de “no hacer nada”, permitiendo que la producción caiga no resultaba apropiada.

### **III. Cambio en la proporción de factores**

La expansión agrícola ocurrida en las últimas décadas fue consecuencia de aumentos en la productividad de los recursos actividades agrícolas con respecto a las ganaderas. El resultado fue creciente competencia por otro por la tierra disponible por parte de actividades agrícolas y ganaderas.

El incremento del costo de oportunidad del uso de la tierra llevó a los productores ganaderos a adaptarse a estas condiciones. Al respecto, resulta posible distinguir dos posibles ajustes. El primero – la “técnica convencional” (*TC*) - implica invertir en mejora de pasturas, resembrando leguminosas, fertilizando e invirtiendo en sistemas mejorados de pastoreo. Se inyecta capital y trabajo, logrando reducir así la cantidad de tierra necesaria para obtener un cierto nivel de producción. Esta alternativa se basa en aumentar la producción de forrajes a ser pastoreados en forma directa, y mejorar el aprovechamiento de los mismos. La “filosofía neozelandesa” de producción lechera propuesta en la década de 1960 por McMeekan es la base de este sistema.

La segunda alternativa es reemplazar – parcial o totalmente – el pastoreo directo por cosecha mecánica de forraje. También incorpora en diverso grado nuevas formas de producir

forraje (fundamentalmente silaje de maíz y verdes), suplementación con concentrados, confinamiento de animales, cambio en el tipo de animales (mayor capacidad productiva) así como una batería de técnicas sanitarias, reproductivas y de manejo. Esta alternativa (la “técnica intensiva”, *TI*) se basa no sólo en aumento en el uso de diversas formas de capital (“*K*”) por unidad de tierra y por unidad de capital animal (rodeo), sino que cambia la tasa a la cual los factores se sustituyen: en particular, el agregado de nuevas formas de capital permite reducir el uso de tierra en mayor medida que lo que se lograba con la *TC*. El resultado es que a una misma proporción de factores [*K/Ha*], el cociente de productos marginales  $PMg_{Ha}/PMg_K$  cae con lo cual las isocuantas son menos inclinadas que antes. La consecuencia es que la cantidad de capital que resulta necesario inyectar para reemplazar una cantidad de tierra es menor en el caso de *TI* que en el de *TC*. Esto pues ha aumentado la “eficiencia” en el uso de este insumo. Bajo *TI*, la combinación de mínimo costo de factores resulta en mayor ratio [*K/Ha*] que el que resulta óptimo bajo *TC*.

El punto que se hace en los párrafos previos es que el cambio ocurrido en los sistemas de producción implica “algo más” que inyección de diversas formas de “capital” ya que están acompañados de una importante dosis de “conocimiento” lo cual puede asociarse a la definición usual de “cambio tecnológico”. Parte de este conocimiento están incorporados en los bienes (una mejor máquina de ensilado), y parte en como estos recursos se utilizan (mejor mezcla de raciones, mejores prácticas de manejo de recursos forrajeros y de rodeos).

Lo anterior no implica desconocer que también ocurrió cambio tecnológico bajo el sistema de *TC*. Pero este fue “neutro” en el sentido de que no modificó en forma radical la tasa de sustitución entre capital y tierra, con el resultado de que el cambio en proporción de uso de factores fue – bajo esta tecnología - consecuencia solo de cambio en precios relativos. Pero en el caso de una transición de *TC* a *TI*, el mismo cambio de precios relativos tiene un impacto mayor sobre el ratio [*K/Ha*] que minimiza costos de producción.

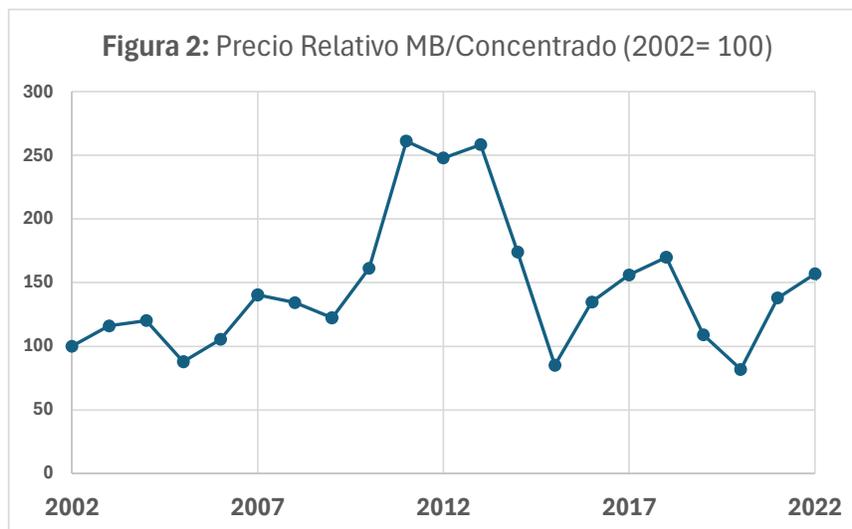
#### **IV. Evidencia empírica**

##### Precios relativos

La tierra, los alimentos (concentrados y silaje), el capital en forma de máquinas móviles e instalaciones y el trabajo son recursos productivos cuyos precios resultan relevantes para la economía tambera. En el caso de la tierra, y comparando el promedio 2020/22 con 1990/99, el precio (en US\$ en moneda constante) aumentó según la zona, entre 2.7 y 3.4 veces. Estos

aumentos representan una tasa anual acumulada, entre ambos períodos de 4 - 5 por ciento por año. La zona agrícola maicera-sojera experimentó los menores aumentos, mientras que éstos fueron máximos en las zonas ganaderas de invernada y cría. Las tasas de aumento hubieran sido mayores sin la fuerte caída de precios experimentada a partir del 2012, fruto al menos en parte a política económica (en especial, aranceles a la exportación) del gobierno de ese momento. El costo de oportunidad de la tierra para producción de leche es el retorno que es dable esperar en el mejor uso alternativo. Siendo el precio de la tierra en Valor Presente del flujo de ingresos netos del uso de este recurso, este costo de oportunidad (flujo) es *como primera aproximación* directamente proporcional el precio de la tierra (stock). Esto implica que entre la década de 1990 y comienzos de la del 2020, para el tambo el costo de oportunidad de usar tierra, y con variantes entre zonas, prácticamente se triplicó.

