

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FACULTAD DE CIENCIAS AGROALIMENTARIAS

ESCUELA DE ZOOTECNIA

Caracterización económica del engorde en ganado bovino en fincas de Costa Rica

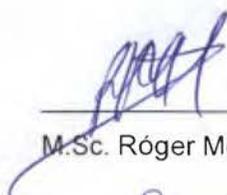
Luis Diego Campos Gutiérrez

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

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

2023

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



---

Miembro del Tribunal

M.Sc. Róger Molina Coto



---

Miembro del Tribunal

Lic. Sianny Chayarría Zamora



---

Miembro del Tribunal

Dr. Luis Villalobos Villalobos



---

Miembro del Tribunal

M.B.A. Luis Diego Obando Espinach



---

Director de Tesis y de Escuela

M.Sc. Rodolfo WingChing Jones



---

Sustentante

Luis Diego Campos Gutiérrez

# ÍNDICE

Contenido	Página
Portada.....	i
Hoja de aprobación.....	ii
Índice.....	iii
Índice de cuadros .....	iv
Índice de figuras .....	vi
Agradecimientos.....	viii
Resumen.....	ix
1. Introducción.....	1
2. Estado del conocimiento.....	3
2.1 Costos de producción de engorde bovino en sistemas de pastoreo .....	4
2.2 Costos de producción de engorde bovino en sistemas de confinamiento .....	6
2.3 Punto de equilibrio en sistemas ganaderos .....	9
3. Objetivos .....	12
3.1 General .....	12
3.2 Específicos.....	12
4. Procedimiento y metodología .....	13
5. Resultados y Discusión .....	18
5.1 Caracterización del sistema de pastoreo .....	25
5.2 Determinación de parámetros económicos .....	31
5.3 Descripción de los costos de producción .....	35
5.4 Relación entre el punto de equilibrio y la rentabilidad .....	36
6. Conclusiones y recomendaciones .....	46
7. Bibliografía.....	49

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Título	Página
1	Costos operativos (colones*) por animal por día de las actividades realizadas en sistemas de producción de carne en pastoreo (no incluye costos financieros) convertidos al año 2022.....	5
2	Rendimiento y utilidad de sistema de engorde de novillos en sistemas en pastoreo con suplementación convertidos al año 2022.....	6
3	Descripción del aporte promedio porcentual de los rubros considerados en un sistema de engorde bovino en confinamiento.....	8
4	Descripción general del sistema de producción para engorde de animales bovinos, en 10 fincas de Costa Rica.....	18
5	Valores de superficie, número de animales, carga animal, ciclos y meses productivos de los sistemas de producción en las fincas encuestadas.....	20
6	Parámetros productivos y agronómicos determinados en los 10 sistemas productivos dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.....	22
7	Sistema de alimentación predominantes en los 10 sistemas de producción dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.....	26
8	Composición nutricional y aporte de nutrientes de los forrajes presentes en los 10 sistemas de producción dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.....	27
9	Dietas ofrecidas en los 10 sistemas productivos dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.....	28
10	Aporte nutricional del suplemento de las dietas suministradas en canoa en los 10 sistemas productivos dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.....	29

11	Aporte total de la dieta (forrajes + suministrada en canoa) y balance nutricional en los 10 sistemas productivos dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.....	30
12	Resumen de los costos en que incurren los 10 sistemas productivos dedicados al cuidado y mantenimiento de bovinos de engorde en Costa Rica.....	32
13	Ingresos netos por hectárea y por animal en cada uno de los 10 sistemas productivos dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.....	34
14	Punto de equilibrio y parámetros económicos de rentabilidad en los 10 sistemas productivos dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.....	37

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Título	Página
1	Relación entre el número de ciclos por año y la duración del periodo en los 10 sistemas productivos dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica...	21
2	Relación entre la producción de carne por hectárea por año y la carga animal en los 10 sistemas de producción dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.....	23
3	Correlación entre la carga animal (UA/ha) y los ingresos netos por hectárea expresados en colones en los sistemas productivos dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.....	31
4	Relación general entre los costos totales del ciclo productivo con el área de la finca en los 10 sistemas productivos dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.....	33
5	Diagrama de cajas y bigotes para mostrar las diferencias de medias en 2 grupos de ingreso neto/ha con relación a los valores de rentabilidad total de los 10 sistemas productivos dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.....	35
6	Comparación de porcentajes de los costos de producción en relación con el costo total de la producción/ciclo productivo en productores agremiado y no agremiado de izquierda a derecha respectivamente.....	36
7	Comparativa del número de animales con el punto de equilibrio para cada uno de los 10 sistemas productivos dedicados al cuidado y mantenimiento de bovinos de engorde en Costa Rica.....	39
8	Rentabilidad del ciclo productivo con relación a la superficie total de los 10 sistemas productivos dedicados al cuidado y mantenimiento de bovinos de engorde en Costa Rica.....	40
9	Rentabilidad del ciclo productivo según el número de animales en los 10 sistemas productivos dedicados al cuidado y mantenimiento de bovinos de engorde en Costa Rica por sistema productivo.....	41
10	Diagrama de cajas y bigotes para mostrar las diferencias de medias en 2 grupos de ingreso neto/animal con relación a los valores de rentabilidad total del sistema.....	42

11	Diagrama de cajas y bigotes para mostrar las diferencias de medias en 2 grupos de ingreso neto/animal con relación a los valores de rentabilidad total del sistema.....	43
12	Rentabilidad en función del ciclo productivo del sistema/año en los 10 sistemas productivos dedicados al cuidado y mantenimiento de bovinos de engorde en Costa Rica por sistema productivo.....	44
13	Diagrama de cajas y bigotes para mostrar las diferencias de medias en dos grupos de ciclo productivo año con relación a la rentabilidad total del sistema (%).....	45

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento especial primeramente a Dios por brindarme salud en los años que curse mi carrera y en especial durante la ejecución de la tesis en medio de una pandemia que puso muchos obstáculos y dificultades para la realización de esta investigación. Además, agradezco a mi profesor guía Rodolfo WingChing-Jones quien me ha ayudado, corregido y motivado durante todo este proceso de formación y al cual estaré siempre agradecido por ser parte de mi crecimiento profesional en mi camino por la Universidad de Costa Rica. Del mismo modo agradezco mucho la cooperación de la Cámara de Ganaderos Unidos del Sur, una organización ejemplar que desde pequeño he admirado y la cual ahora me ha dado el honor de trabajar con ellos mediante esta investigación, no solo me ha facilitado el acceso a los productores que han formado parte de este estudio, sino que me ha colaborado proveyendo los recursos para la ejecución de este. A todos los productores que me abrieron las puertas de sus fincas mi sincero agradecimiento por la amabilidad brindada en cada una de las visitas y la anuencia a colaborar en esta investigación. Por último, mi agradecimiento es para mis papás y esposa que siempre se esforzaron en motivarme y colaborarme para que terminara esta tesis de manera satisfactoria y cumpliera así mi sueño profesional de graduarme una vez en mi carrera profesional.

## RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio de caracterización económica de diez fincas dedicadas al engorde de ganado bovino en Costa Rica, distribuidas en 3 regiones socioeconómicas del país, Región Brunca, Región Huetar Atlántico y región Huetar Norte. Esto con el fin de determinar los factores y parámetros zootécnicos que afectan la rentabilidad de dichas ganaderías tales como: carga animal (correspondiente a los animales presentes de 400KgPV en 1 hectárea productiva) (UA/ha), costos de adquisición de los animales, costos suplemento alimenticio, fertilización y manejo agronómico de forrajes, mantenimiento de la finca, ingresos por venta de animales, mano de obra. Se determinó el punto de equilibrio para cada una de las fincas. Posterior a este análisis, se procedió a la comparación de los resultados de las 10 fincas. El 20% de las fincas presentaron rentabilidades negativas debido a una carga animal baja, además se encontró que el 90% de los productores no aplican programas de fertilización de las pasturas y el 100% de los mismos les proveen dietas balanceadas a los animales, lo que hace que este parámetro sea el segundo de mayor importancia después de la mano obra en las fincas ganaderas de engorde. El efecto que tienen en los costos de producción la adquisición de animales, en los productores no agremiados, quienes deben comprar animales en cada ciclo productivo, representa un 35% de la inversión total en el ciclo, lo cual establece diferencias significativas ( $p > 0,05$ ) en parámetros como rentabilidad y punto de equilibrio respecto a los agremiados. Se evidencian que hay dos fincas que están incurriendo en gastos de producción que superan los ingresos, sin aprovechar al máximo la carga animal que puede soportar su finca, por lo cual al momento del estudio presentan pérdidas económicas. En conclusión, se debe hacer una inversión en atención al productor para lograr aumentar carga animal (UA/ha) y darles asesoramiento asertivo en cuanto a manejo integrado de la finca, contando como punto importante el registro de información periódica de cada ciclo para su posterior análisis y mejora de toma de decisiones.

## INTRODUCCIÓN

El mercado laboral en el sector agropecuario ocupa el segundo lugar como generador de empleo a pesar de las dificultades económicas, para el año 2020 generó el 12,80% de la población ocupada nacional (SEPSA, 2021). Sin embargo, el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2020), donde se registró una disminución del 3,10% en el año 2019 al 2020 por efectos del impacto de la pandemia por COVID-19.

En Costa Rica, la ganadería de engorde está basada en el pastoreo como principal recurso alimenticio y el nivel de producción varía según el genotipo usado y el manejo alimentario de los animales (WingChing-Jones, 2017). Este tipo de sistemas de pastoreo en producciones de engorde predomina también en otras latitudes de América y países con trayectoria ganadera, como Brasil (Raupp, 2014).

Los índices de producción por animal en este tipo de sistemas son bajos (Gonçalves et al., 2017). Es por ello, que deben mejorarse, las variantes en la alimentación, genética, salud animal y administrativo en el sistema se integren para aumentar las capacidades productivas.

En cuanto a registros productivos, reproductivos y económicos existe una debilidad en el gremio ganadero, por la ausencia en muchos casos de este tipo de documentación que permite el análisis de datos en el sector ganadero y en especial al sector ganadero del engorde (INEC, 2018). Al respecto, estos estudios en Costa Rica solo están limitados a trabajos de grado o a estudios de casos, no a la integración de una zona productiva o una categoría del sector ganadero. Sin embargo, se ha realizado estudios de índices productivos y reproductivos de fincas para ganado bovino de carne en la zona Sur del país que han brindado datos sobre la situación del sector ganadero de engorde en zonas definidas del país (WingChing-Jones, 2017). El análisis y publicación de estos datos son una ventaja técnica y económica, puesto que reflejan una radiografía de la situación real de los sistemas de producción y sirve de herramienta en la toma de decisiones respecto al manejo en las variables asociadas a los ingresos económicos como nutrición, ganancia en kilogramos de peso vivo y otras asociadas a índices productivos y reproductivos (WingChing-Jones, 2017).

Existen diversos inconvenientes en el país en lo que respecta a la actividad ganadera de engorde, sobre todo a nivel nutricional y a la recolección, organización y análisis de la

información mediante el uso de registros técnicos (WingChing-Jones, 2017). En el área nutricional destacan las deficiencias de energía por la limitante de los forrajes, además en épocas de verano la proteína también se ve limitada, lo cual se traduce en bajas ganancias de peso y salida al mercado de los animales a largo plazo, lo que se asocia en una reducción de la productividad del sistema (INTA, 2013).

Como medidas de mitigación a la problemática nutricional antes mencionada, se debe estimular un cambio en los sistemas de producción bovina de carne, para que transformen con mayor eficiencia los recursos forrajeros, acompañado de dietas balanceadas y eficiencia en los gastos de producción para mejorar parámetros productivos (Carrillo et al., 2014).

Para esto, es necesario invertir recursos en programas de asistencia técnica e investigación y transferencia de tecnología (Carrillo et al., 2014). La gestión de los costos de producción de cualquier producto debe diseñarse para garantizar que todos los artículos que la componen estén contemplados (Oliveira et al., 2012). En este estudio se van a caracterizar las principales variables productivas de las fincas de engorde en ganado bovino en fincas de Costa Rica. Con ello, se podrá generar una estructura de costos, que permita valorar los aportes de los insumos utilizados en las producciones sobre la rentabilidad de estas.

## 2. ESTADO DEL CONOCIMIENTO

La importancia de un estudio económico en una explotación pecuaria reside en que permite diagnosticar sucesos negativos o positivos ocurridos a lo largo de un periodo que puedan generar consecuencias sobre el estado financiero de una explotación (Lerdon et al., 2015). La rentabilidad financiera (% utilidad) se considera como el balance o relación entre los ingresos netos generados por una actividad respecto a los gastos que fueron empleados para llevarla a cabo (Barrera et al., 2018). En términos generales, la rentabilidad de una producción pecuaria está ligada a las principales actividades que generan un costo de producción sobre la misma.

La rentabilidad de un sistema de engorde bovino va a estar afectado por el precio de mercado. Por tanto, el productor deberá ser eficiente en los rendimientos productivos y el uso de los recursos o costos de producción para mejorar la rentabilidad y por ende sus ingresos (Barrantes y Jiménez, 2007).

Los costos de producción son la suma de todos los insumos y servicios que se utilizan en el desarrollo productivo de una actividad (Lopes y Carvalho, 2002). Para fines de análisis económicos de una producción pecuaria, un estudio financiero permite, a partir de información contable de datos recopilados, generar indicadores y razones financieras de una explotación o empresa. Al reflejar la situación actual económico-financiera del sistema, es necesario analizarla para poder entender los comportamientos de los recursos en la empresa (Lopes y Carvalho, 2002).

Dentro de los principales costos de producción a ser tomados en cuenta para determinar la rentabilidad de un engorde bovino se encuentran la alimentación, mano de obra, manejo agronómico, mantenimiento de cercas, alquiler de pasto o de la finca, manejo sanitario, gastos fijos de servicios básicos e impuestos (Lopes y Carvalho, 2002, Silva et al., 2018). Una variable por tomar en cuenta en la caracterización de costos es la adquisición de los animales, por ser un rubro alto en la ganadería, pues al ser un negocio de volumen, las cantidades iniciales de animales son altas (Moreira et al., 2010, Pedroso et al., 2007). Sin embargo, las variables de producción y de costos deben ajustarse a las condiciones de pastoreo y propias del país. Por ejemplo, un programa de fomento ganadero establecido en la Cámara de Ganaderos Unidos de Sur (ACGUS) denominado Fondo Ganadero, es la entidad que provee

los animales para el desarrollo, cría y engorde a los productores asociados al proyecto, por lo cual, ellos no tienen un costo inicial por compra de estos (ACGUS, 2021).

En cuanto a las inversiones en los sistemas ganaderos, el recurso suelo, es de suma importancia, dado que, en diferentes partes del país, el precio de la hectárea podría fluctuar entre ₡2.200.000 y ₡25.000.000 de colones (₡660 colones por \$1 americano), sumado al valor de las construcciones específicas que para instalaciones agropecuarias corresponden a ₡300.000, semovientes, maquinaria y equipos no específicos (Ministerio de Hacienda, 2021). Por lo tanto, sacar el máximo provecho al recurso del suelo es de vital importancia para el sector ganadero, en especial para los dedicados al engorde donde se manejan cargas animales bajas, y al no llevar registros en muchos casos, se desconoce la rentabilidad que brinda el área utilizada y la actividad económica en el que se lleva a cabo la ganadería (Lerdon et al., 2015).

