



***"Valorización Económica de una Diferenciación por Origen a partir del uso de Caravanas Electrónicas en un Establecimiento Ganadero: Análisis de Consistencia en el Desempeño a lo largo de los años"***

Trabajo integrador final presentado para optar al título de Ingeniera  
Agrónoma  
María Paz Gámbaro

**Director:** Ing. Agr. Felipe Pereyra Iraola, Mg.  
**Codirector:** Ing. Agr. Darío Colombatto, PhD.

**Facultad de Ingeniería y Ciencias Agrarias  
Universidad Católica Argentina**

**- 01/11/2024 -**

## Índice

●	<b>Resumen</b> .....	<b>03</b>
●	<b>Introducción</b> .....	<b>04</b>
	➤ <i>Intensificación de los sistemas de producción ganadera</i>	
	➤ <i>Posicionamiento Internacional de Argentina</i>	
	➤ <i>Caso de estudio: Feedlot en Herrera Vegas</i>	
	■ Nutrición	
	■ Tecnología	
	■ Estacionalidad	
	■ RFI	
	■ Diferencial relativo	
●	<b>Objetivos</b> .....	<b>13</b>
	➤ <i>Objetivo general</i>	
	➤ <i>Objetivos específicos</i>	
●	<b>Metodología</b> .....	<b>14</b>
	➤ <i>Análisis exploratorio</i>	
	➤ <i>Agrupación de datos por proveedor y año</i>	
	➤ <i>Modelo mixto</i>	
	➤ <i>Cálculo de indicadores productivos y económicos</i>	
●	<b>Resultados</b> .....	<b>23</b>
●	<b>Discusión</b> .....	<b>30</b>
●	<b>Conclusión</b> .....	<b>34</b>
●	<b>Bibliografía</b> .....	<b>35</b>

## 1. **Resumen**

Este estudio analizó el rendimiento de proveedores de un feedlot utilizando una base de datos de más de 110.000 animales. Se evaluaron variables como el peso inicial y final, la ganancia de peso, y se introdujo el concepto de "diferencial relativo" para entender mejor el desempeño de cada proveedor en relación con el promedio de la tropa que componía el mismo corral de engorde. Se implementaron filtros para asegurar la calidad de los datos, excluyendo proveedores y tropas que no cumplieran con criterios específicos, como por ejemplo la cantidad de años de participación, permitiendo concentrar el análisis en aquellos que ofrecían resultados consistentes. A través de un modelo mixto, se evaluaron los índices productivos esperados en términos de diferencial relativo, la ganancia de peso esperada, el índice de conversión y la renta, que revelaron diferencias significativas. Entre ellas, el diferencial osciló entre -5,3 y 11,7. Los proveedores con mayor diferencial lograron rentabilidades más altas, alcanzando hasta un 14,4% de rentabilidad frente al 8,1% de los menos eficientes. Se observó que el proveedor más eficiente alcanzó un margen 40% superior al promedio, mientras que el menos eficiente tuvo un margen 19% inferior. Asimismo, se estableció un "precio límite" para cada proveedor, evidenciando que los más eficientes podrían recibir hasta 0,11 USD adicionales por kg sin afectar negativamente el margen promedio.

## **2. Introducción**

En Argentina, la agricultura ha ido desplazando a la ganadería en las zonas de mayor potencial. Esto se debe principalmente a un aumento en los precios agrícolas y a los progresos tecnológicos (maquinarias, biotecnología y tecnología de insumos) que superaron a los ganaderos (Pereda, 2005). Sin embargo, la actividad sigue vigente incluso en zonas competitivas, por varias razones.

En primer lugar, el ganado representa un capital que asegura liquidez y actúa como reserva financiera, permitiendo además la diversificación de las actividades y ofreciendo ahorro a tasas competitivas. Asimismo, la persistencia de esta actividad se ve impulsada por la frecuencia de eventos climáticos anómalos, la volatilidad de los precios de los granos, la presencia de zonas no adecuadas para cultivos de alto rendimiento, y la tradición que aún prevalece entre los productores.

Según proyecciones de la Organización de las Naciones Unidas, se espera que la demanda mundial de productos ganaderos aumente hasta un 70% para el año 2050 (FAO, 2011). Este crecimiento representa un desafío significativo, pero también una gran oportunidad para los productores y exportadores de carne.

### **2.1 Intensificación de los sistemas de producción ganadera:**

La intensificación de los sistemas de producción ganaderos es fundamental para mejorar los resultados económicos y operativos de las empresas. Para lograrlo, es esencial aplicar tecnologías de insumos y procesos que optimicen el rendimiento de la ganadería, sin interferir con la agricultura. De esta manera, se pueden incorporar actividades complementarias y no competitivas entre sí, maximizando así el beneficio global de la empresa (Colombatto y Albornoz, 2011).

En este contexto, el análisis de *Big Data* emerge como una herramienta clave. Permite la recopilación, procesamiento y análisis de grandes volúmenes de datos de diversas fuentes a alta velocidad. Este enfoque se refiere a nuevas prácticas que posibilitan extraer valor económico de los datos, facilitando la captura, el descubrimiento y el análisis en tiempo real (Kamilaris et al., 2017).

Si bien el análisis de Big Data ha demostrado ser exitoso en múltiples dominios, su aplicación en el ámbito agrícola comenzó recientemente (Soto et al., 2021). A medida que los actores del sector comenzaron a reconocer sus beneficios potenciales, se ha ido integrando en las prácticas agrícolas.

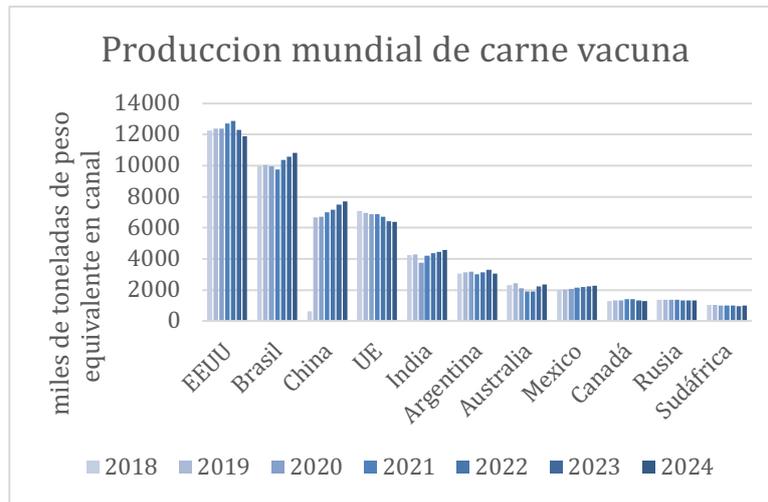
El uso de herramientas de análisis de Big Data permite descubrir correlaciones y patrones a partir de grandes cantidades de datos, a través de un enfoque interdisciplinario que combina estadística, inteligencia artificial, matemática e informática, junto con subdisciplinas como sistemas de bases de datos.

Las dimensiones fundamentales incluyen el volumen de datos, la velocidad de generación y procesamiento, la variedad de fuentes y formatos, y la veracidad o fiabilidad de los datos. Además, es crucial considerar otra dimensión clave: el valor. Este valor se obtiene al analizar los datos de manera efectiva, extrayendo patrones ocultos, tendencias y modelos de conocimiento, lo que se conoce como ciencia de datos (Soto et al., 2021).

## **2.2 Posicionamiento internacional de la Argentina:**

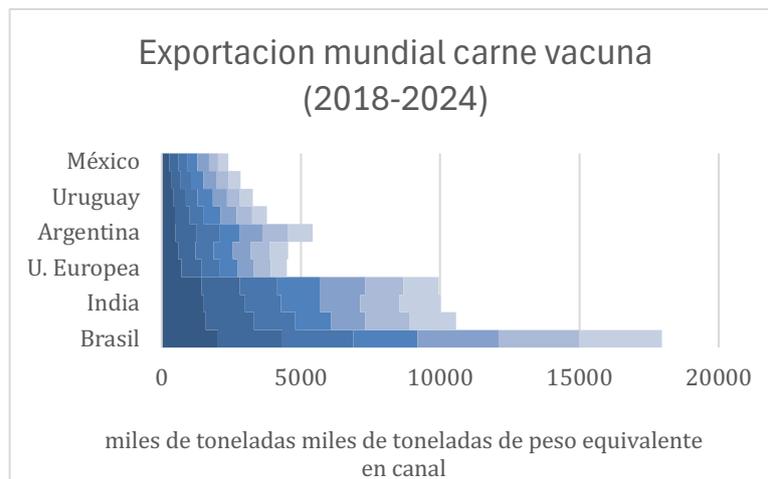
Según el último informe del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Argentina se posiciona como un actor clave en la producción y exportación de carne bovina a nivel global. En el contexto nacional, se proyecta que la producción alcanzará aproximadamente 3,3 millones de toneladas para el año 2024 (USDA, 2024), consolidándose como uno de los principales productores en el ámbito internacional.

