Ficha de Tecnología #3: Sistemas de identificación y pesaje individualizado electrónico



Área de Innovación. Unidad de I+D

Ing. Agr. Víctor Giménez
Ing. Agr. Nicolás Ciancio
Ing. Agr. Gabriel Tinghitella

Auspiciantes





Área de Innovación.
Unidad de I+D. CREA

Índice

Índice 1
Componentes 2
Funcionamiento 3
Sistemas disponibles y características 3
¿Qué permite hacer? 3
Aspectos para considerar 4
Experiencias de usuarios 4
¿Qué problemas solucionó? ¿Qué oportunidades permitió capturar? 4
¿Qué obstáculos se presentaron al momento de implementarla? 4
Relación Costo/Beneficio 5
Costo 5
Beneficios 5
Análisis de la Inversión 10
Período de Repago 10
Valor Actual Neto (V.A.N.) 11
Cuota de amortización 14
Mantenimiento y Servicio Postventa 15
Agradecimientos 15

Componentes

Los sistemas de identificación y pesaje individualizado electrónico son herramientas que permiten realizar el registro y seguimiento digital del peso de cada animal de forma individual. Los componentes necesarios para su funcionamiento son:

1) Caravanas electrónicas.
2) Celdas o barras de carga electrónicas.
   Las balanzas mecánicas pueden transformarse en balanzas electrónicas mediante kits de conversión. Las mangas también pueden actualizarse con balanzas electrónicas a partir de la incorporación de una plataforma para ganado equipada con barras de carga.
3) Lector de caravanas electrónicas.
   Pueden ser portátiles (Bastón lector) o fijos (Panel lector). Los bastones pueden ser utilizados en distintos tipos de instalaciones. Los paneles lectores permiten trabajar con las manos libres mientras se realizan otras tareas.
4) Indicador de peso.
   Existen diferentes versiones con diferentes prestaciones. La versión básica es un display que solo permite visualizar el peso del animal que está en la balanza. La versión más avanzada permite registrar la etiqueta de identificación del animal, su peso e información complementaria. En esta última versión, incluso, es posible realizar algunos análisis con los datos almacenados.

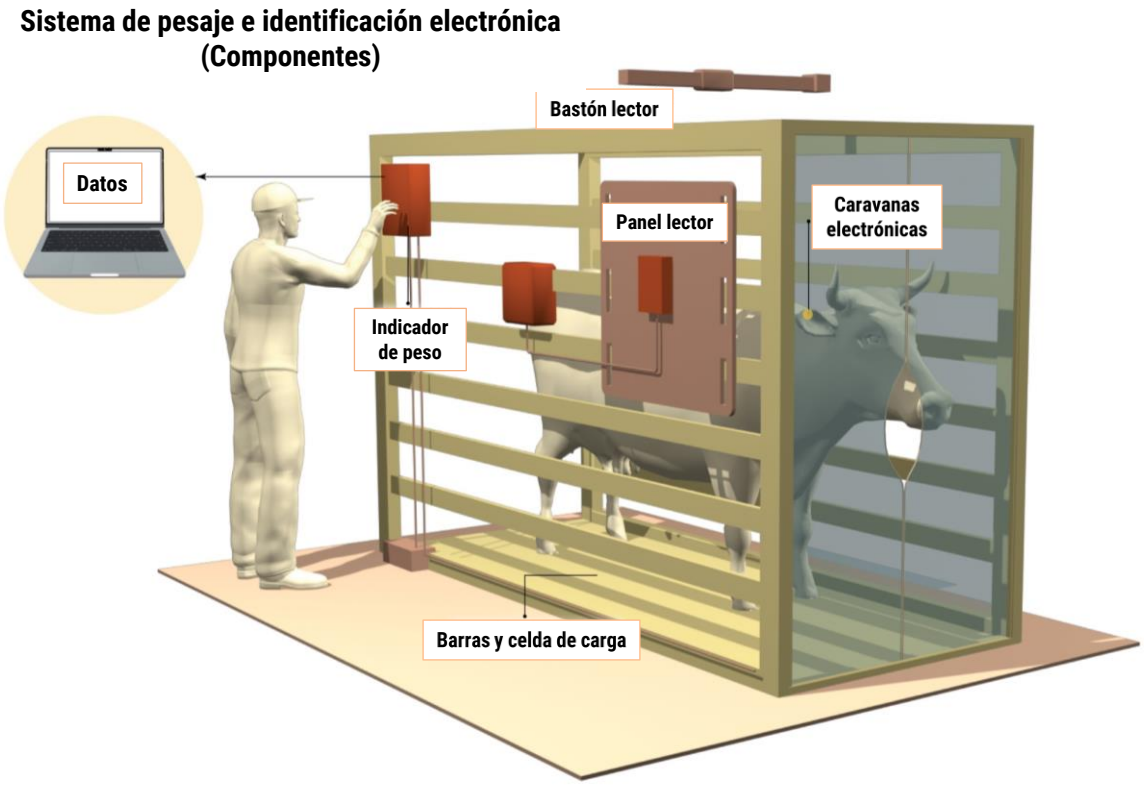


Figura 1. Esquema con componentes de un sistema de identificación y pesaje individualizado electrónico de hacienda.