Bajo precios de productos constantes, el cambio tecnológico ocurrido en agricultura aumenta los retornos a esta actividad. De la comparación entre la evolución del margen agrícola (ingresos menos costos directos) y el costo del alimento en forma de concentrados o silaje resulta el mayor o menor incentivo para reemplazar pastoreo directo por diversas formas de alimentación suplementaria. La Figura 2 muestra para el período 2002-2022 la evolución de un índice de precio relativo del costo de oportunidad de uso de la tierra y del alimento concentrado. Este costo de oportunidad se define como [Margen Bruto – Costos Directos], y el de los concentrados el de un *mix* compuesto por 61 por ciento de maíz y 39 por ciento de soja.<sup>10</sup>



**Fuente:** Elaboración propia a partir de INTA (2017) y Agroseries CREA

<sup>10</sup> La serie de índices de Márgenes Brutos es producida por el Instituto de Economía de INTA en base a datos de la revista Márgenes Agropecuarios.

Los resultados muestran un fuerte aumento de este precio relativo 2002-2014 – mas de una década de fuerte incentivo para aumentar el uso de concentrado reduciendo el de tierra. El precio relativo luego cae, pero de todos modos en general resulta más alto (entre 0 y 50 por ciento) que el del inicio de la serie. En definitiva, el uso de concentrados de abarató en comparación con el uso de tierra.<sup>11</sup>

El precio relativo entre el costo de oportunidad de usar tierra ( $CO_T$ ) y concentrados ( $C$ ) puede expresarse como:

$$[1] CO_T/C = [p q - CD]/p = q - CD/p$$

Donde  $p$  y  $q$  representan, respectivamente, el precio del producto y rinde por hectárea, y  $CD$  representa los gastos directos de producción, también por hectárea. Se supone aquí que el precio de  $C$  es  $p$  (el concentrado se elabora con el mismo producto que da lugar al margen bruto).

Dado lo anterior:

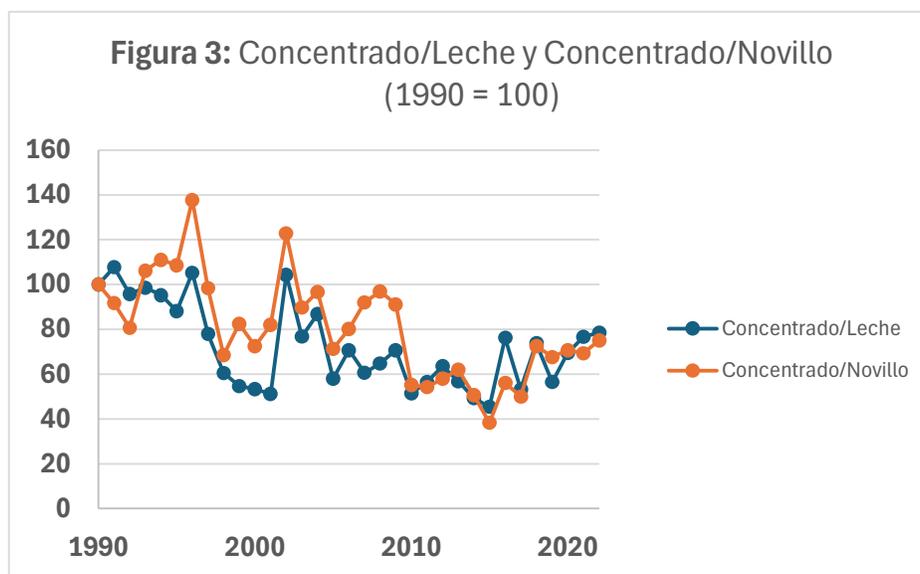
- Dada una demanda perfectamente elástica, ( $p$  se mantiene inalterado), cambio tecnológico que aumenta la productividad aumenta el precio relativo  $CO_T/C$ : se encarece la tierra en relación al concentrado.
- Si  $p$  cae conforme aumenta la productividad de la tierra,  $CO_T/C$  aumentará, permanecerá constante o caerá conforme a que el aumento en  $q$  resultante del aumento de productividad sea mayor, igual o menor a la reducción de  $CD/p$  resultado de la caída de precios por aumento de la oferta agregada.
- En el caso de Argentina (exportador neto de productos que integran la canasta  $C$ ) es de esperar que los incrementos de productividad aumenten el precio relativo tierra/concentrados, al menos mientras que la oferta y demanda a nivel mundial no incline la balanza en sentido contrario.

Los precios relativos comentados anteriormente tienen impactos sobre la proporción de factores empleados, pero no necesariamente sobre el nivel de producción óptimo. En efecto, éste depende no solo de precios relativos entre factores (por ejemplo, precio Tierra/Concentrado ya comentado) sino del precio relativo entre factores y el producto (leche). Al respecto, la Figura 3 muestra la evolución del precio Concentrado/Leche y

---

<sup>11</sup> El margen agrícola obviamente guarda una relación positiva con los precios. Pero a lo largo del tiempo esta relación puede no ser 1:1: por mejoras tecnológicas, el margen puede aumentar más que lo que aumentan los precios, con la consecuencia de que el precio relativo (ratio margen/concentrado) cae.