Esta posición es el resultado de una industria ganadera que ha demostrado su capacidad de adaptación y resiliencia a lo largo de los años. Durante la pandemia de COVID-19, el sector de alimentos, incluida la producción ganadera, fue considerado esencial, lo que permitió que la actividad continuara operando en condiciones adversas (FAO, 2020).



**Figura 1.** Producción mundial de carne vacuna por país en miles de toneladas de peso equivalente en canal. Se muestra la producción total por cada país en el año correspondiente. *Fuente: elaboración propia en base a datos de USDA.*

En términos de exportaciones, Argentina se posiciona en el sexto lugar a nivel mundial, con un volumen que se estima en torno a 900 mil toneladas para el año 2024. Esto representa un crecimiento en comparación con años anteriores, lo que sugiere una recuperación en la competitividad del sector en un mercado global cada vez más exigente.



**Figura 2.** Evolución de la exportación mundial de carne vacuna (2018-2024). Se muestra el volumen de exportación promedio por país en miles de toneladas de peso equivalente en canal. *Fuente: elaboración propia en base a datos de USDA.*

Un factor clave en este aumento de las exportaciones ha sido la creciente demanda internacional, lo que ha llevado a Argentina a experimentar un incremento significativo en sus exportaciones de carne vacuna, con un notable salto del 9% en 2016 al 29% en 2020 (MAGyP, 2020).

La producción de novillos es un pilar fundamental en el mercado interno y para las exportaciones, orientadas a mercados que exigen estándares superiores. Argentina ha implementado estrategias para mejorar la calidad del novillo, logrando productos que cumplen con las exigencias internacionales en cuanto a terneza, sabor y consistencia (IPCVA, 2020), consolidando su posicionamiento en mercados globales.

Para mantener e incluso mejorar esta posición, es necesario sostener estabilidad en la producción, reduciendo la variación en la performance de los animales, en el peso de res, en el rendimiento industrial y en la rentabilidad de la actividad ganadera. La optimización de estos factores es fundamental para asegurar la competitividad en el mercado internacional.

### **2.3 Caso de estudio: Feedlot en Herrera Vegas**

Este estudio analizó el desempeño de los proveedores de animales de un feedlot ubicado en la localidad de Herrera Vegas, Partido de Hipólito Yrigoyen, Provincia de Buenos Aires. Posee una capacidad instantánea de 10 mil cabezas, para recibir 28 mil cabezas al año y utiliza el sistema "all in all out ". Esta es una estrategia de manejo en la cual todos los animales de un corral entran al mismo tiempo y salen juntos una vez que alcanzan el peso, o el tiempo objetivo para faena. Este enfoque tiene ventajas en términos de sanidad y eficiencia productiva, ya que permite un manejo homogéneo, eficiente y optimización del espacio.

El precio de compra y venta de los animales; y el alimento junto con la eficiencia en el uso, son los principales factores que influyen en la rentabilidad de un feedlot (Valor Carne, 2024). Además, otros costos relevantes incluyen los gastos de

comercialización y estructura; aunque menos significativos en porcentaje, también impactan en la rentabilidad final.

En este caso estudiado, el costo del feedlot se compone principalmente de la compra de la hacienda para invernada (Tabla 1), que representa el 56,72% del costo total, seguida por el costo de alimentación, que constituye el 30,65%. Estos dos componentes son clave para la rentabilidad del sistema.

**Tabla 1.** Estructura de costos del feedlot estudiado. Se presenta un desglose detallado de los diferentes componentes de costos involucrados en la operación del establecimiento.

Invernada	56.72%
Alimento	30.65%
Estructura	4.70%
Fletes	3.75%
Gs. Comercialización	3.53%
Sanidad	0.65%

Se buscó la combinación de variables directamente relacionadas con la eficiencia productiva de los animales: la genética y la historia nutricional/sanitaria. Dada la naturaleza intensiva del sistema de producción y la dificultad inherente a la medición precisa de estas variables, se recurrió al dato de procedencia de los animales como estimador del "efecto origen". Sin embargo, no basta con considerar la genética de manera aislada, ya que su expresión está fuertemente influenciada por factores ambientales, siendo la nutrición uno de los determinantes clave.

### **2.3.1 Nutrición**

La nutrición representa uno de los mayores determinantes ambientales de la salud y rendimiento productivo de los animales. La cantidad y calidad de los nutrientes tienen efectos directos en la expresión genética.

La epigenética estudia los cambios en la expresión génica que no implican alteraciones en la secuencia del ADN, sino modificaciones químicas que afectan cómo y cuándo se activan o desactivan los genes (Park et al. 2012).

Por lo tanto, la epigenética nutricional permite entender cómo la alimentación afecta la expresión de genes relacionados con la eficiencia productiva, tanto en términos de rendimiento de la canal como en la calidad de la carne (Park et al., 2012). Por ejemplo, características como el marmoleo de los cortes, altamente valorados por los consumidores.

Si bien el origen genético de los terneros es un determinante importante de su rendimiento productivo, este potencial sólo puede ser alcanzado plenamente bajo condiciones nutricionales tempranas adecuadas. En el trabajo de Maresca et al. (2018) se demostró que las vacas alimentadas con una dieta baja en proteína durante la gestación mostraron diferencias en la ganancia de peso preparto, lo cual podría influir indirectamente en el crecimiento y desarrollo de los terneros. Por lo tanto, al estudiar el efecto de origen en los terneros, es fundamental considerar también el entorno nutricional temprano, dado que juega un rol clave en la modulación de la expresión genética (Maresca et al., 2018; López Valiente et al., 2018).

### **2.3.2 Tecnología**

Para poder hacer este seguimiento, es esencial incorporar tecnología. Este es el caso de las caravanas electrónicas, que permiten el seguimiento individualizado de cada animal. Las mismas se introdujeron al país en el año 2017, fuera del circuito oficial. En el año 2021, el Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) adoptó oficialmente su uso, aunque de manera opcional, regulando su implementación mediante la resolución 1698/19. En esta normativa, además, estableció el procedimiento para la inscripción de proveedores de dispositivos de

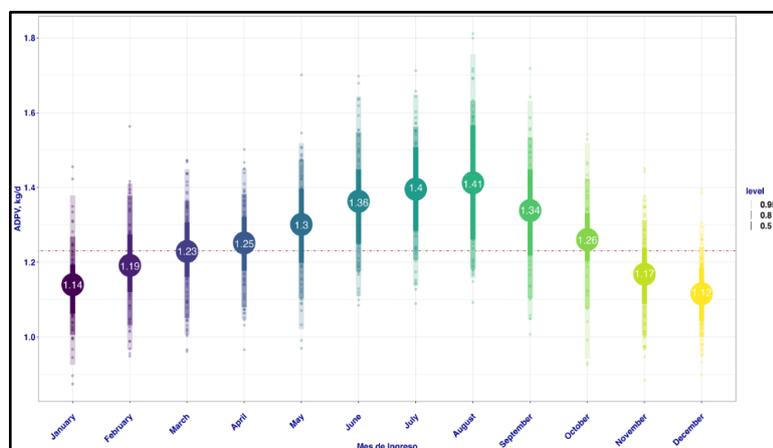
identificación electrónica y los estándares que deben cumplir los productos para garantizar la trazabilidad, en línea con las exigencias de los mercados internacionales.

El uso de esta tecnología ha experimentado un crecimiento significativo, con un aumento de ventas del 400% entre 2021 y 2022, impulsado por su capacidad de registrar y transferir información en tiempo real, lo cual es esencial para mercados externos que exigen trazabilidad estricta.

### 2.3.3 Estacionalidad

En los sistemas de encierre, la evolución del aumento diario de peso vivo (ADPV) a lo largo del año está influenciada en gran parte, por las condiciones climáticas, principalmente las altas temperaturas y la acumulación de barro en los corrales. Esto genera fluctuaciones en el rendimiento productivo y son responsables de la estacionalidad observada en el aumento diario de peso vivo (ADPV; Figura 3).

Durante los meses más cálidos, especialmente en verano, los animales enfrentan un aumento en sus requerimientos nutricionales debido al estrés calórico. Las altas temperaturas, combinadas con el barro, pueden reducir la ingesta de alimento y, por lo tanto, disminuir la eficiencia de conversión alimenticia, lo que resulta en un menor ADPV (McDowell, 1992). Por otro lado, es importante considerar que el frío también incrementa el requerimiento energético para mantener la temperatura corporal, lo que puede llevar a un incremento calórico (McDowell, 1992).



