UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE UN SISTEMA DE AUTOPESAJE EN VACAS DE CRÍA SOBRE CAMPO NATURAL

por

Victoria María CARRAU GARCÍA

Trabajo final de grado
presentado como uno de los
requisitos para obtener el
título de Ingeniero Agrónomo

MONTEVIDEO
URUGUAY
2026

Este Trabajo Final de Grado se distribuye bajo licencia

"Creative Commons **Reconocimiento – No Comercial – Sin Obra Derivada**".



PÁGINA DE APROBACIÓN

Trabajo final de grado aprobado por:

Director/a:

_____

Ing. Agr. (Dra.) Ana C. Espasandin

_____

Ing. Agr. Martín Claramunt

Tribunal:

_____

Ing. Agr. (Dra.) Ana C. Espasandin

_____

Ing. Agr. (Dra.) Stefanía Pancini

_____

Ing. Agr. (Mag.) Andrea Larracharte

Fecha: 27 de marzo de 2026

Estudiantes:

_____

Victoria María Carrau García

AGRADECIMIENTOS

A mi tutora Ing. Agr. PhD. Ana. C. Espasandin, por su orientación, compromiso y aliento en este trabajo, así como el apoyo a lo largo de la carrera y también en esta etapa final.

A la Estación Experimental Prof. Bernardo Rosengurtt por brindarme el espacio y los recursos necesarios para llevar a cabo esta investigación. A su equipo de trabajo, por su disposición y colaboración. A mi cotutor el Ing. Martín Claramunt por toda su compañía y apoyo durante el trabajo.

A mi familias y amigos, que me han acompañado brindando consejo y apoyo durante toda la carrera, siendo un pilar fundamental en el crecimiento personal y profesional.

A mis compañeros de facultad, con quienes compartí esfuerzos, aprendizajes y experiencias que hicieron de este recorrido una etapa enriquecedora, llena de desafíos y gratificaciones

Por último, pero no menos importante a Dios, por ser guía y fortaleza en cada etapa de este camino, brindando luz en los momentos de desafío y motivación para seguir adelante.

TABLA DE CONTENIDO

PÁGINA DE APROBACIÓN 3
AGRADECIMIENTOS 4
LISTA DE TABLAS Y FIGURAS 6
RESUMEN 7
SUMMARY 8
1. INTRODUCCIÓN 9
1.1 OBJETIVOS 10
1.1.1 General 10
1.1.2 Específicos 10
2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA 11
2.1 IMPORTANCIA DEL PESO VIVO 11
2.2 MÉTODO DE REGISTRO DEL PESO VIVO 12
2.2.1 Método convencional 12
2.2.2 Métodos indirectos, estimación a partir de medidas corporales 14
2.2.3 Estimación de dimensiones y peso mediante imágenes 15
2.2.4 Método de pesaje automático 17
2.3 BALANZA OPTIWEIGH 17
2.3.1 Historia 18
2.3.2 Funcionamiento 18
2.3.3 Ventajas y aplicaciones de los sistemas de autopesaje 20
2.4 DIFERENCIA EN EL PESO VIVO DE UN ANIMAL VACÍO Y LLENO 21
3. MATERIALES Y MÉTODOS 23
3.1 ANIMALES 24
3.2 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PESO VIVO 26
3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO 27
3.3.1 Descripción y procesamiento de los datos 27
3.3.2 Análisis estadísticos 27
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 29
4.1 REGISTRO DE PESO VIVO Y FRECUENCIA DE REGISTRO 29
4.2 COMPARACIÓN DE LOS PV 38
5. CONCLUSIONES 44
6. BIBLIOGRAFÍA 45

LISTA DE TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1 Identificación de las vacas y su presencia en los períodos analizados 25
Tabla 2 Alturas de forraje 29
Tabla 3 Número de días con registro en balanza de autopesaje por vaca en cada período experimental 30
Tabla 4 Pesos promedios de los animales obtenidos en la balanza fija y de autopesaje 39
Tabla 5 Tabla de estadísticas para la pesada 1 40
Tabla 6 Tabla de estadísticas para la pesada 2 41
Tabla 7 Tabla de estadísticas para la pesada 3 41
Tabla 8 Correlación entre los registros de la BF y de autopesaje para las tres pesadas 42

Figura 1 Pesaje común de ganado en la balanza 13
Figura 2 Bovino de pie sobre balanza electrónica Tru-test 14
Figura 3 Medición del PV con cinta métrica 14
Figura 4 Imágenes térmicas de un bovino antes (izquierda) y después del ajuste de temperatura (derecha) 16
Figura 5 Estimación del mediante imágenes obtenidas con drones 16
Figura 6 Balanza de autopesaje, Optiweigh 18
Figura 7 Monitoreo de ganancia media diaria y el ganado mediante la aplicación Optiweigh. 19
Figura 8 Monitoreo de peso de ganado ovino utilizando el sistema Optiweigh 20
Figura 9 Balanza Optiweigh sobre Bloque II del experimento 24
Figura 10 Lector terko usados en la EEBR 25
Figura 11 Ubicación de la balanza en la Estación Experimental Prof. Bernardo Rosengurtt (EEBR) 26
Figura 12 Bloque en la balanza Optiweigh 26
Figura 13 Vacas del experimento sobre la balanza de autopesaje 27
Figura 14 Evolución del peso de las razas puras en el periodo 1 sobre balanza fija 32
Figura 15 Evolución del peso de las vacas cruza en el periodo 1 sobre balanza fija 33
Figura 16 Evolución del peso de las razas puras en el periodo 1 sobre balanza de autopesaje 34
Figura 17 Evolución del peso de las vacas cruza en el periodo 1 sobre balanza de autopesaje 35
Figura 18 Evolución del peso de las razas puras en el periodo 2 sobre balanza fija 36
Figura 19 Evolución del peso de las vacas cruza en el periodo 2 sobre balanza fija 36
Figura 20 Evolución del peso de las razas puras en el periodo 2 sobre balanza de autopesaje 37
Figura 21 Evolución del peso de las vacas cruza en el periodo 2 sobre balanza de autopesaje 38

RESUMEN

En este trabajo se evaluó la relación entre el peso vivo (PV) medido mediante un sistema tradicional de pesaje en Balanza Fija (BF) y un sistema de auto pesaje a campo, Optiweigh, en 24 vacas de cría en similar estado fisiológico (Angus, Hereford y cruza F1) en pastoreo sobre campo natural en la Estación Experimental Bernardo Rosengurtt, ubicada al oeste de la ciudad de Melo. Durante 10 semanas, los animales fueron pesados aproximadamente cada cuatro semanas con una BF, mientras que el sistema OW (auto pesaje) estuvo disponible de forma continua en el potrero. La relación entre los pesos obtenidos de BF y OW fueron estudiadas mediante análisis de correlación, siendo éstas significativas ($p<0,05$) y de magnitud media a alta (0,74 - 0,96). El peso vivo promedio varió según el método utilizado, siendo en dos de las tres fechas de evaluación superior en OW respecto a BF (470 kg vs. 446 kg, respectivamente). En conclusión, si bien se observaron similitudes entre ambos métodos, por el momento, el sistema OW no sustituye a BF, dada una sobreestimación en los registros obtenidos. No obstante, este estudio deberá complementarse con otros que controlen más factores ambientales como el tamaño de potrero, localización de la balanza, y la competencia animal, y que incluyan un mayor número de registros para su posterior análisis.

Palabras clave: peso vivo, balanza fija, sistema de auto pesaje, Optiweigh

SUMMARY

In this study, the relationship between liveweight (LW) measured using traditional static weigh (SW) system and a automatic/self-weighing system, Optiweigh, in 24 breeding cows (Angus, Hereford, and F1 crossbred) grazing natural grassland at the Bernardo Rosengurtt Experimental Station, located west of the city of Melo. Over 10 weeks, cattle were weighed approximately every four weeks using the SW system, while automatic/self-weighing (OW) system continuously monitored LW in the paddock. The relationship between weights obtained from SW and OW was analyzed using correlation analysis, showing significant ($p < 0.05$) and moderate to high correlation coefficients (0.74–0.96). Average liveweight varied according to the method used, with OW values being higher than SW in two of the three evaluation dates (470 kg vs. 446 kg, respectively). In conclusion, although similarities were observed between both methods, the OW system does not currently replace the SW system. However, this study should be complemented with further research controlling additional environmental factors (paddock size, scale location, animal competition) and including a greater number of records for analysis.

Keywords: live weight, static scale, automatic/self-weighing system, Optiweigh

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería es una actividad clave en Uruguay, siendo uno de los principales productores cárnicos del mundo. En 2023, el sector representó el 8,8% del Producto Interno Bruto (PIB) y se destacó como una parte significativa de la economía (Uruguay XXI, 2024).

Uruguay dispone de 16,4 millones de hectáreas destinadas al uso agropecuario, lo que abarca más del 90% de su extensión territorial (Uruguay XXI, 2024). Los últimos datos disponibles son del censo 2011 y muestran que, del total de la superficie del país, 66% es destinada a la producción de carne, contando con aproximadamente 10,6 millones de hectáreas (Oficina de Estadísticas Agropecuarias [DIEA], 2013). Según datos más recientes del Instituto Nacional de Carnes (INAC, 2024), el stock vacuno se encuentra en 11,5 millones de cabezas, y el rodeo de cría conforma el 42% de las cabezas aproximadamente.

Por lo tanto, tratar de optimizar prácticas de manejo, como el control del peso, pueden ser claves para mejorar la eficiencia y productividad de la producción de carne. Un monitoreo preciso y continuo del peso vivo en animales puede mejorar el manejo, salud, bienestar animal y en consecuencia la producción. Así como optimizar la toma de decisiones con respecto al momento de la venta o faena del animal.

Tradicionalmente, el pesaje del ganado se realiza mediante métodos convencionales que requieren el traslado de los animales hasta instalaciones fijas. Este procedimiento, implica costos operativos, demanda mano de obra, estrés animal y pérdida de peso. Frente a esto, han surgido nuevas tecnologías orientadas a mejorar el manejo del ganado y reducir los costos de mano de obra. Entre ellas, se destacan las balanzas de auto pesaje que, instaladas directamente en el potrero, permiten registrar el peso de los animales de forma autónoma y continua.

Sin embargo, para las condiciones pastoriles de nuestro país, desconocemos antecedentes que hayan evaluado estas herramientas. Es importante llevar a cabo estudios que permitan evaluar la precisión y funcionamiento de estas, considerando las condiciones ambientales y la frecuencia con la que pasa el ganado por la misma. A los efectos de este trabajo se estudiará la relación entre los registros de ambos tipos de pesadas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 General

Evaluar el registro de peso vivo en vacas de cría mediante el uso de una balanza de auto pesaje.