## **2.1. Costos de producción de engorde bovino en sistemas de pastoreo.**

La descripción de los rubros productivos y la inversión que se realiza (costos de producción) para el cuidado de animales bovinos en cuatro fincas dedicadas al engorde en pastoreo en la zona sur de Costa Rica (WingChing-Jones, 2017), resume que el principal rubro es la suplementación nutricional, seguido del manejo sanitario, la mano de obra y el mantenimiento de la infraestructura en el caso del galerón de trabajo y las cercas que delimitan los apartos (CUADRO 1) (WingChing-Jones, 2017).

Al ser la suplementación nutricional, el costo de mayor peso en el manejo diario del sistema productivo es necesario ser eficientes en este rubro debido a su alto impacto económico (Raupp, 2014, Silva et al., 2018). Bajo un sistema de pastoreo donde se suplemente con alimento balanceado o subproductos agroindustriales en potrero, el pasto es el insumo de la dieta de menor costo (Villalobos et al., 2013). Sin embargo, el no presentarse un manejo agronómico adecuado de las pasturas generan bajos rendimientos productivos de biomasa y de calidad nutricional, por lo cual, animales en pastoreo donde el forraje no es fertilizado los rendimientos de ganancias diarias de peso van a ser menores (Mejía-Taborda et al., 2014).

**Cuadro 1.** Costos operativos (colones\*) por animal por día de las actividades realizadas en sistemas de producción de carne en pastoreo (no incluye costos financieros) convertidos al año 2022.

Finca	Suplementación	Sanidad	Mano de obra	Fertilización	Cercas	Galerón
1	342,3	67,4	47,4	0,5	0,8	0
2	247,1	42,2	49,7	3,4	0	0
3	159,1	108,5	29,7	0	30,7	32,6
4	151,7	44,6	61,4	0	0,7	0
Promedio	225	65,7	47	1	8,1	8,2
Máximo	342,3	108,5	61,4	3,4	30,7	32,6
Mínimo	151,7	42,2	29,7	0	0	0

\*1\$= 665,55 colones (Tasa Banco de Costa Rica promedio mensual mayo 2022)

Fuente: WingChing-Jones, (2017).

La inversión en suplementación energética/proteica ofrecida a los bovinos, mediante alimento balanceado, subproductos agroindustriales o suplemento energético y proteico, debe reflejarse en mayores ganancias de peso al día (GDP) y mayor cantidad de carne producida por área productiva, esto mediante alimentaciones estratégicas y balanceadas de acuerdo con la etapa del animal y las metas que se quiera alcanzar (Silva et al., 2018).

Al hacer evaluaciones de rentabilidad, se determinan variaciones entre fincas que pueden asociarse al manejo de los animales que va a impactar los rendimientos productivos (CUADRO 2). Tales como un mal manejo del lote de los animales de engorde, donde se tenían mezclados animales de diferentes tamaños (WingChing-Jones, 2017), lo que por procesos de socialización los animales de mayor peso y talla consumen una mayor cantidad de alimento que los de menor talla. Como también, el costo de los insumos puede variar de un sistema a otro.

Las bajas rentabilidades (valores cercanos al 0 o negativas) en los sistemas productivos de engorde en pastoreo dependen de los montos asociados a los costos de producción y a la eficiencia productiva del sistema (CUADRO 2). Resultados similares

presentados en el (CUADRO 2), se informan en estudios realizados en Brasil, con rentabilidades entre 9,4 y 13,2% (Raupp, 2014). Esto indica que dependiendo del sistema y cómo se gestione, se podría mejorar la rentabilidad y que es un indicador multifactorial.

**Cuadro 2.** Rendimiento y utilidad de sistema de engorde de novillos en sistemas en pastoreo con suplementación convertidos al año 2022

Finca	Costo Diario/Animal** (colones*/día)	Utilidad*** (%)	Kg carne/ha/año
1	508,74	9,66	2.609,97
2	369,29	-19,93	770,15
3	290,83	-11,60	51,10
4	282,88	-2,79	346,75
Promedio	362,93	-6,16	944,49

\*1\$= 665,55 colones (Tasa Banco de Costa Rica, promedio mensual mayo 2022)

\*\*Contempla los gastos por suplementación, manejo sanitario y los intereses de la operación

\*\*\*Contempla los gastos de operación anteriores, compra de animales y sus costos financieros

Fuente: WingChing-Jones (2017).

Además de los valores de rentabilidad asociados a los costos de producción, se encontró un estudio de caso de la Corporación de Fomento Ganadero (CORFOGA), después de evaluar 72 fincas del país caracterizadas por región y sistema productivo (cría y doble propósito), un costo total productivo de ₡1 070 colones por unidad animal/día en promedio para sistemas de doble propósito, resultado 2,95 veces mayor a los informados en el CUADRO 2, lo que permite inferir que los costos están vinculados al programa de manejo y los rubros que se contabilizan en los estudios en los sistemas productivos (CORFOGA, 2018).

## 2.2. Costos de producción de engorde bovino en sistemas de confinamiento.

Los sistemas de producción de engorde bovino bajo la modalidad de confinamiento presentan características específicas dado que permite la producción a gran escala, con una alta densidad animal, se requieren superficies que garanticen el control de factores externos

como los impactos causados por los periodos de sequía, lo que permite obtener un producto final de calidad en un tiempo determinado, siempre y cuando se cumplan los requerimientos nutricionales, de espacio y de bienestar animal (Raupp, 2014) .

La evaluación económica de los sistemas intensivos se realiza midiendo los indicadores de ganancia neta, relación costo/beneficio, relación beneficio/costo, rentabilidad y punto de equilibrio (Coronel et al., 2017). Por lo que se debe considerar para la estructura de costos los costos variables: compra de bovinos, alimentación, sanidad, maquinaria y transporte, además para los costos fijos la amortización, uso de energía y mano de obra.

Por otra parte, existen estudios específicos que señalan que en sistemas de engorde en confinamiento los costos asociados a la adquisición de animales ocupan el primer lugar de importancia, y la alimentación por concepto de suplementación pasa a un segundo plano, seguido por los costos asociados a la mano de obra (Arronis, 2015 y Morales, 2018). De igual manera, en sistemas analizados en Brasil los costos de menor rubro, apunta aquellos asociados a la sanidad, mano de obra y transporte (CUADRO 3) (Lerdon et al., 2015).

En este tipo de sistemas, al igual que la mayoría de las producciones pecuarias, al excluir la compra de los animales, el componente relacionado con la alimentación s representa el rubro de mayor peso en la estructura de costos de producción (WingChing-Jones, 2017, Arronis y Morales, 2021 y González, 2015). Sin embargo, bajo este tipo de sistemas este costo es aún mayor comparado a un sistema tradicional de pastoreo, debido a que los animales no tienen acceso al insumo más barato de una dieta que es el forraje (Villalobos et al., 2013), lo que implica una actividad de corte y acarreo para el suministro del alimento.

**Cuadro 3.** Descripción del aporte promedio porcentual de los rubros considerados en un sistema de engorde bovino en confinamiento.

Costo de Producción	Promedios (%) de cada rubro respecto a el costo total de producción
Compra de animales	72,08
Alimentación	24,08
Otros gastos	1,45
Mano de obra	0,57
Manejo Sanitario	0,10
Impuestos	0,04
Transporte	1,80
<b>Total</b>	<b>100</b>

Fuente: Silva et al. (2018).

Aun así, un sistema de confinamiento genera una mayor rentabilidad por área, esto debido a que se presentan una menor conversión alimenticia, mayores ganancias de peso, y mayor producción de kilogramos de carne por ciclo productivo en un área determinada, porque se maximiza el uso del suelo por la naturaleza del sistema de confinamiento (Estrada, 2010 y Xochimilco et al., 2016). Debido a que se utilizan mayor cantidad de alimento balanceado, aditivos y subproductos agroindustriales que encarecen la dieta en sistemas en confinamiento (Mendoza Martínez y Ricalde Velasco, 2016), los sistemas de confinamiento presentan rentabilidades bajas (menores al 10%) en términos generales (Arronis y Morales, 2021). A pesar de dichos valores de rentabilidad que pueden considerarse bajos, los sistemas de confinamiento están enfocados en el volumen de producción, a los ingresos netos que genera la actividad producto de una intensificación de la actividad (Rojas y Campos, 2017).

Es importante considerar que, en los sistemas en confinamiento, para optimizar la respuesta de los animales, se debe prestar atención a la uniformidad del grupo, disponibilidad de espacio por animal (área física, comedero y bebederos), condiciones ambientales por características de las instalaciones (microclima), el consumo de materia seca por animal, el cumplimiento de los requerimientos según el peso y ganancia diaria proyectada (Morón, 2009).

En la actualidad, el conocimiento, experiencias y habilidades en el manejo y balance de dietas con subproductos y residuos de agroindustria, potencia los resultados productivos y económicos de la empresa agropecuaria (Fernández Mayer, 2014). Los trabajos de las universidades e instituciones gubernamentales, en la caracterización nutricional de estos recursos alimenticios, como la harina de coquito (Morón, 2009) y del cultivo de la piña (López-Herrera et al. 2014), rastrojos de piña, coronas y cáscaras, permite el análisis del potencial de estos, en el desarrollo de dietas de bajo costos y altas ganancias de peso diario. Es importante mencionar que, si el costo alimenticio impacta la rentabilidad de las fincas, esta se vería favorecida en aquellas donde la disponibilidad y acceso a las materias primas utilizadas en programas de suplementación de los animales sea de fácil acceso y bajo costo (Barrera et al., 2018). Al profundizar en el concepto de bajo costo, es importante describir el valor de la alternativa alimenticia puesta en finca, y el valor de materia seca presente, para evitar la compra de agua a precio de materia seca (Rodríguez-Zamora y Elizondo-Salazar, 2012).

El uso de aditivos mejoradores de la dinámica de nutrientes y la mejora en ganancias diarias de peso y rendimientos en canal presentan un mayor uso en sistemas de engorde en comparación con sistemas como la cría, tanto en pastoreo como en confinamiento (Castellanos-Ruelas et al., 2006).

### **2.3. Punto de equilibrio en sistemas ganaderos.**

El punto de equilibrio o capacidad de producción mínimo-económica es donde no se pierde ni se gana tanto en unidades producidas (toretos finalizados) como en valor de la producción (colones). Este indicador va a depender de que tan eficiente sea una finca, relacionado al tipo de sistema que implemente (confinamiento suplementado o pastoreo con/sin suplemento) y en términos generales va a estar determinado por sus gastos, y el costo de compra de las materias primas, productos de uso veterinario, y precio de compra de los animales (Ramírez et al., 2017).

En análisis de costos, ingresos y punto de equilibrio realizados en sistemas de producción en ganado de cría y engorde se determinó que los principales costos relacionados a la actividad fueron los de mano de obra y alimentación (Gonçalves et al., 2017). También se concluyó que los costos fijos de la actividad fueron menores a los variables (61,7% contra 38,3% respectivamente), esto permite inferir que los costos como alquiler de la finca o pago

de intereses debido a un préstamo pueden convertirse en factores importantes relacionados a rentabilidad y punto de equilibrio (Gonçalves et al., 2017).

### **2.3.1. Sistemas de Cría**

En cuanto a los puntos de equilibrio y rentabilidad, según las condiciones del sistema evaluado, cantidad de animales, inversiones ejecutadas, programas sanitarios, alimenticios y de manejo empleados, existe variación. En estudios realizados en Río Grande del Sur, Brasil, donde el sistema contaba con 1,065 animales, una dieta a base de pastos naturales asociados al suministro continuo de suplementos mineralizados con niveles de 40 y 60 ppm de fósforo, según la categoría y fase del ciclo productivo de los mismos, se obtuvo, que los terneros al destete debían pesar 153 kg en promedio para cubrir los costos totales (costos fijos más variables) y con una tasa de natalidad del 85%, mientras que en sistemas de engorde bovino el punto de equilibrio serían los animales o kilogramos de carne que se requiere para cubrir costos totales (Gonçalves et al., 2017).

### **2.3.2. Sistemas de Engorde**

En sistemas de confinamiento evaluados en Estados Unidos se han determinado que los animales cuando alcanzan pesos promedio de hasta 729,15 kg a mercado es donde obtienen como sistema productivo el punto de equilibrio (Silva et al., 2018). En términos monetarios, se podría establecer el punto de equilibrio en la cantidad de ingresos necesaria para cubrir todos los gastos fijos y variables de un ciclo productivo, o bien la cantidad de animales de cierto peso promedio que deben venderse. En estudios en confinamiento también se ha encontrado que de acuerdo con el nivel de gastos en dicho estudio se necesitan al menos 6 animales equivalentes a \$6,570 para obtener un punto de equilibrio, es decir donde los gastos se equiparen con los ingresos generados por la actividad (Ramírez et al., 2017), mientras que datos de puntos de equilibrio en sistemas de pastoreo no se han encontrado, esto podría asociarse a la poca investigación realizada en el área producto de la poca disponibilidad de información que aportan los ganaderos.

En sistemas de confinamiento y semiconfinamiento, los costos de alimentación superan al de animales manejados en pastoreo, esto hace que la cantidad de animales que deben salir a mercado, necesarios para cubrir los costos operativos sean mayores a los de

una producción de engorde por pastoreo (Silva et al., 2018). Sin embargo, en un sistema de confinamiento, se da un aumento en la producción de carne (kilogramos) por área, ya que una gran cantidad de animales se concentran en áreas pequeñas, a pesar de que el costo de alimentación puede llegar a valores entre 50 y 90% de los costos totales (Koknaroglu et al., 2016). Los principales problemas que enfrentan los ganaderos son el alto costo de la actividad, el retorno del peso del animal y las incertidumbres del mercado en los sistemas de crianza antes mencionados (Silva et al., 2018).

Aumentar la carga animal es una opción para volver el sistema rentable y diluir los costos (Raupp, 2014). En ese sentido Silva et al., (2018) indica que los sistemas de producción no conocen la capacidad de carga en sus fincas, además esta información permite calcular el punto de equilibrio, con el objetivo de verificar si la cantidad de animales dentro del sistema cubre los costos del ciclo de producción. Esto ocasiona que se desconozca el impacto de pasar de un sistema tradicional de pastorero a uno en pastoreo donde se suplemente o pastoreo intensivo o un sistema de semiconfinamiento es viable económicamente. Estos sistemas han presentado rentabilidades diferentes entre sí debido a las características de cada uno, en sistemas intensivos se compensa por el tema de volumen mientras que uno de pastoreo tradicional maneja cantidades menores de animales y edades al sacrificio mayores (Oliveira y Couto, 2018).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. General**

Caracterizar la estructura económica de diez fincas dedicadas al engorde de ganado bovino, distribuidas en tres regiones socioeconómicas del país.

#### **3.2. Específicos**

1. Describir parámetros productivos como ganancia diaria de peso, ciclos productivos/año, carga animal, kilogramos de carne producida hectárea/año y kilogramos de fertilización nitrogenada por hectárea/año de 10 sistemas de producción de engorde bovino.
2. Caracterizar las prácticas agronómicas relacionadas con los forrajes empleados en los sistemas de engorde bovino en la región sur del país.
3. Evaluar las dietas suministradas a los animales de engorde bovino de las 10 fincas seleccionadas mediante un balance nutricional para evaluar si se cumplen los requerimientos de los animales.
4. Generar una estructura de costos e ingresos que permita evaluar la rentabilidad de las producciones del estudio.