**Figura 3.** Evolución del aumento diario de peso vivo (ADPV) a lo largo del año (Serie 2017-2023). Se muestra el ADPV promedio por mes y su variabilidad.

Los animales tienen un ciclo aproximadamente de 120 días, y se observa que las temperaturas moderadas (ni frío ni calor extremo) muestran las mejores performances en el ADPV. Así, la variación estacional de las temperaturas y su impacto en el comportamiento alimentario y el metabolismo animal son determinantes clave en la fluctuación del ADPV a lo largo del año.

Para evitar la variabilidad del efecto ambiental, las comparaciones de los proveedores ocurren únicamente dentro del grupo contemporáneo, con el fin de mitigar la influencia de factores externos y asegurar que los resultados productivos reflejan las condiciones específicas del corral. La mayoría de los animales que recibieron el feedlot son recriados en el mismo lugar, por lo que no se esperan diferencias significativas que puedan derivar de variaciones en el manejo de recria.

Sin embargo, otros factores, como el transporte, la exposición a nuevos entornos y el contacto con otros animales, generan estrés, lo que activa respuestas fisiológicas, como la liberación de cortisol, afectando la calidad del producto final (Rossini, 2020). Estos factores suelen ser más notorios en los animales comercializados en mercados concentrados, que enfrentan mayores desafíos ambientales y de manejo.

#### **2.3.4 RFI**

Un aspecto crucial en la mejora de la eficiencia alimentaria en los sistemas de engorde es el consumo residual de alimento (RFI), que es un indicador de la eficiencia en la conversión de alimento en peso corporal.

El RFI mide la cantidad de alimento que un animal consume en comparación con su producción, independientemente de su tamaño o tasa de crecimiento. Animales con un RFI más bajo son considerados más eficientes, lo que significa que requieren menos alimento para alcanzar el mismo nivel de producción que aquellos con un RFI más alto. (Herd y Arthur, 2009)

Este rasgo se vuelve cada vez más relevante para los productores que buscan maximizar la rentabilidad y sostenibilidad de sus sistemas, especialmente en un contexto de creciente demanda global de productos ganaderos.

### 2.3.5 Diferencial relativo

Debido a la variabilidad explicada a lo largo del año, si se tomara el aumento diario de peso individual, pero sin estimar el efecto ambiental (fecha de inicio), podríamos tener un error en la estimación del efecto origen y no tener una visión completa y precisa del desempeño. Por esta razón, se introduce una nueva variable denominada "diferencial relativo", que se calcula como la diferencia entre la ganancia de peso individual y el promedio de la tropa. De otra manera, se podría suponer que un proveedor que gana en promedio más kilos que otro, tiene un mejor desempeño. Sin embargo, puede suceder que, al comparar con otros proveedores, su diferencial sea menor, incluso con mayores ganancias de peso.

El diferencial relativo se considera un criterio más representativo de la realidad, ya que tiene en cuenta el contexto del rendimiento.

Por otro lado, es posible que un diferencial elevado no refleja necesariamente un buen rendimiento individual, sino, por ejemplo, un bajo desempeño de los compañeros.

Así, extraer conclusiones en un momento aislado podría resultar erróneo. No obstante, este estudio abarca seis años de datos, lo que permite enfatizar la repetibilidad de los resultados, otorgando valor a la consistencia de los datos a lo largo del tiempo.

**Palabras clave:** feedlot, trazabilidad, proveedores, efecto origen, costos, rentabilidad, data.

### 3. **Objetivos**

El objetivo del presente trabajo fue identificar y clasificar a los proveedores de animales de un feedlot comercial, basándose en su eficiencia productiva en términos de ganancia de peso y consistencia en el aumento de peso a lo largo de los años.

➤ **Objetivo general:**

➤ Evaluar la existencia de una diferencia en el origen a partir de los 109.405 datos individuales relevados en un feedlot, bajo un mismo manejo y alimentación.

➤ **Objetivos específicos:**

➤ Validar y comparar la *performance* de los proveedores a lo largo del tiempo para identificar tendencias y patrones en su desempeño.

➤ Evaluar económicamente el impacto del efecto origen y su impacto en la rentabilidad de la empresa.

## 4. Metodología

Se utilizó el programa RStudio para el análisis de datos (Posit team, 2024). Adicionalmente, se emplearon los siguientes paquetes de R: **readxl**, **tidyverse**, **janitor gt**.

### 4.1 Análisis exploratorio

#### *Limpieza de datos:*

- Se cargaron y limpiaron los datos desde una planilla de Excel que contenía datos históricos de 109.405 animales de animales ingresados desde Febrero 2017 a Septiembre 2023.
- La base de datos utilizada constaba de 109.405 filas y 12 columnas con información de ("id", "fecha\_ingreso", "fecha\_final" , "peso\_inicial", "peso\_final", "tropa","duración","total\_kg", "adpv", "proveedor", "año\_ingreso","mes\_ingreso").
- Todas las columnas de tipo carácter se convirtieron a factor utilizando **mutate** y **across(where(is.character), factor)**. Este proceso implica transformar variables categóricas, de formato texto a formato factor, el cual es más apropiado para análisis estadísticos.

#### *Identificación y exclusión de valores atípicos (outliers):*

- Se desestimaron los valores atípicos utilizando una función creada por los autores para filtrar outliers: **FILTER\_OUTLIER**.
- Para determinar qué valores eran considerados atípicos, se usó el rango intercuartílico (IQR), que es la diferencia entre el tercer cuartil (Q3) y el primer cuartil (Q1). De esta forma se identificaron los valores extremos, basándose en la dispersión de los datos.
- Se estableció un umbral de 3 veces el IQR por encima de Q3 y por debajo de Q1 para excluir los datos que se encuentran fuera de este rango.
- De esta manera se agrupó por tropa y se eliminaron aquellos animales que estaban por fuera del rango buscado dentro de la tropa. Los valores fuera de estos límites se reemplazan por **NA** y posteriormente se excluyeron del análisis.

- Este método de filtrado es ampliamente utilizado en estadísticas y análisis de datos, ya que asegura que el conjunto de datos analizado sea representativo y libre de influencias desproporcionadas que puedan comprometer la integridad de los resultados (Tukey, 1977; Hoaglin et al., 1986).

***Filtro de tropas excluidas:***

- Se excluyen ciertos registros de "tropas" irrelevantes utilizando **filter** para eliminar tropas específicas que contenían errores generales imputados por el programa de gestión, que limitaban el análisis.

***Aplicación de primer filtro de proveedores:***

- Se excluyeron los proveedores que tuvieran más del 50% de los animales, lo que equivalía a más de 75 individuos, dentro de la misma tropa. Para llevar a cabo esta tarea, se agruparon los datos por "tropa" y "proveedor" utilizando **group\_by** y **filter**.

- Número de animales tras el filtro: 90.976 animales.

***Aplicación de segundo filtro para excluir tropas pequeñas:***

- La instrucción **filter(.by = c(tropa, proveedor), n() < 75)**, se usó para excluir aquellos grupos que superan el umbral de 75 individuos. Así, se garantiza que no haya concentración excesiva de animales de un solo proveedor en la misma tropa.

- Número de animales tras el segundo filtro: 80.903 animales.

***Cálculo del diferencial de ganancia de peso individual:***

- El cálculo del diferencial es un procedimiento esencial para evaluar el rendimiento individual de cada animal en comparación con el promedio de su tropa.

- Para esto, se utilizó **mutate** y **round (adpv / mean(adpv, na.rm = T) - 1, digits = 3) \* 100**.

- En esta fórmula, **adpv**, representa la ganancia de peso diaria de cada individuo. La función **mean (adpv, na.rm = T)** calcula el promedio de la ganancia

de peso de la tropa, omitiendo los valores faltantes (**NA**). Por último, al restar 1 y multiplicar por 100, se obtiene el diferencial porcentual, redondeado a tres cifras decimales.

#### 4.2 Agrupación de datos por proveedor y año

- Se agruparon los datos por las variables "proveedor" y "año" utilizando **group\_by (proveedor, año)**. Total de proveedores: 2.680

##### *Resumen de las métricas por proveedor:*

- Se realizó una tabla resumen de las métricas con el objetivo de ofrecer una visión exploratoria de los datos. De esta forma, se puede tener una mejor comprensión de la distribución de los datos.
- El uso de resúmenes descriptivos es una práctica común en análisis estadísticos, ya que permite comprender mejor la estructura de los datos y detectar anomalías o características específicas que pueden influir en el rendimiento general de los sistemas evaluados (Neter et al., 1996; Field, 2013).
- Se calculó el número de animales y otras variables:
  - **cantidad = n()**: Cuenta la cantidad de animales por proveedor.
  - **peso\_i = MEAN\_ROUND\_0(peso\_i)**: Calcula el peso inicial promedio, redondeado a 0 decimales.
  - **peso\_f = MEAN\_ROUND\_0(peso\_f)**: Calcula el peso final promedio, redondeado a 0 decimales.
  - **adpv\_prom = round(mean(adpv, na.rm = T), 3)**: Calcula el ADPV (aumento diario de peso vivo) promedio, redondeado a 3 decimales.
  - **diferencial = round(mean(diferencial, na.rm = T), 3)**: Calcula el diferencial promedio del ADPV, redondeado a 3 decimales.