Funcionamiento

Los animales equipados con caravanas electrónicas, puede ser identificados de forma individual mediante el uso de un lector de caravanas. Los indicadores de peso registran y almacenan los valores de peso obtenidos mediante las barras o celdas de carga y asocian cada registro con el número de caravana que fue identificado mediante el uso del lector. Los datos recolectados pueden ser exportados a diferentes softwares o plataformas de gestión mediante archivos compatibles (.xls, .xlsx, .csv, .txt) para luego ser analizados.

Cada caravana electrónica posee un número que no puede ser adulterado. Esto permite identificar a los animales de manera confiable independientemente de sus movimientos a través de su ciclo de vida (i.e.: movimientos entre corrales, entre establecimientos, e incluso movimientos del campo al frigorífico). Las tecnologías que permiten realizar la identificación electrónica de los animales son la base de los sistemas de trazabilidad individual.

Sistemas disponibles y características

Actualmente, en Argentina existen varias empresas que ofrecen equipos para realizar identificación y pesaje individualizado electrónico de animales. Algunas de esas empresas son: Allflex, Gallagher, Hook, Tru-Test y Vesta.

Las características relacionadas con el funcionamiento y la practicidad de uso de estos equipos más destacables son:

1) Cumplimiento de la Norma IP67
   Los equipos que cumplen con esta norma son resistentes a barro, lluvia, golpes, luz solar, polvo y otras condiciones adversas que habitualmente se registran en entornos donde se realizan los trabajos agropecuarios.
2) Batería interna: permite utilizar los equipos en zonas sin acceso a energía eléctrica.
3) Conexión vía bluetooth o cable: permite que los bastones lectores o los indicadores de peso puedan conectarse a otros dispositivos para almacenar y/o procesar los datos recolectados.

¿Qué permite hacer?

- ✓ Monitorear la ganancia de peso de los animales de forma individualizada.
- ✓ Identificar animales que tienen mejor eficiencia de conversión del alimento a carne.
- ✓ Identificar animales de bajo rendimiento (que podrían requerir tratamiento médico, suplementación o cambios en la dieta).
- ✓ Agrupar a los animales con mayor aumento diario de peso vivo.
- ✓ Descartar a los animales con menor aumento diario de peso vivo.
- ✓ Generar información de calidad y transparente (para mejorar la gestión y poder ser auditable por terceros).
- ✓ Realizar segmentaciones (por sexo, origen, mes de ingreso, etc.).
- ✓ Testear manejos por rodeos.
- ✓ Manejar a los animales de forma individualizada.
- ✓ Analizar rendimiento por estaciones, especialmente en otoño e invierno que son meses en los que, en general, los engordes tienen muy alta variabilidad en Argentina.
- ✓ Planificar mejor las ventas.
- ✓ Evaluar mejor la performance de las compras (permite detectar buenos y malos proveedores de terneros).

Aspectos para considerar

- ⚠ Hay que entender bien que es lo que resuelve la tecnología. Estos sistemas se utilizan para recolectar datos que pueden auxiliar la gestión. No son sistemas de gestión; solo pueden realizar algunos cálculos estadísticos con los registros cargados.
- ⚠ Es importante tener bien en claro qué datos se quieren relevar y quién se encargará de analizarlos una vez relevados (para evitar acumular datos que no se van a aprovechar nunca).
- ⚠ La ubicación de la balanza. Las celdas de carga deben montarse sobre piso de cemento y es necesario tener cerca acceso a una fuente de energía eléctrica para poder recargar sus baterías.
- ⚠ Contar con soporte técnico para lograr el correcto uso de los equipos y los softwares (principalmente cuando se comienza a operar con el sistema).
- ⚠ Los equipos no se conectan directamente con softwares de gestión. Los datos deben exportarse en formato .xls o .csv para luego ser importados a los softwares de gestión.

Experiencias de usuarios

¿Qué problemas solucionó? ¿Qué oportunidades permitió capturar?

"La adopción de estos sistemas me permitió agilizar la ejecución de tareas, generar información de calidad y transparentarla. Ahora encontramos cosas que antes no veíamos porque no las podíamos medir o no las mediamos bien."

"Facilito la operatoria de los pesajes de hacienda y permitió recolectar mayor cantidad de datos. Eso libero tiempo para gestionar más y mejor la información."

"Los sistemas de identificación con caravanas electrónicas y pesaje individual son algo básico si querés empezar gestionar información de otra manera."

"Esta tecnología presenta una muy buena relación costo/beneficio sobre todo en empresas grandes en las que los dueños están lejos o en las que se producen muchos movimientos de hacienda."

¿Qué obstáculos se presentaron al momento de implementarla?

"A la hora implementar la tecnología los procesos no sufrieron grandes cambios, simplemente hubo que modificar el protocolo de manejo de los animales."

"Uno de los aspectos para tener en cuenta es la asistencia al usuario, si no tenés quien te de soporte al inicio no sabes qué hacer."

"Cuesta un poco agarrarle la mano al principio, pero después el uso de los equipos es sencillo e intuitivo."