#### **4. PROCEDIMIENTO Y METODOLOGÍA**

Se evaluaron 10 fincas dedicadas al engorde de machos bovinos localizadas en las comunidades de la Región Brunca (Una finca de Buenos Aires y cinco de Pérez Zeledón), Región Huetar Atlántico (Una finca de Pococí) y de la Región Huetar Norte (Dos fincas de San Carlos y una de Pocosol).

Fueron seleccionadas 10 fincas de las bases de datos de organizaciones ganaderas, específicamente la Corporación de Fomento Ganadero (CORFOGA) y el Fondo Ganadero de la Asociación Cámara de Ganaderos Unidos del Sur (ACGUS) en el periodo de febrero del 2020 a octubre de 2021. De estas bases solo se seleccionaron los sistemas productivos dedicados al engorde de machos bovinos y que contarán con registros básicos de su producción, luego se filtró aquellas que estaban dispuestos a ser parte y colaborar con el estudio. Posterior a esta selección, se procedió a comunicarse por medio de una llamada telefónica con el propietario del sistema, para solicitarle la anuencia a participar en esta investigación y corroborar que presentaba el requerimiento mínimo para participar en la investigación (registros). Solo el 50% de los productores participantes presentaban el uso de registros periódicos y de manera ordenada de la actividad, siendo que la otra mitad presentaban registros incompletos por lo que fue necesario recopilar de manera manual la información faltante, relacionada al precio de compra de los insumos utilizados en la producción.

Se confeccionó una encuesta para la recolección de la información. Esta contempló información relacionada al número de animales, peso entrada, peso de salida, precio de compra, precio de venta, ganancias diarias de peso (GDP), días de permanencia de los animales en finca, área de la finca, salario de empleados, horas de trabajo, descripción y costo de la dieta de los animales, descripción y costos del manejo agronómico, costos de mantenimiento de instalaciones, descripción y costeo de los productos sanitarios, punto de equilibrio, rentabilidad anual y rentabilidad del ciclo productivo mediante una herramienta del programa Excel.

Dada la relevancia de las variables evaluadas se describen los conceptos de costos utilizados para esta investigación, con el propósito de determinar la rentabilidad y punto de equilibrio en cada una de las fincas.

Compra de animales: Hace referencia al gasto que realizan los productores en un ciclo productivo en la compra de los animales ya sea subasta, finca u otros productores. Este rubro incluye el costo de transporte asociado a la compra de dichos animales para llevarlos a las fincas.

Manejo agronómico: Hace referencia al costo relacionado en cada una de las fincas asociados al mantenimiento de los forrajes durante el ciclo productivo, tales como la fertilización, enmiendas como la cal, purines, resiembra de los forrajes. No se toma en cuenta la mano de obra asociada a dichos mantenimientos, ya que la mano de obra es agrupada en su respectiva categoría.

Nutricional: Hace referencia a los costos de los insumos o ingredientes que forman parte de la dieta suministrada en canoa a los animales durante el ciclo productivo, incluyendo los costos de transporte de cada uno de los ingredientes para llevarlos a la finca. De la misma manera que en la categoría anterior, la mano de obra asociada a la alimentación no es tomada en cuenta en esta categoría. Los aportes nutricionales de las dietas de los animales fueron recopilados tomando en cuenta la suma de nutrientes aportados por los forrajes y por las mezclas balanceadas aportadas en canoa. Por lo tanto, dichos valores fueron tabulados y comparados con los requerimientos nutricionales en toros cebú (Nutrients requirements of zebu beef cattle 2010), de un peso vivo promedio de 450 kg y una ganancia diaria de peso (GDP) de 750 g. Con los datos anteriores se generó para cada una de las dietas un balance nutricional.

Manejo sanitario: Hace referencia a los insumos veterinarios usados durante el ciclo productivo de los animales tales como desparasitantes, vitaminas, antibióticos, implantes, aretes, garrapaticidas y cualquier otro insumo veterinario que no forme parte de la alimentación de los animales.

Cercas y galerón: Hace referencia a los costos asociados durante un ciclo productivo del mantenimiento y compra de insumos para las cercas y los galerones (corrales). También se toma en cuenta como parte de los costos la depreciación de estas instalaciones.

Mano de obra: Hace referencia a los costos de los salarios del personal que labora de manera regular en los sistemas productivos y las horas por contrato pagadas durante un ciclo

productivo. Dentro de estos costos se incluye el salario del productor asumiendo que dicha persona está de manera directa involucrada con la producción y hace uso de su tiempo, además se incluyen los gastos asociados a la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS) que deben pagar los patronos de cada uno de los sistemas productivos.

Se recopiló información de manera oral y con respaldo de documentos tales como facturas de gastos, recibos de pagos e información digital en cada una de las 10 fincas para poder determinar gastos asociados a cada sistema productivo, para el lote de animales en estudio. Dicha información se utilizó para poder determinar parámetros tales como costos totales de la finca por ciclo productivo, el costo total por hectárea, el costo por animal en un ciclo productivo, el costo por animal por día y el costo asociado a producir un kilogramo de carne.

La base de datos de las variables evaluadas se trabajó mediante cuadros de distribución y de tendencia central como el promedio y la desviación estándar en el programa estadístico SAS versión 2003. Mediante el análisis de varianza, con la intención de separar la variación total de un conjunto de observaciones y proveer soluciones a dos tipos de problemas fundamentales distintos. Por una parte, permite detectar la existencia de relaciones fijas entre medias de una población y para estimar los parámetros que definen tales relaciones, además de detectar la existencia de componentes de variación y estimarla.

Las observaciones principales para este estudio corresponden a: área de la finca (ha), edad del productor, agremiado o no agremiado a un programa ganadero (Fondo Ganadero), número de animales, carga animal (U.A/ha), ciclos productivos/ año, duración del ciclo productivo, kilogramos de carne por hectárea por año, ganancias diarias de peso promedios (g/día), ingreso neto por hectárea, kilogramos de carne por hectárea por año, punto de equilibrio, utilidad del ciclo productivo y anual que en este estudio se le denominará rentabilidad del ciclo productivo y rentabilidad anual, esto debido a que los productores ganaderos manejan mejor el concepto de la rentabilidad para referirse a la utilidad del sistema productivo.

Luego se procedió a agrupar los datos, usando como referencia el valor promedio de cada variable. Este agrupamiento permite organizar la información en dos grupos (valores superiores e inferiores al promedio). El procedimiento para efectuar las comparaciones se denomina métodos de comparación múltiples, en este estudio se aplicó la prueba de Duncan

con el fin de determinar las diferencias entre grupos de datos, de esta manera se obtuvo como resultado las condiciones que permiten a un sistema productivo alcanzar una mejor rentabilidad.

Finalmente fueron seleccionados 5 criterios (ciclo productivo, duración del ciclo productivo, costo anual, ingreso neto/ha e ingreso neto/animal) para establecer asociaciones con el valor de la rentabilidad de los sistemas productivos, que se describen en la discusión de los resultados.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los sistemas de producción evaluados, el 60% están ubicados en la Región Brunca (localidades de Buenos Aires y Pérez Zeledón), 30% en la Región Huetar Norte (localidades San Carlos y Pocosol) y 10% en la Región Huetar Atlántico (Pococi) tal y como se observa en el CUADRO 5. Los resultados describen que el 50% de las fincas visitadas se encuentran agremiadas a un programa de fomento ganadero de una asociación ubicada en Pérez Zeledón, lo que implica que esta proporción de fincas no presenta un costo en el momento de la compra de animales, el restante de los productores en condición de no agremiado debe incluir este rubro dentro de su proceso de producción.

**Cuadro 4.** Descripción general de los sistemas de producción dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica

Finca	Región Socio-productiva de Costa Rica	Agremiado a programa de fomento ganadero	Edad del productor (años)	Área neta dedicada al engorde bovino (ha)	Nº animales
1	Región Brunca	Sí	56	12,0	34
2	Región Brunca	Sí	40	17,8	25
3	Región Brunca	Sí	76	20,0	14
4	Región Brunca	Sí	60	39,0	40
5	Región Brunca	Sí	60	27,0	30
6	Región Brunca	No	61	120,0	300
7	Región Huetar Atlántico	No	44	29,0	72
8	Región Huetar Norte	No	45	3,5	12
9	Región Huetar Norte	No	39	470,0	944
10	Región Huetar Norte	No	77	280,0	300
Promedio			55	101,8	177
s			13	154,2	291

s: desviación estándar

En relación con la superficie dedicada a la producción ganadera, el 30% de las fincas estudiadas están por encima de las 100 hectáreas siendo la mínima superficie de este rango

12 y el máximo 470 ha. En cuanto al 70% restante de la población la superficie oscila entre 3 y 39 ha. Lo que permite obtener una relación promedio de  $1,85 \pm 1,05$  y  $1,86 \pm 0,73$  animales/hectárea para las fincas con dimensiones menores y mayores a las 100 ha, respectivamente.

Según el Censo Agropecuario de 2018, los sistemas productivos con ganado bovino (INEC, 2018), las explotaciones de ganado bovino en Costa Rica se caracterizan por ser de pequeña escala. La finca promedio presenta una extensión de superficie de 35 ha, mientras que el 41%, son fincas de 10 ha y las fincas con áreas superiores a 80 ha corresponden al 10% de las explotaciones de ganado. Lo que permite clasificar los resultados de esta investigación, en sistemas productivos de pequeña escala, puesto que en su mayoría (70%) son unidades productivas entre 3 y 39 ha.

La carga animal obtenida en el diagnóstico (CUADRO 6), supera en 0,64 U.A/ha, lo descrito en las encuestas agropecuarias del INEC en el año 2020, el cual se puede asociar a los resultados obtenidos en la relación de ciclos productivos con la rentabilidad del sistema, tomando en cuenta que el análisis se centró en ciclos productivos mayores y menores al año 2022.

En este estudio se determinó que el ciclo productivo de los animales en engorde en el sistema de producción fue en promedio de 11,71 meses sin considerar la edad del animal, el perfil genético de los animales utilizados en las fincas analizadas son una combinación de animales Brahman (*Bos indicus*) en su mayoría y cruces *Bos indicus* x *Bos taurus*, en las fincas de los no agremiados predominaba la combinación genética *Bos indicus* x *Bos taurus*, que fueron las fincas donde presentaban los mayores ciclos productivos por año y las mayores producciones de carne por hectárea por año. Esto puede deberse a que estos cruce han demostrado tener mayores índices productivos y mejores parámetros zootécnicos como ganancias diarias de peso (Madrigal, 2013).

**Cuadro 5.** Valores de superficie, número de animales, carga animal, ciclos y meses productivos de los sistemas de producción dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.

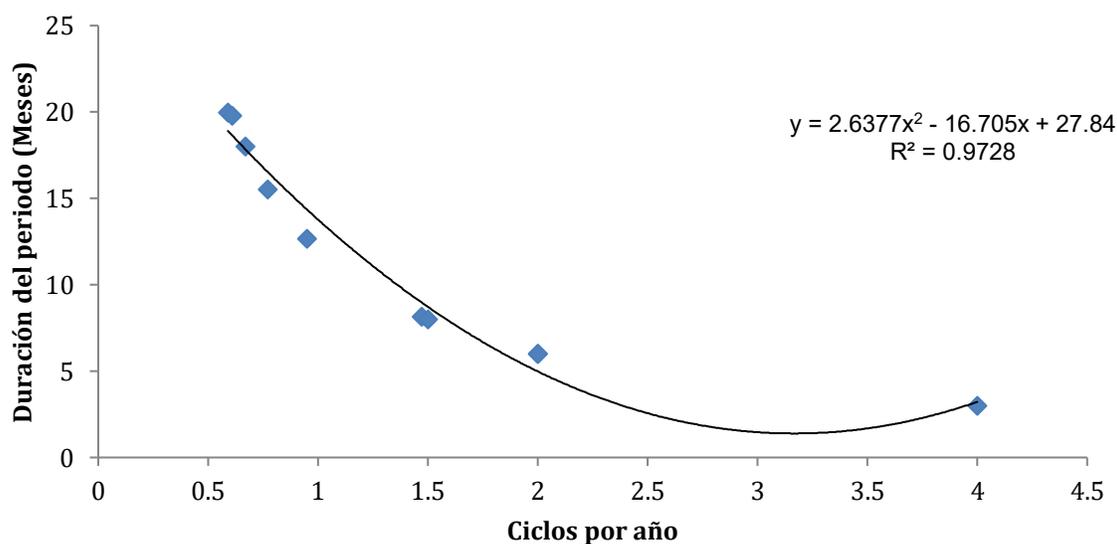
Finca	Área (ha)	Animales	Carga Animal (U.A/ha)	Ciclos productivos/año	Meses por ciclo productivo
1	12,0	34	2,83	0,59	19,97
2	17,8	25	1,40	0,95	12,67
3	20,0	14	0,70	0,61	19,80
4	39,0	40	1,03	0,77	15,53
5	27,0	30	1,11	1,47	8,17
6	120,0	300	2,50	2,00	6,00
7	29,0	72	2,48	2,00	6,00
8	3,5	12	3,43	0,67	18,00
9	470,0	944	2,01	1,50	8,00
10	280,0	300	1,07	4,00	3,00
Promedio	101,83	177,10	1,86	1,46	11,71
s	154,19	291,98	0,92	1,05	6,29

s: desviación estándar

Los animales que pertenecen a productores no agremiados se adquieren mediante la compra en subasta en pesos alrededor de los 300 Kg de peso, por su parte los agremiados al programa de fomento ganadero Fondo Ganadero los animales son suministrados a los productores sin costo alguno, los mismos son también comprados por encargados de Fondo Ganadero en la Subasta de ACGUS. Al final del ciclo productivo, los animales de los agremiados son enviados para su venta en las instalaciones de la ACGUS, donde el Fondo Ganadero obtiene el 45% de la venta bruta y el productor el 55% (menos la comisión de la subasta ganadera de 3%). En este sentido para los no agremiados el costo por la compra de animales va a ser de los principales costes, mientras que los productores agremiados otros rubros serán los de mayor importancia.

Según lo obtenido en el CUADRO 5, se obtiene una relación negativa entre ciclos de producción y largo del periodo de engorde en el sistema la cual se puede estimar por medio de una ecuación matemática de segundo grado con un R cercano a 1 (FIGURA 1). La cantidad

de ciclos de producción permite aumentar la producción de carne producida por unidad de área (Hernández et al., 2011). Es importante mencionar que la edad inicial de los animales (meses de vida) que ingresan a los ciclos productivos y su peso vivo (Kg PV) van a influir en el parámetro de ciclos productivos por año y meses por ciclos productivos. De igual manera, si el sistema presenta una rentabilidad positiva por ciclo, esta será acumulativa, beneficiando los indicadores de productividad del sistema.



**Figura 1.** Relación entre el número de ciclos por año y la duración del periodo en los 10 sistemas productivos dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.

El comportamiento asociado a los indicadores de carne/ha/año y ganancia diaria de peso (GDP) refleja que, en los sistemas agremiados, los resultados promedios 486,58 kilogramos de carne/ha/año y 694,85 gramos de GDP respectivamente son menores en comparación con los sistemas de producción no agremiados (productores 6,7,8,9 y 10) que reflejan datos de 745,89 kilogramos de carne/ha y 951,4 gramos GDP respectivamente.