Concentrado/Novillo para el período comenzando en 1990.<sup>12</sup> Para el fin del período considerado, estos precios relativos son entre un 20 y hasta 40 por ciento menores que los existentes al inicio de la serie. Esta caída en el precio Concentrados/Leche que parece haber ocurrido desde 1990, puede explicar el importante aumento no solo en la importancia de estos alimentos en la producción lechera, sino también el crecimiento de el sistema de engorde a corral (*feedlots*) en ganadería. Los incrementos en la producción porcina y (especialmente) aviar ocurridos en las últimas décadas pueden estar también relacionadas a la caída de precio de estos alimentos.



El incremento observado en el precio de la tierra resultó no solo en mayor uso de concentrados como fuente de alimentos, sino también de silaje de maíz, verdes y pasturas. El costo de elaboración de estos forrajes es directamente proporcional al precio de las máquinas especializadas, e inversamente proporcional al uso anual que se hace de éstas. Tomando como proxy del precio de las máquinas al precio de un tractor (120 hp), los datos disponibles indican que en período 2002-2022 el precio (en US\$) del mismo se duplicó, mientras que el precio de la tierra se multiplicó por tres. El resultado de la caída de la relación de precios maquinaria/tierra induce a mayor uso de este insumo, lo cual en el caso del tambo resulta en mayor empleo de cosecha mecánica vis-à-vis pastoreo directo.

<sup>12</sup> Se incluye en precio Concentrado/Novillo ya que los tambos obtienen una porción de sus ingresos – si bien menor – por la venta de animales para faena.

Contribuye también a la reducción del costo de cosecha mecánica el desarrollo de servicios de contratistas forrajeros: la superficie cosechada para silo (extrapolando la serie que inicia en 2006) creció desde valores de unas 100.000 hectáreas a comienzos de la década del 2000, a 2 millones de hectáreas dos décadas más tarde.<sup>13</sup> Lo ocurrido representa para los tambos un caso de “economías externas”: aumento del precio relativos tierra/concentrados induce a tecnologías ahorradoras de tierra. Sumado a esto, caída en el precio relativo concentrados/leche resulta en “intensificación” productiva, con consiguiente aumento de demanda de silaje. El siguiente esquema muestra el proceso de estas economías externas asociadas al desarrollo de un sector especializado en procesamiento forrajero.

La consecuencia de lo anterior es caída de precio y aumento de calidad de servicios forrajeros orientados a actividades ganaderas (leche y carne). Mientras continúe la posibilidad de rentas para este sector, continúa el flujo de inversiones hacia el mismo, convergiendo el precio de los servicios al mínimo costo de producción de éstos. El beneficiario directo es el productor ganadero, sea de leche o carne.

**Box: Economías externas resultado de crecimiento contratistas forrajeros**

Cambio de precios relativos →

Aumento de demanda de servicios ensilado →

Retornos para empresarios forrajeros →

Inversión en equipos, trabajo, recursos gerenciales →

Aumento de oferta de servicios de ensilado →

Caída de precio por tonelada →

Aumento en cantidad demandada de servicios de ensilado

<sup>13</sup> La figura muestra hectáreas de silaje para producción tanto de carne como de leche. Esta última representa aproximadamente 45 - 50 por ciento del total.

## Sustitución de factores

La producción de leche resulta de utilizar múltiples recursos productivos. En principio y dentro de ciertos límites, resulta posible alcanzar un mismo nivel de producción con diversas combinaciones de factores. Por ejemplo:

- Reducir el uso de pasturas aumentando el uso de suplementos, o dentro de éstos reducir el uso de concentrados aumentando el uso de silaje.
- Mejorar el aprovechamiento de forrajes, tanto pasturas como suplementos, incrementando el uso de personal y capital (maquinaria)
- Reducir el uso de personal aumentando el uso de diversas formas de capital
- Reducir el uso de insumos en general, aumentando la cantidad/calidad de dedicación gerencial

Ante cambio de precios relativos, el productor ajusta uso de factores a fin de minimizar costos. Pero la posibilidad de ajuste depende de la facilidad con que un factor puede reemplazar a otro. Por ejemplo, cuantas horas adicionales de trabajo (o dedicación gerencial) debe inyectarse a fin de aumentar la eficiencia de cosecha de forraje en pie de (por ejemplo) 60 a 65 por ciento.

Como primera aproximación, y utilizando datos de presupuestos publicados en una revista especializada, se analiza la sustitución resultante de “intensificar” la producción pasando de un tambo pastoril a uno estabulado.<sup>14</sup> El Cuadro 1 muestra un resumen de resultados. La transición del sistema menos al más intensivo (pastoril a estabulado) requiere aumentar el uso de diversas fuentes de capital y de trabajo, lo cual resulta por **litro producido** en un aumento de costos (excluyendo tierra) del orden de 9-12 por ciento. Este incremento permite una reducción del uso de la tierra de 43 – 35 por ciento. La “tasa de sustitución”  $\Delta Costo/\Delta Tierra$  es el cociente entre el cambio porcentual de costos dividido el cambio porcentual en el uso de tierra, manteniendo constante producción. Esta toma valores del orden de 21-27 por ciento: por cada 1 % de aumento en el uso de tierra (a la que se le aplica el uso de factores del sistema “pastoril”, el uso de capital puede reducirse en 0.21 – 0.27 por ciento. A priori entonces, un aumento porcentual en el uso de tierra permite una reducción menos que proporcional en el uso de diversas formas de capital.<sup>15</sup>

---

<sup>14</sup> Notas publicadas por J.R. Quintana, Revista Márgenes Agropecuarios de Marzo y Noviembre 2024.

<sup>15</sup> La “tasa de sustitución” que se presenta en el cuadro no es la denominada “Elasticidad de Sustitución”. Esta última es una importante característica de los procesos productivos cuya estimación, sin embargo, resulta compleja.