"Las posibilidades que ofrece el software del equipo de pesaje para analizar los datos son limitadas."

Relación Costo/Beneficio

Costo

El costo de la tecnología se define a partir del valor de los componentes que conforman el sistema. Dependiendo de la marca y las versiones de los equipos, el costo de un sistema para realizar identificación y pesaje individualizado electrónico oscila entre USD 4.538 y USD 9.517. Además, hay que sumar el costo de las caravanas electrónicas, que es de entre USD 1,75 y USD 2,50 por unidad.

Tabla 1: Costos en USD de los componentes de un equipo de identificación y pesaje individualizado electrónico de hacienda

	Básico	Intermedio	Avanzado
Barra de pesaje	2.237 – 2.520	2.404 – 2.520	2.520 – 2.595
Indicador de peso	658 - 877	3.086 – 3.304	3.729 – 4.059
Lector de caravana	1.424 – 1.890	1.424 – 1.890	1.995 – 2.240
Kit de conversión*	490 - 699	490 – 699	490 - 699

* El kit de conversión sólo es necesario para convertir básculas convencionales en electrónicas. Los precios están expresados en USD y NO incluyen IVA

Al pasar de un sistema básico a uno más avanzado, se incorporan funcionalidades que permiten aumentar la capacidad para almacenar y procesar datos. Al momento de decidir la compra de un sistema es importante analizar cuál es la versión que mejor se adecua a las necesidades de cada empresa.

Por último, es importante tener en cuenta el costo de instalación de los equipos que puede llegar a USD 220 + IVA (21%).

Beneficios

Los sistemas de identificación y pesaje individualizado electrónico de hacienda reportan dos grandes tipos de beneficios. Por un lado, permiten realizar un seguimiento individualizado del peso de los animales. Por otro lado, reducen la carga operativa que implica realizar los pesajes de hacienda y simplifican la tarea impulsando el incremento en la frecuencia temporal de los pesajes.

A continuación presentamos dos casos hipotéticos en los que cuantificaremos, de forma teórica, los beneficios que podría llegar a reportar la adopción de esta tecnología. En el primer caso analizamos el beneficio que reportaría el uso de la tecnología para identificar y descartar animales con bajos registros de Aumento Diario de Peso Vivo (ADPV) en un feedlot. En el segundo caso estimamos el beneficio que se obtendría por mejorar las decisiones de manejo a partir del incremento en la frecuencia de las estimaciones del ADPV en un sistema pastoril.

Seguimiento individualizado del Aumento Diario de Peso Vivo (ADPV) en feedlots:

Conocer el ADPV de cada animal en un sistema de engorde a corral (feedlot) permite identificar y descartar a los animales con bajos ADPV. Eso puede hacerse calculando el ADPV entre la pesada del día de entrada de los animales al feedlot y la pesada de la segunda sanidad, que típicamente se realiza 30-45 días luego del ingreso de los animales a los corrales de engorde.

A continuación, se presenta un caso para un sistema de recría y terminación a corral donde se cuantifica el ahorro en alimentos que resulta factible obtener a partir del descarte de animales con peor performance (los que tienen menores ADPV).

Caso de análisis:

- Stock: 1.000 animales.
- Peso de ingreso al corral de recría: 160 kg./animal.
- Permanencia en el corral de recría: Hasta alcanzar los 330 kg./animal.
- Permanencia en el corral de terminación: Hasta alcanzar los 450 kg./animal.
- ADPV promedio en recría: 0,9 (± 0,2) kg./animal/día.
- ADPV promedio en terminación: 1,4 (± 0,3) kg./animal/día.

A partir de estos valores, se calculó el requerimiento y el costo del alimento por animal para cada una de las etapas, según la siguiente ecuación:

$$Requerimiento\left(\frac{kg\ MS}{animal}\right) = Duración\ etapa * 2{,}7\%\ Peso\ Vivo * Peso\ promedio\ de\ la\ etapa$$

$$Requerimiento\left(\frac{kg\ MS}{animal}\right) = \frac{(Peso\ final - Peso\ inicial)}{ADPV} * 2{,}7\%\ Peso\ Vivo * \frac{(Peso\ final - Peso\ inicial)}{2}$$

En la Figura 1 puede observarse la duración del encierro de los animales en función de sus ADPV (líneas punteadas) y la frecuencia acumulada de ADPV (líneas llenas) para las etapas de recría (curvas azules) y terminación (curvas rojas). En primer lugar, observamos que a medida que el ADPV aumenta (eje X) el tiempo de encierro de los animales disminuye (eje Y de la izquierda o primario; curvas en líneas punteadas). Y luego podemos ver que dentro de una población de animales el ADPV registra variabilidad por lo que tienen distribuciones de frecuencias (eje Y de la derecha o secundario; curvas en líneas llenas).