1.1.2 Específicos

- Estudiar la relación entre los registros de peso vivo tomados mediante el uso de una balanza de auto pesaje y una balanza fija convencional
- Estudiar la evolución del peso vivo de cada vaca registrado en la balanza de auto pesaje

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 IMPORTANCIA DEL PESO VIVO

El crecimiento de un animal suele asociarse directamente con el aumento de peso a lo largo del tiempo (Bavera et al., 2005). En este sentido, una de las prácticas de manejo más importantes es el control del peso vivo; ya que permite a los productores evaluar el ganado de manera eficiente y objetiva. Medir el peso de manera periódica ayuda a confirmar si los animales están ganando peso de manera constante, conocer el ritmo al que lo ganan e identificar animales con peor y mejor rendimiento, siendo entonces una herramienta fundamental para la toma de decisiones.

El peso vivo (PV) es, por lo tanto, el parámetro más simple y usado para cuantificar el crecimiento. De acuerdo con este parámetro crecer significa hacerse más grande o pesado. En términos prácticos, el PV puede definirse como el peso total del animal, que incluye tanto los tejidos corporales como el contenido del tracto digestivo y la vejiga (Irigoyen, 2005).

El supuesto que se realiza al utilizar el peso como medida del crecimiento es que el mismo varía en correspondencia con otros parámetros de interés, como el peso de la res, del músculo, de la grasa o de los cortes comerciales. Sin embargo, hay que considerar que con el aumento de peso varía el llenado del tracto gastrointestinal, cambia la composición corporal y se modifican parámetros fisiológicos (Di Marco, 2006).

A partir de este indicador, diferentes autores han propuesto modelos para describir la evolución del crecimiento en el tiempo. Según Lawrence y Fowler (2002) el crecimiento de un animal que consume alimento de alta calidad a voluntad, en función del tiempo, sigue la típica curva sigmoidea. En cambio, Whittemore (1986, como se cita en Di Marco, 2004) sostiene que el crecimiento es lineal desde el nacimiento hasta la madurez, y que la forma sigmoidea es consecuencia de limitaciones en la disponibilidad de nutrientes. En este sentido, cualquier desviación de la línea refleja no tanto una característica biológica, sino la capacidad del sistema productivo de satisfacer las necesidades nutricionales en cada fase (Di Marco, 2006).

2.2 MÉTODO DE REGISTRO DEL PESO VIVO

En la actualidad, el registro del peso vivo resulta una herramienta clave para los sistemas ganaderos. Tradicionalmente, el pesaje se realiza mediante balanzas mecánicas o eléctricas, las cuales proporcionan datos confiables, pero requieren manejo manual, tiempo y personal, además del traslado de los animales, lo que puede generar estrés en los mismos (Grandin, 1997).

Cuando el pesaje frecuente o de manera directa no es posible llevarse a cabo, se han desarrollado métodos indirectos basados en medidas corporales, como la altura a la cruz, la longitud del tronco o el perímetro torácico. Por ejemplo, Crenovich et al. (1993) encontraron que el peso vivo de novillos estimado a partir del perímetro torácico mostró una diferencia del 3% del medido con balanza. De manera similar, Bailey y Lawson (1989) estimaron coeficientes alométricos para estimar el peso vivo de toros Angus y Hereford entre el nacimiento y la faena a partir de diferentes medidas lineales. De acuerdo con estos coeficientes un animal de 120 cm de altura tendría un peso vivo estimado de 500 kg, el cual puede ser muy variable porque la relación altura-peso está afectada por las condiciones en las que el animal creció (Di Marco, 2006). Por otro lado, su precisión puede verse afectada por factores como raza, saciedad y técnica de medición (Kogel & Utz, 1988, como se cita en Vindis et al., 2010); por ello, se recomienda combinar diferentes medidas corporales, considerando tanto altura como longitud del tronco, para mejorar la exactitud de las estimaciones.

En los últimos años, la tecnología ha permitido el desarrollo de sistemas de pesaje automatizados y basados en inteligencia artificial, incluyendo el procesamiento de imágenes, que facilitan la obtención de mediciones. Entre estos avances, las balanzas de auto pesaje se presentan como un método de utilidad práctica, ya que permiten registrar el peso vivo de manera frecuente directamente en el campo, minimizando la intervención manual, el movimiento y el estrés de los animales.

2.2.1 Método convencional

Las balanzas mecánicas o digitales son el método más utilizado para recolectar datos de PV. Sin embargo, este método requiere mover el ganado hacia las mangas, lo que puede ser trabajoso, lento y costoso. Además, el arreo y manejo del ganado en sistema extensivos puede ser estresante física y fisiológicamente para los animales, lo que

puede afectar las tasas de crecimiento diarias, la calidad del producto final y el bienestar animal. Para un registro preciso del peso, el ganado debe permanecer inmóvil en la plataforma de la balanza lo que puede prolongar el tiempo necesario para las prácticas de manejo (Hasan et al., 2024).

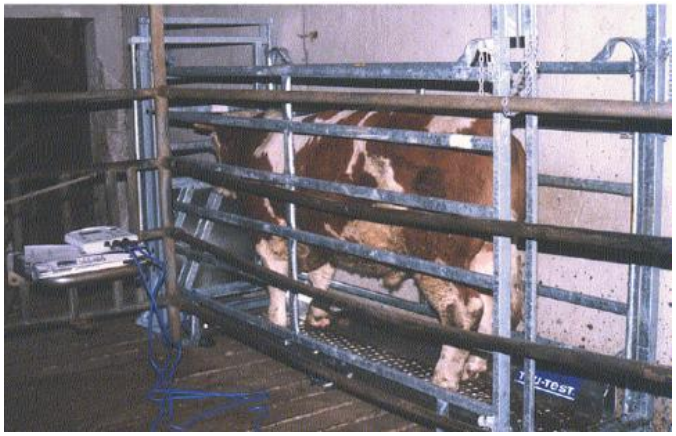
Actualmente, sigue siendo importante para medir el crecimiento de los animales y estimar la conversión de alimentos, ya que es económico y fácil de implementar si se cuenta con mangas. Para obtener estimaciones representativas, el peso debería registrarse a intervalos regulares, no superiores a los 60 días (Vindis et al., 2010). El dispositivo de pesaje manual más simple se muestra en la Figura 1, y se calibra manualmente una vez que el animal se mantiene quieto sobre él. Tras ajustar correctamente la balanza, los operarios pueden leer el peso.

Figura 1
Pesaje común de ganado en la balanza



La siguiente generación de balanzas está representada por los dispositivos electrónicos de pesaje, que, a diferencia de los manuales, se calibran automáticamente y pueden leer el peso corporal de manera autónoma. Estos sistemas suelen poseer barras de carga que se colocan bajo una superficie firme y nivelada para evitar movimientos, y se conectan a un indicador que registra el peso (Figura 2).

Figura 2
Bovino de pie sobre balanza electrónica Tru-test



2.2.2 Métodos indirectos: estimación a partir de medidas corporales

Estos métodos son especialmente útiles en condiciones de campo, cuando no se dispone de balanzas, y presentan la ventaja de ser económicos y rápidos. Sin embargo, su precisión es menor y puede verse afectada por factores como la raza, la edad y el estado corporal de los animales.

Figura 3
Medición del PV con cinta métrica



Entre los métodos indirectos para estimar el peso vivo se incluyen mediciones corporales, también llamadas medidas zoométricas, como el perímetro torácico (PT), la

longitud corporal (LC) y la altura a la cruz. Estas medidas se relacionan muy bien con el peso y por lo tanto es posible su uso para estimación del PV.

La cinta métrica (figura 3) es uno de los métodos indirectos más utilizados, es frecuente en tambos y sistemas de cría de terneros, debido al bajo costo. Es importante tener cuidado de usar la escala de medición según sea la raza, ya que existe variabilidad entre los animales *Bos índicos* y *Bos taurus* e incluso el tamaño adulto de las diferentes razas (Aguirre & Zhinin, 2010).

Otro método indirecto es la fórmula de Schaeffer, donde se debe medir el perímetro torácico (PT) y el largo del cuerpo (LC) del animal. Una vez obtenidas las medidas en centímetros se utiliza la siguiente ecuación PT x PT x LC / 10,838 (adaptado de la fórmula de Schaeffer) y tendremos como resultado el peso del animal expresando en Kg (Wangchuk et al., 2018).

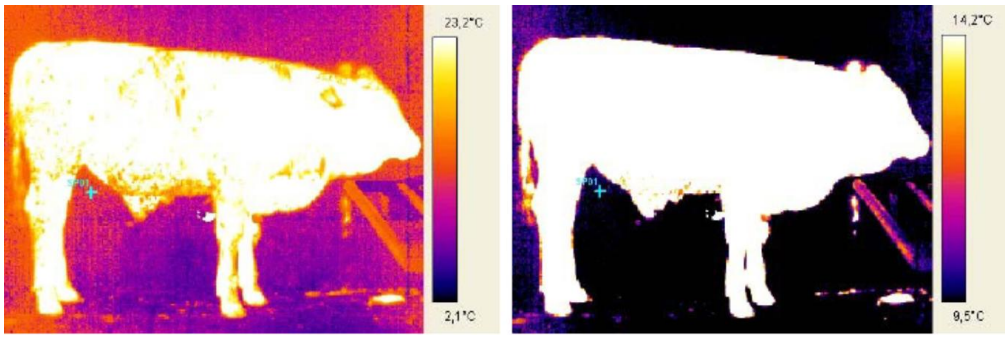
2.2.3 Estimación de dimensiones y peso mediante imágenes

El monitoreo mediante imágenes (cámaras 2D/3D y cámaras térmicas) es una herramienta en desarrollo para estimar el peso vivo y la evaluación del estado sanitario de los animales. A partir de las imágenes térmicas, se pueden determinar mediciones como altura a la cruz, altura de cadera, ancho de hombros, largo del tronco y áreas corporales. Como se nombró anteriormente, estas dimensiones se correlacionan significativamente con el PV, permitiendo estimaciones precisas mediante modelos de regresión lineal o polinómica (Vindis et al., 2010). Este mismo autor, ha demostrado que el ancho de hombros, la protuberancia lumbar y el área de muslo trasero están altamente correlacionados con el peso de toros Simmental a los 15 meses.

En particular, las cámaras térmicas capturan la radiación de calor propia del animal, lo que facilita separar el cuerpo del fondo y detectar con precisión los bordes y contornos del animal, incluso en condiciones ambientales variables (figura 4).

Figura 4

Imágenes térmicas de un bovino antes (izquierda) y después del ajuste de temperatura (derecha)



Nota. Tomado de Vindis et al. (2010).

