

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS

ESCUELA DE ZOOTECNIA

Pérdida de peso de animales bovinos (*Bos indicus* y *Bos taurus*) que fueron transportados, alojados y subastados

Emmanuel Arias Navarro

Tesis presentada para optar por el título en el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

2021

HOJA DE APROBACIÓN

Esta tesis fue aceptada por la Comisión de Trabajos Finales de Graduación de la Escuela de Zootecnia, de la Universidad de Costa Rica, como requisito parcial para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Agronómica con énfasis en Zootecnia.



M.Sc. Rodolfo WingChing-Jones

Director de Tesis
Director Escuela de Zootecnia



M.Sc. Roger Molina Coto

Miembro del tribunal



M.A.D.E. Luis Diego Obando Espinach

Miembro del tribunal



Ph.D. Luis Villalobos Villalobos

Miembro del tribunal



Lic. Maikol Astúa Ureña

Miembro del tribunal



Bach. Emmanuel Arias Navarro

Sustentante

DEDICATORIA

A toda mi familia, en especial a mi madre y mi padre.
En memoria Milton Arias Morera, que sé que desde el cielo me cuidas y estás orgulloso.
Los super amo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la vida por darme la oportunidad de haber estudiado esta carrera tan hermosa y por cada una de las personas que conocí en el proceso, que tanto me han ayudado en el crecimiento personal como profesional.

A mis compañeros de generación, a los que no eran de mi generación, amigos de TA, EA y Agro.

A mi familia por tanto apoyo durante este largo trayecto, a los que están y a los que se fueron.

A los profesores de la escuela de zootecnia por la formación, sin ellos esto no sería posible.

Al profesor Rodolfo WingChing Jones por todo el apoyo brindado desde la práctica laboral y aún más en la tesis, gracias por la paciencia y los consejos brindados.

A mis otros hermanos, Cube y Ale porque se convirtieron en mi otra familia.

Y finalmente a Sia, Keylor, Maikol, Mau, André, Cava, Camilo, Daniel, Steph, Moni y Majo que hicieron de mi paso por la Universidad, una de las mejores etapas de mi vida.

¡GRACIAS!

ÍNDICE

	Página
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE CUADROS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN	xiv
1. INTRODUCCIÓN	1
2. OBJETIVOS.....	3
2.1. Objetivo general.....	3
2.2. Objetivos específicos:	3
3. REVISIÓN DE LITERATURA.....	4
3.1. Panorama mundial de la producción de carne bovina	4
3.1.1. Producción mundial.....	4
3.1.2. Consumo mundial de carne bovina	5
3.2. Panorama nacional de la producción de carne bovina.....	6
3.2.1. Historia.....	6
3.2.2. Características del hato Bovino Nacional	6
3.2.3. Producción de ganado bovino en Costa Rica	8
3.2.4. Participación del sector ganadero en el producto interno bruto (PIB)	8
3.2.5. Consumo Nacional de carne bovina.....	9
3.2.6. Comercialización del ganado bovino en Costa Rica	10
3.2.7. Comercialización en pie del ganado (Subasta).....	11
3.3. Merma de peso	11
3.3.1. Tipos de mermas	11
3.3.1.1. Merma de llenado intestinal.....	11
3.3.1.2. Merma de tejido o pérdida tisular	13
3.4. Factores asociados a la pérdida de peso en los bovinos	13
3.4.1. Estrés.....	13
3.4.2. Transporte.....	15
3.4.3. Duración del viaje.....	15
3.4.4. Distancia	15
3.4.5. Bienestar animal al transporte.....	16
3.4.6. Densidad animal en el transporte	17

3.4.7. Diseño de vehículos.....	18
3.4.8. Transportista.....	18
3.4.9. Ayuno.....	19
3.4.10. Edad, sexo y categoría comercial.....	20
3.5. Pérdida de peso en subastas.....	21
3.6. Recuperación post-comercialización.....	21
3.7. Estrategias para disminuir la merma de peso en la cadena de comercialización del ganado bovino.....	22
3.7.1. Uso de electrolitos.....	22
3.7.2. Suplementación alta en energía.....	23
4. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
4.1. Ubicación del estudio.....	24
4.2. Procedimiento general.....	24
4.2.1. Toma de datos para animales transportados de finca a subasta o finca a planta de cosecha.....	25
4.2.2. Toma de datos de animales en alojados en subasta hasta su venta.....	25
4.2.2.1. Manejo de animales en subasta.....	27
4.2.3. Toma de datos de animales en alojados en planta de cosecha hasta su faena.....	28
4.2.4. Recolección de datos de animales suplementados pre-transporte.....	29
4.2.5. Recolección de datos para pérdidas monetarias del productor y subasta por mermas.....	29
4.3. Tratamiento.....	31
4.3.1. Evaluación de mermas durante transporte.....	31
4.3.2. Evaluación de mermas durante comercialización en subasta.....	31
4.3.3. Evaluación de mermas en planta de cosecha.....	31
4.3.4. Evaluación de mermas en animales suplementados.....	32
4.3.4.1. Suplementación energético-proteico-mineral.....	32
4.3.4.2. Suplementación heno y subproductos de paja.....	32
4.3.4.3. Suplementación con alimento balanceado.....	33
4.4. Variables evaluadas.....	33
4.4.1. Pérdida de peso (kg), Porcentaje de pérdida de peso (%), pérdida de peso por hora (kg/h) y porcentaje de pérdida de peso por hora (%/h).....	33
4.4.2. Categoría comercial.....	33
4.4.3. Peso inicial.....	34
4.4.4. Duración del viaje y alojamiento en corrales (hasta su venta o faena).....	34
4.4.5. Distancia recorrida y clima al momento de transporte.....	34
4.4.6. Velocidad de viaje (promedio).....	34

4.4.7. Densidad del camión.....	34
4.5. Cuantificación de los ingresos no percibidos por merma en peso vivo de los semovientes.....	35
4.6. Análisis de la información.....	35
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
5.1. Pérdidas de peso durante el transporte de semovientes de la finca a la subasta.....	38
5.1.1. Categorías comerciales.....	38
5.1.2. Peso Inicial.....	38
5.1.3. Densidad de animales (kg/m ²).....	39
5.1.3. Tiempo de transporte	40
5.1.4. Tiempo de espera en camión.....	41
5.1.6. Clima.....	41
5.2. Pérdida de peso durante el proceso de subasta.....	42
5.2.1. Sexo del animal	42
5.2.2. Patrón Racial	44
5.2.3. Categoría comercial	44
5.2.4. Tiempo de espera en corral.....	45
5.2.5. Peso Inicial.....	45
5.3. Pérdida de peso en planta de cosecha.....	46
5.3.1. Patrón racial.....	46
5.3.2. Categoría comercial y sexo del animal.....	48
5.3.3. Tiempo de espera en corral.....	48
5.3.4. Peso Inicial.....	49
5.4. Uso de suplementación pre-transporte como alternativa para reducción de merma y su relación costo beneficio.	50
5.4.1. Uso de diferentes de suplementaciones pre-transporte.....	51
5.4.1.1. Suplementación energética, proteica y mineral.....	51
5.4.1.1.1. Costo-beneficio de suplementación energética, proteica y mineral.....	53
5.4.1.2. Suplementación con heno y subproductos de piña.....	53
5.4.1.2.1. Costo-beneficio suplementación con heno y subproductos de piña.....	55
5.4.1.3. Suplementación con concentrado.	55
5.4.1.3.1. Costo-beneficio de suplementación con concentrado	56
5.5. Estimación de los ingresos no percibidos por merma en peso vivo de los semovientes de la finca al ring de subasta.....	56
5.5.1. Ingresos no percibidos por el productor	57

5.5.2. Ingresos no percibidos por la pérdida de peso a las organizaciones responsables de las subastas	61
6. CONCLUSIONES.....	62
7. RECOMENDACIONES	63
8. LITERATURA CITADA.....	64
9. ANEXOS	73

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Producción mundial anual de carne de bovino del año 2015 al 2019 y estimación de producción esperada para el año 2020 de diversos países	4
2	Datos comparativos del sector ganadero en Costa Rica en los años 1984, 2000, 2014 y 2017	7
3	PIB de Costa Rica y valor agregado agropecuario, pecuario, vacuno y su participación en relación con el PIB en los años del 2015 al 2018	9
4	Subastas ganaderas en Costa Rica y su ubicación	12
5	Factores que influyen en el llenado intestinal de animales rumiantes	13
6	Porcentaje de pérdida de peso según las horas de viaje	16
7	Relación entre los kilómetros recorridos relacionado al porcentaje de pérdida de peso de los animales	16
8	Densidades recomendadas para ganado con cuernos y sin cuernos, según el peso	17
9	Parámetros recomendados para diseños de vehículos que transporten bovinos	18
10	Factores recomendados para minimizar el estrés en el transporte de bovinos	19
11	Pérdida de peso según tiempo de ayuno en animales que son transportados	20
12	Tiempo necesario para recuperación del peso perdido luego de un periodo de comercialización	21
13	Pérdida de peso en transporte y su relación con los factores evaluados en animales que fueron transportado a subastas y planta de cosecha	39
14	Pérdida de peso en corrales y su relación con los factores evaluados en animales que fueron subastados	43

15	Pérdida de peso en corrales, rendimiento de canal y su relación con los factores evaluados en animales que fueron sacrificados planta de cosecha	47
16	Proporción de animales en tiempo espera de corrales de planta de cosecha, según su patrón racial.	49
17	Promedio en pérdidas de peso y rendimiento en canal de los animales que fueron suplementados y no suplementados (control) previo a su transporte a planta de cosecha	50
18	Promedio en pérdidas de peso y rendimiento en canal de los animales que fueron suplementados con tres diferentes tratamientos (proteico-energético-mineral, piña-heno y alimento balanceado) y el respectivo grupo control, previo a su transporte a planta de cosecha	52
19	Costos e inclusión de ingredientes de la suplementación energética-proteica-mineral	53
20	Costos e inclusión de ingredientes de la suplementación con heno y subproductos de piña	55
21	Costos de la suplementación con alimento balanceado	56
22	Categoría comercial con su respectivo porcentaje de pérdida y precio promedio por kilogramo	57
23	Ingresos no percibidos por el productor según el peso de los machos durante el proceso de comercialización, desde su entrada a los corrales, hasta su venta	58
24	Ingresos no percibidos por el productor según el peso de las hembras durante el proceso de comercialización, desde su entrada a los corrales, hasta su venta	59
25	Estimación de mermas por transporte según factores de manejo durante el transporte	60

26	Estimación del ingreso no percibido por los responsables de la subasta relacionados a la pérdida de peso de los semovientes	61
----	---	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Porcentajes de consumo mundial anual de carne bovina del año 2019	5
2	Extracción total en cabezas de ganado de bovinos entre los años 2016-2019	8
3	Consumo per cápita anual de carne de res en Costa Rica de los años 2016-2018	10
4	Esquema metodológico de recolecta de datos para animales transportados de finca a subasta/finca a planta de cosecha	26
5	Esquema de toma de datos para animales alojados en subastas hasta su venta	27
6	Esquema para recolecta de datos para pérdidas monetarias del productor y subasta por mermas	28
7	Recolección de datos de animales suplementados pre-transporte	30
8	Aporte nutricionales del suplemento de heno y subproductos de piña	54

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo	Título	Página
1	Etiqueta nutricional de Minerales Unidos del Sur (MIGUS)	73
2	Etiqueta nutricional de concentrado engorde novillo energético	74

RESUMEN

Introducción: Conocer la pérdida de peso de los animales durante el proceso de comercialización del ganado bovino permite desarrollar estrategias, para optimizar la eficiencia del sistema. **Objetivo:** Determinar los factores asociados al cambio de peso corporal de los bovinos (*Bos indicus* y *Bos taurus*) durante el transporte y la comercialización por medio de subasta. **Metodología:** Durante los meses de enero de 2019 a julio de 2020, se realizaron 3 evaluaciones en conjunto con la Asociación Cámara de Ganaderos Unidos del Sur (ACGUS), para determinar la pérdida de peso de los animales durante el proceso de comercialización. Para el primer objetivo se evaluó los factores que afectan la pérdida de peso en los procesos de comercialización: transporte, subasta y planta de cosecha, con una muestra de 207, 487 y 241 animales respectivamente. Los semovientes procedentes de diferentes fincas se agruparon según el sexo, categoría comercial, rango de peso y patrón racial (*Bos indicus*, *Bos taurus* o el cruce de los anteriores en proporciones desconocidas). Se evaluó la duración del viaje (horas), espera en el camión cuando fue necesario, clima al momento de transporte (soleado, lluvioso o nublado), densidad animal (kg/m^2) y peso inicial pre-transporte. Para la recolecta de los datos se procedió según la logística del sistema. Los animales se pesaron antes de cargarse al camión (PI_1), posterior al transporte en la subasta (o planta de cosecha) (PS_1) y en el ring de subasta (PF_1). Por último, se tomaron los datos de peso de los animales al momento de la llegada a la planta de cosecha (PC_1) COOPECARNISUR, en el momento previo al sacrificio (PCS_1) y su peso en canal. Para determinar el efecto de la suplementación (proteica-energética-mineral, fibrosa o alimento balanceado) previa al transporte sobre la merma de los semovientes, se pesaron un total 40 toros. Se tomó la mitad de los animales como grupo control y la mitad restante se suplementó en finca. El pesaje de los bovinos se realizó previo a la suplementación (PF_3), posterior al transporte y la espera en los corrales en planta de cosecha (PS). Además, también se registró el peso de la canal caliente (PC). Todos los datos recolectados se asociaron al número de identificación del animal y tabulados en una hoja de Microsoft Office Excel® 2016. Se desarrolló una tabla donde se estimaron las pérdidas por ingresos no percibidos del productor y la subasta. Esto se logró mediante la información generada por los datos obtenidos en el estudio de pérdida de peso según la categoría comercial y el promedio de animales subastados de cada categoría comercial por subasta (datos proporcionados por la ACGUS). **Resultados:** Se encontró que el tiempo de transporte, densidad animal en el transporte, tiempo de espera en el camión y el peso inicial de los animales, son factores importantes para definir la pérdida de peso de los animales durante el transporte a subasta

($p < 0,05$), pero no así la categoría comercial ($p > 0,05$). En el tiempo de espera se encontró una tendencia cuadrática, donde el rango intermedio de tiempo fue el de mayor merma en los bovinos con diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$). Mientras que el tiempo de espera en corrales de subasta y planta de cosecha revelaron un incremento de la pérdida de peso conforme el tiempo aumenta ($p < 0,05$). Las bajas densidades animales (kg/m^2) durante el transporte, afectaron de mayor manera las mermas que densidades mayores ($p < 0,05$). Por otro lado, se observó que al evaluar dichas mermas por hora (kg/h), estas fueron mayores en densidades altas ($p < 0,05$). Los animales de pesos > 500 kg sufrieron mermas mayores en comparación a animales más livianos ($p < 0,05$). El clima es un factor importante en el transporte de los animales, climas soleados provocan una mayor merma en el transporte ($p < 0,05$). Durante el estudio de animales subastados, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre patrones raciales (*Bos taurus* y *Bos indicus*), pero sí entre *Bos taurus* y los cruces, donde los últimos perdieron menos peso ($p < 0,05$). Durante la estadía los corrales de la planta de cosecha, los animales *Bos taurus* obtuvieron mermas significativamente mayores que los *Bos indicus* ($p < 0,05$). Los machos generaron mayores pérdidas de peso que las hembras en la etapa de subasta ($p < 0,05$). Las categorías comerciales en planta de cosecha señalan que los animales de mayor edad y peso pierden más peso que los animales más jóvenes y menos pesados ($p < 0,05$). Debido a la cantidad de datos recolectados, este análisis preliminar, no encontró diferencias significativas en el uso de suplementación pre-transporte para disminuir la merma de los animales en el proceso de comercialización ($p > 0,05$). Al considerar un promedio de 542 bovinos por subasta, ésta deja de percibir en promedio $\text{C}\$63.768$ (3% comisión de la subasta) debido a mermas por evento. Al contabilizar una media de 104 eventos al año, el monto es de $\text{C}\$6.568.055$. Por otro lado, el productor deja de percibir entre $\text{C}\$785,90$ hasta un máximo de $\text{C}\$9.931,80$, por estancia en corrales de la subasta. Al incluir el promedio de merma de transporte obtenida en el estudio (4,66%), las pérdidas aumentaron entre $\text{C}\$4.022,73$ hasta $\text{C}\$43.451,63$ por animal (machos).

1. INTRODUCCIÓN

Para el año 2019, en Costa Rica, el Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC) realizó la Encuesta Nacional Agropecuaria (ENA), la cual, según los datos obtenidos, indica que en el país existen 1.633.467 animales bovinos, donde predomina en su mayoría animales dedicados a la industria cárnica, con 84,40% entre ganado de carne y doble propósito (62,70 y 21,70% respectivamente) (INEC 2020). Los productores de ganado para carne y doble propósito utilizan como medio principal de comercialización las subastas ganaderas con 86 y 70% respectivamente. En el país existen 21 subastas (CORFOGA 2018) autorizadas por el Servicio Nacional de Salud Animal (SENASA) mediante el Certificado Veterinario de Operación (CVO), bajo el Reglamento para el Funcionamiento y Comercialización de Ganado en Pie en Subastas y Otorgamiento del Certificado Veterinario de Operación (Decreto N°32501-MAG-MEIC-SP, 2005). La subasta de la Asociación Cámara de Ganaderos Unidos del Sur (ACGUS) se coloca como una de las más importantes a nivel nacional, movilizándolo el 10,7% de animales comercializados en el país en el año 2012 (CORFOGA 2012).

Durante el proceso de comercialización del ganado, es necesario transportar a los semovientes, donde lo común es realizarlo en vehículos con un cajón amplio. Dicha acción, crea un evento de estrés para el animal, sumado a los factores ambientales y de manejo durante el proceso, como, restricciones alimenticias o agua, exposición a las inclemencias del clima (calor, frío o lluvia), poco espacio, golpes o utilización de chuzo eléctrico (Teke 2013). Esta serie de factores se evidencia en una merma del peso vivo (PV), hematomas e incluso muerte de los animales (Knowles 1999).

La merma o el debaste de los animales, es la diferencia que existe entre el peso del animal en la finca, con el peso, al momento de la venta. El ganado tiene cambios normales de peso a lo largo del día, debido a la ingesta de alimentos, pastoreo y agua, por lo tanto, los animales comienzan a perder peso al momento de suprimirlas (Bavera 2006). La mayor parte de la merma se da en el transporte y alojamiento previo a la venta o sacrificio, por causa de la restricción de agua y alimento, también la pérdida de fluidos y tejidos corporales, micción, excretas y estrés (Bavera 2006). Por lo anterior, se divide en dos clases de pérdida de peso conocidas como: merma de llenado y merma de tejidos.

El peso, es fundamental en la comercialización de ganado bovino, ya que, es la base de la transacción comercial (Irigoyen 2005) .Es por esto por lo que, las mermas en este rubro generan una pérdida monetaria para la industria cárnica, mediadores (subasta) y el productor

como tal (Rodríguez y WingChing-Jones 2012, Hawasly y Velásquez 2009). Se han registrado pérdidas de peso entre 2,40 a 6,00% de peso vivo del animal mientras es transportado, dependiendo del tiempo de viaje (De la Calle 2008); junto a la espera en la subasta éste puede aumentar de 1,57 a 2,54 %, lo que depende de factores como el tiempo de espera, edad y peso del animal (Rodríguez y WingChing-Jones 2012). Al considerar la cantidad de animales subastados, eso con lleva una pérdida económica significativa, tanto para el productor, como para la subasta.

En Costa Rica se han elaborado estudios relacionados con el proceso de comercialización de los animales y su efecto sobre la calidad de la carne (por transporte) o la merma de peso (solamente en subasta), pero ninguno que determine las pérdidas de peso dadas por el transporte ni en el ciclo completo de comercialización, ni mucho menos una salida o manejo viable para esas mermas. Existen diferentes propuestas comerciales y de manejo en finca, que ayudan a disminuir la pérdida de peso que se da por el estrés inducido del transporte (Bavera 2006).

Esta investigación pretende establecer los factores que influyen en la merma del peso, mediante la evaluación de las características de los animales (raza, sexo, categoría comercial), el tiempo de transporte entre el sistema de producción, el lugar de la subasta, ayuno y el clima durante el periodo de transporte. Además, se estimará la pérdida que genera la merma de los bovinos durante el proceso de comercialización, tanto para el productor, como para el ente comercializador. Finalmente se evaluará el efecto de la suplementación (energética-proteica, heno y subproductos de piña y alimento balanceado) de los animales previa al transporte, como alternativa para disminuir las pérdidas de peso durante el proceso de comercialización y su impacto económico para el productor.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Determinar los factores asociados al cambio de peso corporal de los bovinos (*Bos indicus* y *Bos taurus*) durante el transporte y la comercialización por medio de subasta y planta de cosecha.

2.2. Objetivos específicos:

- Identificar las relaciones entre la pérdida de peso de los bovinos en las etapas de transporte y comercialización, con el patrón racial, el sexo, la categoría comercial, el peso, tiempo de transporte, tiempo en corrales y densidad animal.
- Determinar los efectos de la suplementación pre-transporte (energética-proteica, heno y desechos de piña y alimento balanceado) en la merma de peso y la relación beneficio costo de su implementación.
- Cuantificar las pérdidas económicas percibidas por los productores y las subastas por las mermas obtenidas en el proceso de comercialización de los bovinos.

3. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Panorama mundial de la producción de carne bovina

3.1.1. Producción mundial

La producción mundial de carne bovina creció a una tasa promedio de 0,3% del año 2007 al 2016 (FIRA 2017). Según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (2019) (USDA por sus siglas en inglés) la tendencia de aumento en la producción mundial se mantuvo hasta el 2018, donde creció 2,44% con respecto al 2017. En el 2019 se evidencia una disminución de 1,87% con respecto al año 2018. Además, para el 2020 se espera un crecimiento de la producción mundial del 1%, para alcanzar una cifra de 61,9 millones de toneladas métricas (USDA 2019). En el Cuadro 1, se observa la producción anual de carne bovina en los países con mayor producción a nivel mundial del año 2015 al 2019 y con la estimación esperada para el 2020, donde Estados Unidos es el mayor productor de carne bovina con 12,3 millones de toneladas métricas (Tm), seguido por Brasil con 10,2 millones Tm y la Unión Europea (UE) con 7,9 millones Tm.

