

UNIVERSIDAD NACIONAL
ESCUELA DE MEDICINA VETERINARIA
POSGRADO EN CIENCIAS VETERINARIAS TROPICALES



**CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA Y
SOSTENIBILIDAD DEL ENGORDE BOVINO MANEJADO EN PASTOREO,
SEMIESTABULADO Y ESTABULADO EN LA REGIÓN CENTRAL SUR DE
COSTA RICA**

William Sánchez Ledezma

Heredia, marzo del 2005

Tesis sometida a consideración del Tribunal Examinador del Posgrado Regional en
Ciencias Veterinarias Tropicales para optar al grado de Magíster Scientiae con énfasis en
Producción Animal Sostenible

**CARACTERIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA Y
SOSTENIBILIDAD DEL ENGORDE BOVINO MANEJADO EN PASTOREO,
SEMIESTABULADO Y ESTABULADO EN LA REGIÓN CENTRAL SUR DE
COSTA RICA**

William Sánchez Ledezma

Tesis sometida a consideración del Tribunal Examinador del Posgrado Regional en
Ciencias Veterinarias Tropicales para optar al grado de Magíster Scientiae con énfasis en
Producción Animal Sostenible

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

José Rodríguez Zelaya MSc
Presidente Consejo Central de Postgrado

Sandra Estrada König MSc
Directora PCVET

Olman Quirós Madrigal PhD
Tutor

Bernardo Vargas Leitón PhD
Asesor

Leonidas Villalobos Morales PhD
Asesor

William Sánchez Ledezma
Sustentante

ÍNDICE

CONTENIDO	página
RESUMEN GENERAL.....	vi
AGRADECIMIENTOS.....	viii
DEDICATORIA.....	ix
LISTA DE CUADROS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xi
LISTA DE ANEXOS.....	xii
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	xiv
CAPÍTULO I. Caracterización del engorde bovino en pastoreo, semiestabulado y estabulado en condiciones de ladera.....	1
RESUMEN.....	2
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. METODOLOGÍA.....	5
2.1 Ubicación.....	5
2.2 Población y tamaño de la muestra analizada.....	5
2.3 Caracterización de las tecnologías.....	6
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	8
3.1 Dispersión de las fincas.....	8
3.2 Caracterización de las tecnologías.....	11
a. Dimensión ecológica.....	11
b. Dimensión social.....	13
c. Dimensión técnica-productiva.....	15
d. Dimensión económica.....	20
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	23
4.1 Conclusiones.....	23
4.2 Recomendaciones.....	23
5. BIBLIOGRAFÍA.....	25

CAPÍTULO II. Evaluación de la sostenibilidad del engorde bovino en pastoreo, semiestabulado y estabulado en condiciones de ladera.....	27
RESUMEN.....	28
1. INTRODUCCIÓN.....	30
2. METODOLOGÍA.....	32
2.1 Ubicación.....	32
2.2 Población y tamaño de la muestra analizada.....	32
2.3 Estimación de la sostenibilidad.....	32
a. Desarrollo de objetivos e indicadores.....	32
b. Estandarización de indicadores.....	33
c. Ponderación de indicadores, componentes e indicadores.....	33
d. agregación de indicadores, componentes e indicadores.....	34
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
3.1 Análisis agregado de sostenibilidad por componente.....	36
a. Dimensión ecológica.....	36
b. Dimensión social.....	37
c. Dimensión técnica- productiva.....	39
d. Dimensión económica.....	40
3.2 Análisis agregado de sostenibilidad por dimensión.....	42
3.3 Análisis integral de sostenibilidad por tecnología.....	43
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	45
4.1 Conclusiones.....	45
4.2 Recomendaciones.....	46
5 BIBLIOGRAFÍA.....	48
RESULTADOS Y DISCUSIÓN GENERAL.....	50
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES.....	52
BIBLIOGRAFÍA GENERAL.....	54
ANEXOS CAPITULO I.....	57
ANEXOS CAPITULO II.....	61

RESUMEN GENERAL

Se desarrolló un estudio con el objetivo de caracterizar y evaluar sostenibilidad del engorde bovino en pastoreo, semiestabulado y estabulado en la Región Central Sur de Costa Rica entre marzo y junio del 2003. Se trabajó con una muestra estratificada por cantón y tecnología de manejo de 52 fincas con un error estándar de 0.02. La caracterización se realizó mediante un diagnóstico estático y un análisis de varianza, con las tecnologías como tratamientos y cinco indicadores ecológicos, socioeconómicos y económicos como variables claves. En los casos de significancia ($P \leq 0.05$), se realizó una comparación de medias (Duncan 5%). Para evaluar la sostenibilidad se elaboraron objetivos e indicadores claves en cada componente y dimensión. Cada indicador fue estandarizando (rendimiento relativo) y ponderando en una escala de 0 a 1 de acuerdo a su importancia dentro de cada componente. De igual forma se ponderaron los componentes dentro de cada dimensión y las dimensiones dentro de cada tecnología de manejo. Finalmente se determinó el índice agregado de sostenibilidad por componente y dimensión, y el índice integral de sostenibilidad para cada tecnología. Todas las tecnologías están conformadas por cinco componentes básicos; suelo, forraje, animal, recurso humano e infraestructura-equipo. En el pastoreo predominan las fincas con altas pendientes, las cuales destinan más área a ganadería y menos bosques y charrales que las tecnologías intensivas. No existe raza o cruce definido, sobresaliendo un animal híbrido con características de sangre cebuina y europea. En el pastoreo la alimentación se basa en pasto de piso, mientras que las tecnologías intensivas suplementan con Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), King grass (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*), pollinaza y melaza, y algunos estabulados con *Cratylia argentea* durante períodos cortos. Los requerimientos de mano de obra difirieron significativamente entre las tecnologías por animal ($P < 0.05$) y hectárea ($P < 0.05$), requiriendo en promedio las tecnologías intensivas el doble de mano de obra y 10 veces más jornales por animal y hectárea/año, respectivamente, que el pastoreo. Además, en los estabulados y semiestabulados el 95% de la mano de obra es familiar, mientras que en el pastoreo es el 67%, lo que significa que los estabulados y semiestabulados generan más empleo familiar que el pastoreo. En pastoreo la ganancia diaria fue 0.44 kg/animal y 0.2 t/ha/año de carne pie, rendimientos que en el mismo orden son duplicados y más de seis veces superados por las tecnologías