El uso de imágenes térmicas ofrece la ventaja de medir animales sin causar estrés sobre los mismos, de forma continua y automática, y permite realizar seguimiento del crecimiento y composición corporal a lo largo de la vida del animal.

Sin embargo, las cámaras térmicas no son un método de pesaje en sí mismo, pero en conjunto con sistemas computacionales avanzados y la Inteligencia Artificial (IA), están empezando a consolidar plataformas de pesaje.

Por otro lado, también se ha comenzado a desarrollar la posibilidad de estimar el peso del ganado a través de vuelos con dron (figura 5), utilizando imágenes y videos procesados con IA para calcular el peso y realizar el conteo de animales. Esta tecnología permite obtener datos de manera rápida y con mínima movilización de los animales. Por ejemplo, hay quienes afirman que el margen de error es de 4 a 5%, con perspectivas de reducirlo al 2% (“Una empresa uruguaya”, 2025).

Figura 5

Estimación del mediante imágenes obtenidas con drones



2.2.4 Método de pesaje automático

En los últimos años, la tecnología ha permitido desarrollar sistemas automatizados. Entre estos sistemas podemos encontrar los sistemas de auto pesaje en el potrero y estaciones de pesaje en tránsito (“walk-over”). Estos registran el peso de forma frecuente y con menor intervención del personal.

En la producción de bovinos lecheros, se han estudiado sistemas automáticos que utilizan modelos matemáticos para estimar el peso. Por ejemplo, Cveticanin (2005) diseñó un sistema de pesaje dinámico basado en lógica difusa, que simula la caminata de la vaca, calculando el peso corporal con un error promedio inferior al 2 %. El sistema simplificado de dos patas mide la fuerza que los pies de la vaca ejercen sobre el suelo al cruzar la balanza. Dependiendo de la velocidad de caminata y la fuerza ejercida, se calcula un peso corporal que luego se compara con la base de datos.

Por su parte, los sistemas de auto pesaje permiten registrar el peso de los animales directamente en el potrero, sin necesidad de trasladarlos hacia las mangas ni restringirlos. Estos sistemas poseen sensores y un software de registro automático que almacenan automáticamente los datos individuales, facilitando el monitoreo frecuente del crecimiento y contribuyen a optimizar tanto la eficiencia productiva como el bienestar animal. El presente trabajo se centrará en la validación de este tipo de sistemas, evaluando su efectividad y confiabilidad en condiciones de campo.

2.3 BALANZA OPTIWEIGH

Optiweigh es una balanza de auto pesaje (figura 6) que permite el monitoreo del peso vivo de bovinos a campo y de manera automatizada. Es un sistema que se puede trasladar de un campo a otro, sin necesidad de una gran infraestructura. Se puede remolcar con una camioneta y solo necesita de una persona para su instalación.

Figura 6
Balanza de autopesaje, Optiweigh



2.3.1 Historia

Este dispositivo fue desarrollado en Australia por Bill Mitchelle, un productor del norte de Nueva Gales del Sur, quien identificó la necesidad de una herramienta que pueda medir el peso de distintos tipos de ganado en varios potreros. Comenzó creando balanzas de longitud completa y utilizando bloques de melaza para atraer el ganado. Sin embargo, al estudiar el comportamiento animal, observó que no todos los animales apoyaban sus cuatro patas sobre la balanza, pero sí las delanteras (Asociación de Consignatarios de Ganado, s.f.). A partir de esta observación, surge la idea de tomar el peso de las patas delanteras y a través de una correlación con el peso total estimar su peso vivo.

2.3.2 Funcionamiento

La balanza cuenta con una plataforma de pesaje, un lector RFID (identificación por radiofrecuencia) para el registro individual del ganado, comunicación satelital y una fuente de alimentación solar. Equipado con un lector de panel y antena de identificación electrónica o del Sistema Nacional de Identificación Ganadera, transfiere datos al sitio web del sistema Optiweigh a través de un satélite (*Unlocking the full potential*, 2025). Por otra parte, genera un reporte diario que resume los registros de peso del lote al que se puede acceder todos los días a través del correo electrónico del usuario. Para un mayor nivel de detalle, se puede acceder mediante una aplicación móvil (figura 7) o a través de un portal en línea.

Figura 7

Monitoreo de ganancia media diaria y el ganado mediante la aplicación Optiweigh.



El sistema debe incorporar un atrayente alimenticio, generalmente un bloque de melaza para lamer o un suplemento, en la cabecera de la plataforma de pesaje para fomentar las visitas voluntarias de cada animal, eliminando la necesidad de entrenamiento o reclutamiento. La asistencia voluntaria permite que el ganado utilice el sistema, lo que permite visitas frecuentes y facilita el monitoreo rápido y preciso de los cambios diarios de peso vivo (Hasan et al., 2024).

En la página de Optiweigh se menciona que encontrar el atractivo adecuado es la clave para maximizar la cantidad de registros de peso. Y lo que mejor funciona puede variar de un establecimiento a otro, de una región a otra y de una estación a otra. Se indica que los suplementos sueltos dulces funcionan mejor que cualquier otra cosa (*Our product FAQs,* s.f.). También se menciona que otras opciones que pueden resultar efectivas incluyen: suplementos sueltos y raciones, bloques —incluidos aquellos a base de melaza y/o sal— y líquidos, como la melaza. Es importante que las unidades incluyan algún "limitador" para evitar que los animales lo consuman demasiado rápido.

El sistema mide el peso del tren delantero, lo que permite estimar el PV total. La validación de este método, realizada por Strohbehn et al. (2008), incluyó 660 animales (terneros, recrías y ganado terminado) en dos localidades, donde mediante un modelo de regresión lineal escalonada que incorporaba el peso del tren delantero, el sexo y el tipo de animal, se predijo el peso corporal total con un R^2 de 0,959, demostrando que el peso del tren delantero explica aproximadamente el 99 % de la variabilidad del peso total.

2.3.3 Ventajas y aplicaciones de los sistemas de auto pesaje

Este tipo de sistemas permiten el registro automático del peso de los animales directamente en el potrero, utilizan energía solar y no requieren de cobertura móvil. Esto facilita la obtención de los datos, además de la frecuencia en la recopilación de información. Su diseño es de fácil transporte e implementación, pudiendo ser trasladado con una camioneta a otro potrero (Optiweigh Uruguay, 2023). Si bien no se han encontrado estudios que cuantifiquen la reducción del estrés de los animales en este tipo de sistemas, se podría considerar que la mínima intervención humana y el hecho de que los animales no deben ser trasladados ni encerrados contribuye a disminuirlo (Grandin, 1997).

En términos de eficiencia, podría llevar a una reducción en el tiempo y los costos asociados al pesaje, permitiendo a su vez, recolectar más datos sin afectar el bienestar ni la ganancia de peso de los animales. La obtención de datos en tiempo real nos debería permitir detectar cambios de peso de manera temprana y así poder tomar medidas correctivas (*Unlocking the full potential*, 2025). Estos sistemas son aplicables tanto para ovejas como para bovinos (figura 8), y pueden emplearse en distintos contextos productivos, incluyendo reproducción, recría, terminación y alimentación a corral, tanto para controles puntuales como para monitoreo continuo.

Figura 8
Monitoreo de peso de ganado ovino utilizando el sistema Optiweigh



Por otra parte, también existen algunas limitaciones en estas tecnologías. En la mayoría de los lotes es bastante raro que todos los animales sean pesados diariamente, ya que de manera natural algunos son más propensos a subirse a la unidad para acceder al atractivo que otros, lo que genera una variabilidad en la representatividad de los datos. Estudios realizados con sistemas Optiweigh han demostrado una alta variabilidad en la

frecuencia de uso entre individuos, registrándose incluso intervalos superiores a 30 días entre visitas de algunos animales a la balanza (Hasan et al., 2024). Según la información del producto, la cantidad de animales pesados por día suele variar entre 20 y 50, dependiendo del tamaño del rodeo, el tamaño del potrero y el grado de atracción que genera el incentivo (*Our product FAQs*, s.f.). Estos autores también explican que no siempre son los mismos animales los que se pesan cada día, por lo que después de 3 a 5 días generalmente se han pesado entre 50 y 100 animales.

Otra limitante se relaciona con el cálculo de la ganancia de peso que requiere más tiempo de evaluación. El promedio de ganancia diaria puede estimarse después de 7 días, aunque en intervalos cortos estos cálculos pueden ser variables; por ello, períodos de 14 a 30 días tienden a brindar resultados más confiables (*Our product FAQs*, s.f.).

2.4 DIFERENCIA EN EL PESO VIVO DE UN ANIMAL VACÍO Y LLENO

Como se nombra anteriormente, el PV es aquel que se toma en una balanza, dicho peso, puede variar en un mismo animal dependiendo si el tracto gastrointestinal está lleno o vacío. El peso lleno incluye el contenido del tracto digestivo (llenado o ingesta). El peso vacío de un animal es el peso vivo menos el llenado. La importancia de conocer cómo varían estos pesos radica en que afectan el rendimiento en la res (Kugler, s.f.).

Este último está conformado básicamente por agua en su mayor parte, proteínas, grasas y cenizas en menor proporción, cuyas proporciones dependen de distintos factores. Estos compuestos forman los distintos tejidos que, a su vez, forman estructuras, como el músculo esquelético, el tejido adiposo, el tejido óseo, el tejido visceral y órganos internos, el cuero, sangre, tendones y cartílagos (Di Marco, 2006).

En el caso de los rumiantes, el llenado varía mucho en función de las horas que el animal estuvo sin comida, ya que el tracto digestivo posee grandes volúmenes de agua y alimento en distintos estados de digestión (Tedeschi & Fox, 2009).

Los momentos del día en que el ganado pastorea, generalmente el amanecer y el atardecer, también provoca variaciones en el PV a lo largo del día y a través de todo el año. Cuando a los animales se les suprime de agua y alimento comienzan a perder peso; pero realmente ya pueden estar perdiendo peso debido a la fluctuación normal del mismo (Tedeschi & Fox, 2009). En bovinos adultos, el contenido digestivo representa una fracción considerable del peso vivo (8-10%) y puede variar significativamente según el

consumo, el tipo de dieta y el intervalo desde la última ingestión (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2016).

El desbaste es la pérdida de peso que ocurre en un animal durante un período de tiempo que el animal se encuentra sin comer, con o sin disponibilidad de agua, debido principalmente a la excreción fecal y urinaria. También hay pérdidas por movilización de reservas corporales y transpiración que son de menor importancia. El período de ayuno es variable y depende del objetivo, puede ser de pocas horas o de una noche para pesadas periódicas, o períodos más largos incluso como en el caso del encierre previo al transporte al lugar de faena (Di Marco, 2006).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Prof. Bernardo Rosengurtt (EEBR), de la Facultad de Agronomía, Udelar, ubicada en Bañado de Medina entre el 5 de noviembre de 2025 y el 16 de enero de 2026. La estación se ubica en el kilómetro 408 de ruta N.º 26, 32°35′ Latitud S y 54°15′ Longitud W, Cerro Largo, Uruguay.