### Cuadro 1: Sustitución de Factores

Marzo 2024						
		Pastoril (US\$)	Encerrado (US\$)	Cambio (US\$)	Cambio (%)	Δ Costo/Δ Tierra (%)
Costo/10 <sup>4</sup> Lts	US\$	2269	2483	214	9.0	
Has/10 <sup>4</sup> Lts	Has	0.92	0.59	-0.32	-42.6	-21.1
Noviembre 2024						
		Pastoril (US\$)	Encerrado (US\$)	Cambio (US\$)	Cambio (%)	Δ Costo/Δ Tierra (%)
Costo/10 <sup>4</sup> Lts	US\$	2478	2805	328	12.4	
Has/10 <sup>4</sup> Lts	Has	0.92	0.58	-0.34	-45.2	-27.5

**Fuente:** Elab. propia en base a Revista Margenes Agropecuarios. Notas J.R.Quintana

Si bien esta tasa sugiere la relativa “facilidad” de reemplazar un factor usando más del otro, por sí misma no indica la combinación “óptima” factores. Esta depende no solo de cómo se sustituyen los factores sino del precio de éstos. En el caso analizado aquí, suponiendo un precio de la tierra (valor de alquiler) de US\$ 400, pasar del sistema “pastoril” al “encerrado”, resulta en un aumento de costos (por cada 10<sup>4</sup> lts) de US\$ 200 - 330 y un “ahorro” en el uso de tierra del orden de US\$ 130. Dados los supuestos empleados en los cálculos, la “intensificación” representada por el sistema encerrado no resulta entonces en reducción de costos. Las razones por las cuales se observa una tendencia a sistemas más intensivos, cuando este (rudimentario) análisis sugiere lo opuesto es un tema que amerita análisis mucho más detallado que el que se presente aquí. Surgen, sin embargo, las siguientes observaciones:

1. Los resultados están condicionados por los supuestos sobre productividad en uno y otro caso. Al respecto, cuanto mayor sea este diferencial, menor será la diferencia de costos por litro entre ambos sistemas, y menor será el “ahorro” de capital permitido por un aumento en el uso de tierra.
2. A modo de ejemplo, los niveles de productividad (litros por vaca) supuestos en la publicación que da lugar a los datos del cuadro corresponden para el sistema “pastoril” y el “encerrado” a, respectivamente, al 0.50 y el 0.99 fractil de la muestra de datos de Gestión AACREA (años 2005-2022). Lo anterior no implica desconocer que el sistema “encerrado” al que corresponden las estimaciones puede lograr esta productividad, sin embargo, advierte que los resultados pueden sobreestimar la tasa a la cual tierra sustituye el resto de los factores productivos.

3. El precio del factor tierra es proporcional al margen agrícola, lo cual a su vez depende del precio de los granos. Aumento de éstos resulta en un aumento del costo de usar tierra, pero también aumenta el costo de la alimentación basada en concentrados y silaje. El aumento de eficiencia de producción de granos, por un lado, en relación al de silaje por otro, es un factor relevante en tendencias futuras de sistemas de producción lecheros.
4. Futura reducción de costos de servicios de maquinaria y de construcciones impactan en forma diferencial a ambos sistemas, como así también los costos de energía, que son considerablemente más altos en los sistemas encerrados.
5. Reducción en la tasa de interés, y menores restricciones de acceso a la financiación bajan el costo relativo de los sistemas más intensivos en capital (sistema de encierre).

### Productividad Total de Factores (PTF)

La Productividad Total de Factores (PTF) se define como el cociente entre el producto obtenido (Q) y el total de insumos empleado para obtenerlo. La PTF mide la eficiencia con la que insumos se transforman en productos, y como tal, representa un importante parámetro para analizar la producción de una empresa, de un sector o de la economía en su conjunto. Aumentos en la PTF están asociados (a precios de insumos constantes) a caídas en los costos medios de producción. En la agricultura argentina, el aumento en la PTF ha sido variable según el período considerado: entre 1960 y 2010 se observó un aumento del 1.9 por ciento anual, siendo este valor muy superior al de la producción ganadera, cuyo aumento no llegó al 0.5 por ciento por año (Saini y Lema, 2015).

Aun contando con “buenas” bases de datos, la medición de PTF está sujeta a errores de diverso tipo. En particular, algunos de los insumos empleados están medidos en valor (gasto total) y no en cantidades físicas, que es lo relevante relativo a productividad. Aún cuando se corrija por inflación, no se obtiene un índice “correcto” de insumos ya que los precios de estos en general no acompañan perfectamente a los índices de precios que necesariamente son altamente agregados.

El análisis realizado aquí define las siguientes variables para la estimación de PTF:

- Q*** = Producto obtenido. Producción anual de leche corregida al 3.5 % de grasa butirosa (en lts)
- VT*** = Vacas Totales del Tambo (vacas)
- HasVT*** = Hectáreas totales ocupadas por vacas del tambo (hectáreas)

<b>Conc</b>	= Toneladas de Materia Seca de Concentrados consumida anualmente (toneladas)
<b>Res</b>	= Toneladas de Materia Seca de Reservas consumidos anualmente (toneladas)
<b>Personal</b>	= Gastos en personal (tambero + otro personal) (\$ ctes 2022)
<b>RestoGD</b>	= Gastos Directos – [Gastos Personal + Gastos Concentrados + Gastos Reservas] . (\$ ctes 2022)
<b>GE</b>	= Gastos de Estructura (\$ ctes 2022)