Analizando la etapa de terminación (curvas rojas) vemos que el promedio de la población de animales (frecuencia acumulada 0,5 en el eje Y de la derecha o secundario), tiene un ADPV de 1,4 kg./animal/día (eje X) y tarda 86 días en alcanzar el peso de terminación (flecha negras), mientras que el 10% de los animales con peor performance (frecuencia acumulada 0,1 en el eje Y de la derecha o secundario) tiene un ADPV de solo 1,0 kg./animal/día (eje X) por lo que el peso de terminación recién se alcanza a los 118 días (flechas verdes). De esta forma, observamos como las variaciones en los registros de ADPV de los animales afectan los momentos en los que estos alcanzan su peso de terminación, con el consecuente incremento del costo de la alimentación y el deterioro de la eficiencia productiva.

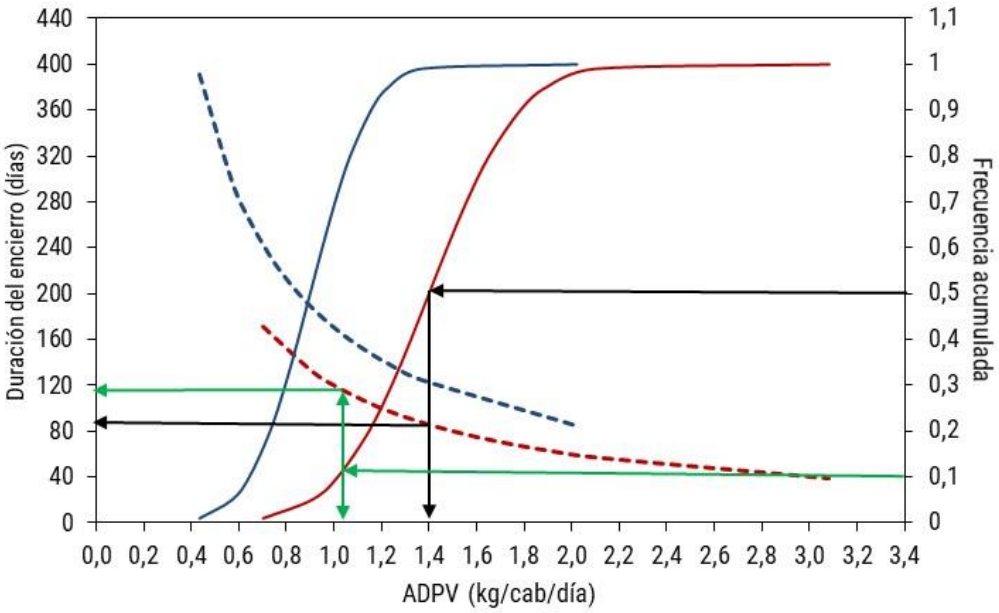


Figura 1. Duración del encierro en recría (línea punteada azul) y terminación (línea punteada roja) en función del ADPV (kg./animal/día) para una recría hasta 330 kg. y una terminación hasta 450 kg., respectivamente. En el eje "Y" de la derecha (eje y secundario) se muestra la frecuencia acumulada del ADPV de un rodeo de 1.000 cabezas para una recría con un ADPV promedio de 0,9 (±0,2) kg./animal/día (línea llena azul) y para una terminación con un ADPV promedio de 1,4 (±0,3) kg./animal/día (línea llena roja). Las flechas negras y verdes se incluyeron en el gráfico para facilitar la interpretación realizada en el párrafo previo.

En la Tabla 2 se muestra, para el caso de este ejemplo, el requerimiento promedio de alimento en kg.MS/animal para las etapas de recría y terminación en función del porcentaje de descarte de animales. Si el descarte de animales fuera del 0% el requerimiento promedio de alimento para esas etapas sería de 2.170 kg.MS/animal, lo que representaría un costo de 421 USD/cabeza si consideramos una dieta con un costo de 0,194 USD/kg.MS. Pero si se descartara el 5% de los animales con peor performance, y se reemplazaran por otros con una performance equivalente a los que quedan en el corral de engorde, se lograría un ahorro en el requerimiento medio de alimento de 73,5 kg.MS/animal (un 3,4%), equivalente a 14,3 USD/animal. Si se multiplica el ahorro/animal por el número de animales en engorde se obtiene el monto de ahorro total. Por ejemplo, en un rodeo que inicialmente tenía 1.000 animales, y se descartaron las 50 cabezas que peor convierten alimento (5%), el ahorro acumulado ascendería a aproximadamente USD 13.585 (950 animales × 14,3 USD/animal).

Tabla 2. Requerimiento medio de alimento para las etapas de recría y terminación, porcentaje y cantidad de ahorro de alimento y dinero, en función del porcentaje de descarte de animales de peor performance.

Porcentaje de descarte (%)	Requerimiento medio (kg.MS/animal)	Porcentaje de ahorro	Ahorro en kg.MS/animal	Ahorro en USD/animal
0	2.170	-	-	-
1	2.148	-1,0%	-22,4	-4,3
5	2.097	-3,4%	-73,5	-14,3
10	2.047	-5,7%	-123,2	-23,9
20	1.973	-9,1%	-197,1	-38,2
30	1.908	-12,3%	-329,7	-50,9

Para el cálculo del costo de la MS se tuvo en cuenta una dieta compuesta por: 71% de grano de maíz, 20% de silaje de maíz, 6% de harina de soja, 2,50% de núcleo de vitaminas y minerales y 0,50% de urea, con un costo de 0,194 USD/kg.MS.