Cuadro 1. Producción mundial anual de carne de bovino del año 2015 al 2019 y estimación de producción esperada para el año 2020 de diversos países.

País	2015	2016	2017	2018	2019	2020
	Producción (1.000 Toneladas métricas)					
Estados Unidos	10.817	11.507	11.943	12.256	12.289	12.619
Brasil	9.425	9.284	9.550	9.900	10.210	10.800
Unión Europea	7.684	7.880	7.869	8.003	7.910	7.780
China	6.169	6.169	6.346	6.440	6.850	6.625
India	4.100	4.200	4.250	4.265	4.287	4.300
Argentina	2.720	2.650	2.840	3.050	3.040	3.125
Australia	2.547	2.125	2.149	2.306	2.300	2.080
México	1.850	1.879	1.925	1.980	2.030	2.070
Pakistán	1.710	1.750	1.780	1.800	1.820	1.840
Rusia	1.364	1.339	1.325	1.357	1.367	1.377
Canadá	1.047	1.130	1.201	1.265	1.330	1.325
Otros	10.023	10.022	9.809	9.855	7.873	7.920
Total	59.456	59.935	60.987	62.477	61.06	61.861

Fuente: USDA (2019).

3.1.2. Consumo mundial de carne bovina

El consumo mundial de carne creció a una tasa promedio anual de 0,1% entre el 2007 y el 2016, esto debido al crecimiento del consumo en China (2,7% anual), Brasil (0,6% anual), India (3,5% anual), Pakistán (2,5% anual) y Turquía (14,9% anual). Esto permitió mantener el consumo mundial con tendencia al crecimiento en ese periodo, ya que, el consumo de carne bovina disminuyó en otros países como Estados Unidos (-1% anual), UE (-1,1% anual), Argentina (-1,5% anual), Rusia (-2,9% anual) y México (-0,9% anual) (FIRA 2017), lo que afectó el consumo mundial. Para el 2019, el USDA (2019) indica una disminución en el consumo mundial de 1,7% con respecto al 2018 y estima un crecimiento de 0,8% para el 2020.

En el 2019, Estados Unidos es el país con mayor consumo de carne bovina por año, con 12,2 millones Tm, seguido por China, Brasil y la UE con 9,2; 8 y 7,9 millones Tm, respectivamente, concentrando el 62% del consumo mundial (Figura 1).

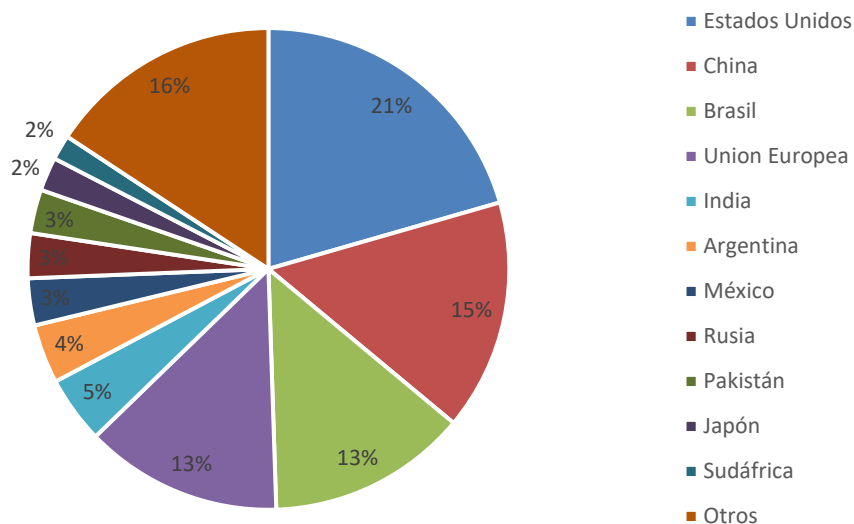


Figura 1. Porcentajes de consumo mundial anual de carne bovina del año 2019.
Fuente: USDA (2019).

Según la OCED-FAO (2019), el consumo per cápita de carne bovina presenta un alza, y se espera que en los próximos 10 años se mantenga de la misma manera, esto debido a la occidentalización de la dieta en Asia, crecimiento demográfico y un aumento en el consumo por un alza en los ingresos de la población. Uruguay (45,5 kg/año) es el país con

un mayor consumo per cápita en el mundo, seguido por Argentina (40 kg/año), Paraguay (25,5 kg/año) y Estados Unidos (24,5 kg/año) (FIRA 2017).

3.2. Panorama nacional de la producción de carne bovina

3.2.1. Historia

La ganadería bovina ha sido históricamente una actividad importante en el desarrollo económico del país. En el año 1561 se tiene registro de las primeras reses en ingresar al país, provenientes de Nicaragua y Honduras (Quirós 2006). En los siguientes 459 años de desarrollo, la ganadería costarricense atravesó procesos difíciles. En 1817 la ganadería en la zona de Bagaces disminuyó en 50% por problemas con plagas (murciélagos y coyotes) y enfermedades como: carbón sintomático. Esta última perjudicó de mayor manera el hato nacional expandiéndose por todo el país en el año de 1917. Gracias a la introducción de forrajes mejorados, nuevas razas y creación de instituciones que velan por el desarrollo ganadero, la actividad logró sobresalir en el país y posicionó a la carne bovina como el tercer producto de mayor exportación en los años setenta (Quirós 2006).

La década de los setenta también se vio caracterizada por sequías largas y la caída del precio de la carne, lo que conllevó a una crisis al sector hasta principios de los noventa (Méndez 2008). Para inicios del 2000, la recién creada CORFOGA (Corporación de Fomento Ganadero) comienza a participar en el desarrollo, modernización e incremento de la productividad bovina del país, mediante el apoyo de transferencias tecnológicas del sector primario y el sector agroindustrial de la carne (Méndez 2008).

3.2.2. Características del hato bovino nacional

Según la Encuesta Nacional Agropecuaria 2019 (INEC 2020), el hato bovino costarricense, está conformado por 1.633.467 cabezas de ganado. En el Cuadro 2, se puede observar la evolución de la ganadería nacional desde 1984 hasta el 2019. Es claro que existe una reducción de 412.905 bovinos del año 1984 al 2019. A pesar de esta reducción, en comparación con el 2014, se registra una tendencia de aumento en los últimos 5 años, alcanzado en el 2019 un incremento del 27,73% del hato.

Cuadro 2. Datos comparativos del sector ganadero en Costa Rica en los años 1984, 2000, 2014, 2017 al 2019.

Variable	1984	2000	2014	2017	2018	2019
Población animal (n° Cabezas)	2.046.372	1.358.209	1.278.817	1.497.551	1.582.179	1.633.467
Número de fincas ganaderas	nr	38.365	37.171	nr	nr	nr
Área de pastos (ha)	nr	1.349.628	1.044.910	nr	nr	nr
Proporcionalidad del Sistema de Producción (%)						
Carne	nr	65	42	52,30	61,80	62,70
Doble Propósito	nr	22	32	31,30	22,20	21,70
Leche	nr	17	26	16,20	15,80	15,40
Trabajo	nr	nr	nr	0,20	0,20	0,20

nr=No reportado. Fuente: elaboración propia a partir de datos de CORFOGA (2019a) y INEC (2020).

El ganado dedicado a carne aumentó 27,73% con respecto al año 2014 y junto al ganado de doble propósito, conforman el 84,40% del hato nacional. Por otro lado, el sector lechero, presenta una reducción cercana al 23,90% de los bovinos dedicados a esta actividad para el mismo periodo. Según CORFOGA (2019a) el aumento en la cantidad de bovinos para carne se puede asociar a un crecimiento importante en el precio de la canal de carne bovina del año 2012 al 2015. Según el INEC (2020), en el 2019 el hato bovino estuvo distribuido en una relación 2,8 hembras por macho (72% hembras y 28% machos).

El pastoreo es el principal sistema utilizado por los productores del país. En la ganadería de carne y doble propósito, el 95% utilizan el pastoreo como sistema de alimentación, mientras que en la actividad lechera 79%. Los resultados de la encuesta indican que, cerca de la mitad de las explotaciones del país utilizan pastos naturales como principal sistema de alimentación: 48% en carne, 54% en doble propósito y 51% en lecherías, mientras que el uso de pastos mejorados es de 48% actividad cárnica, 36,2% doble propósito y 44% actividad lechera (INEC 2019).

3.2.3. Cosecha de ganado bovino en Costa Rica

La cosecha en Costa Rica, según datos de CORFOGA (2019b), presenta un aumento, desde el 2016 al 2019, donde el incremento anual promedio de cosecha de cabezas de ganado fue de 6,36%, siendo el 2019 el año de mayor incremento con 7,3% con respecto al 2018, al analizar los datos acumulados de enero a agosto de ambos años. En la Figura 2, se observan las fluctuaciones de la cosecha de bovinos a lo largo de los meses de los años mencionados, evidenciando el incremento obtenido hasta agosto de 2019.

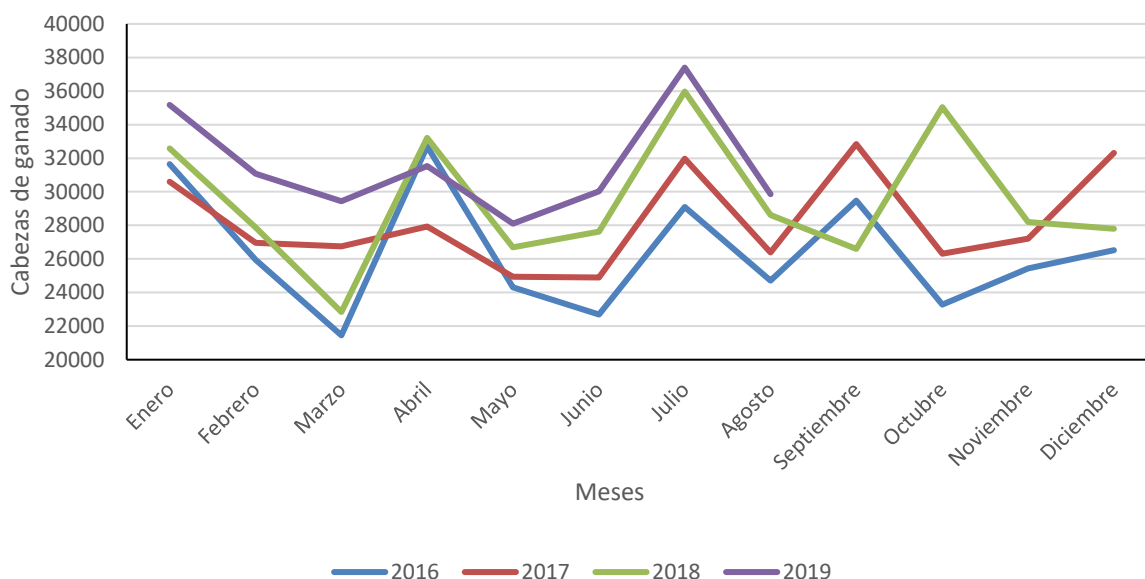


Figura 2. Extracción total en cabezas de ganado de bovinos entre los años 2016-2019.
Fuente: CORFOGA (2019b).

En Costa Rica, la balanza comercial de los productos cárnicos bovinos es favorable, teniendo un incremento del 38,5% en el mes de julio, con respecto a junio de 2019, lo que significa un alza de 389 toneladas, de la misma forma en comparación anual, la balanza comercial aumentó en 3.353 toneladas, equivalente a un aumento del 69,9% en el 2019, con respecto al año anterior (CORFOGA 2019b).

3.2.4. Participación del sector ganadero en el producto interno bruto (PIB)

El sector agropecuario obtuvo una participación de 4,6% en el PIB durante el 2018, siendo la cifra más baja de los últimos 4 años, como se puede observar en el Cuadro 3. El

sector pecuario disminuyó su participación en el PIB desde el 2015, pasando de 22% en el valor agregado del sector agropecuario a 18,3% en el 2018. A pesar de esta reducción, se dio un incremento entre el año 2017 y el 2018 de 0,3%, lo que equivale a 7.152,2 millones de colones. También se observa como la participación del sector ganadero bovino en el PIB, ha disminuido progresivamente desde el 2015, de 0,77% a 0,61% en el 2018. Esto representa una disminución de ₡13.170,90 en su aporte al PIB (\$1 = ₡596,09).

Cuadro 3. PIB de Costa Rica y valor agregado agropecuario, pecuario, vacuno y su participación en relación con el PIB en los años del 2015 al 2018.

Año	2015	2016	2017	2018
PIB (millones de colones)	29.281.373	31.136.211	33.014.819	34.691.057
Valor agregado agropecuario (millones de colones)	1.451.382	1.597.541	1.655.290	1.589.163
Participación en el PIB	5%	5,10%	5%	4,60%
Valor agregado del sector pecuario (millones de colones)	320.260,1	311.833,9	298.143,5	290.991,3
Participación en el valor agregado pecuario	22%	19,5%	18%	18,3%
Valor agregado de la ganadería vacuna (millones de colones)	225.879.6	231.400,2	216.389,7	212.708,7
Participación del valor agregado de la ganadería vacuna	71%	74%	73%	73%
Participación del ganado vacuno en PIB	0,77%	0,74%	0,66%	0,61%

Fuente: SEPSA (2019).

3.2.5. Consumo Nacional de carne bovina

El consumo de carne en el país fluctuó a lo largo de las últimas décadas. Los costarricenses en el año 1996 registraron un consumo per cápita de 19,3 kg de carne, cifra que disminuyó a 14,4 kg en 2002, 13,57 kg en 2004 y aumentó para el 2006 a 14,14 kg (MAG 2007). Entre los años 2016 y 2019, el consumo aparente per cápita de los costarricenses se ha mantenido estable entre los 14,03 y los 14,21 (Figura 3). El consumo aparente del año 2020 se mantiene en 9,72 kg debido a que los datos disponibles están

habilitados hasta setiembre, pero según CORFOGA (2020c) se espera una cosecha similar al año 2019, lo que mantendría la tendencia que se muestra desde el 2019.

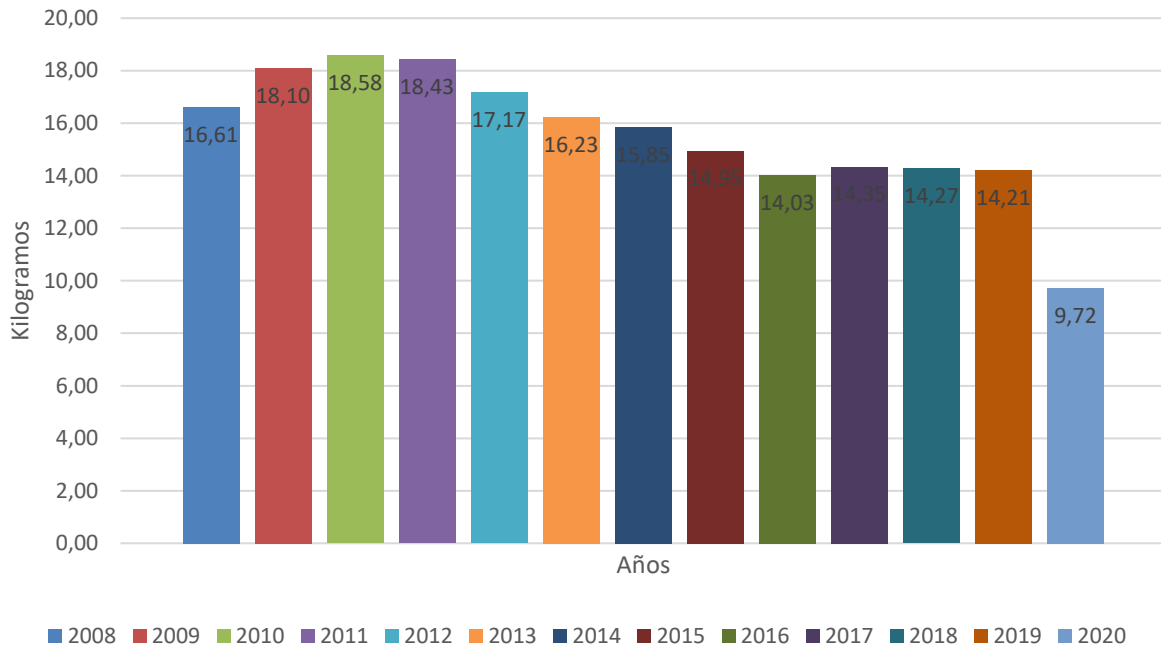


Figura 3. Consumo per cápita anual de carne de res en Costa Rica de los años 2008-2020. Fuente: CORFOGA (2020c).

3.2.6. Comercialización del ganado bovino en Costa Rica

La comercialización del ganado bovino cárnico en Costa Rica tiene como participantes al productor (producción primaria), comercialización en pie (de finca a finca, subastas ganaderas, intermediarios y plantas de cosecha), establecimiento de venta de carnes (supermercados y carnicerías), los cuales tienen como objetivo al consumidor final (Mendoza 2014). Aun teniendo identificados a los participantes de la agro-cadena cárnica, Mendoza (2014), menciona que debido al alto grado de informalidad que se da en este sector, no es posible determinar el total de los participantes.

CORFOGA (2019a), informa que el mercado principal para los sistemas dedicados a la producción de ganado de carne y doble propósito son la venta a intermediarios y subastas, con 86 y 70% respectivamente. El proceso de intermediación podría explicar por qué las plantas de cosecha como destino de venta para productores de carne y doble propósito, fue menor al 13% del total de las fincas en el 2017, siendo mayoría los semovientes provenientes de procesos de intermediación y no del sector primario (CORFOGA 2019a).

3.2.7. Comercialización en pie del ganado (Subasta)

Las subastas ganaderas se utilizan como medio de comercialización desde los años 80 en el país. Cuenta con instalaciones físicas donde convergen los agentes relacionados al comercio del ganado, donde los animales son sometidos a subasta pública y su valor está dado por el kilogramo en pie (MEIC 2009). Este tipo de comercialización ayudó a mejorar el proceso de venta y su transparencia, ajustando los precios según la oferta y demanda; procurando que el productor pueda obtener un mejor precio por sus animales (MEIC 2015). A pesar de los esfuerzos de mejorar la transparencia de estos eventos, Rodríguez y WingChing-Jones (2015), encontraron diferencias en precio pagado por kilogramo en pie, en 6 diferentes subastas en los años de 2007 al 2013. En Costa Rica, se contabilizan 21 centros de comercialización distribuidos en diferentes partes del país (Cuadro 4).

3.3. Merma de peso

El desbaste, merma o pérdida de peso, es la diferencia de peso del animal en finca con respecto al peso de mercado (Bavera 2006). Esta pérdida de peso es un proceso normal que ocurre por privación de alimento y agua, pérdidas en orina y heces, deshidratación, transpiración, jadeo y pérdida de tejidos por movilización de reservas (Romero et al. 2010). Es importante considerar estas variaciones de peso y las razones por las que suceden, ya que, el ingreso económico de las subastas ganaderas y los productores dependen del peso vivo de los animales, en el momento de la venta, por lo que minimizarlas, favorece al comercializador y al productor (Rodríguez y WingChing-Jones 2012).

3.3.1. Tipos de mermas

3.3.1.1. Merma de llenado intestinal

Se da cuando el animal pierde el contenido del tracto gastrointestinal, el cual se compone de masa acuosa con 12-15% de materia seca (MS) y varía entre 12 a 30% (Kugler 2005, Irigoyen 2005) del peso vivo del animal. Los principales factores que determinan el peso del llenado intestinal son: volumen de agua bebida, cantidad de alimento consumida, tiempo de ayuno y tasa de pasaje (Irigoyen 2005).

En un estudio con animales bovinos que presentaron un periodo de 24 horas de ayuno en un corral, perdieron en promedio 8% de su peso inicial, recuperándolo 6 horas después al eliminar la privación de alimento. En este caso se le permitió acceso al pastoreo,

lo que indica que esta merma es de rápida recuperación (Barnes et al. 2005). La suplementación, tamaño de partícula y la categoría del animal se describen como factores de manejo en finca que intervienen en el llenado intestinal (Cuadro 5).

Cuadro 4. Subastas ganaderas en Costa Rica y su ubicación.

Subasta	Ubicación
Cámara Ganaderos Unidos del Sur	Pérez Zeledón
UPAP	Puriscal
Sancarleña S.A.	Muelle
Cámara Ganadera de San Carlos	Florencia
Maleco Guatuso S.A.	Guatuso
Plaza Campo Ayala	Paraíso de Cartago
Península de Nicoya	El Llano de Nicoya
Santa Cruz	Santa Cruz
Ganaderos de Cañas	Cueva, Guanacaste
Limal	Abangares, Guanacaste
Tilarán	Tilarán, Guanacaste
AGAINPA	Barranca, Puntarenas
Ganadera el Progreso	Barranca, Puntarenas
Parrita	Parrita
Salamá	Ciudad Neilly
Cotobrusena	Limoncito
Gasol del Atlántico	Sarapiquí
Expo Pococí	Pococí
Palermo	Cariari, Guápiles
Valle la Estrella	Valle la Estrella, Limón

Fuente: CORFOGA (2018)

Cuadro 5. Factores que influyen en el llenado intestinal de animales rumiantes

Factor		Referencia
Suplementación	Suplementación con granos disminuye el llenado intestinal al ser un material de mayor digestibilidad	Kugler (2005), Irigoyen (2005)
Calidad del forraje	A menor digestibilidad del forraje, mayor llenado	Kugler (2005), Irigoyen (2005), Bavera (2006), Barnes et al. (2005)
Tamaño de partícula	A mayor largo de la fibra, menor tasa de pasaje y por lo tanto mayor llenado	Kugler (2005)
Categoría del animal	Los novillos presentan un menor llenado que las vacas	Kugler (2005), Bavera (2006)
Influencia de razas y cruces	Diferencias de 20% entre europeas e índicas	Kugler (2005)

3.3.1.2. Merma de tejido o pérdida tisular

Esta pérdida se da tras largos periodos de privación de agua y alimentos en el animal. Bavera (2006) y Fernández y Guido (2006) informan de tiempos mayores a 10 y 12 horas de ayuno, respectivamente, para que el animal comience a perder tejido. Richardson (2015) considera que la merma de tejido comienza luego de 6% de pérdida de peso. Esta reducción se asocia a una pérdida de fluido intracelular y extracelular (Barnes et al. 2005). Las mermas por la movilización de proteínas y grasa producen energía para el animal, lo que da como resultado una disminución real del peso (Romero et al. 2011), la cual puede exceder el 60% de la pérdida total de PV (Coffey et al. 2001). La recuperación de esta merma para el ganado es más difícil que la merma por llenado y puede requerir desde 10 hasta 36 días en recuperar el peso inicial (Barnes et al. 2005, Richardson 2015).