Los insumos medidos en términos monetarios (Personal, RestoGD, GE) fueron deflactados usando el IPIM (Índice de Productos Internos Mayoristas) del INDEC. Las empresas analizadas producen leche, y como subproducto carne (animales rechazados, venta de terneros y terneras o vaquillonas). En aras de la simplicidad, se omiten estos subproductos en los cálculos. Para el caso de insumos, resulta necesario construir un índice que agregue los factores de producción empleados, ponderados por su importancia relativa. Por su aceptación generalizada en trabajos de este tipo, usamos aquí el Índice Törnqvist definido para la  $i$ -ésima observación en el período “ $t$ ” como:

$$[2] I_{it} = \prod_{j=1}^n X_{jt}^{sh_jt}$$

Donde  $I_{it}$  es el índice agregado de uso de insumo de la observación “ $i$ ” en el período “ $t$ ”,  $X_j$  es el índice del insumo “ $j$ ”,  $sh_j$  es la participación de este insumo en el costo total de producción del período “ $t$ ”. Este índice no utiliza ponderadores fijos para todo el período, sino que estos varían de año a año de acuerdo a cómo cambia la importancia del insumo en el costo de producción total. El índice es además multiplicativo, reflejando más adecuadamente la tecnología de producción subyacente. El análisis de PTF a realizar busca contestar dos preguntas:

1. Cual ha sido en cambio de PTF observado en las empresas tamberas del movimiento CREA en el período 2000-2022.

2. Si existen diferencias en cuanto a evolución de PTF entre empresas que basan su producción en sistemas mas dependientes en recursos forrajeros convencionales, en comparación con las que optan por sistemas con mayor uso de concentrados y reservas forrajeras.

Motivan las preguntas anteriores los importantes cambios observados, en las últimas dos décadas, en producción por empresa, y tanto nivel como combinación de factores empleados. El análisis se realiza utilizando dos bases de datos. La primera incluye los ejercicios 2000/01 – 2010/11, mientras que los ejercicios 2005/06-2022/23 están incluidos en la segunda. Ambas bases comparten los ejercicios 2005/06-2010/11. La mayor parte de la discusión que sigue utiliza los datos de la base 2005/22. Una vez analizados estos resultados, se hacen algunos comentarios respecto a la evolución de la PTF en el período completo 2000/01-2022/23. Para esto se “empalman” los resultados de las dos bases con las que se dispone.

Para el período 2005/06 – 2022/23 los Cuadros 2 y 3 muestran, respectivamente, evolución de participación en el costo y evolución de producción y uso de insumos. Se pueden identificar las siguientes tendencias generales:

1. **Base 1** (datos 2005/06-2022/23): Fuerte aumento de la producción por empresa y en menor medida, número de vacas (80 y 38 por ciento respectivamente). Fuerte aumento de concentrados, y fuerte aumento de todos los rubros de gastos del tambo. Se triplica gasto en personal, y cuatriplica el resto de los gastos directos. En comparación con el período 2000/04, aumenta la participación de concentrados y reservas en el costo de alrededor de 30 por ciento en el período inicial, a 50 o más en el final. El “share” correspondiente al factor tierra cae de 6-10 por ciento (2000/10) a 3-5 por ciento (2015/22). Se estima un aumento de 12 por ciento en la PTF entre los tres primeros y tres últimos años de la serie. Esto resulta en una tasa anual de 0.8 por ciento anual. Este aumento de productividad es entre aproximadamente la mitad del logrado en sistemas de producción agrícolas pampeanos.
2. Los resultados anteriores pueden verse afectados por el hecho de que la Base 1 no constituyen un “panel” en sentido estricto, pues no permanecen constantes las empresas que la integran cada año. Algunas empresas están incluidas en varios años (incluso, e algún caso en todos los años), de otras se tiene registro solo para un subconjunto de períodos. Esto puede, sesgar los resultados ya que lo relevante del análisis si hay un cambio sistemático en la eficiencia de las empresas que componen la muestra a lo largo

de los años. Por ejemplo, si en los años finales cambia la composición de la muestra a favor de empresas con menor (o mayor) PTF que las que había al inicio. A fin de explorar esta problemática, se presenta un análisis adicional con los datos de la Base 2, pero incluyendo ahora sólo empresas para las cuales existen registros de 14 o más años, del total de los 18 que componen la base.

**Cuadro 2: Participación en Costos**

Campana	ShHaVT	ShVT	ShConc	ShRes	ShPers	ShGD	ShGE
<b>Base 2000/01 - 2010/11</b>							
<b>2000-04</b>	0.06	0.08	0.21	0.07	0.13	0.30	0.15
<b>2005-09</b>	0.10	0.06	0.27	0.09	0.12	0.26	0.12
<b>Base 2005/06-2022/23</b>							
<b>2005-09</b>	0.07	0.13	0.27	0.11	0.13	0.18	0.12
<b>2010-14</b>	0.06	0.10	0.31	0.11	0.14	0.18	0.10
<b>2015-19</b>	0.05	0.08	0.32	0.11	0.13	0.22	0.10
<b>2020-22</b>	0.03	0.05	0.38	0.12	0.11	0.20	0.08

Fuente: elab propia a partir de base de datos

**Cuadro 3: Evolución de PTF**

[100\*Período Final/Período Inicial]

Base:	Lts	HasVT	VT	MSConc	MSRes	Pers	Resto GD	GE	TFP
<b>Base 1</b>	180	109	138	189	86	294	430	175	112
<b>Base 2</b>	210	126	156	232	92	324	913	220	110
<b>Base 3</b>	188	110	146	186	88	620	993	209	99
<b>Base 4</b>	98	95	80	340	162	248	261	104	70