Incremento de la frecuencia de estimación del ADPV para tomar decisiones de manejo en sistemas pastoriles:

Conocer los valores de ADPV de los rodeos permite detectar las situaciones donde los ADPV son inferiores a los registros esperados por el productor, buscar las causas que originan esas diferencias y, eventualmente, analizar y probar medidas correctivas. Sí el diagnóstico realizado es correcto y la solución implementada resulta adecuada, es esperable que los valores de ADPV y la cantidad de kilogramos de carne producida por hectárea aumenten.

La posibilidad de incrementar la frecuencia de pesajes a partir del uso de sistemas de identificación y pesaje individualizado electrónico permiten anticipar la detección de situaciones factibles de ser corregidas mediante decisiones de manejo.

A continuación se presenta un caso hipotético en el que un productor ganadero que implementa esta tecnología reduce el lapso entre pesajes de 60 a 30 días. El pesaje anticipado (respecto de la frecuencia de pesaje original) permite anticipar la estimación del valor de ADPV de los animales y contrastarlo contra el valor esperado. La diferencia entre los valores de ADPV estimado y esperado impulsan al productor a buscar la causa que explica las diferencias y a raíz de ello detectar que puede mejorar la asignación forrajera ajustando el tamaño de las parcelas de pastoreo y el tiempo de permanencia de los animales en las mismas. De esta forma anticipa 30 días un ajuste en el manejo que reporta un incremento promedio de ADPV de 0,200 Kg./animal/día.

Caso de Análisis:

- Stock: 600 animales.
- Frecuencia ADPV original: 60 días.
  Es la frecuencia con la que tradicionalmente el productor calcula el ADPV en sus tropas.
- Frecuencia ADPV anticipado: 30 días:
  Es la frecuencia con la que el productor calcula el ADPV a partir del uso de la tecnología.
- Incremento ADPV: 0,200 Kg./animal/día.
  Es el incremento promedio de ADPV que se registra en el lapso de tiempo que transcurre entre el momento en el que se estima el ADPV anticipado y el ADPV original a raíz de haber tomado una decisión de manejo.

- Precio de venta de la hacienda: 2,10 USD/Kg.[1].

Aquí se presentan las ecuaciones y el cálculo del beneficio económico que se obtiene al aumentar la frecuencia de pesaje de los animales (y del cálculo de los ADPV) cuando se adoptan los sistemas de identificación y pesaje individualizado electrónico, asumiendo los supuestos considerados para este caso de análisis.

Ecuaciones:

$$Kg.carne\ extra = (Frec.ADPV\ orig.(días) - Frec.ADPV\ anticip.(días)) \times Incremento\ ADPV\ (Kg./animal/día)$$

$$Beneficio = Kg.carne\ extra\ \left(\frac{Kg.}{animal}\right) \times precio\ de\ venta\ \left(\frac{USD}{Kg.}\right) \times N°\ animales\ (animales)$$

Cálculos:

$$Kg.carne\ extra = (60\ días - 30\ días) \times 0{,}200\ (kg./animal/día) = 6\ kg./animal$$

$$Beneficio = 6\ \left(\frac{Kg.}{animal}\right) \times 2{,}10\ \left(\frac{USD}{Kg.}\right) \times 600\ (animales) = 7.560\ USD$$

Tabla 3. Sensibilidad del incremento de la producción de carne (Kg./animal) que se obtiene al incorporar la tecnología en función del incremento de ADPV y la cantidad de días que se anticipan las decisiones de manejo.

		Incremento del ADPV (Kg./animal/día)						
		0,100	0,150	0,200	0,250	0,300	0,350	0,400
Anticipo en decisiones de manejo (días)	15	1,5	2,3	3,0	3,8	4,5	5,3	6,0
	30	3,0	4,5	6,0	7,5	9,0	10,5	12,0
	45	4,5	6,8	9,0	11,3	13,5	15,8	18,0

Otros beneficios reportados a partir del uso de la tecnología:

Además de los beneficios previamente cuantificados, los sistemas de identificación y pesaje individualizado electrónico pueden generar otros tipos de beneficios. A continuación se mencionan brevemente dos ejemplos puntuales:

Ventas anticipadas a partir del monitoreo del Aumento Diario de Peso Vivo (ADPV): Dentro de un rodeo que está siendo engordado en un feedlot, esta tecnología permite monitorear la evolución del ADPV por animal. Normalmente los animales "rezagados" en ganancia de peso, los que tienen menores ADPV, permanecen durante un mayor período de tiempo en el feedlot para alcanzar el peso objetivo. Esos animales, ineficientes en la conversión de alimento a kilogramos de carne, ocupan plazas del feedlot durante más tiempo que el planificado originalmente, disminuyendo la eficiencia productiva de la plaza. Poder identificar animales "rezagados" en ADPV permite tomar la decisión de anticipar la venta de los animales ineficientes y liberar plazas del feedlot para ocuparlas con animales más eficientes.