En Costa Rica los programas de fomento ganadero son una política de las Cámaras de Ganaderos iniciado por la Asociación Cámara de Ganaderos Unidos del Sur (ACGUS) que permite a los productores agremiados obtener bovinos sin incurrir en el costo de compra, en este sentido la categorización de agremiado está relacionado a pequeños productores,

además pueden recibir visitas y asesorías, descuentos especiales en la compra de insumos, apoyo económico, comisión favorable en venta de ganado, entre otros.

Este comportamiento se refuerza al relacionar el área productiva de los sistemas con los indicadores productivos, debido a que los que presentaron un área mayor a las 100 ha, generaron 1,55Kg más carne por hectárea al año (Fincas < 100 ha: 417,92±346 y Fincas >100 ha: 646,77±139 kg carne/ha/año). Estos sistemas (>100 ha) tienen la capacidad de mantener 15,87 animales de más que los sistemas menores a 100 ha, lo que, sumado a la ganancia de peso y, los ciclos de producción permiten obtener una mayor productividad en términos de kilogramos de carne por hectárea.

**Cuadro 6.** Parámetros productivos y agronómicos determinados en los 10 sistemas productivos dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.

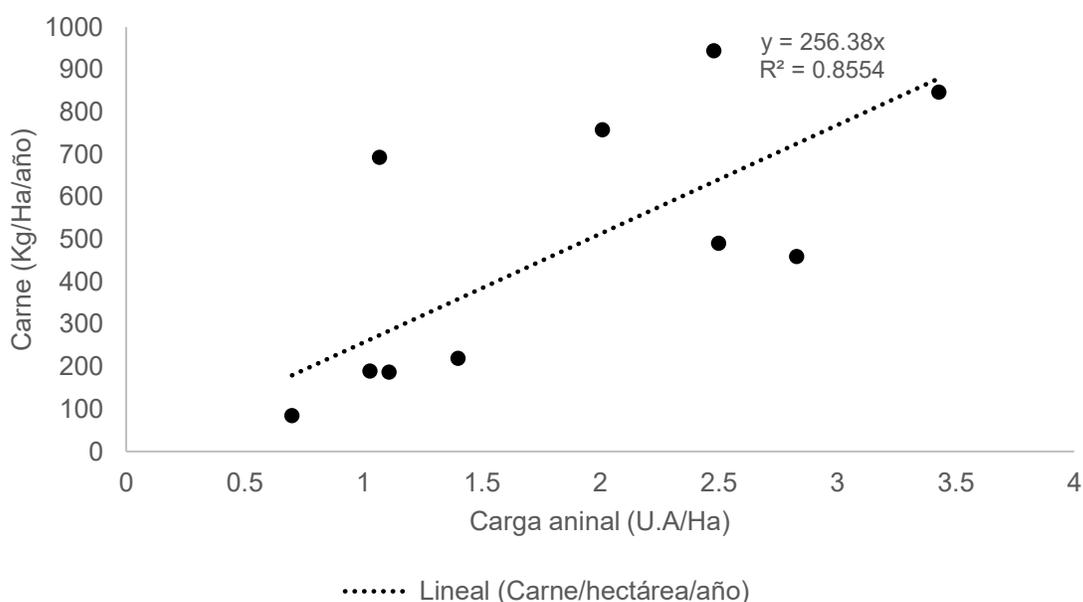
Finca	Carne/ciclo Productivo (ton)	GDP (g/día)	Fertilización (Kg/N/ha/año)	Carne/hectárea/año (Kg)
1	9,32	449,83	0	458,82
2	4,12	433,16	0	219,01
3	2,76	331,31	0	83,49
4	9,53	511,44	0	188,84
5	3,42	465,31	0	186,12
6	29,40	544,44	200	490,00
7	13,68	1055,6	0	943,45
8	4,44	685,19	0	845,71
9	237,33	1125,0	0	757,44
10	48,50	1347,25	0	692,87
Promedios	36,25	694,85	20	486,58
s	72,13	351,27	63,24	310,45

s: desviación estándar

La eficiencia en los kilogramos de carne producidos por hectárea presenta una asociación directa a una mayor carga animal (FIGURA 2), a periodos más cortos de engorde y mayor cantidad de ciclos de producción. Es importante asociar estas relaciones con un

adecuado manejo de los bovinos, es decir, buenas prácticas de manejo nutricional que permiten cumplir los requerimientos nutricionales.

Cargas animales por encima de 2 U.A./ha presentan rendimientos de carne (kg/ha/año) superiores a 700g (FIGURA 2), en contraste a cargas inferiores, lo que permite inferir que existe una línea divisoria entre la categoría de agremiado a un programa de fomento ganadero y no agremiados, y parece indicar las prácticas ganadera en dichas categorías como la alimentación (dietas suministradas), pesos de entrada y edad de los animales generan las diferencias presentadas. Se observa que el coeficiente de determinación ( $R^2=0,8554$ ), lo que indica una correlación entre la carga animal (UA/ha) y la carne producida por área en un año (Kg/Ha/año).



**Figura 2.** Relación entre la producción de carne por hectárea por año y la carga animal en los 10 sistemas de producción dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.

Las prácticas agronómicas asociadas al manejo del cultivo del forraje no son de interés en los sistemas evaluados, se plasma que solo el 10% de las fincas aplican una dosis de 200 Kg/ha/año de nitrógeno, también se obtiene que dicha finca no es la que mayor productora de carne por hectárea, esto se explica en que las fincas con mayores producciones de carne se

enfocan más en las dietas suministradas en canoa a los animales y no en la fertilización de las pasturas. Por otra parte, el restante refleja una problemática a nivel país en los sistemas de producción de carne, no así en los sistemas ganaderos de lechería intensiva, donde ignoran que el forraje es un cultivo con requerimientos de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg) y elementos menores (Santos, 2014).

Es importante indicar que esta falencia en el manejo agronómico de la pastura, en una primera etapa va a provocar una reducción en la producción de forraje, cambios en la composición vegetal del aparcero, lo que favorece el crecimiento de las arvenses, con un agotamiento de la fertilidad de suelo y pérdida de materia orgánica (Santos, 2014). Los resultados obtenidos, muestran que las fincas con menores índices productivos como bajas cargas animales, bajas producciones de carne por hectárea por año son parte de los agremiados al Fondo Ganadero, donde si bien se suministran dietas balanceadas el mayor consumo de materia seca de esos animales viene provenientes de las pasturas que a su vez carecen de programas de fertilización que no permite el desarrollo de las mismas del mismo modo que repercuten indirectamente sobre la producción animal (Beltran-Barriga et al., 2020).

Además, la fertilización tiene un efecto muy positivo sobre la edad de rebrote, el cual es principal factor que afecta el valor nutritivo ya que al aumentar la edad de rebrote, aumenta el contenido de FDN y de FDA, y disminuye la DIVMS y la PB (Gándara et al., 2017). Otra ventaja importante de los programas de fertilización es el aumento significativo sobre la producción de biomasa duplicando la producción según Botero et al. (2019).

Conviene resaltar que uno de los aspectos fundamentales para la producción bovina de engorde es garantizar la alimentación balanceada en todo el ciclo productivo mediante dietas suministradas en canoa, a fin de evitar una mala nutrición, la cual tiene un impacto negativo en los rendimientos en la producción de carne, en este sentido es importante garantizar mediante la fertilización nitrogenada que el ingrediente común de las dietas en los 10 sistemas analizados como es el forraje (Machado et al. 2008), presente una buena calidad nutricional mediante la fertilización que en el 90% de los casos no es utilizada por productores.

La finca número 6 informa de una fertilización nitrogenada a razón de 200 kg en 120 ha equivalente a 1,6 kg de fertilizante por hectárea, tomando en cuenta que el fertilizante

aplicado sea urea que aporta 46 % de nitrógeno, la fertilización equivale a 736 g de nitrógeno al año por hectárea (CUADRO 6). Si esta práctica no establece ninguna diferencia significativa en comparación a las fincas de mayor productividad, este productor destaca entre los agremiados de Fondo Ganadero superando índices productivos de la misma categoría, lo cual valida que la fertilización de los pastos provee una mejor nutrición a los animales e influye en la rentabilidad del sistema (Beltran-Barriga et al., 2020). Además, esta misma finca está dentro de las que poseen mayor carga animal, esto en parte porque la fertilización le permite a la pastura, en este caso *Brachiaria brizantha* una recuperación más pronta y por ende una rotación de los partos a lapsos de tiempo menores (Rincón et al., 2018).

La respuesta a la fertilización de los forrajes se cuantifica de distintas formas, sin embargo el hecho más notable es el incremento en el rendimiento de la materia seca, Bernal (2003) informa las respuestas en la producción de forraje verde en tres especies de gramíneas a la aplicación de nitrógeno (N) en pastos en Colombia, con 4 dosis de N kg/ha/corte (0-50-100-150) en todos los casos se aprecia un incremento de la cantidad de forraje verde (t/ha/corte) de mayor efecto en las dosis de 150 Kg/N/ha. Respuesta asociada a la relación entre la composición del suelo, cumplimiento de los niveles críticos de este y la tasa de crecimiento del forraje, mediada por la extracción de nutrientes del suelo.

Este mismo autor señala que la práctica de fertilización es una estrategia para mejorar la rentabilidad de los sistemas productivos, porque las respuestas son rápidas al incrementar el rendimiento de los forrajes. En ese sentido se indica que el uso de prácticas agronómicas para el manejo de los forrajes en la región sur del país es limitado a la práctica del pastoreo rotacional durante todo el ciclo productivo, al considerar el aporte de minerales de las excretas de los semovientes.

### **5.1. Caracterización del sistema de pastoreo**

Las fincas muestreadas son sistemas productivos donde predomina el pastoreo en los animales durante todo el ciclo productivo, solo la finca 9 tiene un sistema de manejo mixto, es decir 5 meses de pastoreo y 3,5 meses son estabulados hasta lograr el peso final del mercado (CUADRO 7).

**Cuadro 7.** Sistema de alimentación predominantes en los 10 sistemas de producción dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.

Finca	Sistema de alimentación
1	Pastoreo y suplementación en canoa
2	Pastoreo y suplementación en canoa
3	Pastoreo y suplementación en canoa
4	Pastoreo y suplementación canoa
5	Pastoreo y suplementación canoa
6	Pastoreo y suplementación en canoa
7	Pastoreo y suplementación canoa
8	Pastoreo y suplementación canoa
9	Pastoreo (5 meses) con etapa de finalización (105 días) en estabulado
10	Pastoreo y suplementación en canoa

Las especies forrajeras de las fincas encuestadas de acuerdo con las zonas de ubicación son, hacia el lado sur del país el forraje predominante en todos los sistemas son las brachiarias, siendo la Brizantha (*Brachiaria brizantha*) la variedad más común (90% de predominante). Por su parte, en las fincas ubicadas en la zona Caribe y Norte el forraje predominante fue el pasto Ratana (*Ischaemum ciliare*) y Mombasa (*Megathrusus maximus*) respectivamente, con presencia importante de forrajes propios de zonas húmedas como el pasto Tanner (*Brachiaria arrecta*) (CUADRO 8).

**Cuadro 8.** Composición nutricional y aporte de nutrientes de los forrajes presentes en los 10 sistemas de producción dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.

Forraje presente en cada sistema	Composición nutricional de los forrajes			Aporte diario de los forrajes		
	MS (%)	PC (%)	E.D (Mcal/Kg/MS)	Consumo (KgMS/animal/día)	PC (g)	E.D (Kcal)
1 Brizantha	23,00	11,00	2700	9	990	24300
2 Brizantha	23,00	11,00	2700	9	990	24300
3 Brizantha	23,00	11,00	2700	9	990	24300
4 Brizantha	23,00	11,00	2700	9	990	24300
5 Brizantha	23,00	11,00	2700	8	880	21600
6 Brizantha	23,00	11,00	2700	9	990	24300
7 Ratana	24,61	11,00	2750	9	990	24750
8 Mombasa	20,07	10,40	2500	9	936	22500
9 Mombasa	20,07	10,40	2500	8	832	20000
10 Mombasa	20,07	10,40	2500	8	832	20000

Fuente (Martínez, 2018).

Las fincas estudiadas ofrecen a diario suplementos con la intención de complementar los aportes nutricionales del forraje asociados al consumo voluntario de los animales. Según lo observado cada productor realiza sus diferentes combinaciones en función de su experticia agropecuaria, la disponibilidad de subproductos agrícolas y materias primas presentes en la zona, donde cada sistema pretende garantizar las cantidades requeridas para el adecuado desarrollo de los semovientes, al considerar la época del año en la cual la oferta forrajera disminuye (CUADRO 9 y 10).

**Cuadro 9.** Dietas ofrecidas en los 10 sistemas productivos dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.

Finca	Ingrediente	Inclusión MF (%)	Consumo (g MF/animal/día)
1	AB + pollinaza	50,00	100,00
	P. Piña + cáscara	50,00	100,00
2	MN1	94,00	1800,00
	AB + HC	6,00	130,00
3	AB	90,00	210,00
	Minerales	10,00	30,00
4	Pollinaza	77,00	40,00
	Melaza + sal + minerales	23,00	11,00
5	AB	45,00	100,00
	Cerdaza + melaza + minerales + sal	55,00	122,00
6	AB + melaza	40,00	380,00
	MN2	60,00	500,00
7	AB	83,00	70,00
	Minerales	17,00	15,00
8	P. Piña	65,00	1 000,00
	AB + Sal	35,00	2 050,00
9	C. Piña	71,00	30 000,00
	ST	9,50	4 000,00
	Pollinaza + MN3 + melaza + sal + urea	18,66	8 068,00
10	AB	35,00	306,00
	HC + pollinaza+ melaza	65,00	573,00

**Simbología:** **AB** (alimento balanceado), **P. Piña** (pulpa de piña), **C. Piña** (corona de piña), **ST** (silopaca de trasvala), **MN1**(Mezcla Nutricional: pollinaza + harina de coquito + melaza + aceite de cocina), **MN2**(Mezcla Nutricional: pollinaza + harina de coquito + aceite de cocina + DDGS), **MN3**(Mezcla Nutricional: maíz + DDGS + grasa sobrepaso + minelaza + multiplex + rumensin + harina de pescado y sal), **HQ** (Harina de Coquito).

MF= materia seca

Los datos recopilados de los consumos por animal fueron recopilados de los registros de cada productor y con facturas de compra, donde las cantidades totales de los ingredientes se dividió entre la cantidad de animales para determinar los consumos (g MF/animal/día).

Los valores de la composición nutricional de las diferentes combinaciones de ingredientes, utilizados en las fincas permiten calcular el aporte nutricional de las dietas en canoa para cada sistema productivo estudiado. Para garantizar y aumentar la carga animal en las fincas, es necesario disponer de una buena producción de pastos con calidad durante todo el año. Vale destacar que se debe conocer la disponibilidad de pastos considerando las estaciones climáticas es decir los periodos de lluvia pueden originar un excedente de pastos, el cual debe transformarse mediante métodos de conservación, con el objetivo de almacenar alimento para la época de sequía.

**Cuadro 10.** Aporte nutricional del suplemento de las dietas suministradas en canoa en los 10 sistemas productivos dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.