Período Final = 2020/21-2022/23

Período Inicial = 2005/06-207/08

Fuente: elab. propia

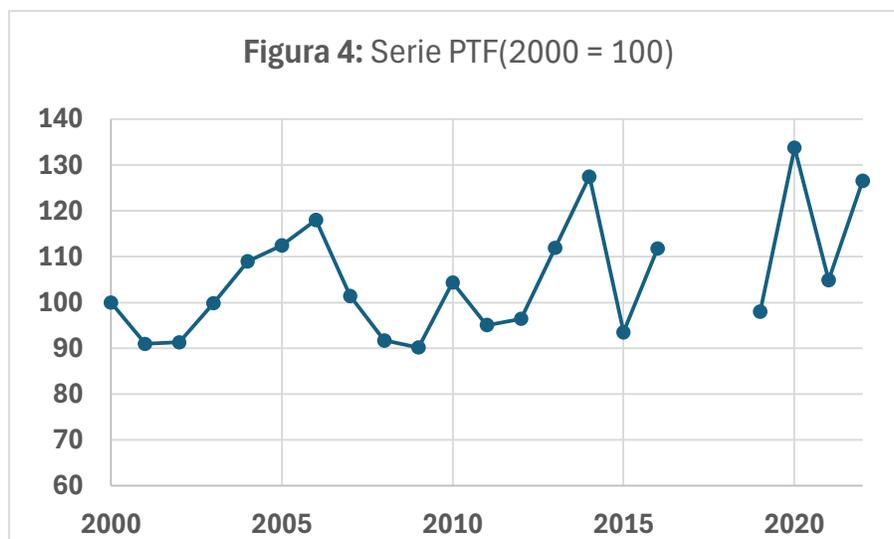
- 3. Base 2** (sólo empresas con 14 o más años de registros: Los resultados (Base 2) muestran que las empresas para las cuales existe un lapso (casi) continuo de años muestran un comportamiento (en lo relativo a PTF) no muy distinto al de la base que donde no se excluyen empresas en función de largo de permanencia: si bien la producción total de las empresas de la Base 2 aumenta mas que las de las de la Base 1, el incremento de insumos también lo hace, con lo cual la PTF hacia el final del período también toma un valor de 110, ligeramente inferior al de 112 de la base que incluye todas las empresas. Pero si bien los resultados evidencias no son concluyentes, alguna evidencia existe de menor cambio de PTF en las empresas para las cuales existe una larga serie de datos. Posible razón de esto es que partieron inicialmente de un nivel mas alto de productividad.

Por último, se evalúa como se compara la evolución de PTF entre tambos que utilizan distintos sistemas de producción. Para hacer esto, se divide la Base 1 en dos subconjuntos según se la intensidad de uso de concentrados y de suplementos en la dieta. Se busca entonces evaluar hasta donde el mayor o menos grado de ‘intensificación’ del tambo (uso de alimentos suplementarios al forraje cosechado por el animal) afecta la evolución de la productividad de la empresa. Como criterio separador se utiliza el valor de 7.2 toneladas de Materia Seca Total por Vaca Total (MST/VT). Este valor corresponde a la mediana (0.50 fractil) de esta variable para el total de la muestra 2005-22.

- 4. Base 3:** ( $MSTotal/VT < 7.2$ ): Los tambos “pastoriles” ( $MSTotal/Vaca\ Total < 7.2$ ) muestran un aumento de producción del orden del 90 por ciento, lo cual, contrasta con producción prácticamente inalterada en los tambos “intensivos” ( $MSTotal/Vaca\ Total \geq 7.2$ ). Pero los primeros aumentan mucho mas el uso de ciertos insumos (en particular, personal, gastos directos y gastos de estructura), con lo cual el resultado final de una caída en la PTF.
- 5. Base 4:** ( $MSTotal/VT \geq 7.2$ ): no muestra aumentos de producción. A diferencia de las bases anteriores, se evidencia reducción en el tamaño del rodeo. Use de concentrados y reservas aumentan más que en los casos anteriores. Caen gastos de estructura, y también cae fuertemente la PTF.

Los resultados de las Bases 3 y 4 ameritan mayor atención y deben ser tomados por el momento como muy preliminares.

El análisis de la serie completa 2000-2022 se realiza “empalmado” los resultados de la serie 2000-2010 con los correspondientes a 2005-2022. Estos resultados deben tomarse con cautela, en especial debido a que en algunos años de este periodo (en particular, 2000-2003) pocas empresas presentaban datos. Dada esta advertencia, la Figura 4 muestra la evolución de PTF a lo largo de los 23 años del período. Abstrayendo del ‘pico’ de los años 2003-2006, hasta 2012 la PTF no parece mostrar una tendencia clara. A partir de ese período se registra una recuperación o incluso aumento. Los dos últimos períodos pueden estar influidos por el impacto de la sequía que afectó especialmente la campaña 2022/23, pero también en grado menor la 2021/22. Entre 2016 y 2022 se observa un aumento significativo en la PTF, cuya confiabilidad queda afectada por la falta de datos (de MS de concentrados y reservas) en los ejercicios 2017/18 y 2018/19. Comparando los últimos 4 con los primeros 4 años, de la serie, el incremento de PTF es del orden de 1.1 por ciento anual, valor mas alto que el 0.8 por ciento hallado para la serie 2005/06 – 2022/23.



#### Cambios en la participación de factores en el costo de producción: ¿A que se deben?

Los datos presentados en el Cuadro 2 muestran un aumento en la participación (“share”) de los concentrados y las reservas en el costo de producción. Como fue discutido, el aumento del

precio relativo tierra/concentrados y (posiblemente) tierra/silaje induce a economizar tierra en favor de los otros insumos.

Sin embargo, si bien cambios de precios relativos gatillan cambios en la proporción de factores, no necesariamente resultan en cambios en los “shares” de estos. Esta participación en el costo depende del grado en que el insumo contribuye a producto – la “elasticidad parcial” del insumo en el proceso productivo y no de precios relativos. La pregunta entonces es si este cambio en “shares” (entre concentrados y reservas, de aproximadamente 30- 35 por ciento al comienzo del período a 50 y algo más al final) es indicativo de cambios en la tecnología subyacente, y en particular de un aumento de la productividad de diversas formas de capital asociadas a los alimentos suplementarios (concentrados, silajes, heno).