[1] Precio del Kg. de carne según https://agroseries.crea.org.ar/. Rango de fechas de referencia: 05/2022 – 06/2024, para la categoría novillo promedio.

Reducción del tiempo de pesaje de animales: Otro beneficio que reporta el uso de esta tecnología es la disminución del tiempo que insume llevar a cabo el pesaje de un rodeo. Dicha reducción se genera porque la tecnología simplifica la tarea de pesaje propiamente dicho y reduce de forma significativa el tiempo destinado al registro de los datos que se obtienen durante la operación del pesaje. La menor duración de los pesajes se traduce en menores períodos de tiempo en el cual los animales no comen y pierden peso.

Análisis de la Inversión

El análisis de la inversión que se presenta en este trabajo, se hace tomando en consideración un caso en el que los beneficios se obtienen por aumentar la frecuencia de estimación de los valores de ADPV para tomar decisiones de manejo en sistemas pastoriles (similar al 2do caso que se presenta en la sección de beneficios):

Período de Repago

El período de repago es el tiempo necesario para recuperar la inversión. Para calcularlo se considera el costo de la tecnología y se la divide por el incremento de ingreso anual que se obtiene a partir de la incorporación de la tecnología.

Para calcularlo es necesario conocer y cuantificar el costo y el beneficio.

- Costo: es el monto de la inversión en la tecnología.
  Mayor costo de la tecnología, mayor periodo de repago de la inversión.

$$Costo = Barra\ pesaje + Indicador\ peso + Lector\ caravanas + (Costo\ caravana * N°\ caravanas) + Costo\ instalación$$

- Beneficio: es la monetización de los Kg. de carne extra producidos por la mejora del ADPV.
  Mayor mejora en el ADPV, menor período de repago de la inversión.

$$Beneficio = Mejora\ ADPV\ \left(\frac{Kg.}{día \times animal}\right) \times Adelanto\ decisión\ (día) \times Precio\ carne\ \left(\frac{USD}{Kg.}\right) \times N°\ animales\ (animales)$$

En este caso, el período de repago de la tecnología se calcula según la siguiente fórmula:

$$Período\ de\ repago = \frac{Inversión\ inicial}{Incremento\ en\ la\ producción\ de\ carne}$$

$$Período\ de\ repago = \frac{Barra\ pesaje + Indicador\ peso + Lector\ caravanas + (Costo\ caravana * N°\ de\ caravanas) + Costo\ instalación}{Mejora\ ADPV\ \left(\frac{Kg.}{día \times animal}\right) \times Adelanto\ decisión\ (día) \times Precio\ carne\ \left(\frac{USD}{Kg.}\right) \times N°\ animales\ (animales)}$$

Tabla 4. Sensibilidad del período de repago de la inversión (años) en función del número de animales y el incremento de Kg. de carne producidos por utilizar la tecnología

Incremento en la producción de carne (kg./animal)	Número de animales						
	200	300	400	500	600	700	800
3,0	7,0	4,8	3,7	3,0	2,6	2,2	2,0
3,5	6,0	4,1	3,1	2,6	2,2	1,9	1,7
4,0	5,2	3,6	2,7	2,3	1,9	1,7	1,5
4,5	4,7	3,2	2,4	2,0	1,7	1,5	1,3
5,0	4,2	2,9	2,2	1,8	1,5	1,3	1,2
5,5	3,8	2,6	2,0	1,6	1,4	1,2	1,1
6,0	3,5	2,4	1,8	1,5	1,3	1,1	1,0
6,5	3,2	2,2	1,7	1,4	1,2	1,0	0,9
7,0	3,0	2,0	1,6	1,3	1,1	1,0	0,9
7,5	2,8	1,9	1,5	1,2	1,0	0,9	0,8

Para realizar el cálculo se tuvo en cuenta el costo promedio de un equipo (barra de pesaje + monitor de peso + bastón lector de caravanas) con funcionalidades intermedias + IVA (10,5%) y un costo de las caravanas electrónicas de USD 2,00 + IVA (10,5%) c/u. Se consideró un costo de instalación de USD 220 + IVA (21%). El precio de venta fue de 2,10 USD/Kg. Los valores de período de repago están expresados en años.

¿Cómo se lee la tabla?

- **Ingreso por stocks:** Si tenés un stock de 600 animales y a partir del uso de la tecnología logras incrementar la producción de carne en 4 Kg./animal, recuperas la inversión en 1,9 años.

- **Ingreso por incremento en la producción:** Si a partir del uso de la tecnología incrementas la producción de carne en 5 Kg./animal, para repagar la tecnología en menos de 2,9 años necesitas un stock de al menos 300 animales.

- **Ingreso por período de repago:** Si querés repagar la tecnología en 1,5 años y tenes un stock de más de 800 animales necesitas incrementar la producción de carne de 4 Kg./animal, al menos.

ACLARACIÓN: Si bien estas tecnologías pueden seguir siendo funcionales luego de 10 años de uso, es recomendable considerar una vida útil no mayor de 6 años para contemplar su reemplazo por obsolescencia o por aparición de soluciones alternativas superadoras (es decir, con más y mejores funcionalidades).