Finca	Aporte MS (g/día)	Aporte PC (g/día)	Aporte E.D (Kcal/día)
1	94,07	14,98	262,73
2	1 683,33	235,32	5 384,84
3	212,40	21,92	538,97
4	41,99	7,37	92,16
5	194,57	14,80	345,84
6	760,80	102,31	2 196,63
7	75,75	7,31	179,66
8	2 298,50	238,89	6 561,00
9	10 346,16	1666,54	25 862,59
10	766,85	121,37	2 310,85
Promedio	1 647,44	243,08	4 373,53
S	3 149,70	508,28	7 890,39

s: desviación estándar

Se realizó un balance nutricional tomando de referencia un valor intermedio de peso vivo de los animales de 400kgP (Nutrients requirements of zebu beef cattle, 2010), esto como un valor de referencia para analizar el cumplimiento de los requerimientos de estos.

**Cuadro 11.** Aporte total de la dieta (forrajes + suministrada en canoa) y balance nutricional en los 10 sistemas productivos dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.

Finca	Aporte de la Dieta		Requerimientos Nutricionales <sup>1</sup>		Balance Nutricional	
	PC	E.D	PC	E.D	PC	E.D
	(g/día)	Mcal/día)	(g/día)	(Mcal/día)	(g)	(Mcal)
1	1.004,98	24,56	965,46	20,66	39,52	3,90
2	1.225,32	29,68	965,46	20,66	259,86	9,02
3	1.011,92	24,84	965,46	20,66	46,46	4,18
4	997,37	24,39	965,46	20,66	31,91	3,73
5	894,81	21,95	965,46	20,66	70,65	1,29
6	1.092,31	26,50	965,46	20,66	126,85	5,84
7	997,31	24,93	965,46	20,66	31,85	4,27
8	1.174,89	29,06	965,46	20,66	209,43	8,40
9	1.666,54	25,86	965,46	20,66	701,08	5,20
10	953,38	22,31	965,46	20,66	12,08	1,65
Promedio	1.101,88	25,41	965,46	20,66	136,42	4,75
s	222,05	2,51	0,00	0,00	222,05	2,51

s: desviación estándar

<sup>1</sup>: Requerimientos nutricionales para bovinos cebú de 450kg de peso vivo y una GDP de 750g/día. Fuente: Nutrients requirements of zebu beef cattle (2010).

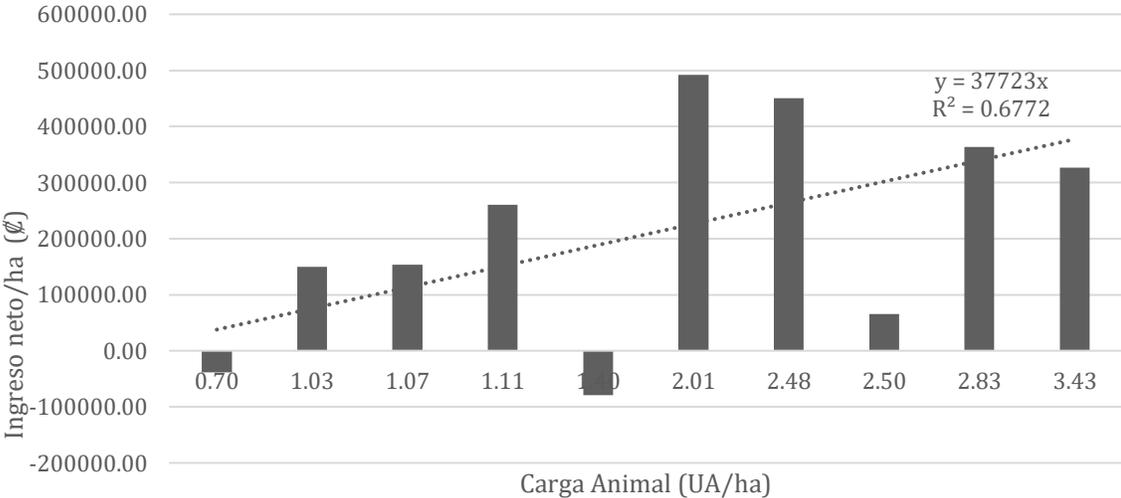
En el caso de la finca número 9 no se tomó en cuenta el aporte nutricional del forraje, sino que los valores expresados hacen referencia a la dieta consumida por los animales en los últimos 105 días del ciclo productivo donde los animales se encuentran en un sistema de alimentación en confinamiento, por lo tanto, no existe el pastoreo en dicha etapa.

En este análisis se debe considerar que se tomó un valor teórico del requerimiento nutricional para especies bovinas cebú de 450 kg de peso vivo, que pudiera estar por encima

del valor real de las especies bovinas en el caso particular de las fincas 5 y 10 para el porcentaje de proteína cruda.

**5.2. Determinación de parámetros económicos**

Al analizar los parámetros de extensión (ha) carga animal costos e ingresos, las fincas se separan en 2 grupos: menores a 100 ha (70% de las fincas) y mayores a 100 ha (30%). Solamente el 30% de las fincas presentan cargas animales (UA/ha) por encima del promedio en este estudio, de mismos modos sus valore de carga animal superan del promedio de carga animal reportado por el último censo agropecuario (INEC, 2018). Las fincas 6, 9 y 10, dos de ellas presentaron cargas animales altas (2,50 UA (Finca 6) y 2,01 UA (Finca 9). En el caso de la finca 6, presenta costos elevados (¢3.358,92 colones/kg de carne), lo que reduce los ingresos netos (¢26.025,46 colones/animal). En cambio, la finca 9 reporta costos medios (¢1.821,21 colones/kg de carne) con los ingresos más altos de las 10 fincas (¢262.953,44 colones/animal). Por último, la finca 10 reporta los costos más altos (¢5.008,61 colones/kg de carne) con una carga animal baja (1,07 UA), pero a su vez presenta ingresos de ¢143.258,33 colones/animal. Esto indica que la carga animal repercute positivamente en los ingresos netos generados por hectárea (FIGURA 3).



**Figura 3.** Correlación entre la carga animal (UA/ha) y los ingresos netos por hectárea expresados en colones en los sistemas productivos dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.

Según los datos observados (CUADRO 12 y FIGURA 4) se obtiene una relación directamente proporcional en el costo total de un sistema productivo con respecto a su tamaño, donde las fincas de mayor tamaño incurren en mayores gastos debido a que soportan cantidades mayores de animales y por ende mayores costos asociados a la alimentación, mano de obra, entre otros. El costo animal/día es 4,20 veces más alto en sistemas con áreas mayores a 100 ha (₡3.545 contra ₡844).

**Cuadro 12.** Resumen de la descripción de costos en los 10 sistemas productivos dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.

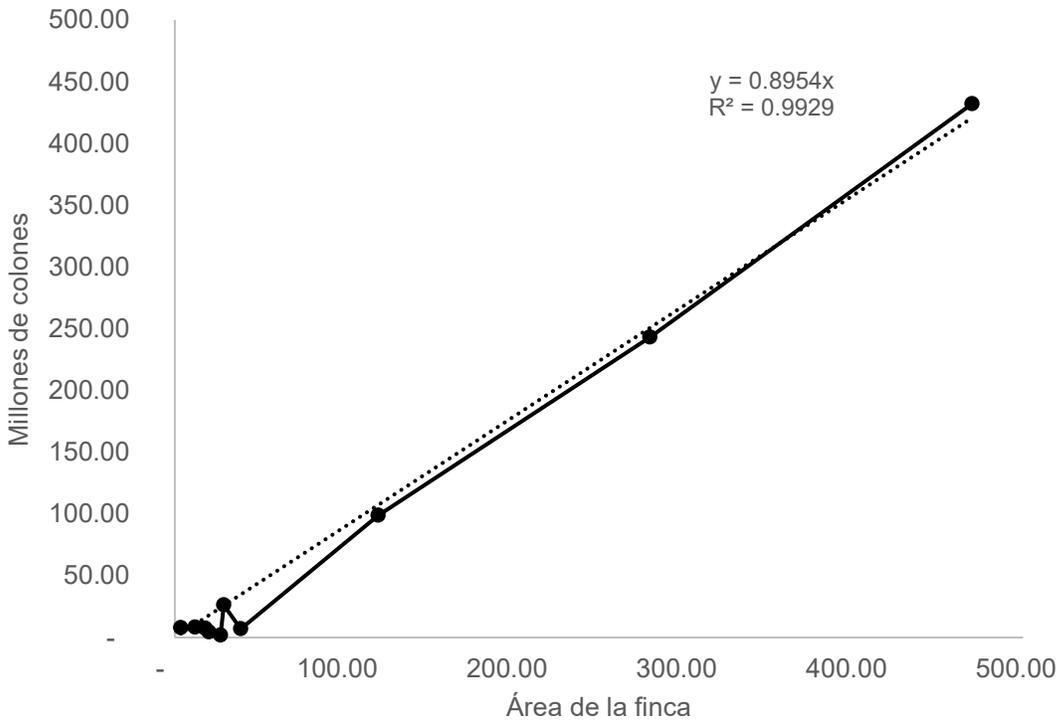
Finca	Costo por hectárea (₡)	Costo/animal/ciclo Productivo (₡)	Costo/animal/día (₡)	Costo por Kilogramo de carne producida (₡)
1	700.864,97	247.364,11	452,68	902,79
2	408.801,70	291.066,81	791,11	1.768,33
3	225.206,30	321.723,28	549,21	1.634,77
4	515.022,41	175.263,52	385,42	735,37
5	482.877,04	60.589,34	273,61	531,49
6	822.936,35	329.174,54	1.837,98	3 358,92
7	903.993,96	364.108,68	2.251,09	1.916,36
8	2.217.891,12	646.884,91	1.205,01	1.748,34
9	919.633,29	491.726,56	2.049,02	1.821,21
10	867.580,36	809.741,67	6.748,30	5.008,61
Promedio	806.480,75	373.764,34	1.654,34	1.942,62
S	549.266,80	222.029,27	1.932,84	1.338,10

s: desviación estándar

\*1\$=610 colones.

Las fincas 2 y 3 que presentaron cargas animales por debajo del promedio bajas, asociado a costos altos por kilogramo de carne producida según los datos estaban perdiendo alrededor de ₡50,000 colones por animal al finalizar el ciclo productivo (CUADRO 13). Esto es importancia para el programa al cual pertenecen, ya que, si bien estos productores no incurren

en el costo de compra de los animales, por ende, no perciben una pérdida a la hora de la venta de los animales generando un sesgo de la actividad que dan por rentable, por su parte para Fondo Ganadero representa perdidas en el caso particular de estas 2 fincas en un momento dado.



**Figura 4.** Relación general entre los costos totales del ciclo productivo con el área de la finca en los 10 sistemas productivos dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.

Del mismo modo las fincas con ingresos netos por hectárea negativos son aquellas que si observamos presentan valores negativos en el ingreso neto que genera cada animal a la hora de su venta en la subasta ganadera, estos corresponden a 2 productores agremiados al Fondo Ganadero que le generan a dicho programa y la institución ACGUS una perdida por animal entre ₡54.000 y ₡56.0000 colones por animal al final del ciclo (CUADRO 13).

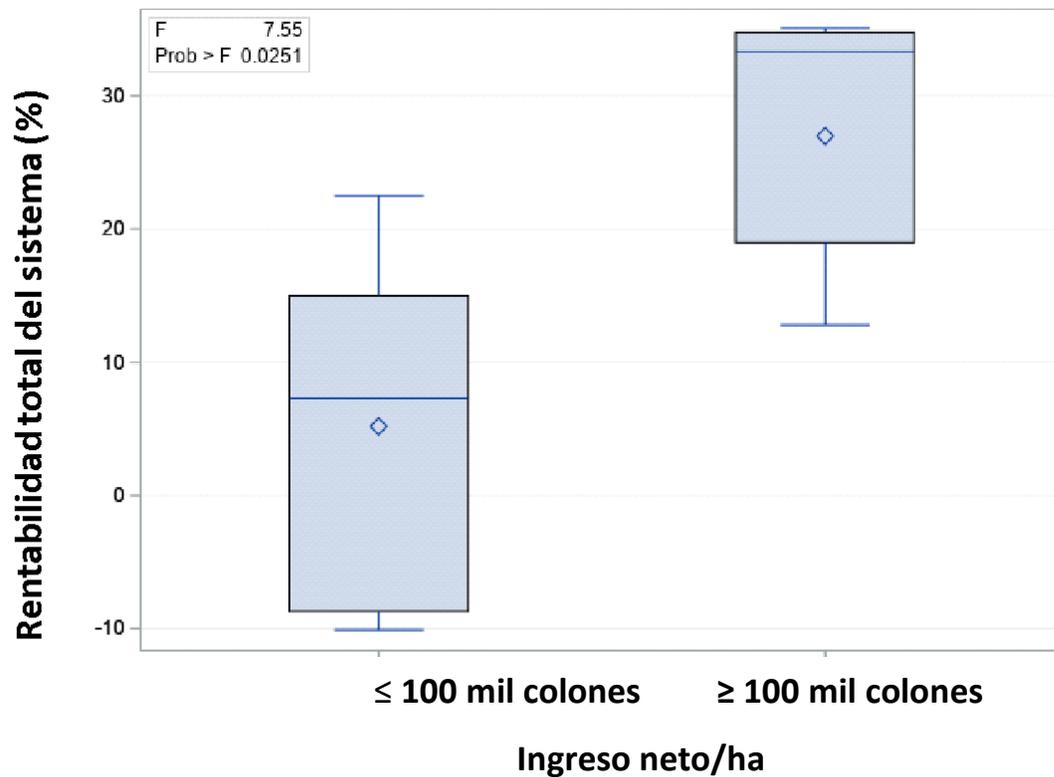
**Cuadro 13.** Ingresos netos por hectárea y por animal en cada uno de los 10 sistemas productivos dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.

Finca	Ingreso neto/ha (₡)	Ingreso neto/animal/ciclo productivo (₡)
1	363.108,36	128.155,89
2	- 79.082,60	-56.306,81
3	-38.390,30	-54.843,28
4	149.546,82	145.808,15
5	260.674,07	234.606,66
6	65.063,65	26.025,46
7	450.599,14	181.491,32
8	326.108,88	95.115,09
9	491.778,88	262.953,44
10	153.491,07	143,258,33
Promedio	214.289,80	110 626,42
S	197 122,48	109 975,34

s: desviación estándar

1\$=610 colones netos.