3.4. Factores asociados a la pérdida de peso en los bovinos

3.4.1. Estrés

Según Buestán (2011), el estrés es una alteración en la homeostasis del cuerpo, afectando su sistema de control y desencadenando un factor intrínseco que prepara al individuo para la lucha o la huida. La activación de la respuesta al estrés se da mediante dos

ejes del sistema nervioso: el Simpático-Adrenomedular y el Hipofisario-Adrenocortical; a través de hormonas como los glucocorticoides y las catecolaminas.

La fisiología de la respuesta al estrés es una serie de desencadenamientos que ocurren en el sistema nervioso a través del hipotálamo (Herrera 2011). La secreción de la Hormona Liberadora de Corticotropina (CRH) actúa sobre la hipófisis estimulando la secreción de la hormona adrenocorticotropa (ACTH), que a su vez activa la corteza de las glándulas adrenales, dando lugar a la producción de corticoesteroides que se liberan hacia la sangre.

A partir de la hormona CRH se inicia la respuesta del animal, la cual se separa en dos componentes, el componente comportamental y el fisiológico. El primero conduce al animal a desplazarse a otro sitio o a vocalizar, para superar o evitar una situación desfavorable. El segundo conduce a la activación del eje Simpático-Adrenomedular al liberar CRH, activa la rama simpática del Sistema Nervioso Central (SNC) y libera Catecolaminas (adrenalina y noradrenalina), estimulando el sistema nervioso autónomo, preparando al animal para huir o combatir (Álvarez y Pérez 2009). El eje Hipofisario-Adrenocortical secreta glucocorticoide(cortisol), generando una retroalimentación negativa para la producción de CRH y ACTH lo que permite al animal controlar procesos para adaptarse a situaciones ambientales cambiantes (Álvarez y Pérez 2009).

Las situaciones ambientales y el manejo como: el arreo, aplicación de inyecciones, transporte, el clima, hacinamiento, mezcla entre animales de diferentes lotes o fincas, son ejemplos de prácticas desencadenantes de estrés en los animales. Una vez que se produce la estimulación estresante, Villalobos (2007) menciona que, si los estímulos son intensos y repetitivos, el metabolismo no se logra adecuar a la situación, lo que provoca una pérdida del bienestar. Una producción de cortisol mantenida de forma constante puede causar efectos dañinos en el animal como la merma en el peso, movilización de reservas de glucógeno, hipertensión, alteraciones en el sistema inmune y el sistema reproductor (Herrera 2011 y Villalobos 2007).

Al darse cambios homeostáticos en el organismo, se puede medir la cantidad o el nivel de estrés del animal. Los parámetros medibles, según Herrera (2011) y Villalobos (2007), son; la frecuencia cardíaca, frecuencia respiratoria, la temperatura corporal (disminución o aumento), aumento en el hematocrito, aumento de proteínas totales, aumento de la proteína creatinina kinasa, cambios en la adrenalina y noradrenalina, glucocorticoides en saliva o plasma, entre otros.

3.4.2. Transporte

El transporte es una de las actividades frecuentes en el manejo del semoviente, estos se arrean del potrero o corral, hacia el medio de transporte, para luego ser llevados a su destino de comercialización (planta de cosecha, subasta ganadera u otros intermediarios comerciales) (Ávalos et al. 2012). Cualquiera de los procesos de comercialización genera un grado de estrés en los animales (Grandin 1999). En el transporte además del estrés por las afectaciones en el bienestar animal, se producen grandes pérdidas económicas por detrimentos de la calidad e inocuidad de las carnes, decomisos, mortalidad, contusiones y pérdidas de peso vivo (Romero et al. 2010). Dichas afectaciones se pueden reducir al realizar mejores prácticas en el manejo, para mejorar la eficiencia (Grandin 2014).

Los factores de transporte que interfieren sobre la pérdida de peso en los procesos de comercialización son: duración del viaje, distancia recorrida, bienestar en transporte, tiempo de ayuno y la categoría comercial y su biotipo (Kugler 2005, Bavera 2006, Caballero de la Calle 2008 y Rodríguez y WingChing-Jones 2012).

3.4.3. Duración del viaje

Al ser mayor el tiempo de viaje, la pérdida de peso va a aumentar, siendo las primeras horas de transporte las de mayor pérdida, relacionado a pérdidas del llenado intestinal (Kugler 2005). Cuando los viajes son prolongados, se pueden dar pérdidas por tejidos, lo que afecta el peso real del animal (Fernández y Guido 2006). Los bovinos pierden 1% de su PV/hora, en las primeras 3 horas de viaje y posterior a eso 0,25% del PV por las siguientes 8 a 10 horas de viaje (Barnes et al. 2005). Diversos estudios indican que en viajes menores a 8 horas el animal puede mostrar una pérdida promedio de 5,01%, mientras que, si estos periodos superan las 24 horas, la pérdida alcanzaría valores promedio de 8,88% (Cuadro 6).

3.4.4. Distancia

Los kilómetros recorridos por los animales transportados influyen en la pérdida de peso de los animales. Barnes et al., (2005) mencionan que solo la carga de animales y un viaje corto, puede reducir el PV del animal en 3% y relaciona 0,61% de pérdida adicional por cada 100 millas (160,93 km) de transporte. En el Cuadro 7 se presenta la relación de merma de peso con los kilómetros recorridos.

Cuadro 6. Porcentaje de pérdida de peso de los bovinos según las horas de viaje

Horas de transporte	Pérdida de peso promedio (%)	Referencia
nr	5,28	González et al. (2015)
nr	6,00	Kugler (2005)
3	5,85	Fernández y Guido (2006)
<3	2,40	Caballero de la Calle (2008)
3 a 5	3,80	
>5	5,90	
8	5,50	Barnes et al. (2005)
8	5,40	Gallo et al. (2001)
24	9,60	
24	7,44	
29	8,54	
36	9,95	

Cuadro 7. Relación entre los kilómetros recorridos y el porcentaje de pérdida de peso de los animales transportados

Km recorridos	20-30	<150	150-300	>300	>300	>500
% de merma	3	2,43	3,28	5,11	6,5	5,7

Fuente: Bavera (2006) y Kugler (2005).

3.4.5. Bienestar animal al transporte

La duración del viaje toma más importancia que la distancia recorrida desde el punto de vista del bienestar animal. En países de la Unión Europea, así como Australia y Nueva Zelanda, son más rigurosos con sus legislaciones respecto a la duración del viaje. Estados Unidos y Canadá son más permisivos, permitiendo viajes con un máximo de 28 y 52 horas respectivamente (Schwartzkopf-Genswein et al. 2016).

Se ha tratado de encontrar soluciones para la problemática que conlleva el transporte de largas distancias, debatiendo sobre paradas de descanso para los animales, pero el proceso de descarga y carga podría generar más estrés en los animales que realizar el transporte en una sola etapa (Schwartzkopf-Genswein et al. 2016).

Una vez que los animales se adaptan a la situación del transporte, el tiempo que tarde es un problema menor en comparación a las condiciones en las que éste se realiza, como la densidad de carga, diseño del vehículo, estado de las carreteras, experiencia del transportista (Ávalos et al. 2012) y las condiciones climáticas.

3.4.6. Densidad animal en el transporte

En la industria cárnica, la densidad es un tema de interés económico, ya que se trata de disminuir los costos de transporte utilizando altas cargas de animales en los medios de transporte (Schwartzkopf-Genswein et al. 2016). Según Villalobos (2007), la densidad en el transporte debe ser la adecuada, ya que cualquier extremo (alta o baja densidad) puede ser perjudicial para los animales. Una encuesta realizada por Villalobos (2007), revela que sólo 20,5% de los transportistas evaluados en Costa Rica, respetan la densidad de 1 a 1,4 m² para animales adultos o 0,3 m² para terneros. En el cuadro 8 se muestran las recomendaciones dadas por Grandin (2008), para el transporte de animales con cuernos y sin cuernos.

Cuadro 8. Densidades recomendadas para el transporte de ganado con cuernos y sin cuernos, según el peso vivo

Peso promedio de novillos y vacas (kg)	Con cuernos (m ² /animal ¹)	Sin cuernos (m ² /animal)
360	1,01	0,97
454	1,20	1,11
545	1,42	1,35
635	1,76	1,67

Fuente: Grandin (2008).

En Costa Rica, se deben cumplir las densidades recomendadas por SENASA (2001), quien establece espacios para bovinos adultos de 1,3 a 1,5 m² por animal; para el manejo de la densidad de carga adecuada. Esta medida podría ser perjudicial, ya que los animales varían de peso y tamaño, por lo que estos rangos podrían ajustarse al promedio de animales adultos, pero no a los más grandes o pequeños, donde su densidad adecuada cambiaría. Un ejemplo es el estudio de Eldrige y Winfield (1988), donde al utilizar densidades bajas de 1,39

m²/animal, los animales sufren hasta 2 veces más contusiones que con la densidad media de 1,16 m²/animal. Mientras que al utilizar densidades altas de 0,89 m²/animal, obtuvieron 4 veces más contusiones. Ávalos et al. (2012) recomiendan la utilización de la siguiente fórmula como herramienta para un adecuado uso de las densidades, considerando el peso del animal:

$$A=0,021W^{0,67},$$

Donde:

-A= área en m²

-W= el peso del animal

3.4.7. Diseño de vehículos

El bienestar animal durante el transporte se ve afectado por los ambientes que se forman dentro del camión (Mitchell y Kettlewell 2008). Es importante que los vehículos cuenten con diseños adecuados para disminuir posibles caídas, pisotones o problemas de asfixia. Diseños con divisiones, piso, techo o lonas ayudan a minimizar el estrés y lesiones, por ende, las pérdidas de peso (Barnes et al. 2005) (Cuadro 9).

Cuadro 9. Parámetros recomendados para diseños de vehículos que transporten bovinos.

	Parámetro	Referencia
Piso	Cuadrículas de 30x30 cm de 1 pulgada de grosor hechos de material antideslizante	Grandin (2004)
Divisiones	Grupos de 4-8 individuos, contar con 2 ó 3 en camiones grandes	Villalobos (2007), SENASA (2001)
Carrocería	Lisa y sin objetos punzocortantes	SENASA (2001)
Techo o lona	Como protección de las inclemencias climáticas	Ávalos et al. (2012)

3.4.8. Transportista

La experiencia que tengan los conductores en el transporte de animales tiene influencia sobre las lesiones, estrés, merma de peso y bienestar que presenten los animales, donde choferes con menos de 3 años y de 3 a 5 años de experiencia en el transporte de ganado, obtuvieron mermas de 5,09 y 5,11% del PV respectivamente, mientras que los

transportistas con experiencia de 6 a 10 años y con más de 10 años, obtuvieron pérdidas de 4,79 y 4,86% del PV (González et al. 2015). Esto sugiere que los transportistas con mayor experiencia son conscientes de la importancia de realizar paradas de descanso, presentan mejores habilidades de manejo y preparación para determinar situaciones de riesgo para animales (Schwartzkopf-Genswein et al. 2016).

Diferentes factores como la forma de conducción, la velocidad, paradas para revisión o descanso de ganado, tiempo de descarga, desinfección de vehículos, dispositivos de ayuda y el clima, son elementos que influyen en la pérdida de peso de animales transportados en Costa Rica (Villalobos 2007) (Cuadro 10).

Cuadro 10. Factores recomendados para minimizar el estrés en el transporte de bovinos

Factor	Parámetro
Velocidad	Velocidad máxima 60 km/h
Descanso y revisión	Se recomienda que un viaje sin descanso no exceda las 8 horas
Descarga	Debe realizarse dentro de los 15 minutos de arribo
Desinfección de vehículos	Lavado diario o luego de cada viaje
Dispositivo de ayuda	La utilización de chuzo sólo debe aplicarse una vez y se recomienda aplicar los conocimientos de comportamiento animal y la utilización de banderas para dirigir el ganado
Transporte en horas frescas	Realizar el transporte en horas frescas de la mañana o de la tarde y en la noche, evitando así el estrés calórico

Fuente: Villalobos (2007).

3.4.9. Ayuno

Durante el amanecer y el atardecer son los momentos que se relacionan con el pastoreo de animales (Irigoyen 2005), por lo que si los animales son cargados al amanecer (antes que coman), se espera una merma menor que si se cargan en la tarde, cuando ya han ingerido alimento y agua (Bavera 2006).

Los animales que consumen forrajes tiernos anteriores a la faena suelen sufrir una mayor pérdida de peso, de la misma manera que los animales que sufren privación de

alimentos y agua (Bavera 2006). La pérdida de peso es menor en animales alimentados a base de granos (Kugler 2005). Según Irigoyen (2005), los animales pierden más peso durante las primeras 12 horas de ayuno, pérdida que disminuye con el pasar del tiempo (Cuadro 11).

Cuadro 11. Pérdida de peso según tiempo de ayuno en animales que son transportados

Horas de ayuno	Pérdida de PV (%)	Estimación de pérdida de PV (kg)		
		200	400	600
6	2,5	5	10	15
12	4	8	16	24
24	6	12	24	36
48	10	20	40	60
72	12	24	48	72

Fuente: Irigoyen (2005).

3.4.10. Edad, sexo y categoría comercial

El tipo de ganado que se transporta tiene influencia sobre los niveles de estrés que sufren, ya que, dependiendo de la edad y el peso, el animal regula el efecto del estrés con diferentes mecanismos; Eicher et al. (2006) y Cernicchiaro et al. (2012) mencionan que los terneros son más susceptibles que el ganado maduro a sufrir estrés y problemas respiratorios durante el transporte, debido a que ganado con mayores pesos y conformación desarrollan un mejor sistema inmune y por ende mejor salud.

El contenido de grasa de los animales es un factor importante en la pérdida de peso de los bovinos, el cual varía según la edad, sexo y categoría comercial. El ganado de mayor edad tiende a tener más grasa que el joven (Ramírez 2014). Mayor cantidad de grasa en el animal sugiere una menor merma en el mismo, debido a que la proporción de agua es menor en grasa que en los músculos. Según Ramírez (2014), el ganado *Bos indicus* depone menor masa muscular que el ganado *Bos taurus* en un ayuno de 96 horas. Animales grandes muestran un menor debaste que los pequeños debido a un peso relativo inferior del sistema digestivo. Bavera (2006) y Kugler (2005) hablan de una mayor merma en vacas que en novillos.

3.5. Pérdida de peso en subastas

Las subastas exponen a los animales a fuertes ruidos, a procesos de socialización al ser agrupados con animales de otras fincas, contacto con personas, hacinamiento en los corrales y períodos prolongados de ayuno, los cuales desencadenan la disminución del peso (Rodríguez y WingChing-Jones 2012).

Las mermas varían de 2 a 10% del PV durante todo el proceso de comercialización al tomar en cuenta los factores ya mencionados (duración de transporte, manejo) (Bavera 2006). Para la comercialización en subasta, Rodríguez y WingChing-Jones (2012) registran pérdidas de peso de 1,57 a 2,54% PV, habiendo una menor merma en razas *Bos indicus* que *Bos taurus*, y mayores en vacas, que, en toros, con pérdidas de peso promedio de 1,6 kg/hora según la categoría (rangos de 0,8 a 2,2 kg/hora).

3.6. Recuperación post-comercialización

Es común que los productores compren bovinos en subastas o de otras fincas, con el propósito de aprovechar su capacidad de desarrollo y finalizar el proceso de engorde. Estos animales debido a la movilización, estrés, privación de agua y alimentos, sufren una considerable disminución de la capacidad de fermentación ruminal, situación que mantiene deprimido al animal por varios días (Ramírez 2014). Estos cambios reducen el apetito y por ende el consumo del animal, lo que provoca que su recuperación sea menor.

Después de un periodo de ayuno prolongado y transporte, el ganado necesita de 3 a 21 días para recuperar el peso perdido en el proceso (Irigoyen 2005). Coffey et al. (2001) establecen un tiempo de recuperación mínimo de 30 días. En el cuadro 12, se muestra el tiempo necesario para recuperar la merma en el proceso de comercialización.

Cuadro 12. Tiempo necesario para recuperación del peso perdido luego de un periodo de comercialización

Horas de viaje-encierro	Porcentaje de merma (%)	Días necesarios para recuperar el peso
1	1	0
2 - 8	4 - 6	4 - 8
8 - 16	6 - 8	8 - 16
16 - 24	8 - 10	16 - 24
24 - 32	10 - 12	24 - 30

Fuente: Bavera (2006).

3.7. Estrategias para disminuir la merma de peso en la cadena de comercialización del ganado bovino

La industria está en búsqueda constante de soluciones que conlleven a evitar las mermas de peso dadas en los procesos de comercialización de animales y con esto también, disminuir la pérdida para el comprador y el vendedor. Las subastas ganaderas es un punto idóneo para el intercambio de información tanto para el productor como para el transportista, en el cual se puede llevar a cabo una educación adecuada para mejorar las prácticas durante el proceso de comercialización y disminuir la merma en el sector. La utilización de prácticas de manejo, densidad de carga, manejo de ayunos y evaluación previa del ganado a subastar; son estrategias recomendadas al momento de realizar el transporte (Schwartzkopf-Genswein et al. 2016). Otras estrategias como el uso de electrolitos, vitaminas, vacunas o grasas se utilizan para atenuar la respuesta de los animales al transporte, con diferentes niveles de éxito (Schaefer et al. 1997).

3.7.1. Uso de Electrolitos-Mineral

El uso de los electrolitos en los animales como tratamientos para disminuir el estrés, es una opción, debido a la pérdida de agua que sufren por deshidratación, en el tracto digestivo y por subsecuente de las células del cuerpo, lo que causa que la concentración de potasio a nivel extracelular aumente, activando la aldosterona para la excreción de este, lo que podría conducir a una deficiencia de potasio (Ramírez 2014). En el caso de la suplementación con altos niveles de potasio demostró mejorar el rendimiento del ganado suplementado con electrolitos (Hutcheson et al. 1984). El uso de los electrolitos debe hacerse con cuidado, ya que de lo contrario puede ser contraproducente, al causar diarreas y deficiencias de potasio (Schaefer et al.1997).

El sodio y el cloro también son minerales de importancia ya que, son el catión y el anión de mayor presencia en el fluido extracelular respectivamente (Ramírez 2014). Participan en el mantenimiento de la presión osmótica, balance hídrico y regulación del equilibrio ácido-base (Ramírez 2014). El mismo autor menciona que el sodio es el responsable de contracciones musculares, transmisión de impulsos nerviosos y transporte de glucosa y aminoácidos.

Un estudio realizado por Ramírez (2014), donde se utilizaron vaquillas pesadas (≥ 275 kg) cruce suizo-cebú, se les suministró 400 ml de electrolitos vía oral 12 horas antes del transporte, contra un grupo control. Los resultados mostraron una recuperación a los 30 días

post transporte del 145,30% de la merma al arribo a la finca (40,70 kg) de los animales suplementados con electrolitos, lo cual contrasta con el grupo control, donde su recuperación fue del 87,10% de la merma a su llegada a la finca (35,80 kg). Lo que permite indicar, que el uso de electrolitos orales es efectivo para la reducción de la pérdida de peso relacionada con el transporte de ganado (Schaefer et al.1997).

3.7.2. Suplementación alta en energía

Durante el proceso de transporte, el desgaste energético que sufren los bovinos es alto (Schaefer et al. 1997). Debido a esto se trata de atenuar esta consecuencia con tratamientos nutricionales como la utilización de dietas ricas en energía (Cole y Hutcheson 1985). Estos autores afirman que dicho tratamiento es eficaz para animales en engorde y evitar disminuciones en el rendimiento de la canal y problemas asociados a la calidad de la carne. A pesar de esto, McVeigh and Tarrant (1982) mencionan que el proceso es lento y puede tardar varios días para su recuperación, por lo que puede ser de poco uso en animales comercializados en subastas o plantas de cosecha.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Ubicación del estudio

El presente estudio se llevó a cabo en la subasta ganadera de la Asociación Cámara de Ganaderos Unidos del Sur (ACGUS) ubicada en el distrito Daniel Flores, cantón de Pérez Zeledón, provincia de San José, Costa Rica, durante los meses de enero de 2019 hasta julio de 2020. Se escogió esta subasta debido a que es una de las más importantes en movilización de animales a nivel nacional, comercializando en el 2012, el 10,7% a nivel nacional (CORFOGA 2012). También se trabajó con diferentes productores asociados a ACGUS, cuyas fincas se ubicaron en diferentes partes de la zona sur del país. Se realizó una prueba de suplementación en tres fincas ubicadas en: Monterrey de San Carlos, Alajuela (10.537144, -84.659326), San Jerónimo de Moravia, San José (10.014232, -84.020413) y Pejibaye de Pérez Zeledón, San José (9.160791, -83.574113). Finalmente se contó con la colaboración de las plantas de cosecha de GICO (9.995398,-84.219153) y COOPECARNISUR (9.258556, -83.634968), como lugar de destino de los animales, para su cosecha.

4.2. Procedimiento general

Para el cumplimiento del primer objetivo, se realizó un estudio de los principales factores que afectan la pérdida de peso en los procesos de comercialización: transporte, subasta y planta de cosecha, con una muestra de 207, 487 y 241 animales, respectivamente. Los individuos procedentes de diferentes fincas se agruparon por sexo, categoría comercial, rango de peso y patrón racial (*Bos indicus*, *Bos taurus* o el cruce de los anteriores en proporciones desconocidas). También, se evaluaron factores durante el transporte de los semovientes como la duración del viaje (horas), espera en el camión cuando fue necesario (horas), clima al momento de transporte (soleado, lluvioso o nublado), densidad animal (kg/m^2) y peso inicial pre-transporte.