- A partir de esta tabla, no se observó ninguna relación entre el peso inicial y el diferencial estimado.

***Filtrado de proveedores con pocos animales:***

- Para asegurar que los proveedores incluidos en el análisis tengan una representación adecuada, se aplicó un filtro para excluir a proveedores con menos de 50 animales al año utilizando. Para ello se usó esta función **filter (.by = c(proveedor, ano), cantidad > 50)**.

***Filtrado de proveedores con menos de 4 años de información:***

- Se excluyeron proveedores con menos de 4 años de datos utilizando **filter (.by = c(proveedor), n() > 3)**.
- Este criterio es relevante porque la disponibilidad de un historial suficiente permite realizar un análisis más robusto. Un número limitado de años de datos podría no reflejar adecuadamente las variaciones estacionales o fluctuaciones en el rendimiento.

- Total de proveedores tras el proceso de filtrado: 20

***Gráfico por proveedor:***

- Se realizó un gráfico de cajas (Figura 4), para comparar el diferencial por proveedor y año. Es una representación visual útil para identificar la variabilidad y dispersión de los datos.

### **4.3 Modelo Mixto**

***Carga de las librerías necesarias:***

- El modelo mixto, se construyó con las librerías **lme4** y **lmerTest** son herramientas esenciales para realizar análisis y obtener los parámetros del modelo.

**Modelo con efectos fijos (año) y aleatorio (proveedor):**

- Los modelos mixtos son particularmente útiles cuando se trata de analizar datos en los que algunas variables son consideradas como efectos fijos, mientras que otras variables aleatorias.
- Gelman y Hill (2007) explicaron que los efectos fijos se utilizan para analizar variables de interés, cuyos valores representan una población finita que se desea evaluar en el modelo. Se miden de manera precisa y son constantes.
- Los efectos aleatorios se refieren a factores que pueden influir en los resultados de manera no constante, es decir, su efecto puede variar entre observaciones o grupos
- Después de hacer pruebas, se decidió que tanto el año como el proveedor se considerarían efectos fijos.
- Se utilizó **lm (diferencial ~ ano + proveedor + 0, data = proveedor\_x\_año)**.

**Resumen del modelo:**

- Mediante **summary (lmm\_model)** se obtuvieron los coeficientes del modelo, que incluyen:
  - Estimaciones del efecto de cada año y proveedor sobre el diferencial.
  - Errores estándar, valores de t, y p-valores para cada coeficiente. Para cada coeficiente, el modelo incluye su **error estándar**, el valor t (que mide la relación entre el coeficiente estimado y su error estándar), y su **p-valor**, que indica la significancia estadística. En este caso, el proveedor mostró una significancia considerable.
    - **R-cuadrado múltiple:** 0,6174, lo que indica que el modelo explica el 61.74% de la variación en el diferencial.

- **R-cuadrado ajustado:** 0,4667, es una versión ajustada del R-cuadrado, que tiene en cuenta el número de predictores en el modelo y penaliza la inclusión de variables adicionales que no aportan suficiente información.
- **F-statistic:** 4,097, con un p-valor de 1,9e-06. El valor F de 4,097 y el p-valor de 1,9e-06 sugieren que el modelo en su conjunto es estadísticamente significativo, indicando que al menos uno de los predictores tiene un efecto relevante.

#### ***Análisis de la varianza (ANOVA):***

- Se utilizó **anova (Imm\_model)** para realizar un análisis de varianza:
- El factor "proveedor" es altamente significativo (**p < 0,001**), lo que sugiere que el proveedor tiene un impacto importante en el diferencial.
- El factor "año" no es significativo (**p = 0,1161**) lo que sugiere que las diferencias en el año no son determinantes para el diferencial de ADPV.
- Que el factor "año" no sea significativo indica que las variaciones entre años no tienen un efecto estadísticamente importante en el diferencial de ADPV. Esto sugiere que los resultados son consistentes a lo largo de los años. Es decir, los animales muestran un rendimiento estable a lo largo de los años, no impactado fuertemente por variaciones externas.
- En cambio, el efecto proveedor fue significativo. Este hallazgo confirma el valor de este estudio, que precisamente tiene como objetivo identificar y diferenciar las distintas performances entre proveedores.

#### ***Evaluación del rendimiento del modelo:***

- Se evaluó el rendimiento del modelo utilizando performance: **model\_performance (Imm\_model): AIC: 507,9** (un valor más bajo indica un mejor ajuste del modelo).

### **Verificación del modelo:**

- Se comprobó el modelo con performance: **check\_model (Imm\_model)** para chequear los parámetros del modelo, lo que ayuda a asegurarse de que el modelo cumple con los requisitos de normalidad y homogeneidad de los residuos.

### **Gráfico de los resultados del modelo**

- Para visualizar los resultados del modelo, se realizó un gráfico que muestra el efecto del proveedor sobre el diferencial (Figura 5).
- Se extrajeron coeficientes y resultados del modelo (Figuras 7, 8, 9)

## **4.4 Cálculo de indicadores productivos y económicos**

Se abordó el cálculo de indicadores productivos y económicos.

**Datos productivos:** Para poder realizar proyecciones, se estandarizaron las siguientes variables.

❖ **Ganancia diaria de peso promedio (ADPV histórico):** La ganancia promedio diaria de los animales es de 1,269 kg.

❖ **Peso inicial:** Los animales ingresan al corral con un peso promedio de 310 kg.

❖ **Duración en corral:** El ciclo de engorde tiene una duración promedio de 121 días

❖ **Consumo de materia seca por día:** Cada animal consume en promedio 9,7 kg de materia seca por día.

**Datos económicos:** Se tomaron los datos históricos de compra de la empresa desde el año 2017 hasta la actualidad, desglosado por mes y expresado en dólares. En el caso de maíz, se usó la referencia MATBA en el mismo periodo.

❖ **Precio de compra:** 1,79 USD por kg para la invernada.

- ❖ **Precio de venta:** 1,88 USD por kg para el gordo.
- ❖ **Costo del maíz:** 182,8 USD por tonelada, ajustado por 25% de gastos comerciales, obteniendo un costo de oportunidad de **137,1 USD/tn**.
- ❖ **Concentrado proteico (10% inclusión):** 333,5 USD/tn. Sí bien no es referencia a la ración que se utiliza normalmente en el feedlot, se utilizó este ingrediente para tener valores de referencia y extrapolable a cualquier planteo.
- ❖ **Ración en kg de materia seca:** Ajustada a la proporción de maíz (90%) y concentrado proteico (10%).

#### ***Rentabilidad por proveedor:***

Se presenta el procedimiento para estimar la rentabilidad por proveedor. En primer lugar, se estima el aumento diario de peso promedio ajustado mediante la siguiente fórmula:

$$ADPV_{ajustado} = ADPV_{prom\_historico} \times \left(1 + \frac{estimate}{100}\right)$$

❖ **ADPV\_prom\_histórico:** Es la ganancia diaria promedio de peso obtenida históricamente, en este caso 1,269 kg/día.

❖ **Estimate:** Corresponde al porcentaje de ajuste del modelo estadístico.

Además, se calculó el **índice de conversión alimenticia (kg MS / kg PV)** para estimar los costos de producción. Se calcula como:

$$ICA = \frac{Consumo\_MS\_dia}{ADPV_{ajustado}}$$

❖ **Consumo\_MS\_día (kg MS / día):** Es el consumo de materia seca por animal por día (9,7 kg/día).

❖ **ADPV ajustado (kg / día):** Es la ganancia de peso ajustada calculada previamente.

***Cálculo de costos y rentabilidad:***

- **Costo de compra:** Basado en el precio por kg de animal al ingresar al encierre (1,79 USD/kg). Corresponde a valores de referencia de un novillito de invernada de 310-320 kg.

- **Costo de alimentación:** Calculado en función del consumo diario de materia seca, la proporción de maíz (90%) y concentrado proteico (10%), y un 12% de gastos operativos del feedlot.

- **Peso Final:** Estimado a partir del peso inicial y el producto del ADPV estimado y la duración promedio del feedlot (121 días).