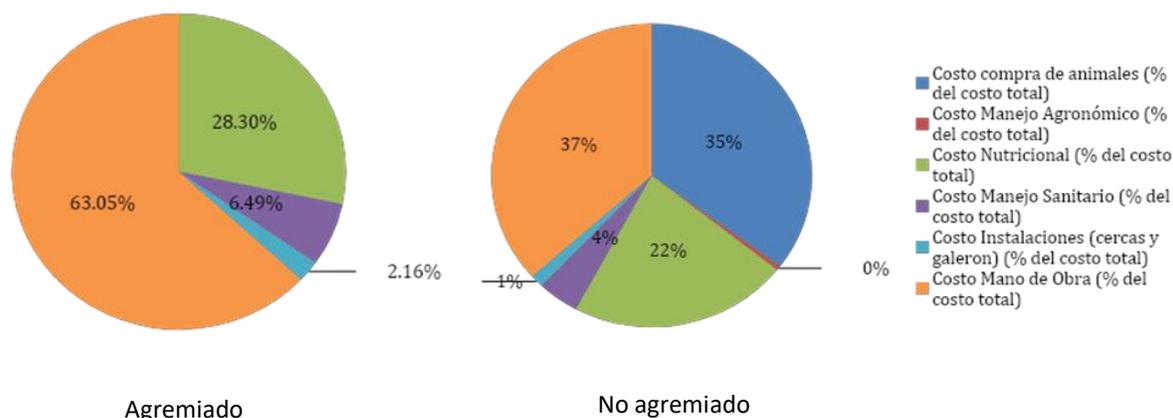
Se determinaron 2 grupos con diferencias que atienden respuestas a la variable de rentabilidad total del sistema (utilidad). En los sistemas con ingresos netos por hectárea inferiores a 100 mil colones/ciclo productivo, en los que los valores de rentabilidad del sistema se encuentran por debajo del 20%, en contraste con ingresos netos por hectárea superiores a 100 mil colones/ciclo productivo presentaron rentabilidades de entre 20 al 35%. Corroborando que los ingresos netos por hectárea son directamente proporcionales a la rentabilidad total del sistema (FIGURA 5).



**Figura 5.** Diagrama de cajas y bigotes para mostrar las diferencias de medias en 2 grupos de ingreso neto/ha con relación a los valores de rentabilidad total de los 10 sistemas productivos dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.

### 5.3. Descripción de los costos de producción

La distribución de los costos en los sistemas de producción varía según la participación en un programa de apoyo al sector ganadero. Los sistemas de producción se agruparon en productor agremiado y no agremiado (FIGURA 6), donde se describió los porcentajes de participación de los costos productivos de la siguiente forma: compra de animales, manejo agronómico, costo nutricional, manejo sanitario, mantenimiento de cercas y galerones y el costo asociado a la mano de obra.



**Figura 6.** Comparación de porcentajes de los costos de producción en relación con el costo total de la producción/ciclo productivo en productores agremiado y no agremiado de izquierda a derecha respectivamente.

Como se observa en la FIGURA 6, en el caso del productor no agremiado, el costo de compra de animales 35% es el principal diferenciador entre ambos grupos, esto implica la reducción de los demás costos de producción respecto a los agremiados al programa Fondo Ganadero, en el caso de la mano de obra (reducción de 26,05%), nutrición (reducción de 6,3 %) manejo sanitario (reducción de 2,4%) y costo de instalaciones (reducción de 1,16%) del costo total del ciclo productivo.

De los costos comunes de ambos grupos, se deduce que el costo de producción más alto está vinculado al generado por la mano de obra, seguido de costo nutricional, es decir entre ambos representan más del 50% del costo total de producción como es de esperar en sistemas donde las dietas balanceadas son suministradas de manera diaria a los animales (Oliveira, 2012).

#### 5.4. Relaciones entre el punto de equilibrio y la rentabilidad.

Las fincas 2 y 3 están por debajo del punto de equilibrio (CUADRO 14), en tal sentido se observa que la ganancia del sistema de animales es negativa, por lo tanto, se dan pérdidas económicas que son sustentadas por el Fondo Ganadero al que pertenecen dichos productores, esto porque el Fondo Ganadero asume el costo de compra de los animales y el productor obtiene el 55% de la venta bruta.

**Cuadro 14.** Punto de equilibrio y parámetros económicos de rentabilidad en los 10 sistemas productivos dedicados al engorde de bovinos en Costa Rica.

Finca	Punto de equilibrio (número de animales)	Animales necesarios para pagar operación (%)	Ganancia del sistema (animales)	Rentabilidad total (%)	Rentabilidad anual (%)
1	28	81	7	19,02	11,24
2	28	109	-3	-8,74	-8,28
3	16	111	-2	-10,06	-6,09
4	31	80	8	22,50	17,38
5	20	65	11	35,06	51,51
6	279	93	22	7,33	14,65
7	49	67	2	33,26	66,53
8	11	88	2	12,82	8,55
9	573	61	372	34,84	52,26
10	255	85	46	15,03	60,13
Promedio	129	84	49	16,11	26,79
s	186	18	115	16,48	28,03

s: desviación estándar

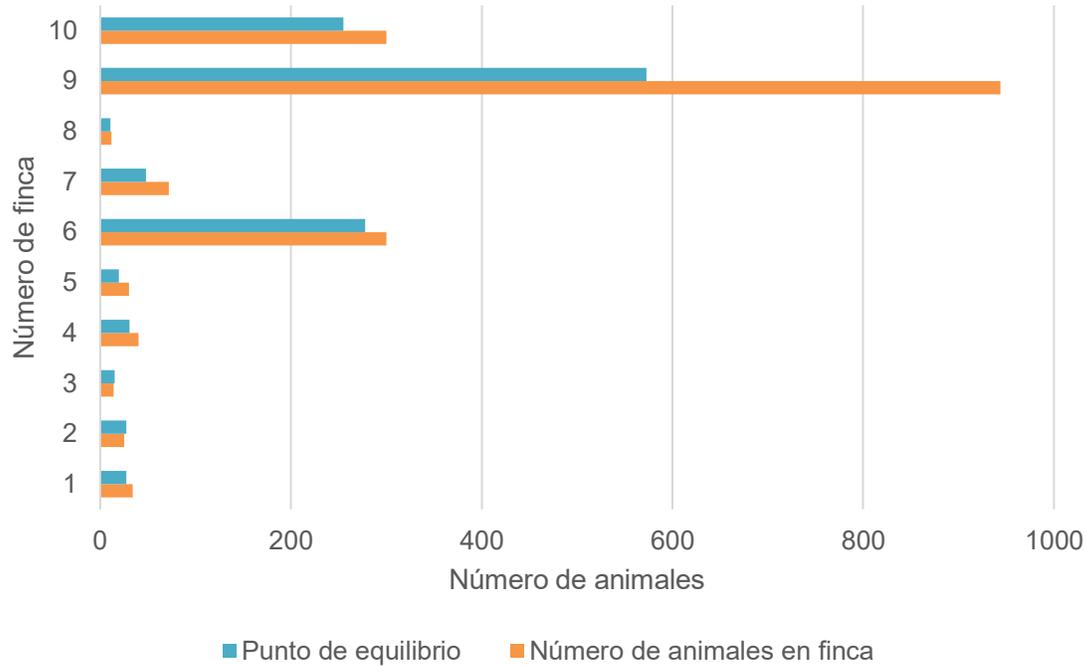
Se sugiere aumentar la carga animal (UA/ha), manteniendo los costos de producción para presentar ganancias y rentabilidad en dichos casos, sin embargo también por la manera en cómo se obtienen los animales por parte del Fondo Ganadero que son comprados en subasta para el caso de los asociados, se debe tomar en cuenta la correcta elección de animales que tengan el potencial y parámetros productivos que le permita desarrollarse en corto plazo en las fincas de los productores donde son entregados, la elección de animales con vigor híbrido (cruces bos taurus x bos indicus) generan posibilidades de obtener mejores beneficios económicos tanto a los agremiados como no agremiados (Madrigal, 2013).

Por otro lado, el uso de dietas balanceadas con productos y subproductos a buen precio constituye otra de las estrategias para mejorar rentabilidad y parámetros como el punto de equilibrio.

Experiencias en el análisis de la cadena productiva para ganado de engorde en México, indica que para los productores de ganado bovino para engorde en el Sur de México sigue siendo una actividad rentable y competitiva, sobre todo para los grandes productores. (Hernández, 2011), es por ello por lo que la ganadería vista en términos de rentabilidad se puede ver poco atractiva, pero cuando se traslada a grandes producciones de animales por ciclo productivo donde el ingreso neto por animal multiplicado por varios animales se vuelve entonces atractivo en términos económicos, como las finca donde la cantidad de animales superaban el promedio del estudio de 177,10 animales (CUADRO 5).

Al analizar el comportamiento del número de animales contra el punto de equilibrio se tiene que en el caso de las fincas 2, 3, 4, 5 y 10 podrían aumentar la carga animal (UA/ha) para superar el punto de equilibrio, obteniendo mejores ganancias (FIGURA 7). Esta sugerencia, implica el análisis de las características del sistema productivo, disponibilidad de las alternativas alimenticias, reducción de los costos de producción, el incremento en el monto requerido para la compra de los animales, entre otras

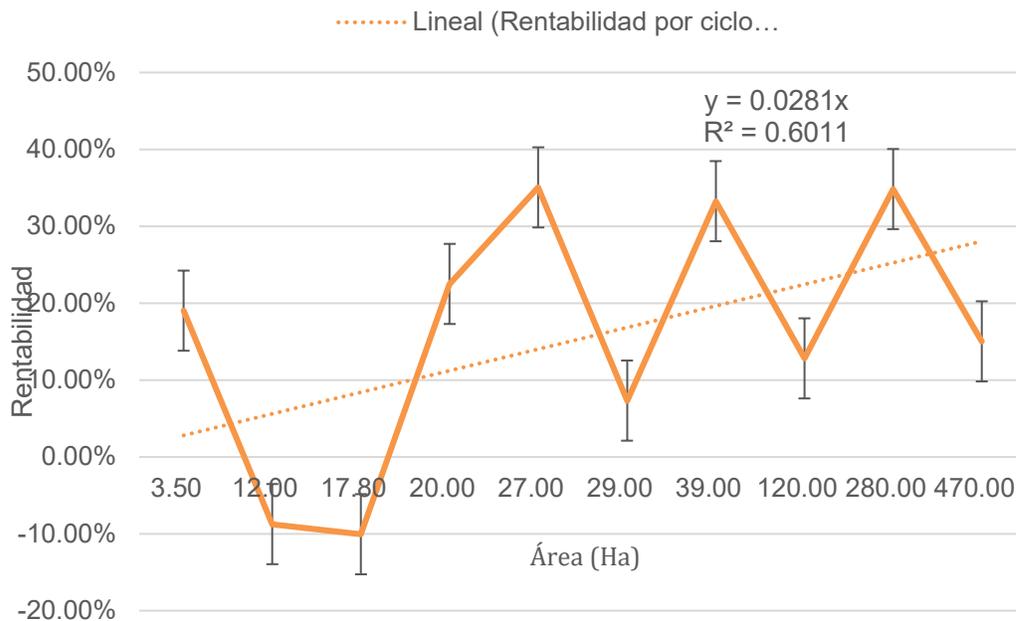
Cuando las fincas presenten valores de punto de equilibrio muy cercano a los animales presentes en finca, la recomendación es aumentar la carga animal si el área lo permite o reducir los costos de producción.



**Figura 7.** Comparativa del número de animales con el punto de equilibrio para cada uno de los 10 sistemas productivos dedicados al cuidado y mantenimiento de bovinos de engorde en Costa Rica.

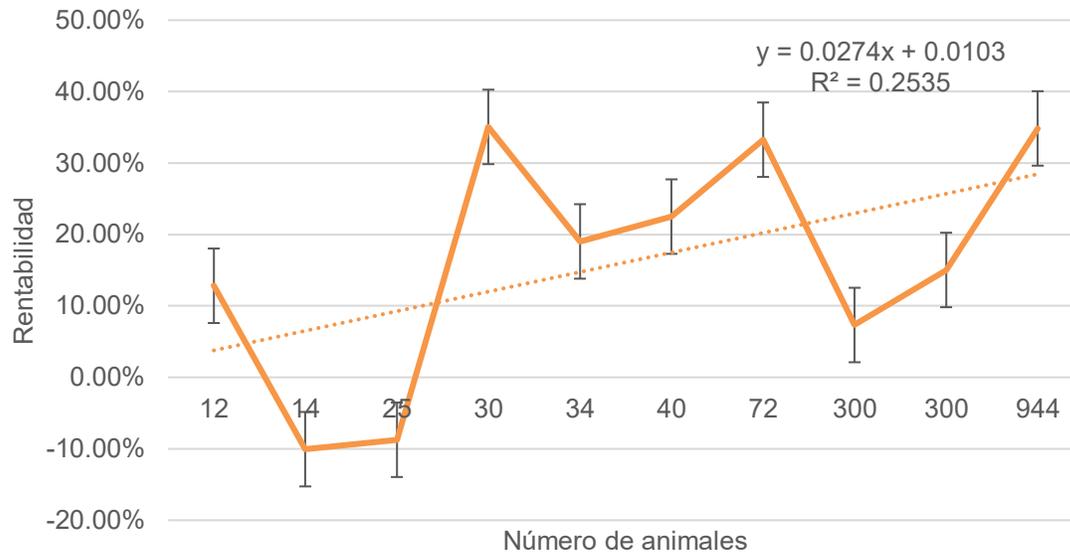
En la rentabilidad anual que se presentan, sólo las fincas identificadas como 5, 7, 9 y 10 presentan valores superiores al 50%, en comparación con las 1, 2, 3, 4, 6 y 7 que presentan una oscilación entre 7,33% y 34,84%.

La rentabilidad del ciclo productivo asociada (FIGURA 8) no establece una tendencia por dicha variable, solo 2 fincas con un área menor a 20 ha presentaron una rentabilidad por debajo de cero (FIGURA 8), dada la explicación derivada del punto de equilibrio, 5 fincas estuvieron por encima del promedio de rentabilidad (16,11%), y 3 por debajo de este valor.



**Figura 8.** Rentabilidad del ciclo productivo con relación a la superficie total de los 10 sistemas productivos dedicados al cuidado y mantenimiento de bovinos de engorde en Costa Rica.

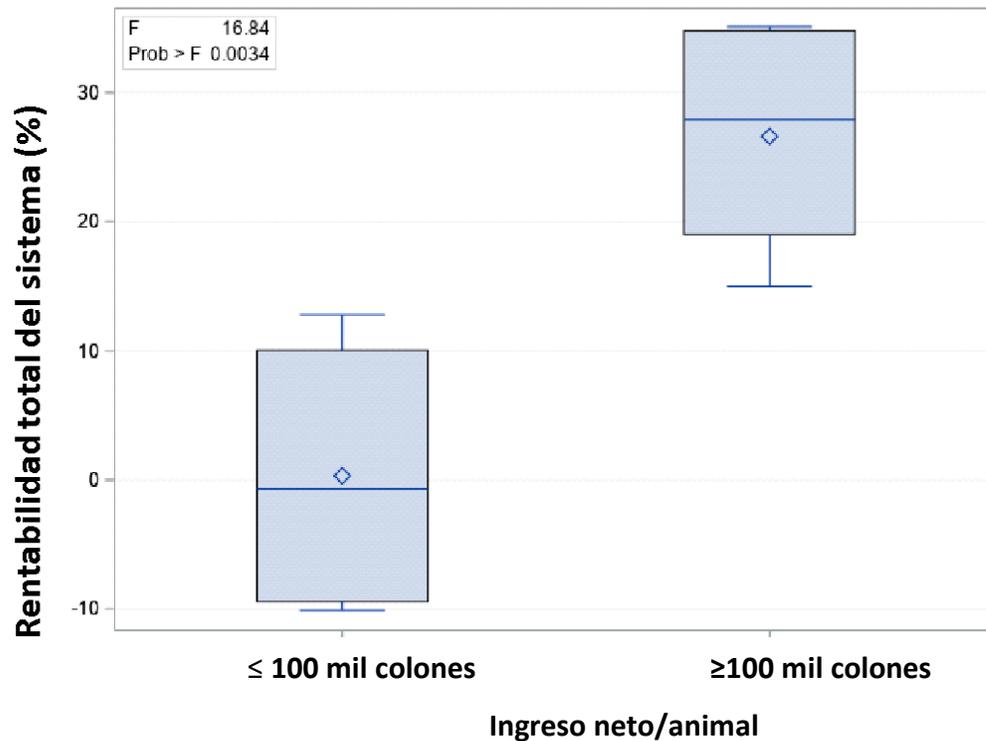
Con el propósito de establecer los factores determinantes en la rentabilidad del ciclo productivo se incorporó el número de animales (FIGURA 9), donde se observa que la cantidad de animales no determina la rentabilidad del ciclo productivo, presentando una relación lineal con un R2 bajo ( $R^2=0,25$ ).