La toma de datos de los animales se realizó mediante los productores que participan en el programa de Fondo Ganadero de la ACGUS, donde el proceso de comercialización se hizo en coordinación con este programa, lo que permitió conocer el día y el momento de la salida de los animales a la subasta. Los animales fueron transportados en un mismo camión. También se evaluaron animales que fueron transportados a planta de cosecha, para la

obtención de mayores datos de pérdida de peso en esta actividad, donde las esperas fueron menores que en la subasta.

Los datos recolectados para las pérdidas de peso en transporte y planta de cosecha se realizaron los lunes y jueves, mientras que para los datos de subasta se realizaron durante los martes y viernes. Todos los datos recolectados se asociaron al número de identificación del animal y tabulados en una hoja de cálculo (Microsoft Excel®).

4.2.1. Toma de datos para animales transportados de finca a subasta o finca a planta de cosecha

Se procedió siguiendo la metodología que aparece en la figura 4, el cual muestra el procedimiento general utilizado para la recolección de los datos. Se registraron los pesos de animales desde finca hasta su venta en subasta, donde estos se pesaron antes de cargarse al camión (PI_1), a la llegada de la subasta (PS_1) y en el "ring" de subasta (PF_1). Con los datos que se obtuvo se calculó la pérdida de peso en transporte ($PS_1 - PI_1$), la pérdida de peso en corrales ($PF_1 - PS_1$) y la pérdida de peso total en el proceso de comercialización ($PF_1 - PI_1$). También realizó la recolecta de datos tomando el peso de la finca a planta de cosecha, donde se pesaron antes de cargarse al camión (PI_1), posterior al transporte a planta de cosecha (PS_1), donde se obtuvo la pérdida de peso en transporte ($PS_1 - PI_1$).

4.2.2. Toma de datos de animales en alojados en subasta hasta su venta

Para la recolección de datos se siguió el esquema de la figura 5, donde se pesaron los animales de la subasta a su entrada (PS_2), hasta su venta en el ring de la subasta (PF_2), en la cual se obtuvo la pérdida de peso en corrales ($PF_2 - PS_2$).

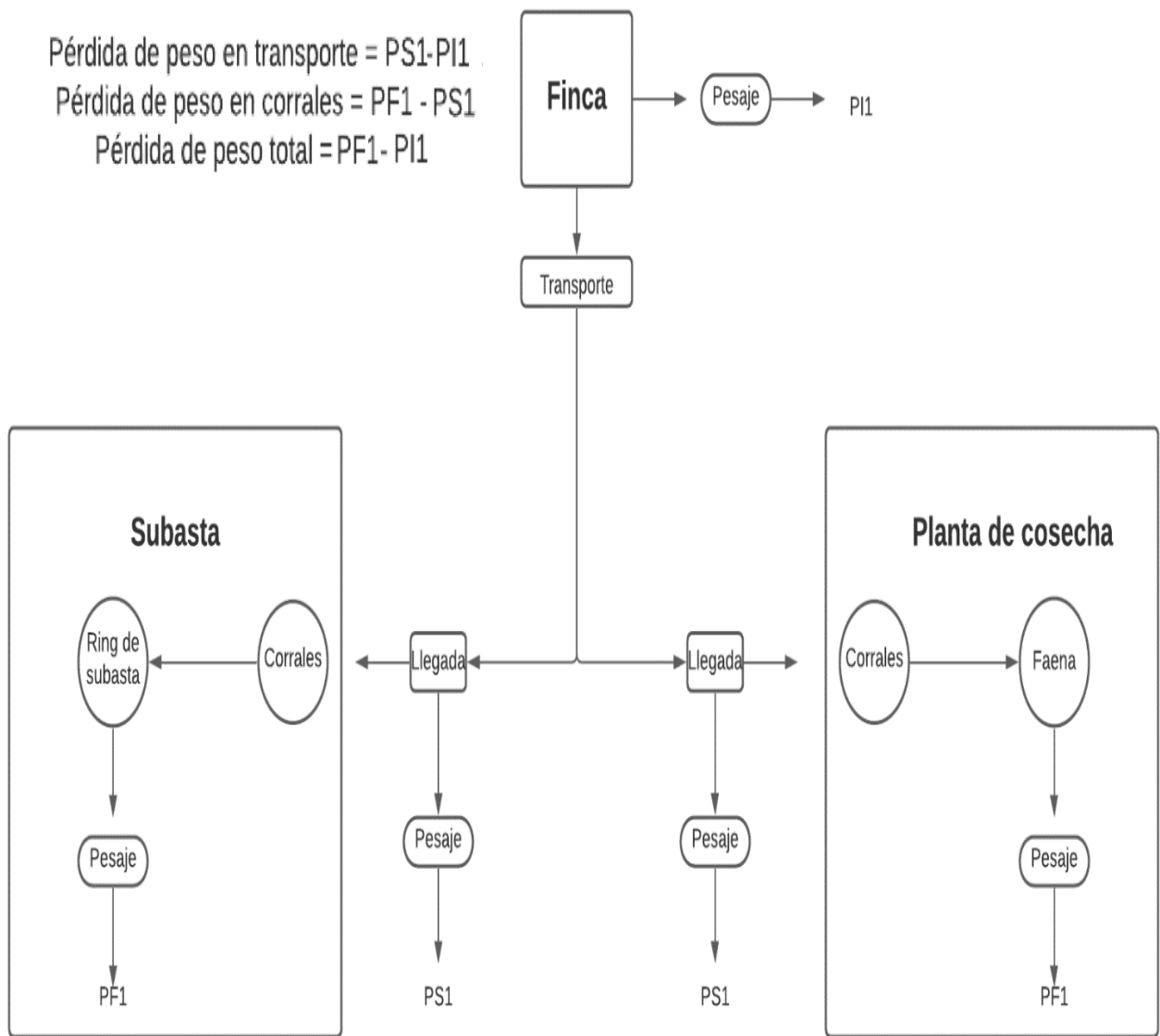


Figura 4. Esquema metodológico de recolecta de datos para animales transportados de finca a subasta/finca a planta de cosecha.

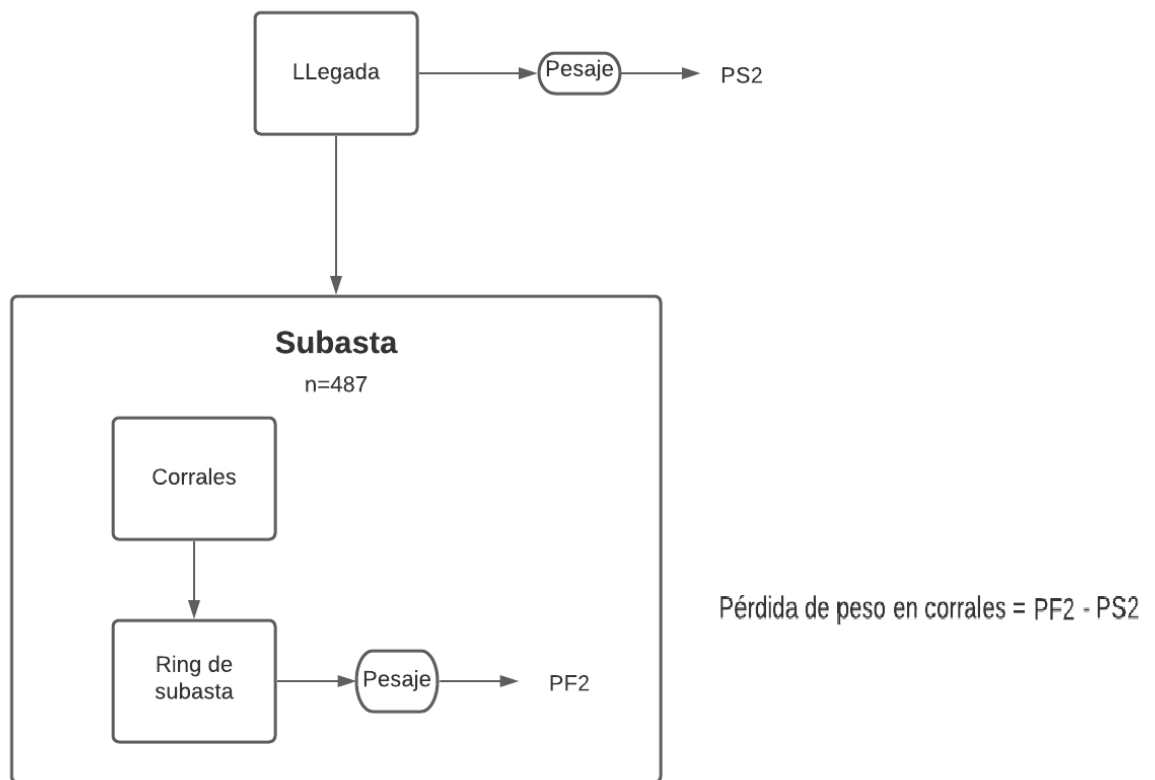


Figura 5. Esquema de toma de datos para animales alojados en subastas hasta su venta.

4.2.2.1. Manejo de animales en subasta.

Previo a su entrada, el chofer coloca el camión en la manga de ingreso donde los colaboradores revisan a los animales, en caso de animales caídos o heridos. Una vez se aprueba el ingreso de los animales con su hoja guía, estos son identificados con un número único en el lomo. Ya identificado, las vacas son arreadas a un corral donde son palpadas por el veterinario para identificar en caso de preñez. Los demás bovinos son arreados a sus respectivos corrales, donde se agrupan por categoría comercial. Los animales son mezclados con diferentes lotes y separados entre sexos.

La práctica de arreo desde su ingreso hasta su salida es realizada con chuzos eléctricos. Los corrales están diseñados con tubos de metal redondeados sin filos que puedan causar daños. Dentro de los corrales los animales tienen acceso al agua, aunque limitado, suelos con aserrín nuevo para cada evento, sombra en todos los corrales y techo alto para disminuir el calor.

El arreo al ring de subasta se realiza por corrales, movilizando los animales con chuzos eléctricos. Una vez vendido, el animal vuelve su corral específico a esperar su despacho al camión. El tiempo de duración de la subasta varía según la cantidad de animales que participaron, teniendo duraciones de hasta 10 horas, sin estimar el tiempo de ingreso de los animales. Algunos productores arriban a la subasta con los animales hasta 12 horas antes del ingreso.

4.2.3. Toma de datos de animales en alojados en planta de cosecha hasta su faena

Para la recolección de datos se siguió el esquema de la figura 6. Se tomaron los datos de peso de los animales al momento de la llegada a la planta de cosecha (PC_1) y previo al sacrificio (PCS_1). Con los que se obtuvo la pérdida de peso en corrales ($PCS_1 - PC_1$). También se registró su peso en canal.

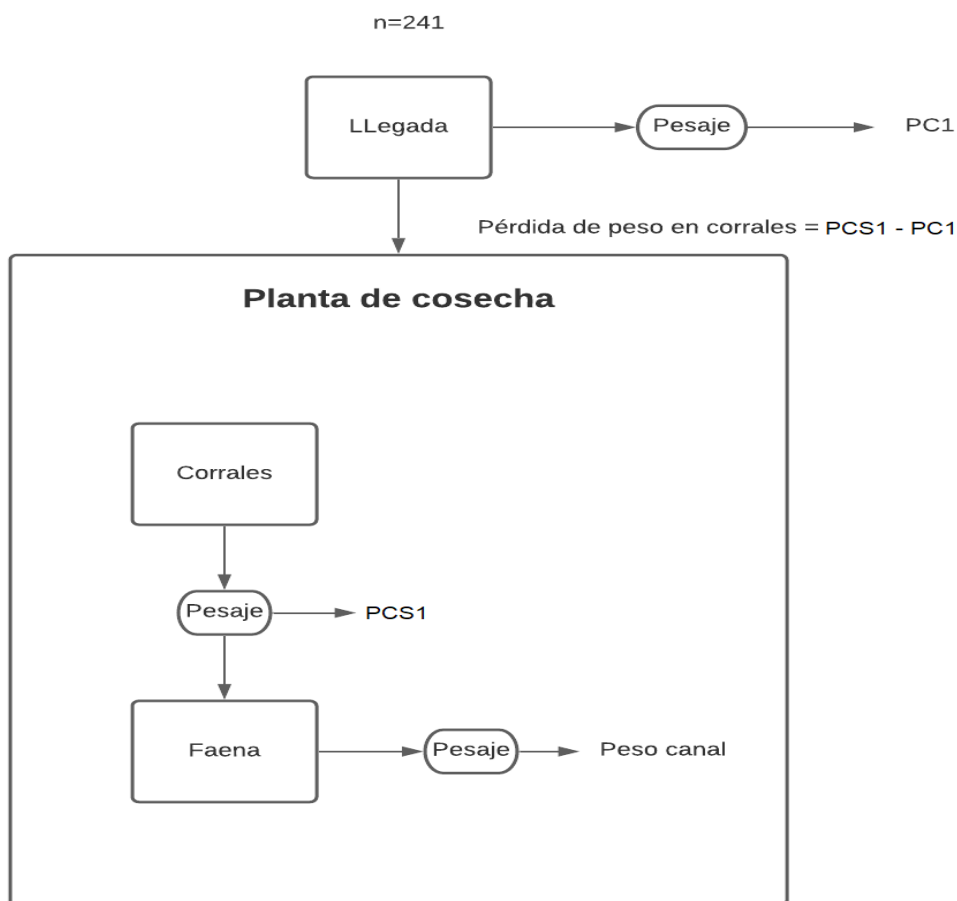


Figura 6. Esquema para recolección de datos para pérdidas monetarias del productor y subasta por mermas.

4.2.4. Recolección de datos de animales suplementados pre-transporte

Para la recolección de datos del segundo objetivo, se siguió el esquema de la figura 7 donde se evaluó una muestra de 40 toros entre los 486 y los 790 kg, para determinar el costo-beneficio de la suplementación previa al transporte, utilizando 20 animales suplementados y 20 animales en ayuno (control). Los individuos fueron procedentes de tres diferentes fincas del país, ubicadas en Pérez Zeledón, San Carlos (Alajuela) y Moravia (San José). Se evaluó la pérdida de peso en kg, kg/h, %PV y %PV/h, También se evaluó el rendimiento de canal de los bovinos.

La recolección de datos se hizo pesando los animales previo a la suplementación (PF₃), posterior al transporte y al ayuno en los corrales en planta de cosecha (PS3) y el peso de la canal caliente (PC). Todos los datos recolectados se asociaron a la identificación del animal y tabulados en una hoja de cálculo (Microsoft Excel®).

4.2.5. Recolecta de datos para pérdidas monetarias del productor y subasta por mermas

Se estimó el dinero no percibido por el productor y por la subasta en cada evento de comercialización mediante los datos obtenidos en el estudio de pérdida de peso según la categoría comercial y el promedio de cada categoría comercial por subasta con datos proporcionados por la ACGUS.

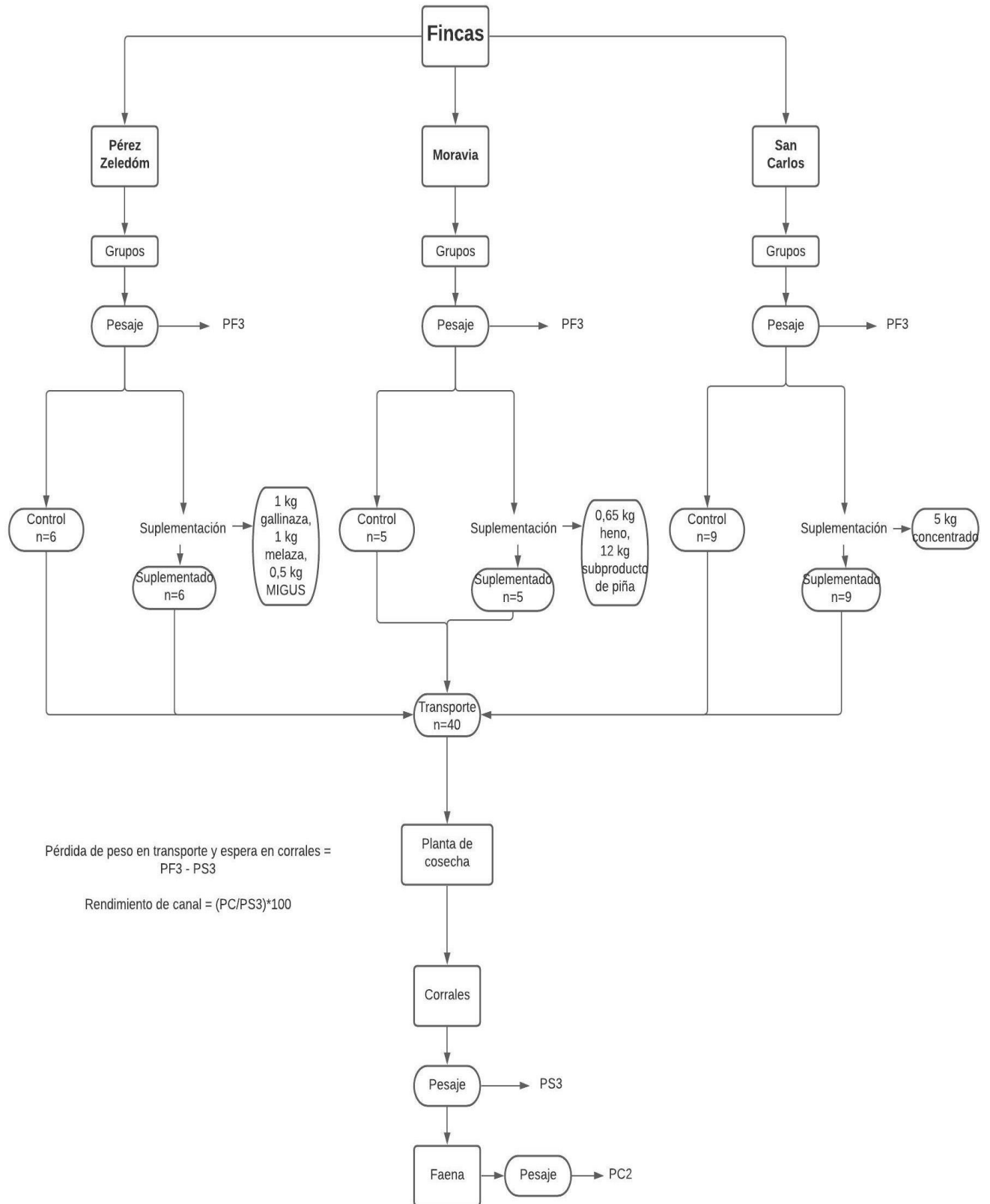


Figura 7. Recolección de datos de animales suplementados pre-transporte.

4.3. Tratamiento

4.3.1. Evaluación de mermas durante transporte

Durante la recolección de datos del primer objetivo del estudio se evaluó la privación de agua y alimento (ayuno) de los animales con dos niveles (con y sin ayuno), categoría comercial con cinco niveles (ternera, ternero, novilla, toro y vaca), tiempo de transporte con tres niveles (≤ 1 hora, >1 hora pero ≤ 2 horas y >2 horas), tiempo de transporte y espera en camión con dos niveles (≤ 12 horas y >12 horas), densidad animal con tres niveles (≤ 150 kg/m², >150 kg/m² pero ≤ 300 kg/m² y >300 kg/m²), el peso inicial con tres niveles (≤ 250 Kg, >250 pero ≤ 500 Kg, >500 Kg) y el clima durante el transporte en tres niveles (soleado, lluvioso y nublado).

4.3.2. Evaluación de mermas durante comercialización en subasta

Para la recolección de los datos en subasta se evaluó el sexo de los animales con dos niveles macho y hembra; el patrón racial con tres niveles: *Bos taurus*, *Bos indicus* y cruces en diferentes proporciones; categoría comercial con seis niveles: ternera, ternero, novilla, novillo, toro y vaca; el peso inicial con tres niveles: ≤ 200 kg, >200 pero ≤ 400 kg, >400 Kg y el tiempo de espera en corrales con 3 niveles: ≤ 3 horas, >3 horas pero ≤ 4 horas y >4 horas.

4.3.3. Evaluación de mermas en planta de cosecha

La recolección de datos para los animales en planta de cosecha se evaluó el patrón racial en dos niveles: *Bos taurus* y *Bos indicus*; la categoría comercial en dos niveles: toro y vaca; el tiempo en corrales de espera en dos niveles: ≤ 15 horas y >15 horas y el peso inicial en dos niveles: ≤ 500 kg y >500 kg. Para esta etapa del estudio se consideró el sexo y categoría comercial como el mismo, debido a que en la categoría comercial solo se evaluaron toros y vacas.

4.3.4. Evaluación de mermas en animales suplementados

Para los tratamientos del segundo objetivo, se evaluó tres dietas: un suplemento energético-proteico-mineral, subproductos de piña y heno (aporte fibroso) y alimento balanceado. Cada uno de los grupos suplementados tuvo su grupo de animales sin suplemento (control). Se utilizó a toros sin castrar y con pesos similares. Las suplementaciones fueron brindadas de la siguiente manera: 1 kg de pollinaza, 1 kg de melaza y 0,5 kg de suplemento comercial que contiene nitrógeno no proteico (NNP), energía, minerales y sal (Anexo 1). La segunda suplementación fue de 12,3 kg por animal de una ración compuesta por 12 kg de subproducto de piña y 0,65 kg de heno. La tercera suplementación se brindó con 5 kg de alimento balanceado para ganado de engorde (Anexo 2). Los animales fueron ayunados por al menos 8 horas y 2 horas previo al transporte, se le ofreció el suplemento al grupo destinado.

4.3.4.1. Suplementación energético-proteico-mineral

La evaluación de esta suplementación se realizó en Pérez Zeledón y se contó con 12 animales de pesos entre 495 y 624,5 kg, de patrón racial *Bos indicus*. El ganado fue separado en 2 grupos 16 horas previas al transporte, para ser suplementados individualmente en la mañana, con 2 horas de antelación al viaje. Cada grupo se conformó de 6 toros, donde un grupo se suplementó con: 1 kg de pollinaza, 1 kg de melaza y 0,5 g de suplemento comercial que contiene nitrógeno no proteico (NNP), energía, minerales y sal. Por otro lado, el grupo restante ayunó durante la noche (grupo control). Cabe destacar que los animales estaban familiarizados con el suplemento y el día de la recolección de la información, el suplemento fue consumido en su totalidad.