Una posibilidad – comentada en secciones previas de este trabajo – es que en el sector productor lechero se llevó a cabo un proceso de “cambio tecnológico no-neutral”, que favoreció mayor empleo de capital y en forma concomitante menor empleo de tierra. El concepto de “cambio tecnológico inducido” desarrollado por Hayami y Ruttan (1971) puede servir para comprender como cambios en la productividad agrícola gatillan cambios en costos de oportunidad del uso de la tierra, lo cual a su vez cataliza la incorporación de tecnologías tanto “duras” (máquinas) como de conocimientos que permitan economizar el uso de este factor cuyo precio ha aumentado.

## **V. Comentarios finales**

Este trabajo centra atención en la evolución a lo largo de casi dos décadas en la productividad de un grupo de empresas productoras de leche. A modo introductorio, se presenta primero una breve descripción de cambios ocurridos en el sector productor, del proceso decisorio, de adopción de tecnología, y de los posibles impactos en cambios de precios relativos ocurridos desde el 2000.

Se realiza un primer análisis de las posibilidades de sustitución entre diversas formas de capital, por un lado, y tierra, por otro. El ejercicio tiene valor sólo ilustrativo de un aspecto de la producción que resulta relevante para futura indagación: que posibilidades tiene el sector de adaptarse a cambios en el precio relativo de la tierra con respecto a otros factores productivos. Los resultados obtenidos muestran que un aumento en el uso de la tierra de 1 por ciento permite la reducción en el uso de capital del 0.20 - 0.25 por ciento – un valor considerablemente menor a la unidad y por ende inelástico. Los resultados también sugieren que – dados precios de tierra (alquiler) e insumos similares a los de 2024, aumentar en uso de

tierra, reduciendo el nivel de intensificación de ésta (sistemas “menos intensivos”, o “mas pastoriles”) resultaría en reducción del costo de producir leche. Que la tendencia de muchas empresas lecheras parece ser la opuesta puede obviamente deberse a los supuestos aquí empleados. Una posibilidad es que – por diversas razones - para muchos productores resulta más factible aumentar la producción “intensificado” que aumentando el uso de tierra. Mayor facilidad de manejo del rodeo o menor desgaste por traslado de éste pueden ser algunas razones (aunque estas razones, si los cálculos están bien realizados, ya deberían estar incorporados al análisis). Aumentar el uso de tierra mediante alquiler requiere acuerdos contractuales confiables, en especial si el arrendatario requiere realizar inversiones en pasturas, o mas aún instalaciones de ordeño y además, si no se planean nuevas instalaciones, se depende de lotes vecinos al tambo existente.

El análisis de precios relativos muestra que la intensificación en el uso de la tierra no es sólo producto de un aumento en el margen agrícola. En efecto, a este “efecto directo” se suma una reducción en el precio relativo Concentrado/Tierra y también (por el desarrollo del sector contratista de enfardado), un aumento en la disponibilidad de estos servicios con (esperable) reducción de precios resultante de este proceso. Las tendencias de largo plazo indican también una caída, si bien con altibajos, en el precio relativo Concentrado/Leche, lo cual lleva a la intensificación en el uso de este insumo.

Los resultados obtenidos indican que si bien en el período 2005/06-2022/23 se lograron importantes aumentos en la producción por tambo, por hectárea y por vaca; sin embargo, la PTF aumentó a un ritmo de menos de 1 por ciento por año. Este resultado es consecuencia de un fuerte incremento, en el período mencionado, en el uso de concentrados, de personal y de los insumos incluidos en las categorías tanto de “gastos directo” como “gastos de estructura”. Sin embargo, tomando toda la serie 2000/01-2022/23, el incremento de PTF es de 1.1 por ciento anual, cifra menor que el reportado para la agricultura argentina, pero sin embargo no despreciable.

Los resultados obtenidos pueden compararse con los bajos aumentos de PTF obtenidos por Galetto y Gastaldi (2024), quienes reportan para 2001/02-2022/23 un aumento de PTF de 0.17 por ciento por año. De ser las estimaciones (tanto las de Galetto y Gastaldi, como las aquí presentadas) un razonable reflejo de los que ocurre en el sector lechero argentino, se concluye que las empresas pertenecientes al movimiento CREA han obtenido aumentos de PTF considerablemente más altas a las del promedio general de empresas.

## VI. Referencias

Engler, P.L. y A.Cuatrin (2024), Brechas productivas y económicas de los tambos de la región Pampeana Argentina. 47 Congreso Argentino de Producción Animal.

Consortios Regionales de Experimentación Agrícola (CREA), Agroseries.  
<https://agroseries.crea.org.ar/>

Galetto, A. y L. Gastaldi. 2024. Dotación de factores, tecnología y productividad del tambo medio argentino: Un análisis del período 1957-2022. Trabajo presentado en la 54° Reunión Anual de la Asociación Argentina de Economía Agraria, Rosario – Santa Fe, 23-25 de octubre.

2023. Gastaldi L., Galetto A., Pace I. Factors affecting exit intentions from dairy farming in the Pampas region of Argentina. *Economía Agraria y Recursos Naturales*. Vol. 23 No. 2 (2023). DOI: <https://doi.org/10.7201/earn.2023.02.04>

Hayami, Y. y V.Ruttan (1971), *Agricultural Development – An International Perspective*. John Hopkins.

Heady, E.O.(1952), *Economics of Agricultural Production and Resource Use*. Prentice-Hall.