Durante el período experimental, las temperaturas medias mensuales mínimas y máximas reportadas por INUMET en la estación más cercana, estación meteorológica de Melo**,** fueron de 6,1 °C y 36,7 °C, respectivamente. Las precipitaciones durante los meses de noviembre, diciembre y enero, para la zona fueron de 49,4 mm, 117,8 mm y 86,3 mm respectivamente (Instituto Uruguayo de Meteorología [INUMET], 2025a, 2025b, 2026)**.**

En la estación se desarrolla un experimento de ganado en pastoreo iniciado en 2007, con un diseño de bloques completos al azar, en el que participan vacas de cría Hereford, Aberdeen Angus y sus cruzas F1. Los animales se manejan en potreros de campo natural con dos niveles de altura de forraje y se registran mensualmente variables productivas y reproductivas, entre ellas el peso vivo y condición corporal. A su vez, el experimento utiliza cargas variables a lo largo de las estaciones del año, por lo que para este estudio debe considerarse el número total de animales presentes en cada período, dado que no todos los individuos permanecen el mismo tiempo en los potreros.

Para el presente trabajo, se instaló una balanza de auto pesaje Optiweigh (figura 9) en una de las parcelas correspondientes al bloque de mayor altura de forraje, sobre la unidad Fraile Muerto (Bloque II del experimento general).

Figura 9

Balanza Optiweigh sobre Bloque II del experimento



El dispositivo se ajustó y se mantuvo para recolección de datos a campo desde el 5 de noviembre de 2025 hasta el 16 de enero del 2026.

3.1 ANIMALES

Se trabajó con un número variable de vacas de cría a lo largo del experimento, con un máximo de 24 animales (2 Hereford, 7 Aberdeen Angus, 15 F1 Hereford-Aberdeen Angus) junto con sus terneros. Las pariciones ocurrieron durante el período septiembre a noviembre, por lo tanto, al comenzar el experimento ya todas las vacas estaban con su ternero al pie. A los efectos de este experimento solamente se consideró el peso de las madres.

Los animales se encontraban con una dieta a base de campo natural con el objetivo de mantener una altura de 6 cm en el estrato inferior. Durante todo el período experimental, el ganado permaneció en una parcela de 14,7 hectáreas; de la cual se tomaron mensualmente registros de altura.

Los animales fueron pesados usando una balanza fija (BF) y un lector marca TERKO (figura 9). Las pesadas se realizaban durante la mañana, sin ayuno ni espera. El peso promedio inicial fue de 462 kg ± 59 kg (rango 376–596 kg). La variación en el peso se debe a diferencias individuales en la tasa de crecimiento de los animales y edad de estos.

Figura 10
Lector terko usados en la EEBR



Entre la primera y la segunda pesada se encontraban 24 vacas en el campo. Dado que el sistema experimental correspondía a un esquema de carga variable, durante el mes de diciembre el número de animales presentes en el Bloque II (donde se ubicaba la balanza OW) se redujo, quedando 13 vacas en la última pesada. En función de esto, para el análisis de los datos se definieron dos períodos: el primero comprendido entre el 5 de noviembre y el 2 de diciembre, considerando el peso de las 24 vacas; y el segundo entre el 2 de diciembre y el 13 de enero, utilizando los registros correspondientes a las 13 vacas restantes (tabla 1).

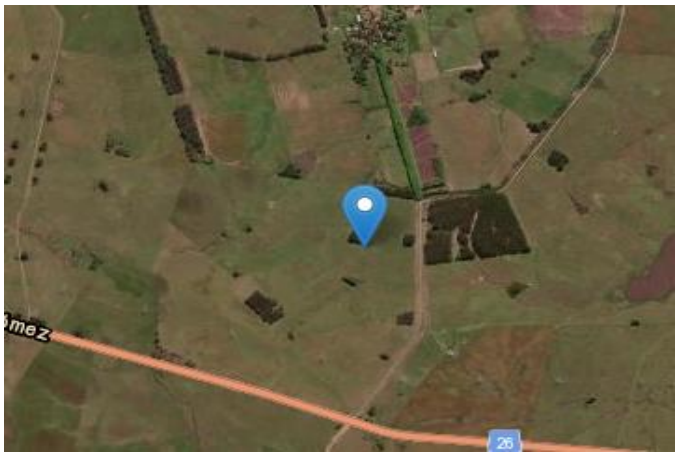
Tabla 1
Identificación de las vacas y su presencia en los períodos analizados

Cant	N° caravana	Periodo 1(5nov-2 dic)	Periodo 2 (2 dic-13 ene)
1	0656	✓	✓
2	5237	✓	✓
3	5305	✓	✓
4	6289	✓	✓
5	9852	✓	✓
6	9926	✓	✓
7	4820	✓	✓
8	4838	✓	✓
9	4939	✓	✓
10	5243	✓	✓
11	6299	✓	✓
12	4864	✓	✓
13	4873	✓	✓
14	3824	✓	X
15	5159	✓	X
16	5278	✓	X
17	5633	✓	X
18	5639	✓	X
19	0651	✓	X
20	2712	✓	X
21	3837	✓	X
22	5157	✓	X
23	5279	✓	X
24	9252	✓	X

3.2 RECOLECCIÓN DE DATOS DEL PESO VIVO

El equipo Optiweigh (OW) fue instalado en el potrero, ubicado a menos de 10 m de la zona de sombra y a 150 m del tajamar.

Figura 11
Ubicación de la balanza en la Estación Experimental Prof. Bernardo Rosengurtt (EEBR)



Nota. Tomado de M. Claramunt (comunicación personal, 24 de septiembre, 2025).

Se utilizó un bloque energético de 20 kg de Torrevieja (energía metabolizable 3.16 Mcal/kg = 13.21 Mg/kg) como atrayente (figura 12), colocado en la bandeja de la balanza. El bloque se revisaba y se reemplazaba al agotarse.

Figura 12
Bloque en la balanza Optiweigh



El ganado tuvo acceso voluntario al sistema. Los datos de OW se recolectaban de manera automática y diaria y se guardaba la información en una plataforma en la nube dada por la misma balanza. Para los animales que asistían al dispositivo varias veces al día, el valor entregado por OW correspondía al promedio registrado en el día.

El peso vivo fue registrado una vez al mes mediante una balanza fija (BF) durante las 10 semanas del experimento. En dichas instancias, todo el ganado del campo fue llevado a las mangas para el registro de los pesos, realizándose la pesada 1 el día 5 de noviembre, la pesada 2 el 2 de diciembre y la pesada 3 el 13 de enero.

3.3 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.3.1 Descripción y procesamiento de los datos

Se recopiló un conjunto inicial de 61 registros de peso vivo con el sistema BF entre el 5 de noviembre de 2025 y el 13 de enero de 2026. Del sistema OW se obtuvieron 1308 observaciones de peso vivo para 27 animales (15 vacas y 12 terneros) entre el 5 de noviembre de 2025 y el 16 de enero de 2026.

Cuando los animales visitaban la balanza Optiweigh varias veces al día, los valores se promediaron, resultando en 429 observaciones diarias. Considerando que el objetivo del experimento fue la comparación del peso vivo en vacas adultas, se excluyeron los registros correspondientes a terneros, obteniéndose un total de 311 observaciones diarias para el análisis. En total, 8 vacas no tuvieron datos en Optiweigh.

Figura 13
Vacas del experimento sobre la balanza de autopesaje



3.3.2 Análisis estadísticos

Los datos fueron organizados en planillas digitales, en donde cada vaca tenía los registros de:

- Peso en balanza fija en 3 momentos (pesada 1, 2 y 3)

- Pesos en balanza de auto pesaje (promedio diario de los ingresos de cada vaca) en cada día

Como los pesos en la balanza de auto pesaje no coinciden exactamente con las de los pesos en la balanza fija, para analizar la semejanza entre los pesos tomados en ambas balanzas, se tomaron en cuenta los registros de la balanza de auto pesaje (PBA) correspondientes a 3 días antes y después de la fecha en que se pesaron en la balanza fija (PBF).

Estos pesos fueron analizados mediante análisis de correlación entre los PBF y PBA para cada una de las pesadas realizadas en la balanza fija, así como para el total de registros sin considerar la fecha.

Las correlaciones fueron estimadas mediante el procedimiento CORR del programa SAS (SAS V 9.4).

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el fin de contextualizar las condiciones del potrero durante el período experimental, en la Tabla 2 se presenta la altura del forraje registrada en los distintos momentos de evaluación. En el período 1, la altura del forraje fue considerablemente mayor en comparación con los meses siguientes. En el estrato alto se registraron valores promedio de 20,1 cm, mientras que en el estrato bajo fueron de 6,4 cm. Asimismo, el porcentaje de área correspondiente al estrato alto alcanzó el 56%, lo que indica una elevada cantidad de biomasa en el potrero. La estructura vertical del pastizal, particularmente la proporción del estrato superior se encuentra estrechamente relacionada con la masa de forraje disponible y la accesibilidad del alimento para los herbívoros, ya que este estrato concentra la mayor proporción de hojas y material potencialmente consumible (Da Trindade et al., 2016; Do Carmo et al., 2021).

Tabla 2
Alturas de forraje

	Estrato Bajo		Estrato Alto		Estrato Alto	
	Altura cm	Desvio	Altura cm	Desvio	% Área	Desvio
31-Oct	6.4	2.5	20.1	6.0	56.0%	19.1
27-Nov	3.9	1.0	16.9	7.1	23.1%	12.8
7-Ene	3.9	1.1	9.9	7.4	28.6%	15.2

A fines de noviembre y principios de enero se observó una disminución progresiva tanto en la altura del estrato alto (16,9 y 9,9 cm, respectivamente) como en su proporción de área (23,1% y 28,6%).

4.1 REGISTRO DE PESO VIVO Y FRECUENCIA DE REGISTRO

A continuación, se evaluó la frecuencia de utilización del sistema por animal en cada período (Tabla 3). Se observó una marcada heterogeneidad en el número de días con registro entre individuos. Durante el período 1, algunas vacas presentaron una participación muy baja (≤ 3 días), mientras que otras alcanzaron hasta 18 días de registro. En el período 2, la frecuencia de utilización fue en general mayor, registrándose casos con hasta 34 días de ingreso al sistema.