4.3.4.2. Suplementación heno y subproductos de piña

La evaluación de esta suplementación se realizó en Moravia y se contó con 10 animales con pesos entre 554 y 790 kg, con un patrón racial *Bos taurus*. El ganado fue separado en 2 grupos 16 horas previas al transporte, para ser suplementados individualmente en la mañana, con 2 horas de antelación al viaje. Cada grupo se conformó de 5 toros, donde un grupo se suplementó con: 12,65 kg por animal de una ración compuesta por 12 kg de subproducto de piña y 0,65 kg de heno (2,30 kg MS). Por otro lado, el grupo restante ayunó

durante la noche (grupo control). Cabe destacar que los animales estaban familiarizados con el suplemento y consumieron lo ofrecido.

4.3.4.3. Suplementación con alimento balanceado

La evaluación de esta suplementación se realizó en San Carlos y se contó con 18 animales de pesos entre 486 y 612 kg, de patrón racial *Bos indicus*. El ganado fue separado en 2 grupos 16 horas previas al transporte, para ser suplementados individualmente en la mañana, con 2 horas de antelación al viaje. Cada grupo se conformó de 9 toros, donde un grupo se suplementó con: 5 kg por animal de alimento balanceado (4,35 kg MS) (Anexo 2). Por otro lado, el grupo restante ayunó durante la noche (grupo control). Cabe destacar que los animales estaban familiarizados con el suplemento y consumieron lo ofrecido.

4.4. Variables evaluadas

4.4.1. Pérdida de peso (kg), Porcentaje de pérdida de peso (%), pérdida de peso por hora (kg/h) y porcentaje de pérdida de peso por hora (%/h).

Se evaluó la Pérdida de Peso de Llegada (PPL) con la resta de los pesos recolectados, según la fórmula $PI_1 - PS_1$, la Pérdida de Peso en Subasta (PPS) a partir de $PS_1 - PF_1$ y por último la Pérdida de Peso Total (PPT) con $PL_1 - PF_1$. Con la estimación de la pérdida de peso obtenida, se dividió entre el peso inicial del individuo y multiplicado por 100, para obtener la relación porcentual para la pérdida de peso vivo en cada etapa del proceso de comercialización (porcentaje de pérdida en transporte, subasta y el total). Para la variable de pérdida de peso por hora y porcentaje de merma por hora, se toman los datos obtenidos y se dividen por la cantidad de tiempo ya sea en transporte, espera en corrales de subasta o de planta de cosecha.

4.4.2. Categoría comercial

Se utilizó las mismas categorías comerciales aplicadas en Rodríguez y WingChing-Jones (2012), donde se consideró la categoría de terneras y terneros, animales con un peso menor a 250 kg de peso vivo (kg/PV); novillas, torete con un peso entre los 251 y 400 kg/PV. En la categoría de toros (machos enteros), se utilizó los animales con un peso mayor a los 401 kg/PV; mientras que las vacas, se usó hembras con un peso mayor a los 401 kg/PV.

4.4.3. Peso inicial

Para el análisis estadístico, la variable peso inicial se dividió en tres grupos en la evaluación del transporte, el primero ≤ 250 kg, el segundo > 200 pero ≤ 500 kg y el último ≥ 500 kg. En el caso, de la subasta, el primer grupo ≤ 200 kg, el segundo > 200 pero ≤ 400 kg y el último ≥ 400 kg. Finalmente, para la planta de cosecha se dividió en dos grupos, el primero ≤ 500 kg y el segundo > 500 kg.

4.4.4. Duración del viaje y alojamiento en corrales (hasta su venta o faena)

Se calculó utilizando la hora de salida informada en la guía de transporte de animales del ganado y la hora de llegada a la subasta (incluida la espera de los camiones para descarga en la subasta) o planta de cosecha y el tiempo hasta la venta del animal o su sacrificio, según corresponda.

4.4.5. Distancia recorrida y clima al momento de transporte

La distancia se midió desde la finca de procedencia, hasta la subasta de ACGUS o planta de cosecha COOPECARNISUR R.L, por medio del registro del tacómetro. Se registró las condiciones climáticas presentes durante el transporte (soleado, nublado o lluvioso), mediante la evaluación de este durante el recorrido. Se definió el clima soleado como el tiempo atmosférico con el cielo sin nubes y sol brillante. El clima nublado se evaluó como un cielo parcial o completamente cubierto de nubes. El clima lluvioso se definió como condición de tiempo donde son frecuentes las lluvias.

4.4.6. Velocidad de viaje (promedio)

Se calculó dividiendo el tiempo de viaje entre la distancia recorrida.

4.4.7. Densidad del camión

Se utilizó el mismo camión en el transporte de los animales entre las fincas y la subasta, con dimensiones de 2,31m de ancho por 7,07m de largo, para el transporte de los animales. La densidad se estimó en kilogramos por metros cuadrados (kg/m^2). Para estimar

la cantidad de kilogramos de peso por m², se dividió la suma total de los pesos en kilogramos de los animales alojados en el camión entre el área total de superficie.

4.5. Cuantificación de los ingresos no percibidos por merma en peso vivo de los semovientes

Los ingresos no percibidos por los propietarios del ganado durante el proceso de comercialización por medio de la subasta, se determinó de la siguiente manera. En el caso del productor, se multiplicó el porcentaje promedio obtenido de merma en cada categoría comercial por el peso promedio de esa categoría (según los datos de ACGUS durante enero de 2019 hasta marzo de 2020). El valor resultante, se consideró como los kilogramos perdidos de peso, este valor, se multiplicó por el precio promedio en colones por kilogramo de peso vivo en esa categoría comercial (también extraído de base de datos entre enero de 2019 hasta marzo de 2020), lo cual permitió generar una tabla que relaciona los kilogramos de peso vivo perdidos en cada categoría comercial con su equivalencia en colones.

Para determinar los ingresos no percibidos por medio de la subasta, se registró el número de animales promedio comercializados en cada categoría, esta cantidad se multiplicó por el peso promedio en cada categoría (dato promedio extraído de la base de datos de la ACGUS entre enero de 2019 hasta marzo de 2020) y a la vez se multiplicó por el porcentaje de merma calculado para cada categoría comercial. El valor resultante correspondiente a los kilogramos de peso vivo perdidos por los animales durante su proceso de comercialización en cada categoría se multiplicó por el precio promedio en colones en que se canceló por los animales en esa categoría comercial. Posterior a obtener los montos no percibidos en colones de todas las categorías comerciales, estos valores se sumaron, el total obtenido se multiplicó por el 3% de comisión de la subasta, lo que equivale a los ingresos promedio no percibidos por ACGUS, en un día de subasta. Finalmente se multiplicó por 104 eventos al año (dos eventos por semana), lo que significó la pérdida de ingresos no percibidos por la subasta por merma de peso en un año.

4.6. Análisis de la información

Para el primer objetivo se tabularon los datos en una hoja de Microsoft Office Excel® 2016, donde se agruparon en cada columna, por el patrón racial, sexo del animal, categoría comercial, tiempo de transporte (h), tiempo de transporte y espera en camión (h), clima durante transporte, peso inicial del transporte (kg), peso inicial en subasta (kg), peso al

momento de su venta (kg) y densidad en transporte(kg/m²). Los resultados obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza en el programa estadístico SAS (2003) siguiendo el siguiente modelo:

Análisis de varianza para la pérdida de peso:

$$y_{ijklmnopqr} = \mu + V_i + R_j + T_k + D_l + C_m + K_n + P_o + S_p + P_q + M_s(F_s) + e_{ijklmnopqrs}$$

Dónde:

- y_{ij} = Respuesta asociada a la i-ésima repetición del j-ésimo tratamiento.
- μ = Media poblacional.
- T_k = Tiempo de transporte.
- D_l = Densidad animal.
- C_m = Categoría comercial.
- K_n = Tiempo en corrales.
- P_o = Peso inicial.
- S_p = Sexo.
- P_q = Patrón racial.
- M_r = Clima.
- F_s = Finca.
- $e_{ijklmnopqrs}$ = error experimental asociado a la i-ésima repetición del j-ésimo tratamiento.

Se determinó la significancia de las variables independientes sobre la pérdida de peso (kg), pérdida de peso por hora (kg/h), el porcentaje de merma y el porcentaje de merma por hora (%PV/h) (variables dependientes). Una vez determinados los efectos significativos, se aplicó la prueba de Duncan (SAS 2003) para definir la separación entre las medias a un nivel de significancia del 95%($p < 0,05$).

Para el segundo objetivo se tabularon los datos en una hoja de Microsoft Office Excel® 2016, donde se agruparon en cada columna, la suplementación, peso en finca (kg), peso final (kg) y peso de canal (kg). Los resultados obtenidos se analizaron mediante un análisis de varianza en el programa estadístico SAS (2003) siguiendo el siguiente modelo:

$$y_{ij} = \mu + S_i + e_{ij}$$

Dónde:

- y_{ij} = respuesta asociada a la i-ésima repetición del j-ésimo tratamiento.
- μ = Media poblacional.
- S_i = Suplementación.
- e_{ij} = Error experimental asociado a la i-ésima repetición del j-ésimo tratamiento

Se determinó la significancia de las variables independientes sobre la pérdida de peso (kg), pérdida de peso por hora (kg/h), el porcentaje de merma, el porcentaje de merma por hora (%PV/h) y rendimiento de canal (variables dependientes). Una vez determinados los efectos significativos, se aplicó la prueba de Duncan (SAS 2003) para definir la separación entre las medias a un nivel de significancia del 95% ($p < 0,05$).

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Pérdidas de peso durante el transporte de semovientes de la finca a la subasta

Los resultados obtenidos al analizar 207 animales indican que, las condiciones del tiempo durante el transporte, densidad animal en el transporte, tiempo de espera en el camión y el peso inicial de los animales, son factores que definen la pérdida de peso de los animales durante el transporte a subasta ($p < 0,05$) (Cuadro 13). Un estudio similar realizado por Gonzales et al. (2012) en Estados Unidos, evaluó 6.152 viajes con bovinos. Los resultados del estudio reportaron que, la experiencia del chofer, el tiempo del viaje, temperatura, así como la categoría comercial de los animales, afecta la merma de los bovinos durante el transporte.

5.1.1. Categorías comerciales

No se encontraron diferencias significativas en la pérdida de peso registrada durante el transporte en relación con la categoría comercial de los animales. Esto podría estar vinculado al desbalance en la toma de datos, donde la mayoría, fueron de vacas y toros. Sin embargo, resultados similares a esta investigación, fueron informados por Self y Gay (1972) y Gonzáles et al (2014), donde no encontraron diferencias significativas al comparar las pérdidas de peso entre novillos y ternero. Sin embargo, animales de menor edad y peso, son más susceptibles a la pérdida de peso y a desarrollar problemas durante el transporte, como enfermedades respiratorias, debido a que no están acostumbrados al transporte y el estrés, situaciones que repercuten en un sistema inmune menos desarrollado (Eicher et al. 2006 y Cernicchiaro et al. 2012).

5.1.2. Peso Inicial

Se observó que el peso inicial de los semovientes afecta la merma, encontrando diferencias significativas en los animales de un peso mayor a los 500 kg (30,95 kg) de 12,84 kg y 21,81 kg con respecto a los grupos bovinos entre 250 y 500 kg (18,11 kg) y los de pesos menores a los 250 kg (9,14 kg), respectivamente. Es evidente que la pérdida de peso de los animales más pesados podría explicarse mediante la merma gastrointestinal, la cual varía de volumen dependiendo del tamaño del animal, para lo cual, el ganado con mayor tamaño tendrá mayores mermas, en el mismo tiempo que un animal de menor tamaño (Bavera 2006).

Cuadro 13. Pérdida de peso en transporte y su relación con los factores evaluados en semovientes que fueron transportado a subastas y planta de cosecha.

Factores	n	p	Variables	Pérdida de peso vivo durante el transporte de semovientes			
				kg	kg/h	%PV	%PV/h
Categoría comercial	50		Vaca	38,48	2,67	6,66	0,5
	147		Toro	25,54	5,72	4,20	1,01
	1		Novilla	22,00	6,96	5,00	1,6
	2		Ternera	21,50	1,61	5,50	0,4
	7		Ternero	14,29	3,18	4,00	0,64
Peso Inicial (kg)	7		≤ 250	9,14 ^b	0,66 ^b	4,57	0,34 ^b
	32		>250 y ≤ 500	18,11 ^b	2,51 ^{ab}	4,09	0,58 ^{ab}
	168		> 500	30,95 ^a	5,48 ^a	4,95	0,95 ^a
Densidad en transporte(kg/m ²)	59		≤ 150	57,61 ^a	2,75 ^b	8,73 ^a	0,42 ^b
	116		>150 y ≤ 300	17,68 ^b	5,38 ^a	3,49 ^b	0,99 ^a
	32		> 300	12,22 ^c	6,89 ^a	2,34 ^c	1,29 ^a
Tiempo de transporte(horas)	22		≤1	13,00 ^c	5,49	2,45 ^c	1,04
	121		>1 y ≤ 2	36,34 ^a	5,23	5,84 ^a	0,91
	64		> 2	18,14 ^b	3,94	3,66 ^b	0,75
Tiempo transporte y espera en camión (horas)	88		≤ 12	14,30 ^b	8,70 ^a	2,58 ^b	1,59 ^a
	119		>12	38,54 ^a	2,02 ^b	6,45 ^a	0,35 ^b
Clima	97		Soleado	33,65 ^a	6,31 ^a	5,39 ^a	1,12 ^a
	75		Nublado	22,91 ^b	3,86 ^b	3,96 ^b	0,69 ^b
	35		Lluvioso	24,61 ^b	2,97 ^b	5,00 ^a	0,58 ^b

a, b y c letras diferentes entre los tratamientos indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

5.1.3. Densidad de animales (kg/m²)

La densidad de animales durante el transporte afecta de forma significativa la pérdida de peso. Lo determinado en este trabajo, sugiere que, a una baja densidad en el camión (≤ 150 kg/m²), los animales son propensos a perder entre 39,93 y 45,39 kg de más que los animales transportados con densidades de 150 y 300kg/m²; y mayores a 300 kg/m²,

respectivamente. Se encontró una tendencia lineal negativa entre la densidad y la pérdida de peso de los animales. Knowles (1999), recomienda utilizar como máximo la medida de 360 kg/m² para el transporte de animales. En este estudio, los bovinos no sobrepasaron el rango recomendado, siendo 340,5 kg/m² el valor registrado más alto. Es por esto por lo que los rangos en este estudio, al estar por debajo de la recomendación mencionada, podrían indicar que, a menores densidades de transporte, los animales pierden más peso que a mayores densidades, por debajo de los 360 kg/m².

Al relacionar el tiempo de espera en camión con la densidad de transporte, las diferencias de tiempo de espera podrían diluir la merma durante el transporte, debido a que, al estandarizar la pérdida de peso de los animales por hora, se observa una tendencia opuesta a la anterior, donde los animales transportados con mayor densidad se vieron afectados con una mayor merma por hora. Los rangos de densidades mayores a 150 pero menores o igual a 300 kg/m² (5,38 kg/h) y mayores a 300 kg/m² (6,89 kg/h) fueron significativamente diferentes al rango de densidad menor a 150 kg/m² (2,75 kg/h).

Utilizar una densidad media (1,16m²/animal) reduce de 2 y 4 veces las contusiones que sufre el animal durante el transporte con una densidad baja (1,39m²/animal) y alta (0,89 m²/animal), respectivamente (Eldridge y Winfield 1988). Un viaje a densidades bajas podría ser un transporte adecuado para el ganado, a menos que las habilidades de manejo del transportista generen eventos como frenazos súbitos, velocidad por encima de lo recomendado y virajes a altas velocidades, que aumenten el estrés en los animales (Schwartzkopf-Genswein y Grandin 2014). Tarrant et al. (1992), han observado el incremento del contenido de glucosa y cortisol en sangre, en novillos que fueron transportados en altas densidades, lo cual es un indicativo de aumento de estrés en el animal, incrementando la pérdida de peso durante el transporte y en la canal.

5.1.3. Tiempo de transporte

Se determinó una tendencia cuadrática en la pérdida de peso de los animales, al comparar los periodos de evaluación (≤ 1 hora, >1 y ≤ 2 ; y > 2) ($p < 0,05$). Los semovientes que registraron entre 1 y 2 horas de transporte perdieron entre 18,2 y 23,34kg de más, que los animales que presentaron tiempos de transporte mayores a 2 horas y menos de una hora respectivamente. La diferencia en kilogramos perdidos entre animales con tiempos de transporte mayores a 2 horas y menores a una hora fue de 5,14 kg. Esto concuerda con Kugler (2005), quien indica que, a mayor tiempo de viaje la pérdida de peso va a aumentar, donde las primeras horas de viaje, el debaste será mayor por el llenado intestinal.

Cabe destacar que, en el proceso de transporte a la subasta, muchas veces se incluye la espera en el camión detenido fuera de la subasta, donde los animales presentan esperas de más de 12 horas. La pérdida de peso no es constante en el tiempo. Cuando los viajes son de mayor tiempo, los animales dejan de perder el contenido intestinal y comienza la merma de tejido, la cual sucede más lento, pero afecta el peso real del animal (Fernández y Guido 2006). Además, los bovinos pierden 1% de su PV/h, en las primeras 3 horas de viaje y posterior a eso 0,25% del PV por las siguientes 8 a 10 horas de viaje (Barnes et al., 2005). Las diferencias vistas entre los grupos evaluados podrían deberse a la diferencia del llenado intestinal de los animales, las condiciones climáticas y la densidad por animal.

5.1.4. Tiempo de espera en camión

Se encontraron diferencias significativas en la pérdida de peso en transporte de 24,24 kg en animales que mantuvieron una espera en el camión mayor de 12 horas (38,54 kg) en comparación con los animales con una espera menor a 12 horas (14,30 kg), lo que representa una merma de 6,45 y 2,58% del PV de animal, respectivamente. Al estandarizar la pérdida de peso a una medida de merma del peso por hora en kilogramos y en porcentaje, la tendencia cambia, mostrando diferencias significativas entre ambos rangos, siendo mayor la pérdida por hora en los animales con una espera menor a 12 horas de espera con 8,70 kg/h y 1,59%PV/h, mientras que los animales con más de 12 horas de espera presentaron una merma de 2,02 kg/h y 0,35%PV/h.

El peso se pierde en las primeras horas de transporte, debido a la descarga de contenido intestinal, orina y heces, representando el 3,2% del PV (González et al. 2015), ocurriendo una merma de 1%PV/h durante las primeras 3 a 4 horas de transporte, similar a lo observado en los animales con una espera menor a 12 horas. Por el contrario, los semovientes con una espera superior a las 12 horas son propensos a la merma del tejido tisular, la cual es lenta y representa la pérdida del peso real (Fernández y Guido 2006). Lo cual podría explicar que en una extensión del tiempo mayor la pérdida de peso por hora sea menor.

5.1.7. Clima

El clima durante el transporte es un factor importante en la pérdida de peso. Los semovientes transportados durante días soleados (33,65 kg de merma) perdieron en promedio 10,74 y 9,04 kg adicionales, que los animales transportados durante clima nublado (22,91 kg) o lluvioso (24,61 kg), respectivamente. Para los porcentajes de pérdida de peso,

el clima soleado y lluvioso no presentan diferencias significativas entre ellos, pero si contra el clima nublado.

Al analizar la pérdida de peso por hora, las condiciones de clima soleado aumentaron la pérdida en 2,45 y 3,34 kg/h, con respecto al clima nublado y lluvioso respectivamente. Esto coincide con el estudio de Gallo y Tadich (2005), donde se observaron mayores pérdidas de peso en los periodos de verano y primavera, que, en invierno y otoño, adjudicando el hecho a una mayor deshidratación por la temperatura. Schwartzkopf-Genswein et al. (2016), estimaron que la temperatura interna de un camión con bovinos puede ser 7°C mayor a la temperatura externa en verano y asociado a esto, la relación entre el tiempo de viaje con el clima, el cual, al aumentar la temperatura, las pérdidas de peso también aumentaron (González et al. 2012).

5.2. Pérdida de peso durante el proceso de subasta

Los resultados de este trabajo al analizar 487 animales muestran que el sexo de los animales, patrón racial, categoría comercial, tiempo de espera en corrales y el peso inicial, son factores que intervienen en la pérdida de peso de los semovientes durante el proceso de subasta ($p < 0,05$) (Cuadro 14). Los factores determinados en este trabajo concuerdan con los resultados obtenidos en Costa Rica por Rodríguez y WingChing en el 2012 al evaluar 629 animales.

5.2.1. Sexo del animal

En este estudio se encontraron diferencias significativas entre el sexo del animal y las pérdidas de peso que se dieron en los corrales de la subasta, como resultado, una mayor pérdida de peso en los machos (5,07 kg), superando la pérdida de peso de las hembras (3,56 kg) por 1,51 kg (Cuadro 15). En el estudio realizado por Rodríguez y WingChing-Jones (2012), se observó que los machos perdieron más peso, pero las diferencias no fueron diferentes ($p > 0,05$). De igual manera para el porcentaje de PV perdido y el porcentaje de PV perdido por hora en los corrales, esto podría deberse a que el peso de los machos en promedio es superior a las hembras, por lo que en términos porcentuales se asemejan (Rodríguez y WingChing-Jones 2012).

En cuanto a las pérdidas de peso por hora, se mantiene la tendencia observada anteriormente, donde los machos (1,65 kg), presentaron un desbaste de 0,40 kg/h mayor que las hembras (1,15 kg) ($p < 0,05$). Los machos tuvieron un peso mayor que las hembras,

por lo que las diferencias significativas podrían deberse al hecho que el ganado de mayor tamaño (como en este caso los machos), perderá más peso en el mismo tiempo que un animal más pequeño (Bavera 2006).