INTA (2017) Indicadores sintéticos de resultados económicos de cultivos pampeanos.  
[https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/5434/INTA\\_CICPES\\_InstdeEconomia\\_Lema\\_D\\_Indicadores\\_sinteticos\\_resultados\\_economicos\\_pampeanos.pdf](https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/5434/INTA_CICPES_InstdeEconomia_Lema_D_Indicadores_sinteticos_resultados_economicos_pampeanos.pdf)

Quintana, J.R.(2021), Tambo: La inversión en estabulación. *Márgenes Agropecuarios* julio 2021.

Quintana, J.R.(2021), Tambo: Dry Lot vs Compost. *Revista Márgenes Agropecuarios* septiembre 2021.

Quintana, J.R.(2024), Tambo pastoril vs encerrado. *Revista Márgenes Agropecuarios* marzo 2024.

Quintana, J.R.(2024), Tambo: Pastoril vs estabulado. *Revista Márgenes Agropecuarios* noviembre 2024.

McMeekan, C.P.(197?), De pasto a leche. Una filosofía neozelandesa. Editorial Hemisferio Sur.

Observatorio de la Cadena Láctea Argentina - OCLA (año). Datos Estadísticos.  
<https://ocla.org.ar/>

Saini, E. y D.Lema (2015), Agricultural productivity in Argentina. International Conference of Agricultural Economists (ICAE). Milan, Italia.

Taverna, M., M.Regis, M.Brusa, E.Walter, K.García y J.Ghiano (2017), Instalaciones de ordeño. Criterios técnicos y presupuestos (INTA). En: Sitio Argentino de Producción animal.

## Apéndice

### A.1 Base de Datos y Variables

La base de datos corresponde a registros físico y financieros de tambos pertenecientes al movimiento CREA (Consortios Regionales de Experimentación Agrícola).

Se emplea dos bases de datos, que parcialmente comparten observaciones.

La “Base A” (n= 1940) corresponde a los ejercicios 2000/01-2010/11, mientras que la “B” (n = 3700) incluye los ejercicios 2005/05-2022/23.

Como se discute en el trabajo, la mayor parte de los análisis de PTF corresponden a la “Base B”, siendo la “Base A” empleada (en conjunto con la “B”) para el análisis de evolución de PTF en el total del período 2001/02-2022/23.

Las observaciones que ambas bases comparten (ejercicios 2005/06-2010/11), deberían “en teoría” ser idénticas, sin embargo, presentan algunas diferencias, tal vez por no incluir alguna de las bases observaciones que si están incluidas en la otra. A fin de reducir el impacto de esto, se eligió centrar el análisis en la “Base B” usando los de la “Base A” solo para el análisis del período completo. Para esto se encadenaron los valores de PTF de resultantes de una base con los de la otra.

La tabla adjunta muestra los datos básicos de las empresas que componen la muestra. A fin de facilitar la comparación entre años, se incluyen en esta tabla solo las empresas para las cuales existen 14 o más años de registros. Estas empresas corresponden a un subconjunto de la “Base B” según se describe en párrafos anteriores de este apéndice.

**Tabla 1:** Características de los Tambos

	Lts	Has VT	VT	MSConc	MSRes
<b>Mediana</b>	2.2	260	363	535	1414
<b>Fractil 0.10</b>	0.9	116	161	272	390
<b>Fractil 0.9</b>	5.6	608	849	1847	4748
<b>Mediana</b>	4.8	334	660	1835	1583
<b>Fractil 0.10</b>	2.0	140	262	646	463
<b>Fractil 0.9</b>	13.6	868	1550	5130	3418

- Lts = Producción en millones de litros  
Has VT = Hectáreas por vaca total del tambo  
VT = Vacas totales del tambo  
MSConc = Materia Seca de Concentrado (toneladas)  
MSRes = Materia Seca de Reservas (toneladas)

## A.2 Índice de PTF

Como se describe en el trabajo, el cálculo de PTF se realiza tomando los litros de leche (corregidos a 3.5 por ciento de grasa butirosa) como *output* de la empresa. Como *inputs* se toman vacas totales, hectáreas (empleadas para vacas totales), materia seca (toneladas) de concentrados, materia seca (toneladas) de reservas (silaje mas heno), gastos en personal, gastos directos y gastos de estructura. Todos estos gastos valores en pesos convertidos a US\$ oficial. La categoría “gastos directos” excluye gastos en concentrados y reservas (que ya están contemplados como cantidades físicas). Tampoco incluye gastos de personal, que también es una categoría separada.

El cálculo del índice de Törnqvist requiere estimación de la participación (“share”) de cada insumo en el costo total. A fin de obtener estos *shares* se utilizan los siguientes supuestos simplificadores:

- Costo Total (US\$) = Costo Tierra (US\$) + Costo Rodeo (US\$) + Costo Concentrados + Costo Reservas + Gastos de Personal + Gastos Directos + Gastos de Estructura.
- Costo Tierra = Hectáreas x precio anual de la tierra en zona de invernada (en US\$) x 0.04.<sup>16</sup> Precio en US\$ libres.
- Costo Rodeo Lechero = Vacas Totales x 3300 x Precio Leche (en US\$, promedio anual) x 0.12. Se utiliza el supuesto de que el precio de una vaca lechera es equivalente a unos 3.300 lts de leche.<sup>17</sup> Precio en US\$ oficiales.
- Costos de Concentrados, Reservas, Personal, Gastos Directos y Gastos de Estructura: Estas categorías de gastos salen directamente de los registros financieros de las empresas. Registros originales en pesos convertidos a US\$ a tipo de cambio oficial.
- “Shares” se calculan dividiendo cada categoría de costos por el costo total del año correspondiente.

---

<sup>16</sup> Se toma el precio de la tierra en la zona de invernada como proxy para el precio de todas las zonas. No contar con información detallada en calidad de suelo de cada empresa impide una estimación más precisa de esta variable.

<sup>17</sup> Comunicación personal Ing. José Luis Fernández Cisneros.