Tabla 3

Número de días con registro en balanza de autopesaje por vaca en cada período experimental

Cant	N° caravana	Periodo 1(28 días)	Periodo 2 (46 días)	TOTAL*
1	0656	7	23	130
2	5237	3	34	217
3	5305	17	23	111
4	6289	18	29	155
5	9852	3	8	25
6	9926	13	27	118
7	4820	-	-	-
8	4838	0	1	1
9	4939	4	7	26
10	5243	0	3	5
11	6299	-	-	-
12	4864	17	19	129
13	4873	0	29	86
14	3824	-		-
15	5159	7		13
16	5278	2		3
17	5633	-		-
18	5639	-		-
19	0651	4		5
20	2712	-		-
21	3837	-		-
22	5157	7		16
23	5279	-		-
24	9252	14		35
TOTAL		116	202	1075

Nota. El valor “0” indica que la caravana fue detectada por el sistema, pero no se obtuvo registro de peso válido. El símbolo “–” indica ausencia total de registro de la vaca en el sistema durante ese período. Casillas vacías indican que el animal no estuvo durante el período en la parcela experimental. *Número total de registros para todo el periodo (sin discriminar por día).

Cabe mencionar, que a partir de la caravana 3824 en adelante los animales no se encontraban en el campo en el segundo período, lo que explica la ausencia de datos. En cuanto a los valores “0” registrados en la tabla, estos corresponden a situaciones en las que el sistema detectó la caravana electrónica cuando el animal se aproximó al dispositivo, pero no se obtuvo un peso válido. Esto puede ocurrir cuando el animal no se

posiciona completamente sobre la plataforma de pesaje o no permanece el tiempo suficiente para que el sistema registre un peso estable.

Por otra parte, del total de los registros que se podrían haber obtenido (24 vacas que se podrían haber subido 28 días, da un total posible de 672 registros, los obtenidos para este periodo fueron 116) en el periodo 1 se obtuvo un 17%, mientras que en el periodo 2 se alcanzó el 34% (13 vacas que se podrían haber subido 46 días, da un total de 598 registros posibles, se obtuvieron 202). Si se consideran exclusivamente las vacas que efectivamente utilizaron la balanza al menos una vez, estos porcentajes aumentan a 28% en el primer período y 48% en el segundo. En ambos casos, el porcentaje de registros fue inferior al 50%. En este sentido, Hasan et al. (2024) reportan que los animales visitan la plataforma con una frecuencia promedio cercana a 0,74 veces por día, aunque con una elevada variabilidad entre individuos. En comparación con estos valores, los porcentajes de registros obtenidos en el presente estudio resultan inferiores, particularmente en el período 1, lo que sugiere una menor utilización del sistema de pesaje por parte de los animales.

Si bien no se analizó en este trabajo, esta situación podría atribuirse a distintos factores, tales como una limitada atracción o desconocimiento del bloque nutricional, dificultades en el acceso a la balanza, competencia o incluso se podría atribuir a una alta disponibilidad de forraje o falta de costumbre de los animales a su uso. Asimismo, es esperable cierta variabilidad entre animales en la frecuencia de utilización del sistema (Hasan et al., 2024).

Observando la altura de la pastura que se presenta en la Tabla 2, es posible que la baja frecuencia de utilización del sistema en el período 1 se encuentre asociada a una alta disponibilidad de forraje en el potrero en este período. Probablemente esta situación favorable reduciría la necesidad de los animales de buscar suplementos energéticos adicionales.

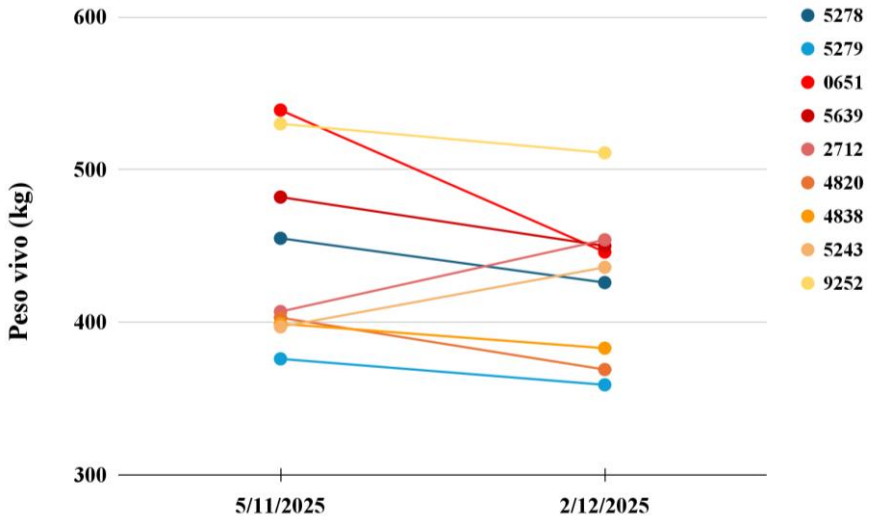
En contraste, la menor altura de forraje durante los meses de diciembre y enero podría haber influido en el comportamiento de pastoreo de los animales. Una menor disponibilidad del forraje podría haber incentivado a que los animales subieran con mayor frecuencia en la balanza. Además, también se podría estar dando una mayor adopción de la tecnología por parte de los animales.

A partir de los registros obtenidos mediante el sistema automático y las pesadas convencionales, en las siguientes figuras se presenta la evolución del peso vivo de las vacas durante el primer y segundo período. Con el fin de facilitar la interpretación visual, las vacas se presentan separadas en puras y cruzas, y para cada uno de los períodos considerados. No obstante, a los efectos de este trabajo no se pretende analizar diferencias entre genotipos, sino únicamente mejorar la claridad en la presentación de los resultados.

En la figura 14 se presenta la evolución del peso vivo de las vacas puras. Se puede ver una alta variabilidad individual, con animales que mantienen su peso y otros que presentan pérdidas o ganancias moderadas entre las dos fechas de medición. No se observa una tendencia uniforme para todas las vacas.

Figura 14

Evolución del peso de las razas puras en el periodo 1 sobre balanza fija

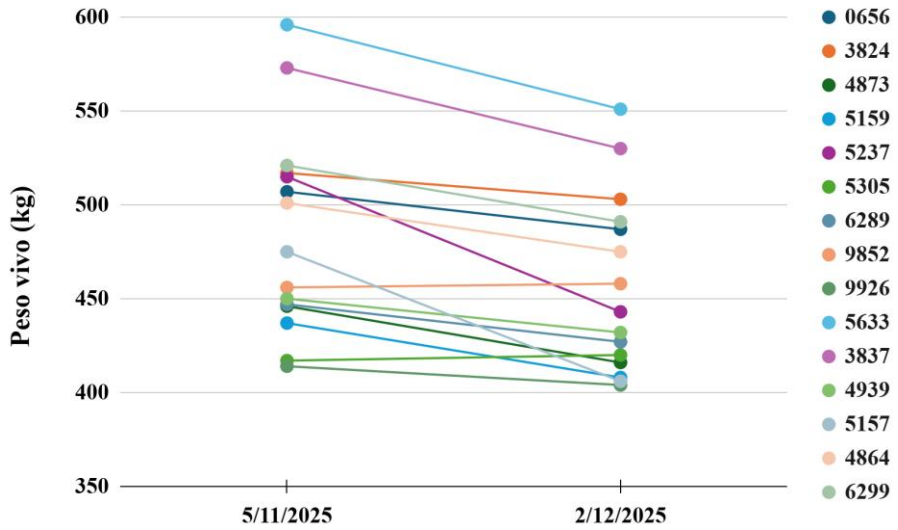


A nivel individual, la caravana 0651 presentó la mayor pérdida de peso, con una disminución de 93 kg en los 28 días correspondientes al período. Mientras que las caravanas 2712 y 5243 fueron las únicas que registraron incremento de peso (39-47kg) en todo el periodo.

Los pesos iniciales de las vacas puras se encontraban en un rango de 376 a 539 kg. Al terminar el periodo, el rango fue de 359 a 511 kg. Si bien se observa una disminución general de los pesos vivos entre ambas fechas, la diferencia entre los animales de mayor y menor peso se mantuvo relativamente estable, con una leve reducción en la amplitud del rango.

Figura 15

Evolución del peso de las vacas cruza en el periodo 1 sobre balanza fija



En la figura 15, al igual que las vacas puras, se observa una gran variabilidad en los pesos y una tendencia de pérdida de peso. Los descensos de peso en estos animales se dan de manera muy variable. Algunos individuos como el 5305 y 9852 mantuvieron valores relativamente estables, con variaciones cercanas a los 5 kg. Por otro lado, las mayores variaciones se ven en los animales 5237 y 5157, donde las pérdidas de peso fueron alrededor de unos 70 kg.

En términos generales, los pesos iniciales de las vacas cruzas se ubicaron en un rango amplio, aproximadamente entre 414 y 596 kg, mientras que en la segunda fecha los valores se concentraron en rangos algo menores (404 a 551 kg). Esta disminución generalizada podría estar asociada al balance energético negativo típico del inicio del período reproductivo/lactancia.

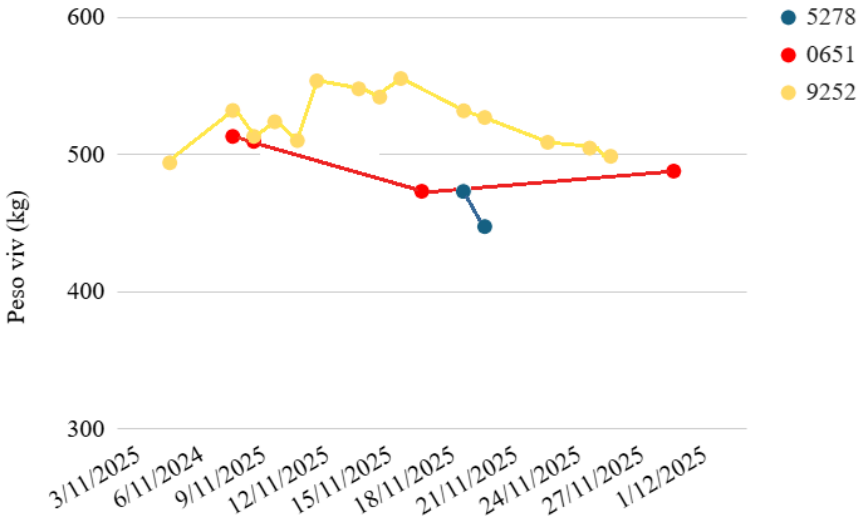
Como se mencionó anteriormente, en el caso de la balanza de auto pesaje y para poder dar un mejor análisis también se separó por periodos. En la figura 16 observamos las vacas puras, las que en comparación con lo presentado en figura 14, el número de vacas en esta muestra disminuyó. Esto se debe a que no todos los animales utilizaron la balanza durante el período evaluado, registrándose únicamente el 33% del total.