Valor Actual Neto (V.A.N.)

El Valor Actual Neto (V.A.N.) es el valor actual de los flujos de caja netos (ingresos - egresos) originados por una inversión. Valores positivos de V.A.N. indican que la inversión produce ingresos mayores a una rentabilidad exigida. Por el contrario, valores de V.A.N. negativos indican que la inversión produce ingresos por debajo de la rentabilidad exigida.

En este caso, el V.A.N. de la inversión depende de 3 grandes factores:

a) El incremento en la producción de carne obtenida por la adopción de la tecnología.
Mayor incremento en la producción de carne, mayor V.A.N.

b) El costo de los equipos.
Mayor costo de los equipos, menor V.A.N. de la inversión.

c) La tasa de descuento o rendimiento esperado de la inversión.
Mayor tasa de descuento, menor V.A.N. de la inversión.

$$V.A.N. = \sum_{t=1}^{n} \frac{Incremento\ en\ la\ producción\ de\ carne}{(1 + tasa\ de\ descuento)^t} - Inversión\ inicial$$

$$V.A.N. = \sum_{t=1}^{n} \frac{Mejora\ ADPV\ \left(\frac{Kg.}{día \times animal}\right) \times Adelanto\ decisión\ (día) \times Precio\ carne\ \left(\frac{USD}{Kg.}\right) \times N°\ animales\ (animales)}{(1 + tasa\ de\ descuento)^t} - Costo\ del\ equipo$$

Tabla 5. Sensibilidad del Valor Actual Neto (V.A.N.) expresado en dólares (USD) ante variaciones en el número de animales y el incremento de Kg. de carne producidos por utilizar la tecnología

Incremento en la producción de carne (kg./animal)	Número de animales						
	200	300	400	500	600	700	800
3,0	-4.022	-1.858	305	2.468	4.631	6.794	8.958
3,5	-3.227	-666	1.894	4.455	7.015	9.576	12.137
4,0	-2.432	526	3.484	6.442	9.400	12.358	15.316
4,5	-1.637	1.718	5.073	8.429	11.784	15.139	18.495
5,0	-843	2.910	6.663	10.415	14.168	17.921	21.673
5,5	-48	4.102	8.252	12.402	16.552	20.702	24.852
6,0	747	5.294	9.842	14.389	18.937	23.484	28.031
6,5	1.541	6.486	11.431	16.376	21.321	26.266	31.210
7,0	2.336	7.678	13.021	18.363	23.705	29.047	34.389
7,5	3.131	8.871	14.610	20.350	26.089	31.829	37.568

Para realizar el cálculo se tuvo en cuenta el costo promedio de un equipo (barra de pesaje + monitor de peso + bastón lector de caravanas) con funcionalidades intermedias + IVA (10,5%) y un costo de las caravanas electrónicas de USD 2,00 + IVA (10,5%) c/u. Se consideró un costo de instalación de USD 220 + IVA (21%). El precio de venta de la carne fue de 2,10 USD/Kg. Se utilizó una tasa de descuento del 15% y flujos netos por 6 años (considerando la vida útil asignada a la tecnología antes de su reposición u obsolescencia). Los valores de V.A.N. están expresados en USD.

¿Cómo se lee la tabla?

- **Ingreso por stocks:** Si tenés un stock de 800 animales y a partir del uso de la tecnología logras incrementar la producción de carne en 5 Kg./animal, el V.A.N. es 21.673 USD.

- **Ingreso por incremento en la producción:** Si a partir del uso de la tecnología incrementas la producción de carne 3,5 Kg./animal, para que el V.A.N. sea superior a los 7.000 USD necesitas un stock de al menos 600 animales.

- **Ingreso por V.A.N.:** Si querés lograr un VAN mayor a 9.400 USD, incrementando la producción de carne en 4 Kg./animal, necesitas tener un stock de 600 animales, al menos.

Tasa Interna de Retorno (T.I.R.)

La Tasa Interna de Retorno (T.I.R.) es la tasa de interés o la rentabilidad que ofrece una inversión. Valores de T.I.R. superiores a la tasa de descuento (tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión) indican que la rentabilidad de esa inversión es superior a la rentabilidad exigida. Valores de T.I.R. inferiores a la tasa de descuento (tasa mínima de rentabilidad exigida a la inversión) indican que el proyecto no alcanza la rentabilidad mínima exigida a la inversión.

En este caso, la T.I.R. de la inversión depende de 3 grandes factores:

a) El incremento en la producción de carne obtenida por adoptar la tecnología.
Mayor incremento en la producción de carne, mayor T.I.R. de la inversión.

b) El costo de los equipos.
Mayor costo de los equipos, menor T.I.R. de la inversión.

c) La tasa de descuento o rendimiento esperado de la inversión.
Mayor tasa de descuento, menor T.I.R. de la inversión.