Cuadro 14. Pérdida de peso en corrales y su relación con los factores evaluados en animales que fueron subastados

Factores	n	Variables	Pérdidas de peso vivo durante la subasta de semovientes			
			kg	kg/h	%	%/h
Sexo	195	Macho	5,07 ^a	1,65 ^a	1,44	0,46
	292	Hembra	3,56 ^b	1,15 ^b	1,43	0,46
Patrón racial	52	<i>Bos taurus</i>	3,98	1,48 ^a	1,23	0,47
	415	<i>Bos indicus</i>	4,24	1,36 ^{ab}	1,47	0,47
	20	Cruce	3,05	0,85 ^b	1,20	0,33
Categoría comercial	83	Toro	7,18 ^a	2,39 ^a	1,5	0,50 ^a
	31	Vaca	4,71 ^{ab}	1,56 ^{ab}	1,07	0,37 ^{ab}
	109	Novillo	3,59 ^{bc}	1,12 ^{bc}	1,42	0,44 ^{ab}
	233	Novilla	3,58 ^{bc}	1,17 ^{bc}	1,49	0,49 ^{ab}
	28	Ternera	2,11 ^{bc}	0,60 ^{bc}	1,36	0,40 ^{ab}
Tiempo de espera en corral (horas)	3	Ternero	0,67 ^c	0,20 ^c	0,67	0,13 ^b
	210	≤ 3	4,01	1,60 ^a	1,34	0,52 ^a
	166	>3 y ≤ 4	3,99	1,22 ^b	1,46	0,45 ^{ab}
Peso Inicial (kg)	111	>4	4,70	1,08 ^b	1,58	0,37 ^b
	145	≤ 200	2,33 ^c	0,74 ^c	1,37	0,44
	232	>200 y ≤ 400	4,14 ^b	1,33 ^b	1,49	0,47
	110	>400	6,63 ^a	2,21 ^a	1,40	0,47

a, b y c letras diferentes entre los tratamientos indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

5.2.2. Patrón Racial

No se encontraron diferencias significativas entre los patrones raciales de los bovinos evaluados en cuanto a pérdida de peso en corrales, en similitud con lo informado por Rodríguez y WingChing-Jones (2012). Aun así, a nivel numérico, se observó que animales *Bos indicus* perdieron mayor peso que los *Bos taurus* y sus cruces en diferentes proporciones.

El cruce de los animales en diferente proporción perdió menos peso, aunque no hay diferencia significativa, en la merma por hora, si existió diferencias entre *Bos taurus* y sus cruces, siendo estos últimos, los que perdieron menos peso por hora. Mientras que en términos porcentuales de pérdida de peso por hora no se determinaron diferencias significativas.

5.2.3. Categoría comercial

No se encontraron diferencias significativas en la pérdida de peso en los corrales entre el toro y la vaca, pero si entre el toro y las otras categorías comerciales (torete, novilla, ternero y ternera), siendo el toro la categoría con mayor pérdida de peso con 7,18 kg de merma y el ternero con 0,67 kg, el de menor merma en el tiempo de estadía en los corrales de la subasta. Seguido por la vaca con 4,71 kg, no mostró diferencias significativas con torete (3,59 kg), novillas (3,58 kg) ni terneras (2,11 kg), pero si con el ternero (0,67 kg).

El estudio realizado por Rodríguez y WingChing-Jones (2012), muestra resultados similares donde no obtuvieron diferencias significativas entre el promedio de pérdida de peso en corrales entre los toros y las vacas, pero en dicho estudio la vaca fue el individuo que mostró mayor pérdida de peso, en contraste a lo encontrado en este estudio con el toro. Como se ha mencionado ya en este estudio, el factor del tamaño del animal influencia bastante la pérdida de peso, donde en el caso de este estudio los animales de mayor peso fueron los toros, factor de diferencia entre ambos estudios.

En este estudio, no se observaron diferencias significativas en el porcentaje de pérdida de peso en los corrales, mientras que Rodríguez y WingChing-Jones (2012), informan diferencias significativas entre la vaca (2,54%) con respecto a los toros (1,89%), torete (1,86%), novillo (2,05%) y novilla (1,83%), pero no así entre terneros (2,32%) y terneras (2,14%).

En el caso de los datos estandarizados del porcentaje de pérdida de peso por hora se encuentran diferencias significativas entre el toro (0,50%/h) y el ternero (0,13%/h), donde se

puede atribuir dicha diferencia a que los animales jóvenes tienden a perder menos peso que los animales de mayor edad en el mismo periodo de tiempo (Alabama Cooperative Extension System 2008).

Para la pérdida de peso por hora en los corrales, los animales siguieron la misma tendencia vista anteriormente, donde los animales más grandes se vieron más afectados por la merma por hora, siendo el toro quien más peso perdió por hora: 2,39 kg/h, seguido por la vaca con una merma por hora de 1,56 kg/h, sin tener una diferencia significativa entre ellos, pero si del toro con las demás categorías: torete (1,12kg/h), novilla (1,17 kg/h), ternera (0,60 kg/h) y ternero (0,20 kg/h).

5.2.4. Tiempo de espera en corral

Este estudio no encontró diferencias significativas entre el tiempo de espera en los corrales con la pérdida de peso ni el porcentaje de merma de los animales, aun así, se puede apreciar en individuos con el periodo de tiempo en corrales más alto (mayor a 4 horas), mermas mayores (4,70 kg), que los animales que permanecieron rangos de tiempo menores (rango menor a 3 horas [4,01 kg] y rango entre 3 y 4 horas [3,99 kg]). Aunque para Rodríguez y WingChing-Jones (2012), los resultados de la estadía en corral de los animales si mostraron diferencias significativas, exponiendo una relación positiva entre el tiempo de espera en corrales y la pérdida de peso. Cabe destacar que los rangos de espera en corral del estudio de Rodríguez y WingChing-Jones (2012) son mayores (<a 3 horas, >= 3,5 a 5 horas y > 5 horas) que los obtenidos en este estudio.

La pérdida de peso por hora mostró que los animales con menor tiempo en corrales presentan diferencias significativas con periodos mayores de estadía. Los animales con tiempo en corrales menor a 3 horas perdieron 1,60 kg/h, mientras que los tiempos mayores a 3 horas no mostraron diferencias significativas entre sí, perdiendo 1,22 kg/h los animales con un tiempo de espera entre 3 y 4 horas y 1,08 kg/h para los animales con tiempos mayores 4 horas. En términos de porcentaje de pérdida de peso por hora, la tendencia se mantiene, donde a menor tiempo mayor pérdida, donde la diferencia significativa existe entre rangos menores a 3 horas y mayores 4 horas.

5.2.5. Peso inicial

Se encontraron diferencias significativas, donde los bovinos de más de 400 kg tuvieron pérdidas de 2,49 kg y 4,30 kg mayores que los animales entre 200 kg y 400 kg y

menores a 200 kg, respectivamente. En cuanto a los porcentajes de pérdida de peso en corrales, no se encontraron diferencias significativas entre los 3 rangos establecidos. El peso inicial es determinante en la merma de los animales, el cual podría ser explicado por varios factores como: el vaciado intestinal es mayor en animales más grandes debido a mayor tamaño del sistema digestivo, por lo que animales más pesados perderían más peso que animales más ligeros, en un mismo tiempo.

En cuanto a los valores estandarizados de pérdida de peso por hora, se mantiene la tendencia de mayor pérdida de peso en animales con mayor peso inicial en la subasta. Los bovinos con peso mayor a 400 kg perdieron 2,21 kg/h, lo que muestra diferencias significativas contra los animales >200 kg, pero ≤ 400 kg, con una pérdida de peso de 1,33 kg/h; los animales del rango ≤ 200 kg presentaron diferencias con los anteriores dos grupos de peso con una pérdida de 0,74 kg/h.

5.3. Pérdida de peso en planta de cosecha

Los resultados de este trabajo al analizar 241 animales muestran que, el sexo de los animales, patrón racial, categoría comercial, tiempo de espera en corrales y el peso inicial, son factores que intervienen en la pérdida de peso de los semovientes durante la espera en corrales previa a la faena ($p < 0,05$) (Cuadro 15). De igual manera los factores analizados, afectan el rendimiento de la canal de los semovientes cosechados. Cabe destacar que los animales *Bos taurus*, utilizados en este estudio, no fueron ayunados previo a su movilización a la planta de cosecha, lo que podría incrementar sus mermas en los corrales de espera.

5.3.1. Patrón racial

Se encontraron diferencias significativas entre los patrones raciales y su pérdida de peso en corrales, siendo los animales *Bos taurus* quienes pierden en promedio hasta 57,66 kg en la espera en corrales con una merma de 8,67% del PV, mientras que los *Bos indicus* pierden una media de 22,67 kg con una merma 4,29% PV. Estas diferencias podrían estar relacionadas a la práctica de alimentación antes del transporte a la planta de cosecha. Para los animales *Bos taurus*, se conocía que se brindaba suplementación previo al transporte, a diferencia de los animales *Bos indicus*, cuyo manejo anterior fue desconocido. Esta práctica pudo afectar el aumento en la merma de los animales en los corrales de espera, si esta se realiza con forrajes frescos, debido a una menor digestibilidad, en comparación con dietas a base de granos (Alfaro 2019).

Se encontraron diferencias significativas en el peso de canal, donde en promedio las canales de los *Bos taurus* fueron de mayor peso superando el promedio de los animales *Bos indicus* en 75,64 kg y en 2,41% en rendimiento de canal. Resultados que concuerdan con el estudio realizado por Crouse et al. (1989), donde los cruces de animales *Bos taurus* presentaron mejores pesos y rendimientos en la canal que las razas *Bos indicus*. Los mismos autores mencionan que al aumentar el porcentaje de *Bos indicus* en la sangre del cruce, el peso de la canal puede disminuir. Contrario a lo encontrado por Zamora (2016), donde no encontraron diferencias significativas en el rendimiento de la canal entre *Bos taurus* y *Bos indicus*.

Cuadro15. Pérdida de peso en corrales, rendimiento de canal y su relación con los factores evaluados en animales que fueron sacrificados planta de cosecha

Factores	n	Variables	Pérdida de peso en corrales				Rendimiento en canal	
			kg	kg/h	%	%PV/h	kg	%
Patrón Racial	59	<i>B. taurus</i>	57,66 ^a	2,88 ^a	8,67 ^a	0,43 ^a	362,49 ^a	58,75 ^a
	182	<i>B. indicus</i>	22,67 ^b	1,64 ^b	4,29 ^b	0,31 ^b	286,65 ^b	56,34 ^b
Categoría comercial	150	Toro	29,63 ^b	1,92	4,83 ^b	0,32 ^b	330,40 ^a	58,18 ^a
	91	Vaca	33,87 ^a	1,98	6,23 ^a	0,38 ^a	263,70 ^b	54,87 ^b
Tiempo de espera en corral	132	≤15 horas	23,55 ^b	1,78 ^b	4,38 ^b	0,34	291,82 ^b	56,55 ^b
	109	>15 horas	40,54 ^a	2,14 ^a	6,55 ^a	0,35	321,43 ^a	57,39 ^a
Peso Inicial	53	≤500 kg	20,40 ^b	1,39 ^b	4,53 ^b	0,31 ^b	231,56 ^b	54,23 ^b
	188	>500 kg	34,29 ^a	2,10 ^a	5,60 ^a	0,35 ^a	325,98 ^a	57,69 ^a

a y b letras diferentes entre los tratamientos indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

En cuanto a las mermas por hora se encontraron diferencias significativas en las razas *Bos taurus* (2,88 kg/h) las cuales perdieron 1,24 kg/h más peso que las razas *Bos*

indicus (1,64 kg/h). De igual manera el estudio encontró diferencias en el porcentaje de pérdida de peso por hora, donde las razas *Bos taurus* (0,43%PV/h) perdieron 0,12%PV/h más que los *Bos indicus* (0,31%PV/h). Las mermas mayores en las razas *Bos taurus* podrían estar asociadas a la práctica de alimentación previa al traslado a la planta de cosecha, pero otros factores propios de cada raza, como los son la mejor tolerancia al calor de las razas cebuinas, en comparación con las europeas (Castro 1984). Lo cual les permite aclimatarse mejor, disminuir el estrés calórico, disminuyendo la pérdida de peso. Alende et al. (2014) informan de niveles altos de cortisol en la orina a al evaluar animales en corrales de planta de cosecha, lo que pudo aumentar la micción de los animales e incrementar la deshidratación.

5.3.2. Categoría comercial y sexo del animal

Las categorías comerciales y sexo de los animales fueron iguales debido a que las únicas 2 categorías evaluadas fueron toros y vacas. Se encontró diferencias significativas donde los toros (29,63 kg) pierden en promedio 4,24 kg menos que las vacas (33,87 kg). Esto representa 6,23% de PV en promedio en las hembras adultas, mientras que los toros en 4,83% PV. También se encontraron diferencias significativas en los parámetros de rendimiento de la canal, donde la del toro (330,40 kg) fue 66,7 kg superior a la canal de la vaca (263,70 kg) y de igual manera el rendimiento de la canal del toro (58,18%) fue mayor en 3,31 puntos porcentuales al de las hembras adultas (54,87%).

En cuanto a la pérdida de peso por hora no hubo diferencias significativas entre ambas categorías, pero si en el porcentaje de pérdida de peso por hora donde la vaca (0,38 %PV/h) perdió 0,06% más que el toro (0,32 %PV/h) por hora.

5.3.3. Tiempo de espera en corral

El estudio encontró diferencias significativas en los animales con estadía mayor a 15 horas en los corrales (40,54 kg), los cuales tuvieron una mayor pérdida de peso, con una diferencia de 17 kg sobre los animales con una estadía menor a 15 horas (23,55 kg). Esto representa 6,55% del PV en los bovinos con mayor tiempo de estadía y 4,38% PV para los de menor tiempo de espera. Esto concuerda con lo informado por Gamarra (2016), donde observó una relación positiva entre la espera en corrales y la merma de los animales, aunque en este estudio los animales perdieron menos porcentaje de PV que en el estudio de Gamarra (2016). Los animales con tiempos mayores a 15 horas de estadía en corrales

obtuvieron pérdidas de peso por hora significativamente mayores (2,14 kg/h), de 0,36 kg/h, que los animales con tiempos menores a 15 horas (1,78 kg/h). Pero sin diferencias en cuanto a la pérdida de peso porcentual por hora.

Los animales con períodos extensos de espera obtuvieron mayores pesos en canales (321,43 kg) y mejores rendimientos de canal (57,39%) que los animales con menos de 15 horas de estadía (291,82 kg de canal y 56,55% rendimiento). Esto difiere con Gamarra (2016), donde en su estudio encontró, que los rendimientos de canal de los animales evaluados fueron inversamente proporcionales al tiempo de espera en los corrales. Este resultado se podría asociar al patrón racial de los bovinos, ya que, en el rango de espera mayor a 15 horas, 51% de los animales fueron *Bos taurus*, lo que representa 24% del total de observaciones (Cuadro 16), los cuales tienden a presentar mejores rendimientos que las razas cebuinas (Crouse et al. (1989). Por el contrario, Rodríguez et al. (2018) en su estudio obtuvieron datos que no coinciden con esta investigación, donde los animales *Bos indicus* (Brahman), tuvieron rendimientos de canal significativamente mejores que los *Bos taurus* (Charolais), inclusive menores que el cruce F1 de estos (Brahman x Charolais).

Cuadro 16. Proporción de animales en tiempo espera de corrales de planta de cosecha, según su patrón racial.

Tiempo de espera en corrales	Individuos		Patrón racial
	n	%	
≤ 15 horas	125	52	<i>Bos indicus</i>
>15 horas	57	24	<i>Bos indicus</i>
>15 horas	59	24	<i>Bos taurus</i>

5.3.4. Peso Inicial

Se encontraron diferencias significativas en la pérdida de peso de los animales de más de 500 kg (34,29 kg), los cuales perdieron en promedio 13,89 kg más que los animales con un peso menor de 500 kg (20,40 kg), esto representa una merma de 5,60% del PV y 4,53% del PV, respectivamente.

El estudio encontró que los animales de mayor peso (mayores a 500 kg), presentaron diferencias en cuanto al peso de la canal y su rendimiento, con respecto a los de menor peso (menores a 500 kg). Los animales más pesados (325,98 kg) obtuvieron canales de 94,42 kg en promedio más pesadas que los animales de menos de 500 kg (231,56 kg). De la misma manera que las canales de los animales más pesados (57,69%) fueron 3,46 puntos porcentuales superiores a los animales con menor peso (54,23%).

Finalmente se encontraron diferencias significativas con el promedio de pérdida de peso por hora y el porcentaje de pérdida peso por hora en relación con el peso de los animales, donde los bovinos de mayor peso perdieron 2,10 kg/h y 0,35%PV/h, mientras que el ganado de rango menor a 500 kg, la merma fue de 1,39 kg/h y 0,31%PV/h.

5.4. Uso de suplementación pre-transporte como alternativa para reducción de merma y su relación costo beneficio

Los resultados de este trabajo al analizar 40 animales indican que la suplementación (energética-proteica, paja-heno o alimento balanceado) previa al transporte no es un factor importante para reducir la pérdida de peso y afectar el rendimiento de canal de los animales durante el transporte de los semovientes a la planta de cosecha ($p > 0,05$) (Cuadro 17). Los resultados encontrados en este trabajo concuerdan con lo informado en Nueva Zelanda al evaluar 92 terneros de peso promedio de 229,6 kg (Earley et al. 2006) de la raza Holstein X Friesian, que fueron suplementados con pasto y transportados 8 horas.

Cuadro17. Promedio en pérdidas de peso y rendimiento en canal de los animales que fueron suplementados y no suplementados (control) previo a su transporte a planta de cosecha

Tratamiento	n	Peso en finca	Peso pre-sacrificio	Pérdida de peso				Canal		Tiempo total
		kg	kg	kg	%	kg/h	%/h	kg	%	h
Suplemento	20	610	565,25	44,75	7,25	2,13	0,35	332,35 ^a	58,85	21,13
Control	20	575,90	529,70	46,20	8,05	2,22	0,38	308,45 ^b	58,30	21,13

a y b letras diferentes entre los tratamientos indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Los datos obtenidos en este estudio reflejan una tendencia donde, los animales suplementados (44,75 kg), sufrieron una merma de 1,45 kg menor que los animales no suplementados (46,20 kg), lo que representó un porcentaje de debaste de 7,25 y 8,02% respectivamente, sin mostrar una diferencia significativa entre la pérdida de peso. De la misma manera, no se observó diferencias significativas en las pérdidas de peso por hora ni en el porcentaje de pérdida de peso vivo por hora, donde los animales suplementados perdieron 2,13 kg/h y 0,35%PV/h, respectivamente. Mientras que, el ganado sin suplementación obtuvo una merma de 2,22 kg/h y 0,38%PV/h, lo cual, como menciona

Earley et al. (2006) en su estudio, el uso o privación de alimentos previos al transporte, no parece afectar negativamente el debaste de los semovientes.

En cuanto al peso de la canal, los animales suplementados (332,35 kg), obtuvieron 23,9 kg más que el ganado sin suplementación (308,45 kg) ($p < 0,05$). Esta diferencia se asocia, a que los toros suplementados (610 kg) obtuvieron un peso en finca promedio de 34,10 kg por encima del grupo control (575,90 kg), este rendimiento de canal está relacionado con el peso vivo del animal y como ocurre de la misma manera con el peso pre-sacrificio, cuyo promedio de los bovinos suplementados fue 36 kg superior a los bovinos no suplementados, donde al aumentar el peso de sacrificio, contenido gastrointestinal y grasa, los rendimientos de canal también aumentan (Seebeck y Tulloh, 1966; More O'Ferrall y Keane, 1990). Cabe destacar que ambos tratamientos obtuvieron un rendimiento de la canal similar de 58,85% (suplementación) y 58,30% (control).

5.4.1. Uso de diferentes suplementaciones pre-transporte

Durante este estudio, el grupo de animales evaluados con suplemento consumió tres estrategias diferentes: energética-proteica (6 suplementados y 6 como grupo control), piña-heno (5 suplementados y 5 como grupo control) y alimento balanceado (9 suplementados y 9 como grupo control). Se evaluaron las mismas variables de pérdida de peso y canal que se discutieron en el punto anterior (Cuadro 18). No se obtuvo ninguna diferencia significativa en las variables evaluadas, aun así, hubo tendencias en los diferentes grupos, las cuales podrían asociarse a la alimentación brindada.

5.4.1.1. Suplementación energética, proteica y mineral

Los seis animales a los cuales se les ofreció un suplemento energético-proteico-mineral, perdieron 0,08% menos que su grupo control, la misma pérdida porcentual de peso vivo por hora (0,30%), pero una diferencia 0,84% en el rendimiento de la canal. Grumpelt et al., (2015), mencionan que, el uso de este tipo de suplementación pre-transporte, ayuda a mitigar los cambios de osmolaridad que ocurren por el estrés provocado por el viaje. Aunque no justifica que la implementación del suplemento reduzca el estrés, se obtuvo mejoras en el rendimiento del animal, ayudando a reducir las mermas del peso vivo y en canal (Schaefer et al. 1997). En este caso, cada animal consumió 2,5 kg del suplemento, lo que aportó 296,51 g de proteína cruda (PC) y 4,47 Mcal de energía digestible en cada animal. En cuanto a macrominerales como calcio se aportó 75,40 g, para fósforo 52,58 g y magnesio con 8,66 g.

mientras que para los microminerales la suplementación aportó 840,64 mg de zinc, 503,20 mg de cobre, 534,06 mg manganeso, 51,75 mg de yodo 9,45 mg de selenio y 9,9 mg de cobalto.

En este caso los animales se transportaron a las 6 a.m. durante una hora, por una distancia de 34,9 km, mientras que los animales suplementados con piña y heno se transportaron a las 8:30 a.m. por una hora, una distancia de 32,4 km y los suplementados con alimento balanceado se movilizaron a las 2 p.m. durante 3,5 horas por 130 km. Como se expuso anteriormente los efectos de la hora del transporte y la distancia, pueden generar estrés en el animal que se traducen en mayores mermas, por lo que la corta distancia y horas fresca de transporte pudo ser un factor que influyó en una menor merma para este experimento (Kugler, 2014 Gallo y Tadich, 2005).