- **Ganancia final:** Estimada a partir del precio de venta del animal gordo (1,88 USD/kg) y el peso final

Según los resultados anteriores, se calculó el margen por cabeza a partir de las siguientes fórmulas:

$$\text{Margen\_corral} = \text{Ingreso\_venta} - (\text{Costo\_compra} + \text{Costo\_alimentación})$$

$$\text{Renta} = \frac{\text{Margen\_corral}}{\text{Costo\_compra} + \text{Costo\_alimentación}} \times 100$$

## 5. Resultados

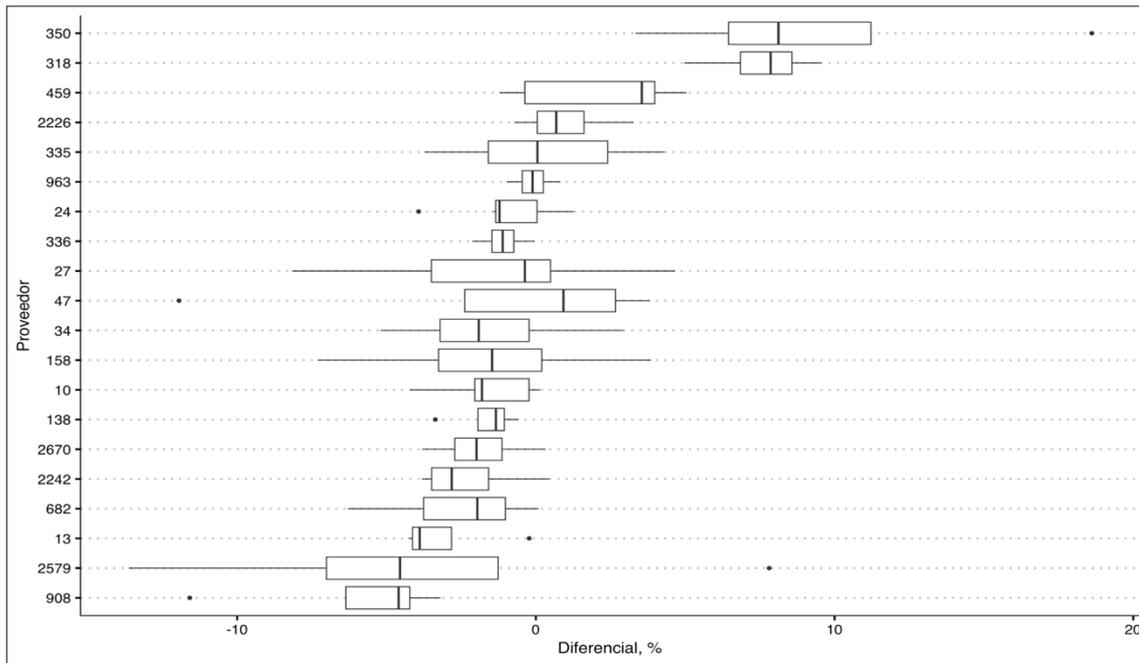
### 5.1 Volumen:

**Tabla 2:** Se presentan datos de los 20 proveedores analizados, en función del número de años de entrega, la cantidad total de animales entregados y el promedio de entrega anual por proveedor. Se ordenan de mayor a menor según cantidad en promedio por año.

Proveedor	Cantidad de años	Cantidad total	Cantidad promedio
24	7	3952	565
318	4	1688	422
682	6	1690	282
335	6	1679	280
963	4	890	222
350	4	752	188
2242	5	751	150
2579	4	562	140
336	4	543	136
47	6	810	135
27	7	844	121
2226	4	472	118
138	6	677	113
2670	4	448	112
158	4	423	106
34	4	400	100
459	6	462	77
908	4	302	76
30	7	498	71
13	5	329	66

### 5.2 Variabilidad:

El gráfico de cajas y bigotes (Figura 4) muestra la distribución de los diferenciales porcentuales entre diversos proveedores a lo largo del tiempo, donde se observa que el 50% de los datos se encuentra dentro del rango intercuartílico (IQR), y hasta el 90% de los datos dentro de las líneas o bigotes, mientras que los valores fuera de este rango son considerados outliers.



**Figura 4:** Distribución de los diferenciales porcentuales entre diversos proveedores a lo largo del tiempo. Se muestra hasta el 50% en las cajas y el 90% en las líneas.

Se destaca que algunos proveedores, como los identificados con los números 908 y 13, presentan un diferencial negativo constante, lo que sugiere un patrón persistente de bajo rendimiento, probablemente atribuible al origen de la cría, en particular con las deficiencias en la nutrición temprana. Como se planteó en la introducción, según estudios de López Valiente, una nutrición insuficiente en las etapas iniciales de vida, especialmente la falta de proteínas limita el desarrollo óptimo y la capacidad de conversión eficiente de nutrientes en fases posteriores.

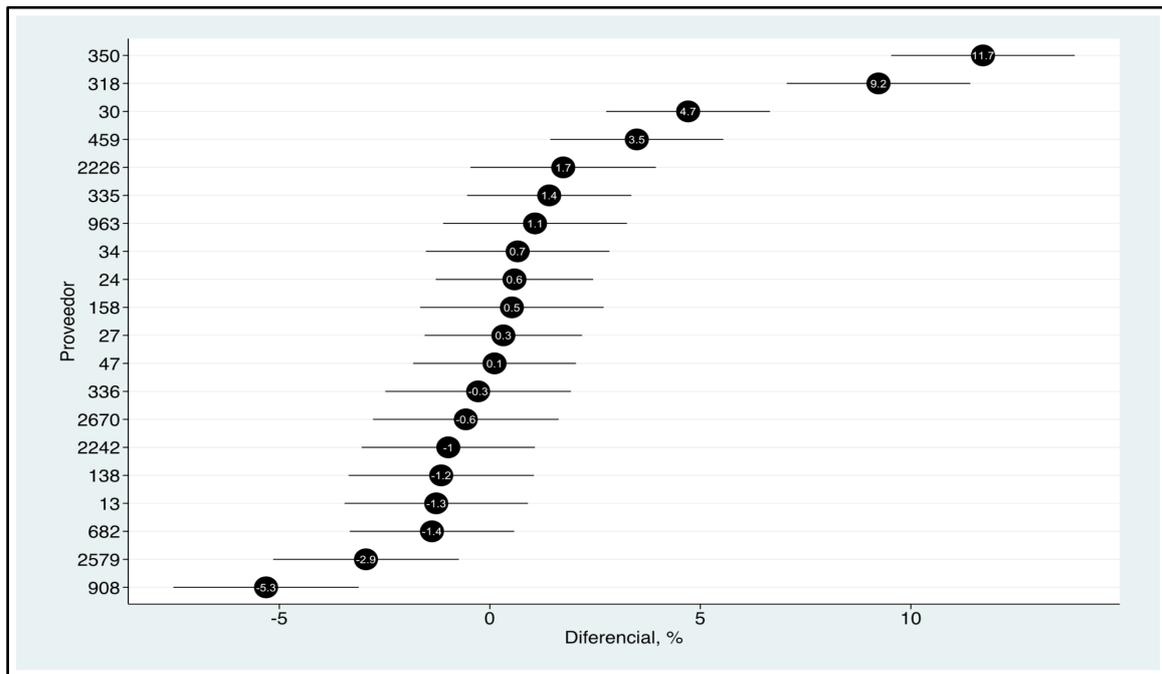
En el caso del proveedor 2579, aunque también muestra en general un rendimiento inferior, tiene un año en el que el diferencial se encuentra por encima de 0. Esto indica que, a pesar de su tendencia hacia el bajo rendimiento, puede haber variaciones excepcionales que lo posicionan temporalmente mejor, aunque dichos valores pueden aparecer como outliers en el análisis estadístico.

Otros proveedores muestran mayor variabilidad en sus datos, con diferenciales que oscilan entre valores negativos, cercanos a cero, e incluso positivos, lo que refleja un desempeño más fluctuante.