**Figura 9.** Rentabilidad del ciclo productivo según el número de animales en los 10 sistemas productivos dedicados al cuidado y mantenimiento de bovinos de engorde en Costa Rica por sistema productivo.

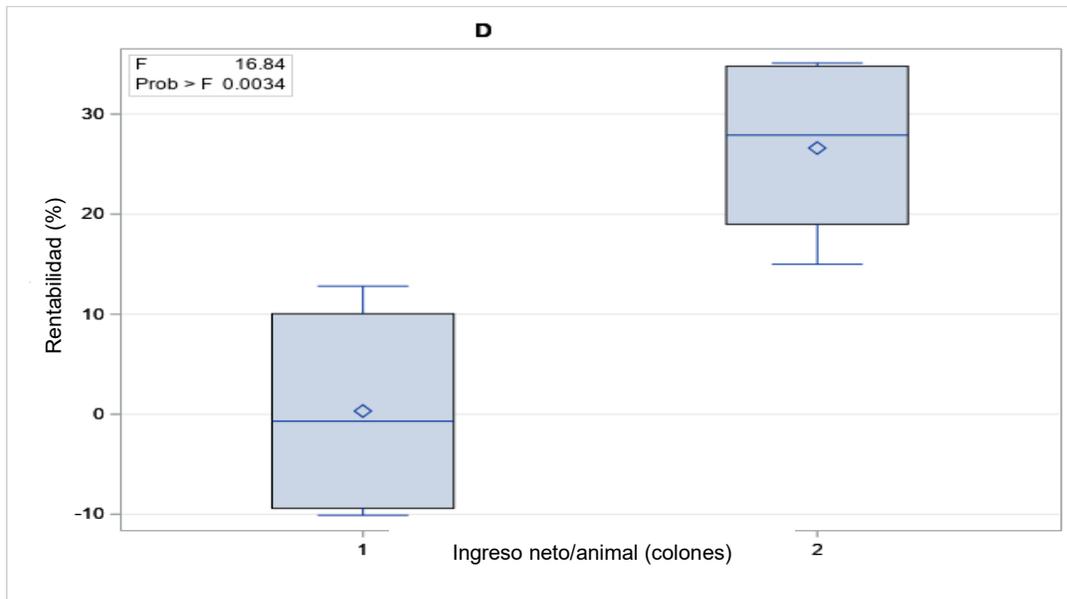
Se puede observar que la cantidad de animales no tiene un efecto determinante en la rentabilidad del ciclo productivo (FIGURA 9), si no, la administración de los costos derivados a la explotación, al optimizar los recursos disponibles.

Se determinaron diferencias entre el ingreso neto/animal para los sistemas de producción que presentaron ingresos menores y mayores a 100 mil colones en el periodo (FIGURA 10). En este caso, las fincas 4, 6, 7 y 10 presentaron rentabilidades por ciclo de producción superiores a 20%. Estos resultados se asocian a ciclos de producción, carga animal, costo por día de la finca, costos totales del ciclo productivo, costos por animal por día, precio de compra y venta, peso de entrada y salida, ganancias diarias de peso de los animales, kilogramos de carne producida por hectárea en el año y en ciclo productivo, entre otros.



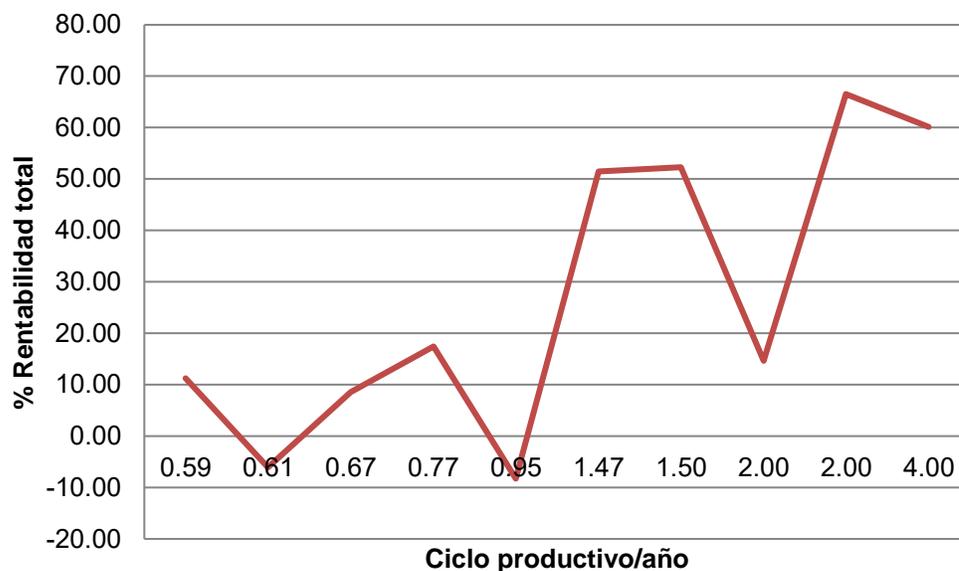
**Figura 10.** Diagrama de cajas y bigotes para mostrar las diferencias de medias en 2 grupos de ingreso neto/animal con relación a los valores de rentabilidad total del sistema.

Aunque el comportamiento de la rentabilidad en función del ingreso neto/animal no supera el 40%, se infiere que las fincas con ingresos menores de 100 mil colones poseen baja tasa de rentabilidad, en comparación con las que superan la cantidad base indica las rentabilidades superan 20%, donde el valor crítico para esta comparación de medias fue de 14,77% (FIGURA 11).



**Figura 11.** Diagrama de cajas y bigotes para mostrar las diferencias de medias en 2 grupos de ingreso neto/animal con relación a los valores de rentabilidad total del sistema. Grupo 1 ( $\leq 100$  mil colones) y Grupo 2 ( $\geq 100$  mil colones).

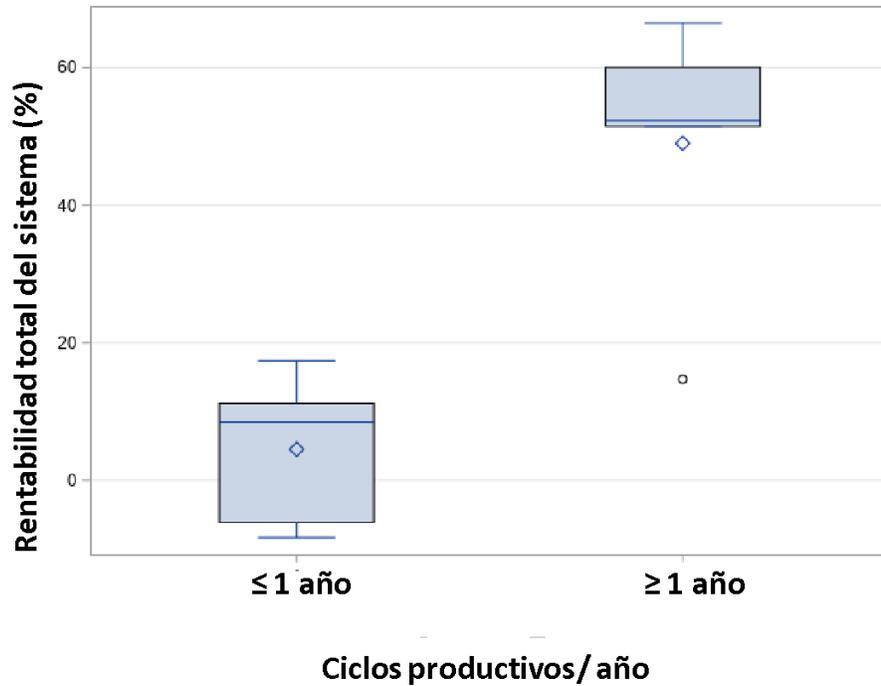
De acuerdo con la relación ciclo productivo año contra rentabilidad total, se observa que mientras más ciclos se experimentan al año, con mejor uso de los recursos (controlar gastos, carga animal alta y manejo general de la finca), la rentabilidad mejora. A menor cantidad de ciclos productivos por año se puede caer en baja rentabilidad si no se hace uso eficiente de los recursos (FIGURA 12).



**Figura 12.** Rentabilidad en función del ciclo productivo del sistema/año en los 10 sistemas productivos dedicados al cuidado y mantenimiento de bovinos de engorde en Costa Rica por sistema productivo.

Se debe fijar la atención en el comportamiento del número de ciclos productivos al año, donde aquellas fincas mayores a 1 ciclo productivo por año presentan las mayores rentabilidades. Se traduce que para el ciclo/año 1 ( $\leq 1$ ) y 2 ( $\geq 1$ ) tienen 2 comportamientos estadísticamente significativos sobre la variable de rentabilidad total. El valor crítico para esta comparación de medias es de 23,78%.

Ciclos productivos menores de 1 año, presentan rentabilidades promedio (FIGURA 13) (4,54%) por debajo del punto crítico 23,78 y ciclos productivos mayores al año presentan rentabilidades promedio de 49,02%, es puede establecer en este estudio que el porcentaje de rentabilidad se afecta según el ciclo productivo.



**Figura 13.** Diagrama de cajas y bigotes para mostrar las diferencias de medias en dos grupos de ciclo productivo año con relación a la rentabilidad total del sistema (%).

Ciclos productivos menores de 1 año, presentan rentabilidades promedio (FIGURA 12) (4,54%) por debajo del punto crítico 23,78% y ciclos productivos mayores al año presentan rentabilidades promedio de 49,02%, se puede establecer en este estudio que el porcentaje de rentabilidad se afecta según el ciclo productivo.

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La ganadería de engorde es una actividad la cual debe contar con registros productivos básicos para poder definir aspectos de mejora, tales como carga animal (UA/ha), ganancias diarias de peso (GDP), fechas de entradas y salidas de los animales, pesos de entrada y salida de los animales, registros de costos y egresos los cuales están relacionados con la rentabilidad de los sistemas.

En la actividad dedicada al engorde es indispensable contar con dietas balanceadas por un profesional que garantice el cumplimiento de las necesidades nutricionales de los animales según su edad, tomando en cuenta el aporte que realizan las pasturas y modulando el consumo de materia seca de este ingrediente ofreciendo dietas altas en energía que permita la transformación eficiente en peso vivo (kilogramos de carne).

Las fincas ganaderas dedicadas al engorde prescinden en gran mayoría (90% según este estudio) de la fertilización de los forrajes, provocando el deterioro físico y nutricional de los mismos, esto hace que el mayor aporte de nutrientes deba venir de dietas balanceadas aumentando el costo de producción, disminuyendo la rentabilidad e ingresos netos por animal y alargando los ciclos productivos por año de los animales.

En su totalidad, las dietas suministradas en canoa y el aporte de los forrajes cumplían con el requerimiento de los animales. Se recomienda hacer análisis bromatológicos y nutricionales de las pasturas y dietas respectivamente para disminuir costos de producción generados por la inclusión de ingredientes o mezclas no necesarias, es decir balancear las dietas.

La rentabilidad no está relacionada la zona geográfica del país donde están ubicadas las fincas ni a la caracterización de agremiado o no agremiado a un programa de fomento ganadero, depende de los parámetros productivos de los animales y el manejo de los costos asociados a su ciclo producción, es por ello que se deben mejorar el manejo sobre los procesos controlables como la reducción de costos asociados principalmente a la nutrición para mejor el parámetro de rentabilidad (utilidad).

El 80% de las fincas muestreadas presentan un punto de equilibrio por debajo de la cantidad de animales en finca, generando rentabilidades positivas. Se recomienda al Fondo Ganadero intervenir las 2 fincas donde el punto de equilibrio es mayor a la cantidad de animales otorgados a dichos productores, aumentando de dicha manera la carga animal (UA/ha) y generando una rentabilidad positiva.

En el caso de las fincas, que por razones propias de la finca como limitación en el área no pueden aumentar la cantidad de animales para mejorar el punto de equilibrio, disminuir los costos productivos más importantes como lo es la utilización de dietas balanceadas de bajo costo utilizando ingredientes de la zona, por ejemplo en las fincas de la Región Brunca y Región Huetar Norte se puede hacer uso de materiales como subproductos de la piña ya que son zonas muy productivas de dicho cultivo, harinas de coquito en el caso de la Región Brunca y harinas de yuca en caso de la Región Huetar Norte y Caribe. Los productores de la Región Brunca además tienen la ventaja de poder adquirir muchos insumos tanto para las dietas de los animales, como para la finca de manera más asequible y con descuentos mediante el Fondo Ganadero al cual pertenecen.

Excluyendo el costo de compra de los animales, el cual no existía para los agremiados, el principal costo de la ganadería de engorde es la mano de obra y el costo de alimentación que es ofrecido en canoa mediante mezclas balanceadas.

Los requerimientos nutricionales de los sistemas pueden fluctuar cuando se utilizan valores teóricos, dado que este varía en función de las razas de animales, y esto puede afectar el cálculo del balance nutricional, es necesario que estos sistemas productivos lleven oportunamente sus registros reales de sus requerimientos nutricionales.

Para la mejora de los sistemas ganaderos de engorde se deben llevar registros productivos más detallados, en especial datos relacionados a las dietas que se les suministra a los animales ya que se evidenció que los datos aportados para el estudio eran valores aproximados, esto genera sesgos de información que afectan los costos calculados tanto para el productor, por ende, la rentabilidad real.

Mejorar los registros relacionados a mano de obra, ya que en muchos casos se evidenció que los productores no recordaban cuantos jornales o contratos por limpieza de

potreros, asistencia en manejos de desparasitación, entre otros habían incurrido en el año, generando el mismo inconveniente que con los registros de alimentación, valores aproximados, pero no reales de costos de mano de obra.

El 90% de las fincas no realizaban ningún manejo o plan de fertilización en las fincas, incluyendo las prácticas de encalado con la finalidad de mejorar la acidez del suelo, se ha determinado por Gándara et al. (2017), que la fertilización tiene un efecto muy importante en disminuir la edad de rebrote de las pasturas permitiendo rotaciones a menor edad de los forrajes, posibilitando el aumento de la carga animal por ende mejorando parámetros de rentabilidad. Además se ha comprobado que la fertilización nitrogenada de las pasturas puede fácilmente duplicar la biomasa de los mismos (Kg de Materia Seca) según Botero et al. (2019).