A su vez, hay una gran heterogeneidad en la cantidad de registros por animal. La vaca 5278 presentó únicamente dos mediciones en los 28 días del periodo; por lo que, si bien vemos una gran tendencia a la baja no logra ser una muestra muy representativa. De

manera similar, la vaca 0651 registró cuatro observaciones, mientras que la vaca 9252 presentó 14 registros. En términos generales, la distribución de los puntos sugiere una tendencia a la baja del peso vivo en los animales durante el período analizado.

Figura 16

Evolución del peso de las razas puras en el periodo 1 sobre balanza de autopesaje



En la vaca 9252, que presenta mayor cantidad de observaciones, los registros muestran una leve disminución a lo largo del período, aunque con oscilaciones marcadas entre mediciones consecutivas. Si se considera el peso inicial (494 kg) y el peso final del período (498 kg), la ganancia diaria estimada resulta cercana al mantenimiento (≈ 0,12 kg/día). No obstante, durante el transcurso del período se registró un valor máximo de 555 kg, lo que genera una amplitud considerable entre el peso mínimo y el máximo observado. Esto podría estar asociado a variaciones en contenido ruminal y condiciones momentáneas que a cambios reales en el tejido corporal.

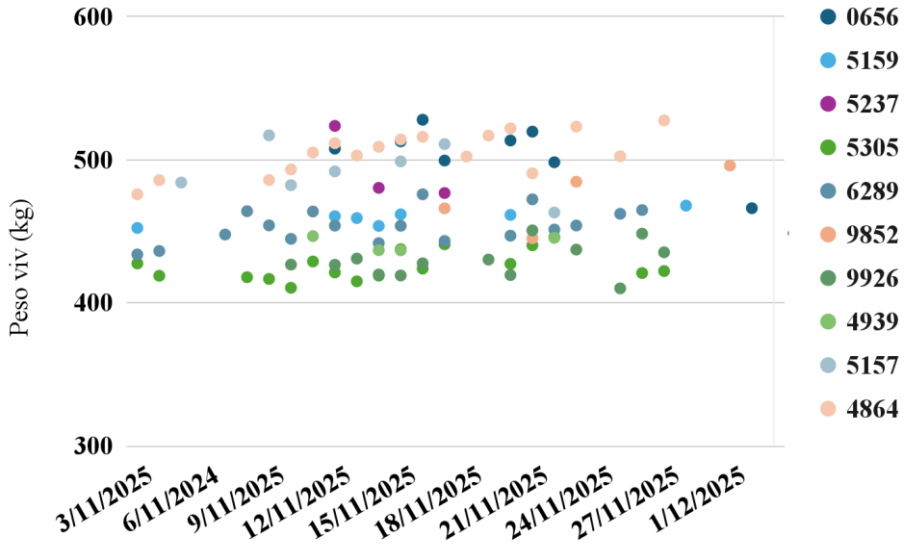
En el caso de las vacas cruza (figura 17), sucede algo similar, un 41-42% de la muestra utilizó la balanza de auto pesaje. Se registró una mayor cantidad de animales con datos disponibles, aunque la frecuencia de pesaje fue irregular entre los mismos (3-19 días). En este periodo se obtuvieron 116 pesos individuales de 13 vacas distintas, lo que hace un promedio de 9 registros por vaca en los 28 días.

En cuanto a las tendencias individuales, algunos animales mostraron valores relativamente estables o levemente superiores hacia el final del período (por ejemplo, 6289 y 9852), mientras que otros mostraron descensos más marcados. En particular, la vaca 5237 evidenció una disminución muy grande en un corto período de días (de 523,7

kg a 476,8 kg), magnitud que difícilmente responda a una pérdida real de tejido corporal y, tal como se comentó antes, probablemente esté asociada a variaciones en el contenido ruminal, cambio de horario de pesada o incluso menor frecuencia de paso por balanza.

Figura 17

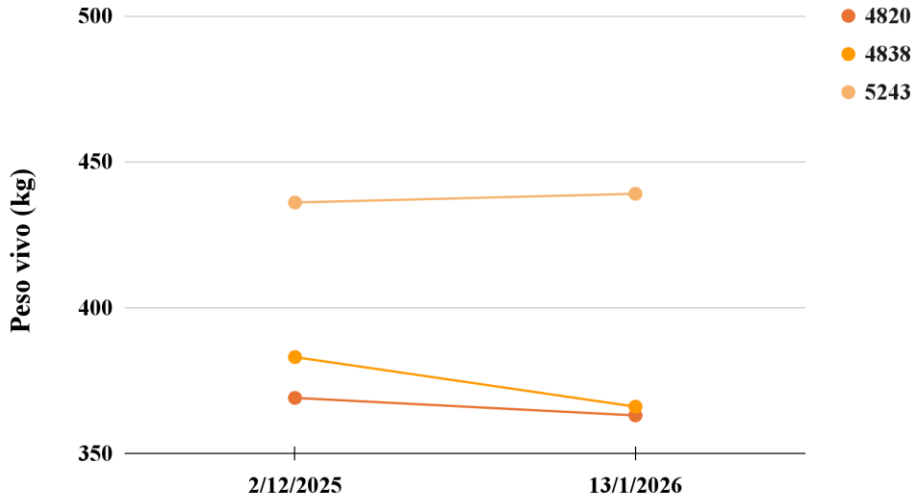
Evolución del peso de las vacas cruza en el periodo 1 sobre balanza de auto pesaje



Durante el período 2 (2 de diciembre a 13 de enero) hubo una disminución en el número de animales que se encontraban en la parcela. Es por este motivo que en la figura 18 se observan únicamente tres individuos. En este período, la caravana 5243 presentó un leve incremento de peso (+3 kg), mientras que las caravanas 4820 y 4838 evidenciaron disminuciones que oscilaron entre 3 y 17 kg. En comparación con el período 1, la magnitud de las pérdidas de peso fue menor, lo que sugiere una situación productiva relativamente más estable. Esta diferencia podría estar asociada a una menor carga animal sobre el bloque. Además, el estado fisiológico de las vacas fue diferente, ya que la mayoría no se encontraba al inicio de la lactancia y algunas superaban los tres meses posparto. Todos estos factores podrían haber contribuido a una mejor condición nutricional relativa.

Figura 18

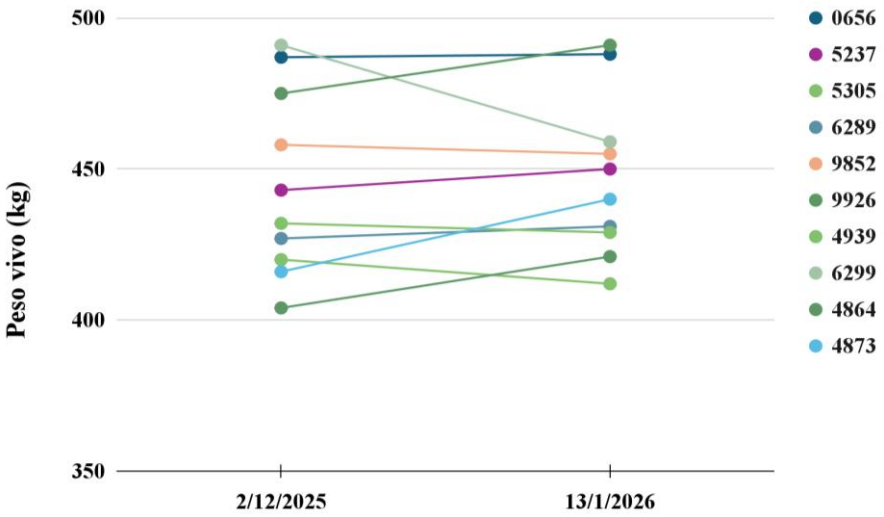
Evolución del peso de las razas puras en el periodo 2 sobre balanza fija



En cuanto a las vacas cruza (figura 19), se registraron tanto aumentos de peso (vaca 656, 5237, 6289, 9926), como disminución (vaca 5305, 9852, 4939, 6299). La mayoría de las variaciones se situaron dentro de un rango relativamente acotado (±3 a ±8 kg), aunque se registraron casos particulares con cambios de mayor magnitud, como la caravana 9926 (–17 kg) y la caravana 6299 (+32 kg). En comparación con el período 1, se observa que la tendencia general a la disminución de peso se redujo tanto en la cantidad de animales como en la magnitud de los kilogramos perdidos, lo que sugiere una mayor estabilidad durante este período.

Figura 19

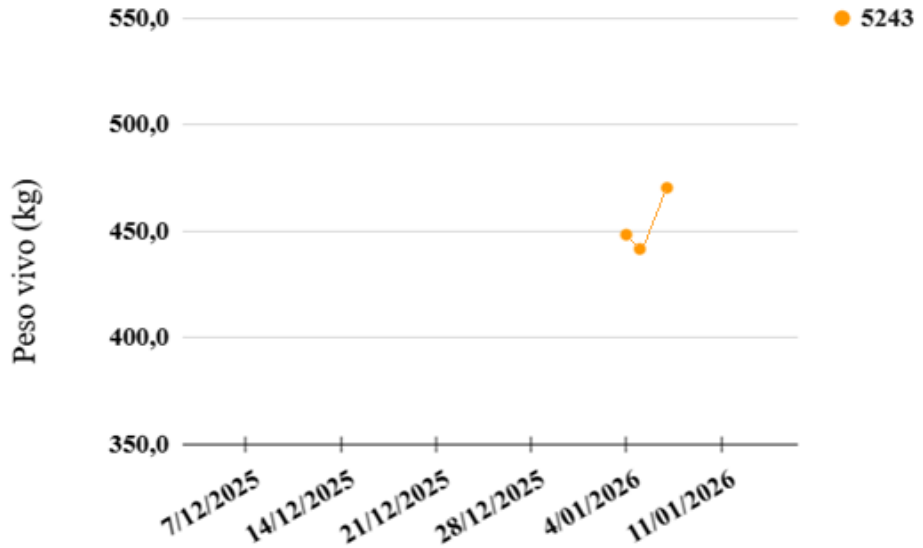
Evolución del peso de las vacas cruza en el periodo 2 sobre balanza fija



Como se puede ver en la figura 20, la vaca 5243 fue la única que registró datos en la balanza de auto pesaje durante el periodo 2. Los registros muestran un incremento del peso vivo a lo largo del período. Este comportamiento coincide con lo registrado mediante la balanza fija, donde también se evidenció un incremento de peso. No obstante, el aumento estimado a partir de la balanza de auto pesaje resulta superior a la observada en la balanza fija. Por otra parte, las caravanas 4820 y 4838 no presentaron registros en la balanza de auto pesaje durante este período, por lo que no fue posible comparar su evolución.