### 5.3 Diferencial

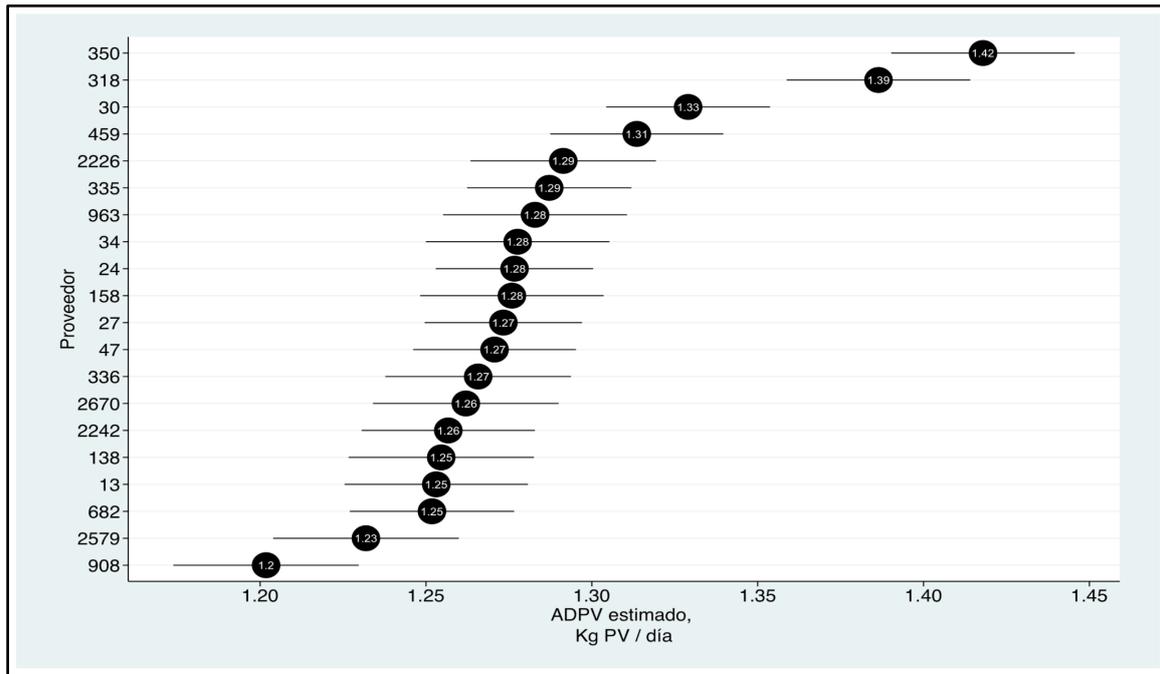
A continuación, se presenta el gráfico resultante del análisis, el cual deriva del modelo seleccionado.

El gráfico (Figura 5) incluye tanto los valores reales como el intervalo de confianza (representado por la línea). Este intervalo de confianza proporciona una estimación del rango dentro del cual puede variar el rendimiento del proveedor, permitiendo visualizar desde qué tan favorable hasta qué tan desfavorable puede llegar a ser su desempeño.



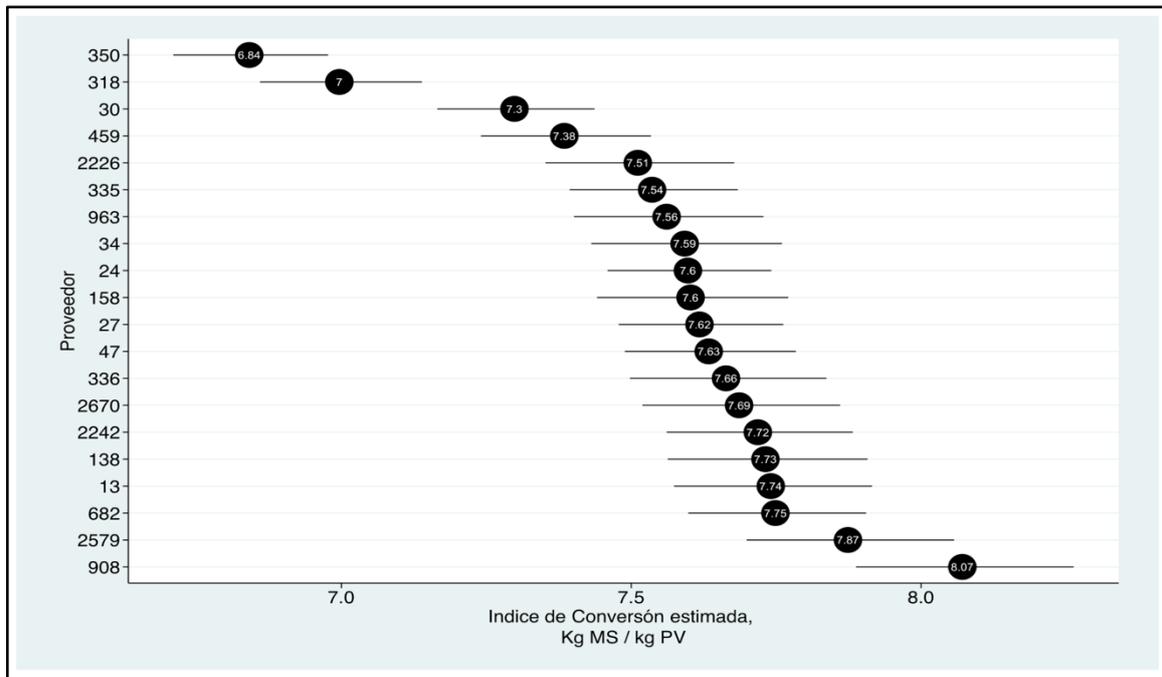
**Figura 5.** Evolución del diferencial relativo del aumento diario de peso vivo (ADPV) a lo largo del año (Serie 2017-2023). Se muestra la media promedio por mes para cada proveedor, en base al modelo, junto con su variabilidad.

En el caso del siguiente gráfico (Figura 6), los círculos representan la media estimada de ADPV para cada proveedor, mientras que las líneas horizontales corresponden a los intervalos de confianza, lo que permite observar la variabilidad.



**Figura 6:** Estimación de aumento diario de peso vivo (ADPV) por proveedor. Se presenta la ADPV en kilogramos por día (Kg PV/día) para cada proveedor, ordenados de menor a mayor.

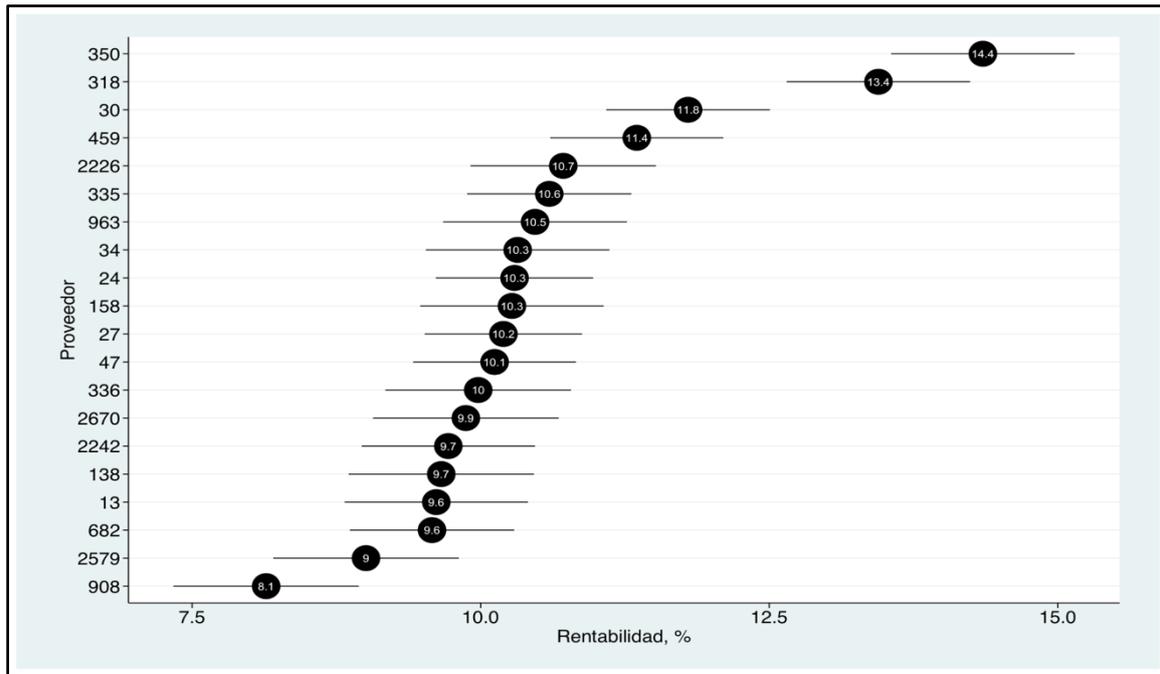
El siguiente punto por analizar fue el índice de conversión (Figura 7). Aquí un valor más bajo indica mayor eficiencia en la utilización de alimento para convertirlo en peso vivo. Las líneas horizontales representan los intervalos de confianza, ilustrando la variabilidad en la eficiencia alimenticia entre los proveedores.



**Figura 7:** Estimación del índice de conversión promedio junto con su desvío para cada proveedor en base al modelo. En este gráfico se muestra el índice de conversión estimada (expresado en Kg de materia seca/ Kg de peso vivo ganado) para cada proveedor, también ordenados de menor a mayor.