Cuadro 18. Pérdidas de peso y rendimiento en canal de los animales que fueron suplementados con tres diferentes tratamientos (proteico-energético-mineral, piña-heno y alimento balanceado) y el respectivo grupo control, previo a su transporte a planta de cosecha

Tratamiento	n	Peso en finca	Peso pre-sacrificio	Pérdida de peso				Canal		Tiempo total
		kg	kg	kg	%	kg/h	%/h	kg	%	h
Suplementación proteica-energética-mineral										
Suplemento	6	587,33	544,17	43,17	7,30	1,80	0,30	316,70	58,17	24
Control	6	551,33	510,83	40,50	7,38	1,69	0,30	292,70	57,33	24
Suplementación heno y subproductos de piña										
Suplemento	5	708,60	650	58,60	10	2,96	0,42	375,16	58	19,7
Control	5	650,40	597,80	52,60	10	2,68	0,42	344,58	56	19,7
Suplementación con alimento balanceado										
Suplemento	9	568,67	532,22	36,44	7,78	1,84	0,33	318,71	60	20
Control	9	550,89	504,44	46,44	10	2,34	0,41	298,82	60	20

5.4.1.1.1. Costo-beneficio de la suplementación energética, proteica y mineral

El costo de la suplementación energética y proteica y mineral fue de ¢676 por animal. (Cuadro 19). En cuanto a la pérdida de peso de los animales no se observó ningún beneficio ante la merma, lo que se traduce en un costo al brindar suplementación contra ayunar a los animales. Por otro lado, según datos de CORFOGA (2020a), el precio promedio por kg de canal hasta julio de 2020 fue de ¢2.049,5, lo que implicaría una diferencia de ¢10.111,35 o bien un beneficio de ¢9.435,35 en los animales que fueron suplementados de esta manera, sin olvidar que esta diferencia en canal podría estar más sujeta a las diferencias de los pesos en finca y previos al sacrificio. De igual manera, es importante considerar los insumos invertidos para que los animales alcancen el peso de salida evaluado (Costo de producción).

Cuadro 19. Costos e inclusión de ingredientes de la suplementación energética-proteica-mineral.

Suplementación Energética-proteica-mineral			
Ingredientes	Pollinaza	Melaza	Mineral
Cantidad (kg)	1	1	0,5
Costo por kg	¢ 40	¢ 111	¢ 1050
Costo real	¢40	¢111	¢525
Costo total de suplementación por animal		¢676	

\$1 = ¢596,09

5.4.1.2. Suplementación con heno y subproductos de piña

En este estudio la suplementación que se brindó a los animales consistió en una mezcla de subproductos de piña (baja MS) y heno (alto en MS). En base fresca los animales se suplementaron con 12,7 kg en total, equivalente a 2,30 kg en MS. Como se observa en la figura 8, el aporte de fibra cruda fue el más alto (762,93 g) de los nutrientes evaluados. Aunque la pérdida por %PV fue la misma en los toros suplementados y el grupo control (-10%PV), se observó que los bovinos suplementados (58,60 kg) perdieron, numéricamente, más peso que el grupo control (52,60 kg). Esto podría estar relacionado a la cantidad y calidad del alimento, el cual, es el principal factor del llenado intestinal y es mayor en animales que consuman fuentes altas en fibra; por ende, aumenta merma por vaciado intestinal, contrario a las dietas de altas concentraciones en granos, donde la pérdida intestinal es menor (Alfaro 2019 y Warris 1990).

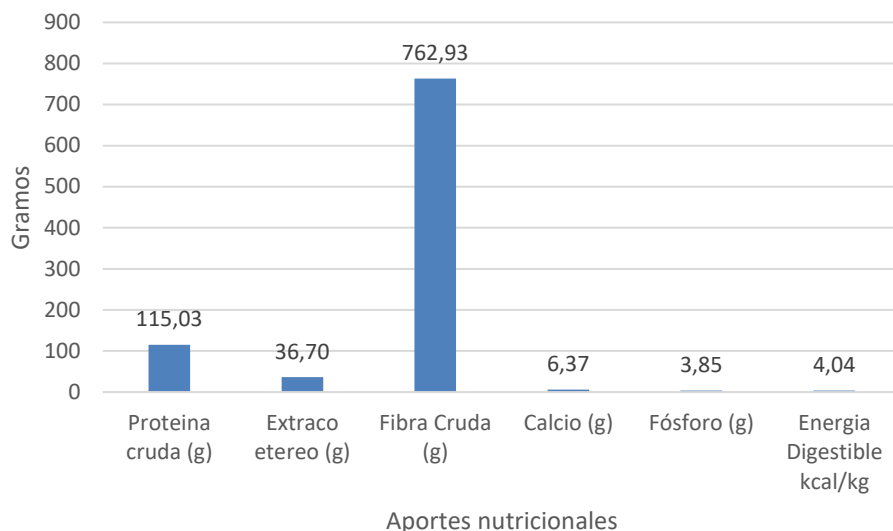


Figura 8. Aporte nutricionales del suplemento de heno y subproductos de piña

Como se mencionó anteriormente, cada animal consumió 12,7 kg de suplemento en fresco (2,30 kg MS), esto equivale a 18% de MS y 82% de agua dentro de la suplementación. Barnes et al. (2005) mencionan que, el ganado alimentado con forrajes con mayor porcentaje de materia seca (MS), obtienen menores mermas que alimentados con pastos succulentos, debido a la composición de forrajes como el heno, al ser menos digestibles y secos. Observaron diferencias de 3,5% de merma en bovinos que consuman heno, contra una merma de 5,3% de los animales que consumieron forrajes verdes, en un viaje de 2 horas.

Los animales suplementados (650 kg) pesaron previo al sacrificio 52,20 kg más que el grupo control (597,8 kg), pero en el peso de la canal la diferencia se disminuyó a 30,58 kg. Esto coincide con el grupo de mayor peso en finca, ya que como se puede apreciar al momento de conocer el peso de las canales, la diferencia de pesos se redujo y su rendimiento es similar, lo que podría indicar que las diferencias señaladas, fueron dadas por un llenado intestinal, de la ración suministrada. La diferencia en el rendimiento de la canal (2%) del ganado suplementado, se puede deber a la diferencia al peso previo al sacrificio, ya que, como se mencionó antes, mayores pesos pre-sacrificio, podrían tener un rendimiento de la canal mayor (Seebeck y Tulloh, 1966; More O´Ferrall y Keane, 1990).

5.4.1.2.1. Costo-beneficio de suplementación con heno y subproductos de piña

Los animales se suplementaron con 12,65 kg previo al transporte, donde no hubo ningún beneficio en cuanto a la disminución de la merma en el transporte, denotando que los animales suplementados perdieron el mismo peso que el grupo control, provocando una pérdida para el productor ₡205,5 por animal (Cuadro 20). Similar al grupo de animales evaluados con suplementación energética, proteica y mineral, se podría pensar que hubo un beneficio en rendimiento de canal, al tener una diferencia de 2% entre tratamientos, lo que significaría una ganancia de ₡28.840 por animal, pero inclusive, las diferencias en el peso en finca y pre-sacrificio son mayores en estos animales.

Cuadro 20. Costos e inclusión de ingredientes de la suplementación con heno y subproductos de piña.

Suplementación con piña y heno		
Ingredientes	Heno	Piña
Cantidad (kg)	0,65	12
Costo por kg	₡150	₡9
Costo real	₡97,5	₡108
Costo total de suplementación por animal	₡205,5	

\$1 = ₡596,09

5.4.1.3. Suplementación con concentrado

Los animales suplementados con alimento balanceado perdieron 10 kg menos que su grupo control, equivalente a 2,22% del PV, aunque no hubo diferencias significativas. Contrario a los alimentos fibrosos, la suplementación a base de granos al ser de mayor digestibilidad es absorbida más rápido, reduciendo las variables de pérdida de peso. Phillips et al. (1985) reportan que animales alimentados con heno, perdieron más peso corporal y mayor excreciones durante el viaje, que los animales alimentados con 50% de alimento balanceado. Mientras que, Hutcheson y Cole (1987) mencionan que, animales alimentados con 35% de forraje y 65% alimento balanceado, obtuvieron menor merma que los animales a los que el porcentaje de forraje aumentó.

Este grupo de animales obtuvo el mayor rendimiento de canal, lo cual podría asociarse a su dieta previa en la explotación. Jones et al. (1978), en su estudio mencionan

que el rendimiento de canal de los animales alimentados con granos, suelen ser mayor. Al aumentar el porcentaje de forraje en la dieta y disminuir el alimento balanceado, los rendimientos de canal también disminuyeron, debido al aumento del llenado gastrointestinal y la disminución de grasa a causa de la ingesta de los forrajes. En este caso, cada animal consumió 5 kg de suplemento, lo que aportó 535,05 g de PC y 14,79 Mcal de energía digestible en cada animal.

5.4.1.3.1. Costo-beneficio de suplementación con concentrado

En el cuadro 21 se observan los costos de suplementación del alimento balanceado. Aunque no se obtienen diferencias significativas, se registra una reducción de 10 kg en promedio de la merma en transporte para los animales suplementados, contra los animales no suplementados. Esta merma representa 2,22% menor al grupo control lo cual equivale 12,62 kg que aumenta el valor del animal en pie. Según los datos de CORFOGA (2020b), el precio promedio de los toros en subasta para junio de 2020 es de ₡1.202,4, esto significaría un ingreso de ₡15.179,66 por animal o bien una ganancia de ₡13.712,27 por animal suplementado.

Cuadro 21. Costos de la suplementación con alimento balanceado

Suplementación con concentrado	
Cantidad	5
Costo por kg	₡293,48
Costo total de suplementación por animal	₡1467,39
<hr/> \$1 = ₡596,09	

5.5. Estimación de los ingresos no percibidos por merma en peso vivo de los semovientes de la finca al ring de subasta

En el cuadro 22 se detalla el porcentaje promedio de pérdida de peso de los animales subastados según su categoría, así como el precio promedio por kg de cada uno. Estos datos permitieron estimar los ingresos no percibidos por el productor y la subasta.

Cuadro 22. Categoría comercial con su respectivo porcentaje de pérdida y precio promedio por kilogramo.

Categoría Comercial	Tenera	Ternero	Novilla	Novillo	Vaca	Toro
% promedio pérdida de peso	1,39%	1,18%	1,42%	1,60%	1,08%	1,44%
Precio promedio por kg	₡846,17	₡1332,03	₡873,93	₡1028,39	₡823,55	₡1061,09

\$1 = ₡596,09

5.5.1. Ingresos no percibidos por el productor

Los ingresos no percibidos por el productor varían según el peso del animal y por su categoría comercial. Las pérdidas monetarias fluctuaron entre ₡785,90 hasta un máximo de ₡9.931,80 (Cuadro 23). Otro factor importante a considerar es el precio por kilogramo, donde el ternero es el individuo con el precio más alto (₡1.332,03), teniendo pérdidas promedio desde ₡785,90 en animales de 50 kg, hasta ₡3.929,49 en terneros de 250 kg. A pesar de ser un factor por tomar en cuenta, las pérdidas económicas por mermas se evidencian más cuando el animal es de categorías más pesadas, como se observó con los toros. Sin embargo, esto no quiere decir que al productor no le conviene llevar animales gordos al mercado. Por ejemplo, dos animales con peso de 250 kg tendrán una pérdida por merma en promedio de ₡3.929,49 cada uno, lo que juntos suma ₡7.858,98, mientras que en un toro (₡7.639,85) de 500 kg, la pérdida monetaria es de ₡219,13 menos.

El porcentaje de merma por transporte fluctuó de 4,00 a 6,66%, según la categoría comercial, lo cual reflejó un promedio de 4,86% de debaste en promedio de los semovientes por su movilización de la finca a la subasta o planta de cosecha. Al tomar en cuenta esta merma, la pérdida para el productor aumentó en un rango de ₡4.022,73 para un ternero de 50 kg, hasta ₡43.451,63 para un toro de 650 kg. Este aumento en pérdidas para el productor es de importancia, ya que significó un incremento de 411,86% al 337,5%, respectivamente, durante el proceso de comercialización desde la finca a su venta.

El cuadro 24 denota los ingresos no percibidos por el productor, en este caso, para los bovinos hembra. Se puede notar que los rubros en las pérdidas son menores que en los machos. Esto debido a que el precio promedio por kilogramo que se paga suele ser menor en las hembras.

Los ingresos no percibidos por el productor por mermas de los bovinos hembra en los corrales de subasta, fluctuaron entre ₡588,09 hasta un máximo de ₡5.781,32. De la misma manera que con los ingresos no percibidos con los machos, al utilizar el promedio de 4,86% de debaste en los semovientes por su movilización de la finca a la subasta o planta de

cosecha, aumentó el rango de pérdidas por ingresos no percibidos de ¢2.644,28 a ¢31.797,26, los que significó 449,64 y 550% más en pérdidas para el productor respectivamente.

Cuadro 23. Ingresos no percibidos por el productor según el peso de los machos durante el proceso de comercialización, desde su entrada a los corrales, hasta su venta

Categoría Comercial	Peso (kg)	Pérdida de peso promedio	Precio promedio/kg	Ingresos no percibidos
Ternero	50			¢785,90
	75			¢1.178,85
	100			¢1.571,80
	125			¢1.964,74
	150	1,18%	1332,03	¢2.357,69
	175			¢2.750,64
	200			¢3.143,59
	225			¢3.536,54
	250			¢3.929,49
Novillo	275			¢4.524,92
	300			¢4.936,27
	325			¢5.347,63
	350	1,60%	1028,39	¢5.758,98
	375			¢6.170,34
	400			¢6.581,70
	425			¢6.493,87
	450			¢6.875,86
	475			¢7.257,86
Toro	500			¢7.639,85
	525			¢8.021,84
	550	1,44%	1061,09	¢8.403,83
	575			¢8.785,83
	600			¢9.167,82
	625			¢9.549,81
	650			¢9.931,80

\$1 = ¢596,09

Cuadro 24. Ingresos no percibidos por el productor según el peso de las hembras durante el proceso de comercialización, desde su entrada a los corrales, hasta su venta

Categoría Comercial	Peso (kg)	Pérdida de peso promedio	Precio promedio/ kg	Ingresos no percibidos
Ternera	50			₡588,09
	75			₡882,13
	100			₡1.176,18
	125			₡1.470,22
	150	1,39%	846,17	₡1.764,26
	175			₡2.058,31
	200			₡2.352,35
	225			₡2.646,40
	250			₡2.940,44
	Novilla	275		
300				₡3.722,94
325		1,42%	873,93	₡4.033,19
350				₡4.343,43
375				₡4.653,68
400				₡4.963,92
425				₡3.780,09
450				₡4.002,45
475				₡4.224,81
Vaca		500		
Vaca	525	1,08%	823,55	₡4.669,53
	550			₡4.891,89
	575			₡5.114,25
	Vaca	600		
Vaca	625			₡5.558,96
Vaca	650			₡5.781,32

\$1 = ₡596,09

Es importante aclarar que las mermas siempre van a estar presentes durante el proceso de comercialización de los semovientes. Pero ¿se pueden considerar como pérdidas en los ingresos para el productor ?. Las pérdidas por contenido intestinal son de

fácil recuperación, Barnes et al., (2005) mencionan que solo la carga de animales y un viaje corto, puede reducir el PV del animal en 3% e incrementa en 0,61% adicional por cada 100 millas (160,93 km) de transporte. La merma de tejido tisular es más difícil de recuperar y representa la pérdida de peso real del animal (Falkner 1998). Richardson (2015) considera que la merma de tejido comienza luego la pérdida de 6% PV. Por lo que podría considerarse que la merma presentada por la mayoría de los animales en transporte fue por vaciado intestinal.

Falkner (1998), describe el uso de “Pencil Shrinkage” como el proceso por el cual, el ganado es pesado y luego un porcentaje de ese peso se resta antes de calcular el precio. Ese peso consta del contenido intestinal (heces y orina), y el objetivo es que el comprador no pague de más por dicho contenido que se pierde durante el proceso de transporte. No existe un porcentaje determinado para el uso del “Pencil Shrinkage”, pero se pueden realizar aproximaciones como se muestra en el Cuadro 25, donde este varía dependiendo del manejo pre-transporte, duración del viaje, ayuno, descarga entre otros. Con el valor calculado se podría estimar la cantidad normal de merma por descarga intestinal y conocer las pérdidas reales.

Cuadro 25. Estimación de mermas por transporte según factores de manejo durante el transporte.

Factor	% merma
Rápido acceso al camión	0%
→30 minutos subiendo al camión	1,0%
Carga, transporte (<100 millas), descarga, pesaje	+2,5%
→ +Espera 1 hora extra antes de pesar	+1,0%
12 o más horas de ayuno	2,5%
→ + 500 millas adicionales de transporte	+2,0%
Pesaje en camión, transporte corto	-1,0%
Pesaje en camión, transporte largo	-1,5%

Fuente: Falkner (1998).

5.5.2. Ingresos no percibidos por la pérdida de peso de los animales a las organizaciones responsables de las subastas

Los ingresos no percibidos por la subasta están asociada al número de semovientes comercializados, las categorías comerciales y el precio de venta. Estas pérdidas podrían alcanzar los ₡63.766 por evento, monto anualizado que puede alcanzar los ₡6.631.633 por ingresos no percibidos, considerando dos eventos por semana (Cuadro 21).

Cuadro 26. Estimación del ingreso no percibido por los responsables de la subasta relacionados a la pérdida de peso de los semovientes.

Datos	Tenera	Ternero	Novilla	Torete	Vaca	Toro
Animales promedio por subasta	85,69	154,66	81,30	48,49	106,36	64,52
Peso promedio de subasta (kg)	186,53	195,80	331,53	343,70	413,70	468,10
Pérdida de peso promedio	1,39%	1,18%	1,42%	1,60%	1,08%	1,44%
Kg perdidos por subasta	222,18	357,34	382,76	266,68	475,23	434,90
Precio promedio por kg	₡846,17	₡1.332,03	₡873,93	₡1.028,39	₡823,55	₡1.061,09
Pérdidas por merma en subasta	₡187.997	₡475.977	₡334.486	₡274.226	₡391.361	₡461.474
Sumatoria de pérdidas por merma	₡2.125.523					
Comisión de subasta	3%					
Ingreso no percibido por subasta (1 subasta)	₡63.766					
Ingreso no percibido mensual por la subasta(8 subastas)	₡510.126					
Ingreso anual no percibido para la subasta (104 subastas)	₡6.631.633					

\$1 = ₡596,09

6. CONCLUSIONES

- El peso inicial, sexo del animal, patrón racial, clima, categoría comercial, densidad animal, tiempo de transporte, tiempo de espera en el camión, son factores que afectan la merma de los animales durante la movilización y tiempo de estadía de los semovientes a subasta o planta de cosecha.
- La suplementación previa al transporte de los animales con suplementos fibrosos y/o bajos en materia seca, no generar un efecto en la reducción de la pérdida de peso de los animales asociada a la movilización y estadía durante la comercialización de los mismos.
- Durante el proceso de subastas, las pérdidas de peso en animales estuvieron entre $\text{C}\$785,90$ y $\text{C}\$9.931,80$. Al incluir el promedio de mermas en transporte (4,86%), las pérdidas monetarias para el productor podrían aumentar entre $\text{C}\$4.022,73$ y $\text{C}\$43.451,63$.
- Las organizaciones responsables de las subastas obtienen pérdidas de $\text{C}\$63.766$ por cada evento realizado debido a las mermas en los corrales de espera. Esta cantidad aumenta hasta $\text{C}\$6.631.633$ al año. Lo que permite explorar oportunidades de mejora que permitan mitigar la pérdidas determinadas en este trabajo, que beneficien al productor y al ente responsable de la subasta

7. RECOMENDACIONES

- Invitar a las organizaciones y productores a divulgar sobre este tema, para tener una noción de los importantes costos que significa la merma del peso de los animales en el proceso de comercialización. Además, promover la capacitación de transportistas y productores para el manejo pre-transporte y transporte, con dirección al bienestar animal, tanto para el beneficio del animal, productor y consumidor.
- Utilizar densidades animales adecuadas en transporte (1 a 1,4 m² para animales adultos o 0,3 m² para terneros), movilizar a los animales en horas frescas, implementación de lonas para proteger de las inclemencias del tiempo, divisiones para mejor manejo de animales.
- Buscar una solución urgente de logística para los productores y evitar la espera en el camión de los animales fuera de la subasta que puede superar las 12 horas en algunos casos.
- Trabajar grupos de pesos homogéneos en finca para que la diferencia de peso inicial no afecte las pérdidas de peso o los porcentajes durante el proceso de comercialización.
- Se requiere mayor cantidad de animales evaluados para tomar una mejor perspectiva para preparar a los animales previo a su transporte a planta de cosecha o lugar de comercialización.