Figura 20

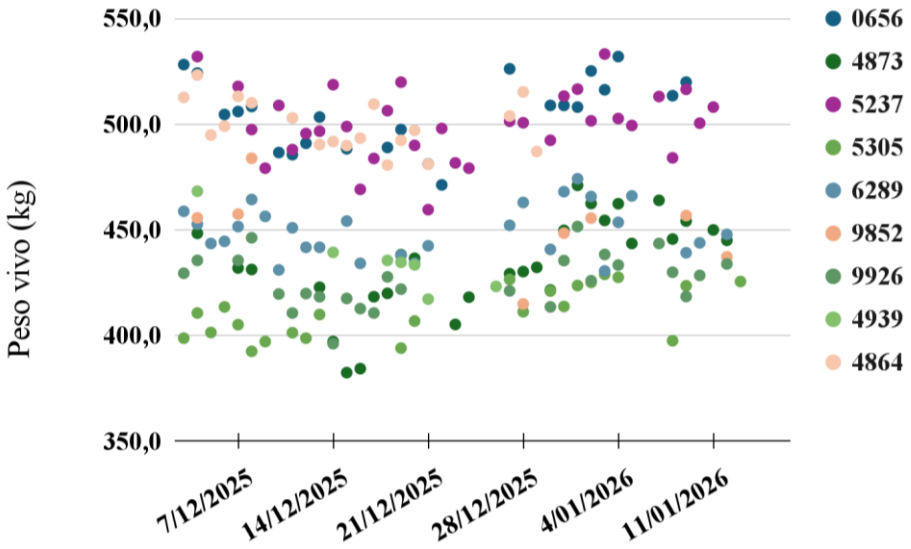
Evolución del peso de las razas puras en el periodo 2 sobre balanza de auto pesaje



En el caso de las vacas cruza, para este intervalo, se registró una mayor actividad en la balanza de auto pesaje en comparación con el periodo anterior, alcanzando una representatividad cercana al 90% del lote que se encontraba a campo. Sin embargo, continuó existiendo una diferencia importante en la cantidad de registros por animal, con vacas que acumularon hasta 34 mediciones y otras que solo contaron con 3.

Figura 21

Evolución del peso de las vacas cruza en el periodo 2 sobre balanza de auto pesaje



En cuanto a las tendencias individuales, algunos animales mostraron valores relativamente estables o levemente superiores, como la 6289 y la 5305. Por el contrario, la vaca 4939 presentó un descenso perdiendo aproximadamente 45 kg. Al igual que en periodos anteriores, las oscilaciones marcadas en animales como la 5237 (con variaciones de 523,7 kg a 476,8 kg en pocos días) probablemente no representen cambios reales en el peso vivo.

En términos generales, la balanza fija mostró una tendencia a la disminución del peso vivo durante el período 1, mientras que en el período 2 las variaciones fueron de menor magnitud y más heterogéneas entre individuos. La heterogeneidad en la frecuencia de registros por animal limitó la capacidad de comparar entre individuos y entre sistemas, evidenciando la importancia del comportamiento animal sobre la representatividad de los datos obtenidos mediante la balanza de auto pesaje.

4.2 COMPARACIÓN DE LOS REGISTROS DE PESO VIVO

A continuación (tabla 4) se presentan los pesos obtenidos en la balanza fija, y los pesos promedios de los tres días previos y tres días posteriores que se obtuvieron en el sistema de auto pesaje.

Tabla 4

Pesos promedios de los animales obtenidos en la balanza fija y de auto pesaje

	Pesada 1			Pesada 2			Pesada 3		
N° caravana	**BF**	**OW***	**Dif****	**BF**	**OW**	**Dif**	**BF**	**OW**	**Dif**
0656	507	-		487	506	**-19**	488	518	**-30**
5237	515	-		443	532	**-89**	450	523	**-73**
5305	417	422	**-5**	420	404	**16**	412	406	**6**
6289	447	446	**1**	427	452	**-25**	431	456	**-25**
9852	456	-		458	476	**-18**	455	467	**-12**
9926	414	-		404	433	**-29**	421	434	**-13**
4820	403	-		369	-		363	-	
4838	399	-		383	-		366	-	
4939	450	-		432	468	**-36**	429	468	**-39**
5243	397	-		436	480	**-44**	439	-	
6299	521	-		491	-		459	-	
4864	501	481	**20**	475	510	**-35**	491	510	**-19**
4873	446	-		416	448	**-32**	440	449	**-9**
3824	517	-		503					
5159	437	452	**-15**	408					
5278	455	-		426					
5633	596	-		551					
5639	482	-		450					
0651	539	-		446					
2712	407	-		454					
3837	573	-		530					
5157	475	484	**-9**	406					
5279	376	-		359					
9252	530	513	**17**	511					
TOTAL			**2**			**-31**			**-24**

Nota. *promedio de los días. **diferencia entre los pesos de ambas balanzas.

En primer lugar, se observa que no todas las vacas cuentan con un peso promedio obtenido en la balanza de auto pesaje para cada uno de los períodos evaluados, e incluso algunos animales no presentan registros comparables en ningún período. Por otro lado, determinados animales como 5305, 6289 y 4864 disponen de registro en todos los periodos, lo que permite realizar una comparación más consistente.

En el primer momento (noviembre), las diferencias oscilan entre -15 y 20 kg, por lo que podría haber una sobreestimación o subestimación por parte del sistema de auto pesaje. Sin embargo, en los momentos posteriores (diciembre y enero), se registraron diferencias de mayor magnitud, alcanzando valores de hasta -89 kg (BF-OW). Estas variaciones superan lo esperable y podrían incluso asociarse a situaciones puntuales como la subida del ternero junto a la vaca o movimientos excesivos durante el registro. En estos períodos se observó una tendencia mayor a la sobreestimación del peso por parte de la balanza de auto pesaje respecto a la fija.

En sistemas pastoriles, la variabilidad en el PV puede deberse a hábitos de consumo, cantidad y calidad del forraje, contenido de humedad, patrones diurnos y distancias recorridas para pastoreo (Alawneh et al., 2011). Estas fuentes de variación

podrían estar explicando al menos una parte las diferencias observadas entre la balanza de auto pesaje y la fija.

En determinados animales, como las vacas 6289 y 4864, el cambio de peso vivo registrado por la balanza de auto pesaje no coincide con lo observado en la balanza fija. Mientras que la balanza fija mostró una disminución entre el peso inicial y final, la balanza de auto pesaje mostró una tendencia contraria, con incrementos en la estimación. Esta diferencia podría estar asociada a una variación en el contenido ruminal, al momento del día en que el animal utilizó la balanza o a una baja frecuencia de uso de la misa por parte de algunos individuos.

Por otra parte, la disminución de peso observada en los primeros meses de evaluación podría estar asociada al estado fisiológico de las vacas en lactancia temprana. La producción de leche alcanza su pico durante las primeras semanas posparto, hay una alta demanda energética, lo que muchas veces provoca un balance energético negativo. Algunos estudios realizados por Espasandin et al. (2016), en la misma estación experimental y con un rodeo de vacas de cría de características similares, describen las curvas de lactancia en vacas de carne bajo pastoreo, evidenciando una elevada demanda energética durante los primeros meses. Bajo estas condiciones, parte de la energía consumida se destina prioritariamente a la producción de leche, llevando así a movilizar las reservas corporales, lo que contribuiría a explicar las variaciones negativas de peso registradas en el presente estudio.

En términos generales, considerando el total de los registros obtenidos, el promedio del peso vivo medido con la balanza fija fue de 449 kg, con un desvío estándar de 32 kg. El peso mínimo registrado fue de 404 kg y el máximo de 530 kg. Por su parte, la balanza de auto pesaje presentó un promedio de 470 kg, con un desvío estándar de 36 kg, registrándose un mínimo de 403 kg y un máximo de 532 kg.

Tabla 5
Tabla de estadísticas para la pesada 1

	Media	Desvío	Mínimo	Máximo
Balanza fija	467,83	42,39	417,00	530,00
Balanza de auto pesaje	466,26	32,75	421,50	513,20

En la pesada 1 se observa una mayor variabilidad en los pesos registrados en la balanza fija (desvío= 42,39 kg) respecto a la balanza de auto pesaje (desvío= 32,75).

Tabla 6
Tabla de estadísticas para la pesada 2

	Media	Desvío	Mínimo	Máximo
Balanza fija	439,80	26,43	404,00	487,00
Balanza de auto pesaje	470,91	38,73	403,70	532,00

En la pesada 2 se observó una diferencia más marcada entre métodos, con una media superior en balanza de auto pesaje respecto a la balanza fija (470,91 kg vs. 439,80 kg).

Si bien estudios previos con sistemas Optiweigh (Hasan et al, 2024) o walk-over-weighing (WOW) reportan diferencias entre métodos (OW vs. BF) cercanas a 5,9 kg, en este periodo podemos ver una diferencia de 31kg, lo que indica una variabilidad considerablemente mayor a la reportada en la bibliografía. Asimismo, Peiper et al. (1993) señalaron fluctuaciones diarias de 5 a 10 kg en vacas de 400–800 kg, atribuibles al consumo y a la excreción, mientras que Charmley et al. (2006) reportaron diferencias de 10 a 20 kg entre pesos remotos y convencionales. En comparación con esos antecedentes, los valores observados sugieren la presencia de fuentes adicionales de variación.

Tabla 7
Tabla de estadísticas para la pesada 3

	Media	Desvío	Mínimo	Máximo
Balanza fija	446,33	27,87	412,00	491,00
Balanza de auto pesaje	470,07	39,95	406,20	522,70

En la pesada 3 se mantuvo el patrón observado en el período anterior, con valores promedio superiores en balanza de auto pesaje respecto a BF (470,07 kg vs. 446,33 kg), así como una mayor variabilidad en los registros de OW.

En términos generales, OW registró pesos superiores a BF, posiblemente debido al contenido gastrointestinal y el movimiento de traslado hacia las mangas para el pesaje manual, donde los animales pueden experimentar cierto desbaste debido al movimiento y

tiempo transcurrido. En cambio, en condiciones de campo el registro se realiza de forma voluntaria, lo que podría explicar valores más elevados. En este sentido, la bibliografía menciona que los sistemas automáticos suelen registrar pesos levemente superiores (Hasan et al, 2024), lo que podría vincularse con el efecto del desbaste en los pesajes convencionales.

A continuación, se presentan los coeficientes de correlación entre registros de la balanza de auto pesaje y balanza fija.