#### 5.4 Renta:

El gráfico de puntos muestra la distribución de rentabilidad entre diferentes proveedores durante los últimos 8 años (Figura 8). El eje X muestra la rentabilidad (% en USD), que varía de 8,1 a 14,4. Esto representa el ingreso derivado de cada proveedor. En el eje Y se observan los diferentes proveedores, organizados en orden ascendente según su rentabilidad. Cada punto en el gráfico corresponde a la rentabilidad lograda por un proveedor y su desvío estándar calculado en el modelo.



**Figura 8:** Evolución de la renta de los diferentes proveedores a lo largo del tiempo. Se muestra la renta promedio esperada en base a proyecciones con el modelo estadístico mixto.

A partir de los datos recolectados y utilizando la fórmula previamente detallada, se presenta el margen promedio del establecimiento (Tabla 3). Para este cálculo, se consideró el ingreso por venta, el cual se compone del peso final (calculado en base ADPV promedio por día del establecimiento y un ciclo de 121 días) por el precio de venta obtenido a partir de datos históricos de la empresa.

A este ingreso se le descontó el costo de la compra, compuesto por peso inicial y precio de compra, además de los costos de alimentación y los gastos operativos asociados.

**Tabla 3.** Se presenta el margen promedio de la empresa por animal calculado en base al ingreso por venta, menos los costos de compra, alimentación y gastos operativos. Teniendo en cuenta ADPV promedio según datos históricos.

Ganancia de peso promedio (KgPV/día)	1.27
Precio compra (usd/KgPV)	1.79
Precio venta (usd/KgPV)	1.88
Peso Inicial (kg)	310
Peso Final (kg)	463.55
Días en el corral (d)	121
Costos de alimentacion (usd/día)	1.71
Gastos operativos (usd)	24.83
<b>Margen Promedio (usd)</b>	<b>84.8</b>
Margen por Kg	0.27

Considerando la performance esperada de los proveedores, se seleccionaron tres proveedores diferentes para el análisis. El proveedor 350, que presenta el mejor rendimiento; el proveedor 47, cuyo margen se encuentra en línea con el promedio; y, finalmente, el proveedor 980, cuyo margen se sitúa por debajo del promedio.

**Tabla 4.** Se presenta el margen promedio esperado de cada proveedor por animal calculado en base al ingreso por venta, menos los costos de compra, alimentación y gastos operativos. Teniendo en cuenta la ADPV estimada para cada uno según el modelo.

	Proveedor 350	Proveedor 47	Proveedor 980
Peso Inicial (Kg)	310	310	310
Ganancia de peso (KgPV/día)	1.42	1.27	1.20
Duracion días corral (día)	121	121	121
Costos de alimentacion (usd/día)	1.71	1.71	1.71
Precio compra (usd/KgPV)	1.79	1.79	1.79
Precio venta (usd/KgPV)	1.88	1.88	1.88
Peso final (Kg)	481.82	463.67	455.20
Gastos operativos (usd)	24.83	24.83	24.83
<b>Margen (usd)</b>	<b>119.2</b>	<b>85.1</b>	<b>69.1</b>
Margen por Kg	0.38	0.27	0.22
Diferencia con el Margen promedio	40%	0%	-19%
Precio limite para mantener el margen promedio (usd/KgPV)	1.90	1.79	1.74
Diferencia entre precio de compra y precio limite (usd/KgPV)	0.11	0.00	-0.05

## 6. Discusión general

Los resultados obtenidos en este estudio evidencian una variabilidad notable en el rendimiento de los distintos proveedores. Para sustentar y contrastar estos hallazgos, se tomaron en cuenta tres trabajos relevantes: " Base fisiológica para la ingesta de alimento residual (Arthur et al., 2004)", "Reducir el costo de la producción de carne a través de la mejora genética en la ingesta residual de alimentos (Herd et al., 2009)", "Eficiencia alimenticia en ganado de carne McGee (2014)".

La disparidad observada no sólo pone a prueba la calidad de gestión de cada proveedor, sino que también enfatiza la importancia de medición, recopilación y análisis de datos, conforme a los principios expuestos en la metodología. Arthur et al. (2004), describen como evaluar la performance de cada proveedor (en este caso específico el origen), podría marcar diferencias en el desempeño productivo. En su trabajo, explica que son cinco los procesos fisiológicos que contribuyen a la variación en la performance: la ingesta de alimento, la digestión, el metabolismo (anabolismo y catabolismo, incluyendo la variación en la composición corporal), la actividad física y la termorregulación; y estas dinámicas influenciadas por su origen, pueden impactar en el desempeño productivo y, por ende, en el margen de rentabilidad.

A través del análisis exploratorio inicial, es posible responder a preguntas clave como: ¿Qué tan significativa es la elección del proveedor en la compra? y ¿Cuánto puede verse afectado el margen de la actividad en función de esa decisión? En la bibliografía consultada, uno de los aspectos recurrentes es el impacto genético, especialmente en estudios experimentales. Sin embargo, estas investigaciones no se extienden hacia la validación en sistemas comerciales, limitándose al ámbito experimental. Esto deja un vacío significativo en la generación de datos concretos aplicables a contextos reales.

En este estudio, mediante la aplicación del modelo estadístico, se cuantificaron estas respuestas, y los hallazgos mostraron diferencias sustanciales, lo cual confirma la hipótesis de que, según los distintos orígenes de los proveedores, se observan variaciones significativas en la performance. Este trabajo ofrece una perspectiva práctica que combina un enfoque metodológico con resultados aplicables

a la realidad del sector, algo que hasta el momento no había sido explorado con profundidad.

Se podría pensar que algunos proveedores que entregan un número reducido de animales podrían evidenciar una variabilidad en su performance de un año a otro, influenciada por la calidad y el tipo de animales comercializados, ya sean de cabeza o de cola de parición. Sin embargo, analizando los resultados se observa que esto no necesariamente ocurre.

Al analizar a los proveedores con menor volumen de entrega (Tabla 2), se observa que el proveedor 13, que presenta un promedio de 66 animales anuales, exhibe un rendimiento superior al del proveedor 908, que entregó un promedio de 76 animales por año. Es decir que, en este caso, a pesar de entregar menor volumen, la performance esperada fue superior. De todas maneras, ambos proveedores se sitúan entre las cinco peores performances de los 20 proveedores analizados. En contraste, el proveedor 459, que entregó un promedio de 77 animales (prácticamente la misma cantidad que el proveedor 908), ocupa la posición 17 de 20 en términos de performance, siendo muy superior.

Por otro lado, al examinar los proveedores con mayor volumen de entrega, se destaca el proveedor 24, que es el que más animales entregó, con un promedio de 565 anuales. No obstante, su rendimiento sería inferior al del proveedor 459, posicionándose en el puesto 12 de 20.

Este hallazgo sugiere que la cantidad de animales entregados no necesariamente se correlacionaría con la performance y reforzaría la hipótesis de que las diferencias en rendimiento estarían relacionadas con el origen junto al manejo de cría. Heard (2009), explica que existe variación genética en la eficiencia alimentaria, que la eficiencia alimentaria es moderadamente hereditaria y que existe el potencial de reducir el costo de la producción de carne a través de la selección de ganado eficiente (Herd et al., 2009).

En términos teóricos, se propuso el uso del "diferencial" como una herramienta para comprender mejor las dinámicas de rendimiento en sistemas de engorde. Este indicador representa la diferencia entre la ganancia de peso individual y el promedio

de la tropa (grupo de contemporáneo). Herd (2009), en su trabajo explica que la eficiencia alimenticia en la producción de carne bovina puede evaluarse desde distintos enfoques y niveles, desde el animal individual hasta el sistema de producción en su conjunto. En este estudio, se realizaron filtros de información, debido a la necesidad de un análisis a nivel individual y para identificar patrones de eficiencia. El análisis de la ganancia de peso individual, en comparación con el promedio, revela patrones de eficiencia que de otro modo quedarían ocultos en las métricas generales de la tropa.

En este caso de estudio, a partir del análisis, se concluyó que ciertos proveedores se mantienen consistentemente por debajo de la media (Figura 4).

Al comparar el diferencial de análisis exploratorio con el diferencial según el modelo, se observa que la mayoría de los proveedores mantienen su posición relativa en ambos análisis. Esto implica que las conclusiones extraídas son robustas y que el modelo valida las tendencias observadas en el análisis exploratorio.

En cuanto a los otros resultados que arroja el modelo, el ADPV estimado (Figura 6), el índice de conversión (Figura 7) y la renta (Figura 8), muestran un ranking idéntico entre la performance que se esperaría para esas variables entre los 20 proveedores analizados. De esta forma, el proveedor 908 sería el de más bajo performance tanto de ADPV, índice de conversión y rentabilidad y en contraposición el 350 el superior en cuanto a las mismas variables.