Tabla 6. Sensibilidad de la Tasa Interna de Retorno (T.I.R.) ante variaciones en el número de animales y el incremento de Kg. de carne producidos por utilizar la tecnología

Incremento en la producción de carne (kg./animal)	Número de animales						
	200	300	400	500	600	700	800
3,0	-4%	7%	16%	24%	32%	38%	44%
3,5	0%	12%	22%	31%	39%	47%	54%
4,0	4%	17%	28%	38%	47%	55%	63%
4,5	8%	22%	34%	44%	54%	63%	72%
5,0	11%	26%	39%	51%	61%	71%	81%
5,5	15%	31%	45%	57%	69%	79%	89%
6,0	18%	35%	50%	63%	75%	87%	98%
6,5	21%	39%	55%	69%	82%	95%	107%
7,0	24%	43%	60%	75%	89%	102%	115%
7,5	27%	47%	65%	81%	96%	110%	124%

Para realizar el cálculo se tuvo en cuenta el costo promedio de un equipo (barra de pesaje + monitor de peso + bastón lector de caravanas) con funcionalidades intermedias + IVA (10,5%) y un costo de cada caravana electrónica de USD 2,00 + IVA (10,5%). También se consideró un costo de instalación de USD 220 + IVA (21%), un precio de venta de la carne fue de 2,10 USD/Kg. y una vida útil de la tecnología de 6 años.

¿Cómo se lee la tabla?

- **Ingreso por stocks:** Si tenés un stock de 800 animales y a partir del uso de la tecnología incrementas la producción de carne 5 Kg./animal, la T.I.R. de la inversión es 81%.

- **Ingreso por incremento en la producción:** Si a partir del uso de la tecnología incrementas la producción de carne 3 Kg./animal, para obtener una T.I.R. del 16% necesitas un stock de al menos 400 animales.

- **Ingreso por T.I.R.:** Si querés obtener una T.I.R. igual o mayor al 45%, incrementando la producción de carne en 5,5 Kg./animal necesitas un stock de 400 animales, al menos.

Cuota de amortización

La cuota de amortización refleja la depreciación estimada de un bien. El término depreciación refiere a la pérdida de valor que sufren los bienes de uso durante un período de tiempo determinado.

Para realizar el cálculo de la cuota de amortización se consideró la inversión total en la tecnología, su vida útil estimada (6 años) y un valor residual del 20% del valor inicial. La cuota de amortización se expresó en kilogramos de novillo por año. Para ello, se dividió la cuota de amortización por un precio del kilo de novillo promedio de 2.10 USD/Kg.[2].

$$Cuota\ de\ amortización = \frac{\left(\frac{Inversión\ total - Valor\ residual}{Vida\ útil}\right)}{Precio\ del\ kg.\ de\ novillo}$$

En este caso, la cuota de amortización depende de dos grandes factores:

a) El nivel de prestaciones de los equipos.
Mayor nivel de prestaciones, mayor cuota de amortización.
b) El precio del novillo.
Mayor precio del kilogramo de novillo, menor cuota de amortización.

Tabla 7. Sensibilidad del valor de la cuota de amortización (expresada en kg. de novillo) de un equipo de identificación y pesaje individualizado electrónico en función de su nivel de prestaciones y el precio del kg. de novillo promedio.

		Nivel de prestaciones de los equipos		
		Básico	Intermedio	Avanzado
Precio del novillo (USD/kg.)	1,70	376,7	573,6	672,1
	1,80	355,8	541,8	634,7
	1,90	337,1	513,3	601,3
	2,00	320,2	487,6	571,3
	2,10	305,0	464,4	544,1
	2,20	291,1	443,3	519,3
	2,30	278,4	424,0	496,7
	2,40	266,8	406,3	476,0

[2]Precio del Kg. de carne según https://agroseries.crea.org.ar/. Rango de fechas de referencia: 05/2022 – 06/2024, para la categoría novillo promedio.

¿Cómo se lee la tabla?

- **Ingreso por nivel de prestaciones:** Para un equipo con un nivel intermedio de prestaciones, si consideramos un precio del kilogramo de novillo de USD 2,00, la cuota de amortización es de 487,6 kg. de novillo por año.

- **Ingreso por precio del novillo:** Para un precio del kilo de novillo de USD 2,20 la cuota de amortización de un equipo que brinda prestaciones básicas es de 291,1 kilogramos de novillo por año.

- **Ingreso por cuota de amortización:** Si no estoy dispuesto a afrontar una cuota de amortización superior a los 305 kilogramos de novillo por año cuando el precio de la carne está en el orden de 2,10 USD/Kg. solo podré adquirir un equipo que ofrezca prestaciones básicas.

Mantenimiento y Servicio Postventa

Generalmente los equipos cumplen con la norma IP67 (resistentes a barro, lluvia, luz solar, etc.) por lo tanto, su mantenimiento es sencillo. A su vez, las empresas, suelen contar con repuestos y representantes técnicos y servicio postventa distribuidos por todo el país.

Agradecimientos

Al Ingeniero Agrónomo y Especialista en Gestión de Sistemas Pastoriles José Lizzi y al Médico Veterinario Román Irurtia por los aportes de información y las sugerencias realizadas para definir y mejorar las metodologías de análisis que se utilizaron para elaborar los resultados que se presentan en el trabajo.

Al Ingeniero Agrónomo Fermín Torroba por los aportes realizados a partir de la revisión crítica del informe.