8. LITERATURA CITADA

- Alabama Cooperative Extension System (2008). *Alabama beef cattle pocket guide* (ANR-1323). Consultado (2 de marzo de 2020) en: <https://ssl.acesag.auburn.edu/pubs/docs/A/ANR-1323/ANR-1323-archive.pdf>
- Alende, M., Volpi, G., Pordomingo, A., Pighín, D., Grigioni, G., Carduza, F., Pazos, A., Babinec, F. y Sancho, A. (2014). Efectos del tiempo de transporte, espera pre-faena y maduración en novillos sobre indicadores de estrés, calidad instrumental y sensorial de la carne. *Archivos de medicina veterinaria*, 46(2), 217-227. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2014000200007>
- Alfaro, G., Novak, T.E., Rodning, S.P., & Moisés, S.J. (2020). *Preconditioning for long-duration transportation stress on beef cattle with rumen-protected methionine supplementation: a nutrigenetics study* (Tesis de maestría). <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0235481>
- Álvarez, A., y Pérez, E. (2009). *Fisiología Animal Aplicada. 1ª ed.* Antioquia, Colombia: Editorial Universidad de Antioquia.
- Ávalos, I., Herrera, J., & Morera, R. (2012). *Cuantificación y caracterización de lesiones en canales bovinas y su costo económico en la planta procesadora COOPEMONTENCILLOS R.L.* (Tesis de licenciatura). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/30209>
- Barnes, K., Smith, S., & Lalman, D. (2005). *Managing shrink and weighing conditions in beef cattle.* Consultado (10 de febrero de 2018) en: <http://pods.dasnr.okstate.edu/docushare/dsweb/Get/Version-7421/ANSI-3257web.pdf>
- Bass, J. y Duganzich, D. (1980) A note on the effect of starvation on the bovine alimentary tract and its contents. *Animal Production*, 31(1), 111-113. <https://doi.org/10.1017/S0003356100039830>
- Bavera, G. (2006). *Desbaste o merma.* Consultado (12 de febrero de 2020) en: http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/comercializacion/06-desbaste_o_merma.pdf
- Buestán, P. (2011). *Fisiología del estrés y sus efectos sobre la reproducción de la hembra bovina* (Monografía), Universidad de Cuenca, Ecuador. <http://192.188.48.14/bitstream/123456789/3044/1/mv182.pdf>

- Caballero de la Calle J.R. (2008). *Influencia de las condiciones del transporte sobre el peso del Toro de Lidia en la plaza*. Consultado (13 de mayo de 2019) en: <https://previa.uclm.es/profesorado/produccionanimal/Zafra05.pdf>
- Carr, T., Allen, D. y Phar, P. (1971). Effect of preslaughter fasting on bovine carcass yield and quality. *Journal Animal Science*, 32(5), 870-873. <https://doi.org/10.2527/jas1971.325870x>
- Castro, A. (1984). *Producción bovina*. San José, Costa Rica. Editorial UNED.
- Cernicchiaro, N., White, B., Renter, D., Babcock, A., Kelly, L. y Slattery, R. (2012). Associations between the distance traveled from sale barns to commercial feedlots in the United States and overall performance, risk of respiratory disease, and cumulative mortality in feeder cattle during 1997 to 2009. *Journal Animal Science*, 90(6), 1929–1939. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4599>
- Coffey, K., Coblenz, W., Humphry, J. y Brazle, F. (2001). Review: Basic principles and economics of transportation shrink in beef cattle. *Professional Animal Scientist*, 17(4), 247–255. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)31636-3](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)31636-3).
- Cole, N., y Hutcheson, D. (1985). Influence of Prefast Feed Intake on Recovery from Feed and Water Deprivation by Beef Steers. *Journal of Animal Science*, 60(3), 772–780. doi:10.2527/jas1985.603772x
- Corporación Ganadera. (2012). *Estudio de subastas ganaderas en Costa Rica*. San José, Costa Rica. Consultado (12 de febrero de 2019) en: <http://www.corfoga.org/download/estudio-de-comercializacion-en-subasta/>
- Corporación Ganadera. (2018). *Estructura del Sector*. Consultado (15 de febrero de 2019) en: <http://www.corfoga.org/subastas/>
- Corporación Ganadera. (2019a). *Análisis de la Encuesta Nacional Agropecuaria 2017 (ENA) con enfoque en el sector ganadero bovino*. Consultado (7 de diciembre de 2019) en: <http://www.corfoga.org/download/analisis-encuesta-nacional-agropecuaria-2017/>
- Corporación Ganadera. (2019b). *Boletín Estadístico septiembre 2019*. Consultado (7 de diciembre de 2019) en: <https://www.corfoga.org/boletines-estadisticos/#1549043745637-369456ea-5c59>
- Corporación Ganadera. (2020a). *Precio canal bovino julio 2020*. Consultado (2 de agosto de 2020) en: <https://www.corfoga.org/estadisticas/precios/>
- Corporación Ganadera. (2020b). *Precio subasta bovino junio 2020*. Consultado (2 de agosto de 2020) en: <https://www.corfoga.org/estadisticas/precios/>

- Corporación Ganadera. (2020c). *Consumo aparente per cápita de carne de res setiembre 2020*. Consultado (2 de noviembre de 2020) en: <http://www.corfoga.org/estadisticas/consumo/>
- Crouse, J., Cundiff, L., Koch, R., Koochmarai, M. y Seideman, S. (1989). Comparisons of *Bos indicus* and *Bos taurus* inheritance for carcass beef characteristics and meat palatability. *Journal of Animal Science*, 67(10), 2661-2668. <https://doi.org/10.2527/jas1989.67102661x>
- Decreto Ejecutivo N° 32501-MAG-MEIC-SP. Diario oficial. La Gaceta. San José, Costa Rica. 5 de agosto de 2005.
- Earley, B., Fisher, A., & O’Riordan, E. (2006). *Effects of pre-transport fasting on the physiological responses of young cattle to 8-hour road transport*. Consultado (27 de julio de 2020) en: <https://www.jstor.org/stable/25562562?origin=JSTOR-pdf&seq=1>
- Eicher, S., Cheng, H., Sorrells, A. y Schutz, M. (2006). Behavioral and physiological indicators of sensitivity or chronic pain following tail docking. *Journal of Dairy Science*, 89(8), 3047–3051. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72578-4](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72578-4)
- Eldridge, G.A. y Winfield, C.G. (1988). The behaviour and bruising of cattle during transport at different space allowances. *Australian Journal of Experimental Agriculture*, 28(6), 695-698. <https://doi.org/10.1071/EA9880695>
- Falkner, T. (1998). Shrink management in cattle. K-State Research and Extension, Veterinary Medicine. Consultado (12 de noviembre de 2020) en: <https://www.asi.k-state.edu/doc/veterinary-quarterly/vq0498in.pdf>
- Fernández, S., & Guido, A. (2006). *Efectos de distancia y tiempo del transporte en camión sobre el peso vivo y de la canal de bovinos* (Tesis de licenciatura). Universidad Rafael Urdaneta, Maracaibo, Venezuela. <https://docplayer.es/22799165-Universidad-rafael-urdaneta-facultad-de-ciencias-agropecuarias-escuela-de-ingenieria-de-produccion-animal-derechos-reservados.html>
- Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. (2017). *Panorama Agroalimentario: Carne de Bovino 2017*. Consultado (6 de julio de 2019) en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/200639/Panorama_Agroalimentario_Carne_de_bovino_2017__1_.pdf
- Gallo, C., Espinoza, M. y Gasic, J. (2001). Efectos del transporte por camión durante 36 horas con y sin período de descanso sobre el peso vivo y algunos aspectos de calidad de carne en bovinos. *Archivos de medicina veterinaria*, 33(1), 43-53. <http://dx.doi.org/10.4067/S0301-732X2001000100005>

- Gallo, C. y Tadich, N. (2005). Transporte terrestre de bovinos: efectos sobre el bienestar animal y la calidad de la carne. *Agro-ciencia*, 21(2), 37-49. http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/comercializacion/37-transporte_y_bienestar.pdf
- Gallo, C., Valenzuela, G., Thibaut, J. y Reinhardt, G. (1995). Efecto del tiempo de ayuno sobre el peso vivo, de la canal y algunos órganos en novillos. *Archivos de medicina veterinaria*, 27(2), 69-77. [https://books.google.co.cr/books?hl=en&lr=&id=ySt75AyXptYC&oi=fnd&pg=PA69&dq=.+Archivos+de+medicina+veterinaria,+27\(2\),+69-77.&ots=ziZHSfPoBW&sig=RiXgMNI446tzPT22eLQmBPiz0SA#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.cr/books?hl=en&lr=&id=ySt75AyXptYC&oi=fnd&pg=PA69&dq=.+Archivos+de+medicina+veterinaria,+27(2),+69-77.&ots=ziZHSfPoBW&sig=RiXgMNI446tzPT22eLQmBPiz0SA#v=onepage&q&f=false)
- Gamarra, O. (2016). *Efecto del tiempo de ayuno sobre las variables productivas de rendimiento en canal y pH en la planta de beneficio San Isidro* (Tesis de licenciatura). Universidad de La Salle. Bogotá, Colombia. <https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1250&context=zootecnia>
- Gonzales, L., Schwartzkopf-Genswein, K., Bryan, M., Silasi, R. y Brown, F. (2015). Factors affecting body weight during commercial long haul transport of cattle in North America. *Journal of animal science*, 2012(90), 3630-3639. <https://doi.org/10.2527/jas.2011-4786>
- Grandin, T. (1999). Principles for low stress cattle handling. In *Proceeding The Range Beef Cow Symposium XVI*. Colorado, Estados Unidos de América. <https://digitalcommons.unl.edu/rangebeefcowsymp/134/#:~:text=Frequent%2C%20gentle%20handling%20will%20reduce,cattle%20with%20a%20calm%20temperament>.
- Grandin, T. (2004). *Principles of the design of handling facilities and transport systems*. In: *The well-being of farm animals: challenges and solutions*. Iowa, Estados Unidos de America: Blackwell Publishing. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9780470344859.ch8>
- Grandin, T. (2008). *Cattle transport guidelines for meat packers, feedlots and ranchers*. Colorado. Consultado (19 de febrero de 2019) en: <http://www.grandin.com/meat.association.institute.html>
- Grandin, T. (2014). *Livestock Handling and Transport*. 4th ed. Wallingford, Reino Unido: CABI Publisher. https://books.google.co.cr/books?hl=en&lr=&id=O8eWBAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR5&dq=Livestock+Handling+and+Transport&ots=o3CeMpdAOa&sig=jS4PSnvXHYO7zYsfzxc_-m4ngTg#v=onepage&q=Livestock%20Handling%20and%20Transport&f=false

- Grumpelt, B., Hoffer, W., Curie, O., Jones, O., Jones, K., Kimmel, D., McDonald, B., Paterson, R. y Schaefer, A. (2015). SHORT COMMUNICATION: the Pre-transport management of antemortem stress in cattle: impact on carcass yield. *Canadian Journal of Animal Science*, 95(4), 557–560. <https://doi.org/10.4141/cjas-2015-069>
- Hawasly, T., y Velásquez, E. (2009). *Evaluación porcentual de pérdida de peso en bovinos durante su estadía en instalaciones de subasta en la ciudad de Montería*. Consultado (2 de febrero de 2019) en: <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/evaluacion-porcentual-perdida-peso-t28118.htm>
- Herrera, C. (2011). *Indicadores fisiológicos de estrés en ganadería bovina*. Consultado (2 de febrero de 2020) en: http://www.produccion-animal.com.ar/etologia_y_bienestar/bienestar_en_bovinos/51indicadores_Fisiologicos.pdf
- Hutcheson, D., Cole, A. y McLaren, J. (1984). Effects of pre transit diets and post-transit potassium levels for feeder calves. *Journal of Animal Science*, 58(3), 700-708. <https://doi.org/10.2527/jas1984.583700x>
- Hutcheson, D. y Cole, A. (1987). Influence of pre-fast dietary roughage content on recovery from feed and water deprivation in beef steers. *Journal of Animal Science*, 65(4), 1049-1057. <https://doi.org/10.2527/jas1987.6541049x>
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2015). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos VI Censo Nacional Agropecuario: Resultados generales*. Consultado (12 de noviembre de 2019) en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/U40-10581.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Censo. (2019). *Encuesta Nacional Agropecuaria 2017: Resultados generales de las actividades ganaderas vacuna y porcina*. Consultado (10 de noviembre de 2019) en: <https://www.inec.cr/sites/default/files/documetos-biblioteca-virtual/reena2017.pdf>
- Irigoyen, A. (2005). Pérdida de peso en la comercialización del ganado. *Revista Angus, Bs. As.*, 229(67), 56-60. https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R94/R94_24.htm
- Jones, S., Price, M., & Mathison, G. (1978). The effects of dietary roughage level on the growth and productivity of intensively fed bulls. 57th Annual University of Alberta Feeders Day Report, Alberta, Canadá. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=XL8105163>
- Knowles, T. (1999). A review of road transport of cattle. *Veterinary Record* 144(8), 197–201. <http://dx.doi.org/10.1136/vr.144.8.197>

- Kugler, N. (2005). El peso vivo, el llenado y el desbaste. *Comunicaciones*,15(48), 21-23.http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/comercializacion/41-peso_vivo.pdf
- McVeigh, J. y Tarrant, P. (1982). Glycogen Content and Repletion Rates in Beef Muscle, Effect of Feeding and Fasting. *The Journal of Nutrition*, 112(7), 1306–1314. doi:10.1093/jn/112.7.1306
- Mendez, J. 2008. *Agro-cadena de la ganadería bovina de carne de la Región Chorotega: manual de recomendaciones para el manejo sostenible de la ganadería bovina de carne en la región chorotega*. Consultado (12 de marzo de 2020) en :<http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-9454.pdf>
- Mendoza, I. (2014). *Estudio técnico y financiero para el establecimiento y operación de un sistema de mercadeo de ganado bovino en pie dirigido a pequeños y medianos productores asociados a las Cámaras de Ganaderos de la Región Chorotega* (Tesis de licenciatura). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. <http://www.zootecnia.ucr.ac.cr/index.php/asuntos-estudiantiles/tesis-para-consulta2/send/3-tesis-para-consulta/156-estudio-tea-cnico-y-financiero-para-el-establecimiento-y-operacioa-n-de-un-sistema-de-mercadeo-de-ganado-bovino-en-pie-dirigido-a-pequenn-os-y-medianos-productores-asociados-a-la-cao-mara-de-ganaderos-de-la-regioa-n-chorotega>
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2007). *Caracterización de la agro-cadena de carne bovina. Costa Rica*. Consultado (28 de noviembre de 2019) en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E70-10276.pdf>
- Ministerio de Economía Industria y Comercio. (2009). *Márgenes de Comercialización de la carne bovina*. Consultado (14 de octubre de 2019) en:<http://www.corfoga.org/download/estudio-de-margenes-de-comercializacion-meic/>
- Ministerio de Economía Industria y Comercio. (2015). *Diagnóstico sobre posibles problemas que estén afectando el funcionamiento del mercado de la carne de res*. Consultado (14 de octubre de 2019) en:<http://reventazon.meic.go.cr/informacion/estudios/2015/bovino.pdf>
- Mitchell, M. y Kettlewell, P. (2008). Engineering and design of vehicles for long distance transport of livestock (ruminants,pigs and poultry). *Veterinaria. Italiana*,44(1),201–213.https://www.researchgate.net/publication/43202695_Engineering_and_design_of_vehicles_for_long_distance_road_transport_of_livestock_ruminants_pigs_and_poultr

- More O'Ferrall, G. y Keane, M. (1990). A comparison for live weight and carcass production of Charolais, Hereford and Friesian steer progeny from Friesian cows finished on two energy levels and serially slaughtered. *Animal Science*,50(1), 19-28. <https://doi.org/10.1017/S0003356100004438>
- OCED-FAO. (2019). *OCED-FAO Perspectivas Agrícolas 2019-2028*. Consultado (18 de noviembre de 2019) en: <http://www.fao.org/3/ca4076es/CA4076ES.pdf>
- Phillips, W., Cole, A. y Hutcheson, D. (1985). The effect of diet on the amount and source of weight loss by beef steers during transitor fasting. *Nutrition Reports International*. 32(4):765-766. https://www.researchgate.net/publication/280015845_The_effect_of_diet_on_the_amount_and_source_of_weight_lost_during_transit_or_fasting
- Quirós E. (2006). *Historia de la Ganadería Bovina en Costa Rica*. Corporación Ganadera. Consultado (14 de agosto de 2019) en: www.corfoga.org
- Ramírez, U. (2014). *Uso de soluciones electrolíticas y glycerol para reducir el estrés y las mermas del Ganado durante el transporte* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Nuevo León, Escobedo, México. <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/4206>
- Richardson, C. (2015). Reducing cattle shrink. Consultado (18 de febrero de 2018) en: <http://www.omafra.gov.on.ca/english/livestock/animalcare/facts/05-063.htm>
- Rodríguez, K., Valverde, A., Rodríguez, J., Murillo, O. y Camacho, M. (2018). Efecto del genotipo y alimentación final sobre cortes cárnicos comerciales y calidad de canal en novillos. Costa Rica. *Agronomía Mesoamericana*,29(1),105-122. DOI: 10.15517/MA.V29I1.28140
- Rodríguez, P. y WingChing, R. (2012). Pérdida de peso en bovinos *Bos indicus* y *Bos taurus* durante el proceso de subasta. *Agronomía Mesoamericana*,23(2), 353-357. DOI: 10.15517/am.v23i2.6535
- Rodríguez, P. y WingChing, R. (2012). Comercialización de semovientes en seis subastas de Costa Rica durante los años 2007 al 2013. *Cuadernos de Investigación UNED*, 7(2), 173-180. Consultado (29 de noviembre de 2020) en: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-42662015000200173
- Romero, H., Uribe, L. y Sánchez, J. (2010). El transporte terrestre de bovinos y sus implicaciones en el bienestar animal. *Biosalud*,9(2),67-82. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1657-95502010000200008&lng=en&nrm=iso&tlng=es

- Schaefer, A., Jones, S. y Stanley, R. (1997). The use of electrolyte solutions for reducing transport stress. *Journal of Animal Science*,75,258-265.<https://doi.org/10.2527/1997.751258x>
- Schwartzkopf-Genswein, K., Ahola, J., Edwards-Callaway, L., Hale, D. y Paterson, J. (2016). SYMPOSIUM PAPER: Transportation issues affecting cattle well-being and considerations for the future. *The profesional Animal Scientist*,32(6),707-716.<https://doi.org/10.15232/pas.2016-01517>
- Schwartzkopf-Genswein, K., Grandin, T. (2014). *Livestock Handling and Transport*. 4th ed. Oxfordshire, Reino Unido: CABI.
- Secretaría Ejecutiva de Planeación Sectorial. (2019). *Boletín Estadístico Agropecuario №29 Serie Cronológica 2015 – 2018*. Consultado (20 de abril de 2019) en: <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/BEA-0029.PDF>
- Seebeck, R. y Tulloh, N. (1966). The representation of yield of dressed carcass. *Animal Science*,8(2), 281-288.<https://doi.org/10.1017/S0003356100034668>
- Self, H. y Gay, N. (1972). Shrink during shipment of feeder cattle. *Journal of Animal Science*, 35(2), 489–494.<https://doi.org/10.2527/jas1972.352489x>
- Servicio Nacional de Salud Animal (2001). *Reglamento sanitario de inspección veterinaria de mataderos, producción y procesamiento de carnes 29588-MAG-S*. Consultado (20 de febrero de 2019) en: <http://www.senasa.go.cr/informacion/legislacion-y-normativa/decretos>
- Swanson, J. y Morrow-Tesch, J. (2001). Cattle transport: Historical, research, and future perspectives. *Journal of Animal Science*, 79(E-Suppl), 102-109. doi:10.2527/jas2001.79e-supple102x
- Tarrant, P. V., Kenny, F.J., Harrington, D. y Murphy, M. (1992) Long distance transportation of steers to slaughter: effect of stocking density on physiology, behaviour and carcass quality. *Livestock Production Science*,30(3), 223–238.[https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(06\)80012-6](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(06)80012-6)
- Teke, B.(2013). Shrink and mortality of beef cattle during long distance transportation. *Universities Federation for Animal Welfare*, 22(3), 379-384. <https://doi.org/10.7120/09627286.22.3.379>
- United State Department of Agriculture (2019) *.Livestock and Poultry: World Markets and Trade*. Consultado (16 de noviembre de 2019) en:https://downloads.usda.library.cornell.edu/usda-esmis/files/73666448x/g445ct12h/ff365k146/Livestock_poultry.pdf

- Villalobos, L. (2007). *Diagnóstico de carencias en el sistema de transporte de bovinos en Costa Rica en cuanto a medida de bienestar animal*(Tesis de licenciatura), Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.<https://repositorio.una.ac.cr/handle/11056/12898?show=full>
- Warriss, P. (1990). The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Applied Animal Behaviour Science*,28(1-2),171-186.
- Zamora, L. (2016). *Evaluación del rendimiento de la canal y calidad de la carne de animales Brahman, Brangus(negro) y cruce de Wagý x Charbray; enteros y castrados, en un sistema estabulado*(Tesis de licenciatura). Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica. <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/75026>

9. Anexos

Anexo 1. Etiqueta nutricional de Minerales ganaderos unidos del sur (MIGUS).

LICENCIA DAA-MAG 631-003

Peso neto 40 kg
Nombre MINERALES GANADEROS UNIDOS DEL SUR (MIGUS)
Suplemento nutricional para ser utilizado en alimentación de Bovinos de carne, leche, cría, desarrollo y engorde

ANÁLISIS GARANTIZADO

HUMEDAD	MÁXIMO	10,0%
PROTEÍNA CRUDA EQUIVALENTE A NITRÓGENO NO PROTÉICO	MÁXIMO	10,0%
ENERGÍA DIGESTIBLE	MÍNIMO	1.400 kcal/kg
CALCIO	MÍNIMO	8,5%
CALCIO	MÁXIMO	10%
FÓSFORO	MÍNIMO	9,5%
MAGNESIO	MÍNIMO	1,5%
ZINC	MÍNIMO	1800 mg/kg
COBRE	MÍNIMO	1000 mg/kg
MANGANESO	MÍNIMO	1100mg/kg
YODO	MÍNIMO	115 mg/kg
SELENIO	MÍNIMO	21 mg/kg
COBALTO	MÍNIMO	22 mg/kg
SAL (NaCl)	MÍNIMO	28,0%
SAL (NaCl)	MÁXIMO	33,0%

INGREDIENTES

Carbonato de calcio, Fosfato monocálcico, Óxido de magnesio, Sulfato de cobre, Óxido de manganeso, Óxido de Zinc, Yodato de calcio, Selenito de sodio, Carbonato de cobalto, Grasa sobrepasante de origen vegetal, sabor artificial de coco, Urea, Cloruro de Sodio.

INDICACIONES DE USO

Únicamente para alimentar bovinos de carne y leche. Se recomienda utilizar entre 50 a 120 gramos por animal por día. Consulte a su nutricionista animal.

PRECAUCIONES Y ADVERTENCIAS

Almacenar en un lugar seco, ventilado y sobre tarimas.

Anexo 2. Etiqueta nutricional de concentrado Engorde novillo energético.

SAM
CONCENTRADOS

ENGORDE NOVILLO ENERGETICO

ALIMENTO MEDICADO

INGREDIENTE ACTIVO
Ingrediente activo monensina sódica 45mg/kg
Como promotor de crecimiento

ANÁLISIS DE GARANTÍA

Humedad	(máx)	13,00%
Proteína Cruda	(mín)	12,30%
Extracto Etéreo	(mín)	5,80%
Fibra Cruda	(máx)	8,00%
Energía Digestible	(mín)	3.400,00 kcal/Kg
Calcio	(máx)	1,00%
Calcio	(mín)	0,65%
Fósforo	(mín)	0,33%
Sal (NaCl)	(máx)	0,50%
Sal (NaCl)	(mín)	0,40%

PESO NETO
23 / 30 / 46
KG

ALIMENTO BALANCEADO PARA NOVILLOS DE CARNE
REGISTRO SANITARIO:
LIC. DAA-MAG: 390-024

170
172
177