Investigaciones realizadas por Teagasc y la UCD han demostrado que, dentro de cualquier población de ganado y dentro de la misma raza, puede haber una diferencia superior al 20% entre los animales más eficientes y los menos eficientes, manteniendo el mismo nivel de crecimiento y rendimiento (McGee, 2009). También se ha comprobado que, genéticamente, no está asociada de forma antagónica con rasgos deseables de crecimiento o calidad de la canal en el ganado de engorde (McGee, 2009). Esta correlación indica que a medida que mejora uno de estos indicadores, también lo hacen los otros. En su trabajo, explica que los proveedores con altos ADPV también tienden a tener mejores índices de conversión, aumento de ADPV y mayores rentas, en condiciones de producción intensiva, sugiriendo que estos parámetros están interrelacionados.

Es importante recordar, sin embargo, que en este análisis se asumió un consumo teórico uniforme para todos los animales. Aunque en la práctica no todos consumen la misma cantidad, esta suposición permitió realizar estimaciones. En un corral comercial, el consumo individual no se mide, y, por lo tanto, no se dispone de información precisa sobre la cantidad ingerida por cada animal en particular, aunque este valor es medible. Una medida alternativa de eficiencia alimenticia, genéticamente independiente del crecimiento y del tamaño corporal, es el consumo residual de alimento (RFI, por sus siglas en inglés), también conocido como eficiencia alimenticia neta o consumo neto de alimento. (McGee, 2009).

La ausencia de datos sobre el índice de eficiencia alimentaria residual (RFI) en situaciones cotidianas limita la capacidad de obtener conclusiones sólidas sobre la eficiencia de conversión de los animales. Como menciona McGee, el RFI es un indicador clave para entender la relación entre la ingesta de alimento y el crecimiento, y su medición podría proporcionar una visión más completa sobre la eficiencia de los proveedores.

En este caso de estudio, los proveedores con un mejor índice de conversión, es decir, que requieren menos kilos de alimento por kilo de carne producida; lograrían una rentabilidad más alta. La variación en el índice de conversión, que oscila entre 6.9 kg y 8.07 kg, explica las diferencias significativas en el ingreso "renta", siendo las variaciones entre los proveedores sustanciales. El proveedor más eficiente lograría una renta de 14,4%, mientras que el menos eficiente alcanzaría un valor de 8,1%. Esta diferencia de 6,3 puntos porcentuales, en términos relativos representaría un aumento del 77,78% en la tasa de renta, donde se explica la diferencia de 1,17 kg de alimento por kilo de carne producido.

Aunque Herd et al. (2009) señalan que el alto costo inicial de identificar animales superiores en eficiencia alimentaria constituye una barrera para la adopción rápida de esta tecnología, los resultados obtenidos en este estudio resaltan la relevancia de superar dichas limitaciones. Según Herd (2009), puede haber hasta un 20% de diferencia en la eficiencia entre los animales más y menos eficientes dentro de la misma población. Sin embargo, las diferencias observadas en este análisis son significativamente mayores, lo que subraya el impacto económico que puede tener una adecuada selección de animales eficientes.

Se presenta un análisis comparativo entre tres proveedores 350, 47 y 980 (Tabla 4). El proveedor 350 muestra un margen 40% superior al promedio. Este resultado se debe a su alta ADPV (1,42 kg/día), que le permite alcanzar un mayor peso final (481,82 kg) en el mismo período de engorde que los demás. El proveedor 47, con un margen igual al promedio, actúa como un proveedor de referencia, ya que representa el nivel de rentabilidad esperable. Por último, el proveedor 980 presenta un margen 19% inferior al promedio. Esto se atribuye a su ADPV esperable (1,20 kg/día), lo que resulta en un peso final inferior (455,20 kg).

La tabla también indica el "precio límite" que podría pagarse a cada proveedor para mantener el margen promedio. En el caso del proveedor 350, cuyo rendimiento es superior, podría pagarse hasta 0,11 USD adicionales por kilogramo de carne sin afectar negativamente el margen promedio, lo que significa 6,15% del precio de compra. En contraposición, por los resultados esperables del proveedor 980, le estaría pagando 0,05 USD/kg por encima (2,79%), teniendo en cuenta su performance para mantener el margen promedio.

Sin embargo, y aunque el ADPV junto con la rentabilidad estarían interrelacionados (mejorando uno, mejora el otro), se llegó a la conclusión que el ADPV no es el único factor que condiciona la renta. Como fue mencionado anteriormente, la estacionalidad afecta el momento de la ganancia de peso (Figura 4). Esto explicaría por qué un mayor ADPV no siempre se traduciría en un mayor ingreso. En este caso de estudio, hay una tendencia a que los proveedores con altos ADPV presenten diferenciales positivos o cercanos a cero. Sin embargo, no es una regla general. Esta variabilidad sugiere que el ADPV no está directamente correlacionado con el diferencial en todos los casos, aunque tampoco se espera una relación inversa.

## **7. Conclusión**

Los resultados obtenidos revelan que el rendimiento de los proveedores en sistemas de engorde no es homogéneo y está sujeto a variaciones significativas. La persistencia de ciertos proveedores en presentar resultados consistentemente por debajo de la media demuestra que estos datos pueden orientar la toma de decisiones en la selección de proveedores, priorizando la adquisición de terneros provenientes de aquellos con mejores desempeños.

Además, es relevante destacar que los animales con mayor eficiencia alimenticia generan menos desechos y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) por cada kilogramo de carne producida. Por lo tanto, los sistemas de producción que priorizan la eficiencia no solo resultan más rentables, sino que también contribuyen a disminuir la huella ambiental de la ganadería.

## **Bibliografía**

Arthur, P. F., J. A. Archer, & R. M. Herd. (2004). **Feed intake and efficiency in beef cattle**. *Australian Journal of Agricultural Research*, 44(5), 361–369.

Colombatto, D., & R. I. Albornoz (2011). **Tipos y formas de engorde a corral**. *Sitio Argentino de Producción Animal*, 17.

FAO. (2011). **World Livestock 2011: Livestock in food security**. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.

FAO. (2020). **COVID-19 and the impact on food security and agriculture**. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*.

Field, A. (2013). **Discovering statistics using IBM SPSS Statistics (4th ed.)**. *SAGE Publications*.

Gelman, A., & Hill, J. (2007). **Data analysis using regression and multilevel/hierarchical models**. *Cambridge University Press*.

Herd, R. M., & P. F. Arthur. (2009). **Physiological basis for residual feed intake**. *Journal of Animal Science*.

Kamilaris, A., K. Artakoullis, & F. Prenafeta-Boldú. (2017). **A review on the practice of big data analysis in agriculture**. *Computers and Electronics in Agriculture*, 143, 23-37.

Maresca, S., O.S. López Valiente, A. M. Rodríguez, R.A Palladino, I.M Lacau, N. M Long, & G. Quintans (2018). **Effect of protein restriction of Angus cows during late gestation: Subsequent reproductive performance and milk yield**. *The Professional Animal Scientist*, 34(3), 261-268.

McDowell, L. R. (1992). **Minerals for grazing ruminants in tropical regions**. *University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences*.

McGee, M. (2014). **Feed Efficiency in Beef Finishing Systems**. *Teagasc, Grange Animal & Grassland Research and Innovation Centre, Dunsany, Co. Meath*.

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina. (2019). **Informe de Situación Ganadera**. *Gobierno de Argentina*.

Park, L. K., S. Friso, & S. W. Choi, (2012). **Nutritional influences on epigenetics and age-related disease**. *Proceedings of the Nutrition Society*.

Pereda, E. (2005). **Buscando empresas sustentables mediante la integración de actividades.** *CREA, (No 297), 40-42.*

Posit team. (2024). **RStudio: Integrated Development Environment for R.** *Posit Software, PBC.*

Rossini, G. (2020). **Competencia en Remates Ferias de Ganado Vacuno: Factores que Afectan el Número Total de Ofertas Realizadas por los Compradores.** *SciELO Argentina.*

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina. (2021). **Ficha sectorial: Carne bovina.** *Gobierno de Argentina.*

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina. (2023). **Informe de cierre de existencias bovinaS.** *Gobierno de Argentina.*

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca de Argentina. (2024). **Nuevo pronóstico del USDA sobre la carne bovina.**

Soto, I., A. Jara, , M. Pinto, & C. Gomes (2021). **Big Data and Machine Learning in Smart Farming: A Systematic Review.** *Electronics, 10(5), 552.*

Tukey, J. W. (1977). **Exploratory Data Analysis.** *Addison-Wesley.*

USDA. (2020). **Livestock and Poultry: World Markets and Trade.** *United States Department of Agriculture.*

Valor Carne. (2024). **Feedlot: La importancia de la escala – Factores que determinan la rentabilidad de los establecimientos de engorde a corral.**