Tabla 8
Correlación entre los registros de la BF y de auto pesaje para las tres pesadas

Pesada	Coeficiente correlación (r)	Significancia (p)	Número de animales (BF)	Número de animales (BM)
1	0,96044	0,0023	24	6
2	0,73886	0,0146	13	10
3	0,83772	0,0048	13	9
Promedio	0,73242	0,0001	24	16

En el período 1 se observó una correlación alta y significativa entre la balanza fija y de auto pesaje (r = 0,96; p = 0,0023). Sin embargo, el número de animales que utilizaron la balanza de auto pesaje fue muy reducido (n = 6), lo que limita la confiabilidad de la estimación.

En el período 2 la correlación fue positiva, pero no significativa (r = 0,73886; p = 0,0146) y en el período 3 fue más alta y significativa (r = 0,83772; p = 0,0048). En ambos casos, aunque el número de animales fue mayor que en el período 1, el tamaño de la muestra continuó siendo relativamente bajo.

En estudios realizados por Hasan et al. (2024) el sistema OW demostró un monitoreo preciso del PV del ganado para distintas categorías de recría en base a una alta correlación de concordancia de Lin (r=0,97; p = 0,001) entre el sistema OW y BF.

En términos generales, si bien en el trabajo presente las correlaciones fueron altas, estos estudios muestran que las correlaciones pueden ser aún mayores. Lo que demuestra

que es necesario recabar más registros para poder demostrar una asociación mayor entre los dos métodos de pesaje.

Por otra parte, factores vinculados al manejo y al diseño experimental también podrían haber condicionado los resultados. El tamaño de los potreros y la localización de la balanza de auto pesaje dentro del campo (por ejemplo, su cercanía a fuentes de agua o zonas de sombra) pueden influir en el tránsito de los animales y, por ende, en la cantidad y calidad de los registros obtenidos.

Finalmente, sería relevante complementar los registros automáticos con evaluaciones del comportamiento animal a campo mediante apreciación visual directa, lo que permitiría comprender mejor los patrones de uso del sistema y posibles situaciones de competencia entre individuos.

En conjunto, estos aspectos deberán ser considerados en futuras investigaciones para optimizar el funcionamiento del sistema y evaluar con mayor precisión la herramienta de monitoreo del peso vivo en condiciones pastoriles.

5. CONCLUSIONES

La balanza Optiweigh mostró una gran variabilidad en los datos obtenidos, sin embargo, desde el punto de vista estadístico mostró una concordancia con el peso obtenido en la balanza fija, lo que indica que puede ser una herramienta útil para el monitoreo del peso vivo en sistemas pastoriles. Las diferencias observadas entre ambos métodos son del orden de un 10% del peso total y podrían estar asociadas a factores como el comportamiento animal, las características fisiológicas y morfológicas, el contenido gastrointestinal y las condiciones de alimentación.

No obstante, el funcionamiento del sistema está condicionado al uso voluntario del mismo por parte de los animales, lo que influye directamente en la cantidad y representatividad de los registros obtenidos. En este contexto, y en base a este estudio preliminar el sistema evaluado no reemplaza completamente al pesaje convencional, dada una sobreestimación de los pesos obtenidos. Futuras líneas de investigación en este trabajo podrían centrarse en el estudio de factores relacionados con el sistema (oferta de forraje, competencia entre animales, condiciones climáticas, entre otros).

6. BIBLIOGRAFÍA

Aguirre, L., & Zhinin, L. (2010). *Métodos de pesaje en bovinos.* CEDAMAZ. https://www.researchgate.net/publication/216072790_metodos_de_pesaje_en_bovinos

Alawneh, J. I., Stevenson, M. A., Williamson, N. B., Lopez-Villalobos, N., & Otley, T. (2011). Automatic recording of daily walkover liveweight of dairy cattle at pasture in the first 100 days in milk. *Journal of Dairy Science, 94*(9), 4431-4440.

Asociación de Consignatarios de Ganado. (s.f.). *Sistema de pesaje remoto de ganado fue premiado en Australia*. https://acg.com.uy/sistema-de-pesaje-remoto-de-ganado-fue-premiado-en-australia/

Bailey, C. B., & Lawson, J. E. (1989). Carcass and empty body composition of Hereford and Angus bulls from lines selected for rapid growth on high-energy or low-energy diets. *Canadian Journal of Animal Science, 69*(3), 583-594. https://doi.org/10.4141/cjas89-070

Bavera, G., Bocco, O., Beguet, H., & Petryna, A. (2005). *Crecimiento, desarrollo y precocidad.* Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/exterior/05-crecimiento_desarrollo_y_precocidad.pdf

Charmley, E., Gowan, T. L., & Duynisveld, J. L. (2006). Development of a remote method for the recording of cattle weights under field conditions. *Australian Journal of Experimental Agriculture, 46*(7), 831-835.

Crenovich, H., Rosso, O. R., Fernández, H. M. (1993). Evaluación del peso de novillos mediante perímetro toráxico. *Revista Argentina de Producción Animal*, *13*, 16-18.

Cveticanin, D. (2005). *Modelling and simulation of cow locomotion for dynamic weighing in modern dairy farming* [Disertación doctoral, Technische Universität München]. mediaTUM. https://mediatum.ub.tum.de/doc/603535/603535.pdf

Da Trindade, J. K., Neves, F. P., Pinto, C. E., Bremm, C., Mezzalira, J. C., Nadin, L. B., Genro, T. C. M., Gonda, H. L., & Carvalho, P. C. F. (2016). Daily forage intake by cattle on natural grassland: Response to forage allowance and sward structure. *Rangeland Ecology & Management*, *69*(1), 59-67. https://doi.org/10.1016/j.rama.2015.10.002

Di Marco, O. (2004). *Fisiología del crecimiento de vacunos.* Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/exterior/16-fisiologia_del_crecimiento.pdf

Di Marco, O. (2006). *Crecimiento de vacunos para carne*. INTA.

Do Carmo, M., Genro, T. C. M., Cibils, A. F., & Soca, P. M. (2021). Herbage mass and allowance and animal genotype affect daily herbage intake, productivity, and efficiency of beef cows grazing native subtropical grassland. *Journal of Animal Science*, *99*(10), Artículo eskab279. https://doi.org/10.1093/jas/skab279

Espasandin, A. C., Gutiérrez, V., Casal, A., Graña, A., Bentancur, O., & Carriquiry, M. (2016). Modeling lactation curve in primiparous beef cattle. *Journal of Agricultural Science, 8*(4), 116-125. https://doi.org/10.5539/jas.v8n4p116

Grandin, T. (1997). Assessment of stress during handling and transport. *Journal of Animal Science, 75*(1)*,* 249-257. https://doi.org/10.2527/1997.751249x

Hasan, F. M., Thomson, P. C., Islam, M. R., Clark, C. E. F., Chlingaryan, A., & Lomax, S. (2024). Monitoring cattle liveweight using a mobile, in-paddock weigh platform: Validation, attendance and utility. *Smart Agricultural Technology, 9,* Artículo e100639. https://doi.org/10.1016/j.atech.2024.100639

Instituto Nacional de Carnes. (2024). *Stock.* https://www.inac.uy/innovaportal/v/27760/37/innova.bs/stock

Instituto Uruguayo de Meteorología. (2025a). *Diciembre 2025: Boletín climático N°12.* https://www.inumet.gub.uy/sites/default/files/2026-01/Boletin%20diciembre%202025.pdf

Instituto Uruguayo de Meteorología. (2025b). *Noviembre 2025: Boletín climático N°11.* https://www.inumet.gub.uy/sites/default/files/2025-12/BOLETIN%20NOVIEMBRE%202025.pdf

Instituto Uruguayo de Meteorología. (2026). *Enero 2026: Boletín climático N°1.* https://www.inumet.gub.uy/sites/default/files/2026-02/Boletin%20ENERO.pdf

Irigoyen, A. (2005). Pérdida de peso en la comercialización de ganado. *Revista Angus,* (229), 56-60. https://www.angus.org.ar/revista/revistas/229/index.html#page/1

Kugler, N. (s.f.). *El peso vivo, el llenado y el desbaste.* Sitio Argentino de Producción Animal. https://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/comercializacion/41-peso_vivo.pdf

Lawrence, T., & Fowler, V. (2002). *Growth of farm animals* (2nd ed). CABI.

National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. (2016). *Nutrient requirements of beef cattle* (8th rev. ed.). The National Academies Press. https://www.nationalacademies.org/read/19014/chapter/1#ii

Oficina de Estadísticas Agropecuarias. (2013). *Censo general agropecuario 2011: Resultados definitivos.* MGAP.

Optiweigh Uruguay [@Optiweigh_uruguay] (2023, 24 de julio). *La elección entre una balanza de potrero y un sistema de pesaje tradicional dependerá de las necesidades y circunstancias específicas* [Actualización de estado]. Instagram. https://www.instagram.com/p/CvFtQfgOac2/

Our product FAQs. (s.f.). Optiweigh. https://www.optiweigh.com.au/overview/faqs

Peiper, U. M., Edan, Y., Devir, S., Barak, M., & Maltz, E. (1993). Automatic weighing of dairy cows. *Journal of Agricultural Engineering Research*, *56*(1), 13-24.

Strohbehn, D. R., Dahlke, G., Busby, W. D., Shouse, S., & Maxwell, D. L. (2008). Progress report: Projecting weights within lot scales. *Iowa State University Animal Industry Report*, *5*(1). https://doi.org/10.31274/ans_air-180814-546

Tedeschi, L. O., & Fox, D. G. (2009). *The ruminant nutrition system: An applied model for predicting nutrient requirements and feed utilization in ruminants* (2nd ed.). XanEdu.

Una empresa uruguaya pica en punta con tecnología al servicio de la ganadería. (2025, 28 de abril). *Tiempo agro*. https://tiempoagro.com.ar/ganader-pesan-hacienda-usando-drones-e-inteligencia-artificial/

Unlocking the full potential of your optiwieigh: Getting started guide. (2025). Optiweigh. https://www.optiweigh.com.au/wp-content/uploads/2025/04/Optiweigh-Getting-Started-Guide-Cattle-2025.pdf

Uruguay XXI. (2024). *Sector ganadero en Uruguay*. https://www.uruguayxxi.gub.uy/uploads/informacion/94b50e8850ce20033e048c8c3b15f37823d2454b.pdf

Vindis, P., Brus, M., Stajnko, D., & Janzekovic, M. (2010). Non invasive weighing of live cattle by thermal image analysis. En J. E. Meng (Ed.). *New trends in technologies: Control, management, computational intelligence and network systems* (pp. 243-251). Dalian Maritime University. https://doi.org/10.5772/10411

Wangchuk, K., Wangdi, J., & Mindu, M. (2018). Comparison and reliability of techniques to estimate live cattle body weight. *Journal of Applied Animal Research, 46*(1), 349-352. https://doi.org/10.1080/09712119.2017.1302876