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- Asociación Cámara de Ganaderos Unidos del Sur. (2022). Proyecto Fondo Ganadero. <https://www.acgus.org/index.php#>. (consultado 20 Julio 2022).
- Arronis, V., Morales, J. (2021). Engorde de ganado estabulado con dietas de bajo costo, con base en bancos forrajeros. *Revista INTA, Alcances Tecnológicos*. 14(1):98-113. 2021. ISSN-1659-0538
- Arronis, V. (2015). Estudio sobre la utilización de bancos forrajeros como estrategia para enfrentar los efectos del Cambio Climático en sistemas semiestabulado de carne y leche en la Región Brunca. Informe Final. INTA. Pérez Zeledón. Costa Rica. 51 p.
- Badilla Fallas, I., Mora Monge, E., Rodríguez Muñoz, G., Valverde Díaz, M. (2021). Sector Agropecuario Pesquero y Rural. Costa Rica: Secretaría Ejecutiva de Planificación Sectorial Agropecuaria (SEPSA)
- Barrantes, J., y Jiménez, R., (2007) Caracterización de la agrocadena de carne Bovina. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Región Pacífico central. Costa Rica. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/a00050.pdf>. (consultado 11 Mayo 2022).
- Barrera, O.T.P., Sagarnaga, L.M.V., Salas, J.M.G., Leos, J.A.R., y Santos, R.L. (2018). Viabilidad económica y financiera de la ganadería caprina extensiva en San Luis Potosí, México. *Mundo Agrar*, 19(40).
- Beltran-Barriga P., Corrêa-de Lima, R., Brugnara-Soares, A., Simioni-Assmann, T., Canaza-Cayo, W. (2020). Intensidad de pastoreo y fertilización nitrogenada sobre la altura de *Lolium multiflorum* lam. en un sistema de integración agricultura-ganadería. *Revista Agronomía Costarricense* 44(2): 127-137.
- Bernal, J. (2003). Manual de nutrición y fertilización de pastos. International Plant Nutrition Institute (IPNI), Quito Ecuador. [https://www.academia.edu/6676325/manual\\_de\\_nutricion\\_y\\_fertilizacion\\_de\\_pastos](https://www.academia.edu/6676325/manual_de_nutricion_y_fertilizacion_de_pastos). (consultado 05 Noviembre 2021).

- Botero, L., Julián, M., Gómez, C., Arnulfo, L., Botero L. y Mónica, A. (2019). Rendimiento, parámetros agronómicos y calidad nutricional de la *Tithonia diversifolia* con base en diferentes niveles de fertilización. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 10(3), 789-800. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v10i3.4667>
- Carrillo, J.M., Castro, A., y Urbina, A. (2014). La ganadería en el contexto agroalimentario, la generación de empleo y los retos del cambio climático: Hacia una nueva política de sostenibilidad competitiva. *Ministerio Agricultura y Ganadería*. 77. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/E16-10813.pdf>. (consultado 05 mayo 2022).
- Castaldo, A. (2003). Caracterización de los sistemas de producción bovina (invernada) en el Nordeste de la provincia de La Pampa (Argentina). *Modelos de gestión*. [http://www.uco.es/organiza/departamentos/prodanimal/economia/aula/img/pictorex/02\\_17\\_18\\_ariel.pdf](http://www.uco.es/organiza/departamentos/prodanimal/economia/aula/img/pictorex/02_17_18_ariel.pdf). (consultado 25 mayo 2022).
- Castellanos-Ruelas, A., J. Rosado-Rubio, L. Chel-Guerrero, y D. Betancur-Ancona. (2006). Using zilpaterol in an intensive feeding system forsteers in Yucatán, México. 56-59.
- Corporación de Fomento Ganadero. (2018). Estudio de costos en ganadería ii semestre 2018. <https://www.corfoga.org/download/estudio-de-costos-en-ganaderia-ii-semester-2018>. (consultado 18 mayo 2022).
- Coronel J., Martinez B., Robledo N., y Villalba P. (2017). Evaluación económica del engorde intensivo de bovinos en un establecimiento ganadero del distrito de Tacuati, Departamento de San Pedro, República del Paraguay. *Compendio de Ciencias Veterinarias*, 7(2). <https://doi.org/10.18004/compend.cienc.vet.2017.07.02.28-33>
- Estrada, S. (2010). Manejo productivo de un sistema intensivo de engorde bovino “feedlot” en la Hacienda Meyer Ranch (Dakota del Norte, Estados Unidos): 210. [https://www.academia.edu/28291048/Manejo\\_productivo\\_feedlot\\_Estados\\_Unidos](https://www.academia.edu/28291048/Manejo_productivo_feedlot_Estados_Unidos). (consultado 25 mayo 2022).

- Fernández Mayer, A. (2014). Transformación de subproductos y residuos de agroindustria de cultivos templados, subtropicales y tropicales en carne y leche bovina. [https://www.produccion-animal.com.ar/tablas\\_composicion\\_alimentos/120-Transformacion\\_de\\_subproductos.pdf](https://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/120-Transformacion_de_subproductos.pdf). (consultado 25 mayo 2022).
- Gándara, L., Borrajo, C., Fernández, J. y Mercedes, P. 2017. Efecto de la fertilización nitrogenada y la edad del rebrote sobre el valor nutritivo de *Brachiaria brizantha* cv. "Marandú". *Rev. FCA UNCUYO*. 49(1): 69-77. ISSN impreso 0370-4661. ISSN (en línea) 1853-8665
- Gonçalves, G., Vaz, R., Vaz, F., Mendonça, F., da Fontoura Júnior, J. (2017). Análise De Custos, Receitas E Ponto De Equilíbrio Dos Sistemas De Produção De Bezerros No Rio Grande Do Sul. *Ciência Animal. Brasileira*, 18, 1-17. doi: 10.1590/1089-6891v18e-46329.
- González P., J.M. (2016). Evaluación económica de una engorda de toretes en dos sistemas de alimentación. *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, 23(2), 154-162.
- Hernández Martínez, J., Rebollar, S., González Razo, F., Guzmán Soria, E., Albarrán Portillo B., y García Martínez A., (2011). La cadena productiva de ganado bovino en el sur del estado de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 29( ), 672-680.
- Hernandez, M. J., Rebollar R. A., Mongragón A. J., Guzmán S. E., y Rebollar R. S. (2016). Costos y competitividad en la producción de bovinos carne en corral en el sur del Estado de México. *Investigación y Ciencia*, 24(69), 13-20
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2018). Encuesta Continua de Empleo. <http://www.inec.go.cr/>. (consultado 17 Julio 2022).
- Instituto de Tecnología Agropecuario Argentina. (INTA). <https://www.contextoganadero.com/blog/el-engorde-corral-es-una-alternativa>. Última actualización 04/19/2022. Hora: 23:50 HRS COT.

- Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA). (2013). Diagnóstico de la Ganadería Bovina de Carne, Doble Propósito y Engorde para la identificación y selección de fincas en el proyecto. [http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/09/Diagnostico\\_de\\_la\\_Ganaderia\\_Bovina\\_de\\_Carne\\_Doble\\_Proposito\\_y\\_Engorde-min.pdf](http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/09/Diagnostico_de_la_Ganaderia_Bovina_de_Carne_Doble_Proposito_y_Engorde-min.pdf). (consultado 05 Mayo 2022).
- Koknaroglu, H., Loy, D.D., Wilson, D.E., Hoffman, M.P., y Lawrence, J.D. (2005). Factors Affecting Beef Cattle Performance and Profitability. *The Professional Animal Scientist*. 21(4): 286-296. doi: 10.15232/s1080-7446(15)31220-1.
- Lerdon, J., Bentjerodt, D., Carrillo, B. y Moreira, V. (2015). Análisis económico de 11 predios productores de leche y carne en la Región de Los Ríos, Chile. *Idesia (Arica)* 33(4): 89-104. doi: 10.4067/s0718-34292015000400012.
- Lopes, M.A., y Carvalho, F. M. (2002). Custo de produção e análise de rentabilidade de sistemas de produção de gado no Estado de Minas Gerais. *Boletín Agropecuario*, 47: 47. <http://livraria.editora.ufla.br/upload/boletim/tecnico/boletim-tecnico-47.pdf>. (consultado 05 Mayo 2022).
- López-Herrera, M., WingChing-Jones, R., y Rojas-Bourrillón A. (2014). Meta-análisis de los subproductos de piña (*Ananas comosus*) para la alimentación animal. *Agronomía Mesoamericana* 25(2):383-392.
- Machado, P., Valadares S., Valadares, R., Detmann, E., Paixão, M., Pina, D. (2008). Avaliação nutricional do capim-elefante (Cameroon) em diferentes idades de rebrotação. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37(6):1121-1128.
- Madrigal, M. (2013). Efecto del cruzamiento entre razas cebuínas sobre características productivas de ganado de engorde. Tesis (licenciatura en ingeniería agronómica con énfasis en zootecnia). Universidad de Costa Rica. Facultad de Ciencias Básicas. Escuela de Zootecnia. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/17004>. (consultado 05 Mayo 2022).

- Martínez, A. (2018). Tabla de composición bromatológica de forrajes utilizados para la alimentación de animales en Costa Rica. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/80376.2>. (consultado 18. Jun 2022).
- Mejía-Taborda, A.C., Medina-sierra, M., y Ochoa-Ochoa, R. (2014). Efecto de diferentes dosis de fertilizante compuesto en la calidad del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiov.). Scielo Analytics Pastos y Forrajes. ISSN 0864-0394. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942014000100004](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942014000100004). (consultado 22 Abril 2022).
- Mendoza Martínez, G., y Ricalde Velasco, R. (2016). Alimentación de ganado bovino con dietas altas en grano. Segunda edición web. <https://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/contenido/contenido/Libroelectronico/Bovinos.pdf>. (consultado 11. Jun 2022).
- Ministerio de Hacienda. (2021). Manual de Valores Base Unitarios por Tipología Constructiva. <https://www.hacienda.go.cr/docs/TipologiaConstructiva2021.pdf>. (consultado 08 Noviembre 2022).
- Morales, J., Cruz, A., Orozco, E., Brown, W., Vermandel T., Fink, G., Earnheart M., Jones, J., Williams R., Hobbs, D. (2018). Evaluación de la producción y la calidad de la carne en crías F1 Red Angus-Brahman y Charolais-Brahman. INTA. Costa Rica. 21 p
- Moreira, S.A., Thomé, K. M., Ferreira, P. da S., y Botelho Filho, F. B. (2010). Análise econômica da terminação de gado de corte em confinamento dentro da dinâmica de uma propriedade agrícola. 5: 132-152. <http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero3v5/gado%20de%20corte.pdf>. (consultado 05. Jun 2022).

- Moron Morón, L. M. (2009). Ventajas y desventajas de los sistemas de pastoreo y confinamiento en la producción de carne en raza cebú en el departamento del Cesar. Universidad de la Salle, Medicina Veterinaria. Bogotá. [https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina\\_veterinaria/304?utm\\_source=ciencia.lasalle.edu.co%2Fmedicina\\_veterinaria%2F304&utm\\_medium=PDF&utm\\_campaign=PDFCove](https://ciencia.lasalle.edu.co/medicina_veterinaria/304?utm_source=ciencia.lasalle.edu.co%2Fmedicina_veterinaria%2F304&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDFCove)rPages. (consultado 05. Jun 2022).
- Oliveira, C., Almeida, J.C. de C., Souza, M.A.F. de, y Macedo, M.A. da S. (2012). Production cost on beef cattle in the dynamic cost vision: The case of Fazenda Arural. *Custos e Agronegocio on line*, 8(3), 133-153.
- Oliveira, E.R. de, y Couto, V.R.M. (2018). Productive and Economic Viability of Raising Beef Cattle in the Savanna of the Brazilian State of Goiás. *Revista de Economía e Sociología Rural*. 56(3), 395-410.
- Pedroso, M., Lopes, M., Lopes, L., y De-Gregori, R. (2006). Análise de custos de produção agropastoril. *Anais Do Congresso Brasileiro De Custos - ABC*. <https://anaiscbc.emnuvens.com.br/anais/article/view/1719>. (consultado 18. Jun 2022).
- Pérez-Gutiérrez, E. (2017). Manual de Manejo: Sistemas intensivos sostenibles de ganadería de engorde. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en tecnología Agropecuario. San José de Costa Rica. 43 p. ISBN 978-9968-586-31-3. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/L02-10923.pdf>. (consultado 18. Jun 2022).
- Ramírez Espinoza, J., Rebollar, A., Rebollar-Rebollar, S., Jaramillo Puebla, B., González Razo, F. (2017). Estudio de viabilidad económica para una engorda de bovinos en corral en el sur del estado de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 41, 742-753.
- Ramírez E., Jesica., Rebollar, A., Rebollar, S., Jaramillo, B., y González, F. (2017). Estudio de viabilidad económica para una engorda de bovinos en corral en el sur del estado de México. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 41, 742-753.
- Raup, F.M., Fuganti, E.N. (2014). Cost management in the beef cattle industry: a comparison between the use of pastures and feedlots for cattle fattening. *Custos e*

Agronegocio,10(3), 282-316.  
[https://www.researchgate.net/publication/296763419\\_Cost\\_management\\_in\\_the\\_beef\\_cattle\\_industry\\_A\\_comparison\\_between\\_the\\_use\\_of\\_pastures\\_and\\_feedlots\\_for\\_cattle\\_fattening](https://www.researchgate.net/publication/296763419_Cost_management_in_the_beef_cattle_industry_A_comparison_between_the_use_of_pastures_and_feedlots_for_cattle_fattening). (consultado 12. Jun 2022).

Rebollar, S., Jaramillo, B., Rebollar, A., Ramírez, J., González, F. (2017). Estudio de viabilidad económica para una engorda de bovinos en corral en el sur del Estado de México. <http://hdl.handle.net/20.500.11799/68460>. (consultado 12. Jun 2022).

Rincón, A., Flórez, H., Ballesteros, H., León, L. (2018) "Efectos De La Fertilización En La Productividad De Una Pastura De Brachiaria Humidicola Cv. Llanero En El Piedemonte De Los Llanos Orientales De Colombia." *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* 6.3: 158-68.

Rodríguez-Zamora, J., Elizondo-Salazar J. (2012). Consumo, calidad nutricional y digestibilidad aparente de morera (*Morus alba*) y pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) en cabras. *Agronomía Costarricense* 36(1), 13-23. ISSN:0377-9424

Rojas, A., Campos, C. (2015). Hacia sistemas intensivos en la producción de carne bovina: pastoreo con suplementación, semiestabulación y estabulación. CINA – UCR. *Revista UTN* 74:14 – 21.

Santos, S. (2014). Sin fertilización no hay forraje y sin pasto no hay producción de leche. <https://www.contextoganadero.com/reportaje/sin-fertilizacion-no-hay-forraje-y-sin-pasto-no-hay-produccion-de-leche>. (consultado 25 Mayo 2022)

Silva, G.P., Contin, T.L.M., y Dos Santos, A.C.R. (2018). Custos de confinamiento de bovinos de corte no municipio de Colômbia, SP. *Rev. IPecege* 4(4): 7-15. doi: 10.22167/r.ipecege.2018.4.7.

Villalobos, L., Arce, J. y WingChing-Jones, R. (2013). Producción de biomasa y costos de producción de pastos estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*), kikuyo (*Kikuyuocloa*

clandestina) y ryegrass perenne (*Lolium perenne*) en lecherías de Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 37(2), 91-103. DOI: 10.15517/RAC.V37I2.12765.

WingChing-Jones, R. (2017). Productive and reproductive indexes of beef cow-calf operations in the southern region of Costa Rica. *UNED Research Journal*, 9(2). <https://doi.org/10.22458/urj.v9i2.1899>.