intensivas en casi cuatro meses menos. Dichos rendimientos presentaron diferencias significativas entre las tecnologías por animal ($P < 0.05$), hectárea ($P < 0.05$) y período de engorde ($P < 0.05$). La alimentación es el rubro de mayor importancia en los costos de producción, siendo la mano de obra responsable del 64 y 20% del costo de alimentación y total, respectivamente. El ingreso neto por animal mediante el pastoreo, semiestabulado y estabulado fue de ¢36274, ¢35407 y ¢31892 netos, respectivamente, valores que no mostraron diferencias significativas entre sí ($P > 0.05$), caso contrario al ingreso neto por hectárea/año, el cual sí difirió entre las tecnologías ($P < 0.05$), ya que mediante el semiestabulado y estabulado ingresan ¢57950 y ¢245545 más, respectivamente, que con el pastoreo. En el pastoreo el componente suelo fue el que más se alejó de la sostenibilidad, mientras que en las tecnologías intensivas su comportamiento fue favorable. En todas las dimensiones las tecnologías intensivas superaron en sostenibilidad al pastoreo, mientras que en lo ecológico y social los estabulados superaron a los semiestabulados, y en lo socioeconómico fue lo contrario. También se encontró que en las tres tecnologías la dimensión técnica es débil en todos los componentes, y que en lo económico existe poca diferencia entre las tecnologías, sin embargo, el sistema estabulado presentó mayor índice de sostenibilidad integral (0.64) que el semiestabulado (0.59) y el pastoreo (0.53). De acuerdo a las condiciones edafoclimáticas de la región y a los resultados obtenidos, es recomendable que el manejo en pastoreo incorpore tecnologías intensivas, y se realicen mejores técnicas en todas las tecnologías de manejo, con lo cual además de mitigar la degradación de los recursos naturales y generar empleo, se incrementan los ingresos netos por hectárea/año.

AGRADECIMIENTO

El autor desea dejar constancia de su sincera agradecimiento:

Al Doctor Olman Quirós, en calidad de tutor. Por su compromiso en la orientación y supervisión del trabajo, por su constante apoyo, colaboración y sugerencias.

Al Doctor Bernardo Vargas, en calidad de lector. Por su desinteresada y atenta disposición, guía y supervisión del trabajo, por sus valiosas sugerencias y enseñanzas.

Al Doctor Leonidas Villalobos, en calidad de lector. Por su particular interés, sugerencias, observaciones y comentarios, por su constante apoyo e incondicional disposición.

Al Master Carlos Hidalgo, por su desinteresada y atenta disposición, constante colaboración y apoyo.

Al Técnico Luis Mesén, por su desinteresada y atenta disposición, constante colaboración y apoyo.

Al Personal de la Dirección Central Sur del Ministerio de Agricultura y Ganadería, por su colaboración y constante apoyo.

Al Ministerio de Agricultura y Ganadería y al proyecto RESAP (Research Center for Sustainable Animal Production de la Universidad Nacional de Costa Rica / universidad Wageningen de Holanda), por su apoyo económico, sin el cual no hubiese sido posible incorporarme al plan de estudios.

Al Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria, por su apoyo y colaboración.

A los propietarios y personal de la actividad bovina de carne en la Región Central Sur de Costa Rica, por su incondicional paciencia y colaboración en la recopilación de información.

Al personal y docencia del Postgrado en Regional en Ciencias Veterinarias Tropicales de la Universidad Nacional, por su constante disposición, colaboración y enseñanzas.

DEDICATORIA

A Dios, creador de vida, quien hace posible las buenas acciones del ser humano.

A mis padres, Berta Ledezma y Jesús Sánchez; a quienes debo cuanto soy, cuyo ejemplo de vida me hacen ser cada día mejor.

A mis hijos, orgullo y estímulo de mi existencia. Con el anhelo de que lo aquí escrito contribuya a ofrecer un mundo mejor.

A mi esposa, Karol Villaplana; por su comprensión, motivación e incondicional apoyo.

A mis hermanos, por su constante y desinteresado apoyo.

A los productores agropecuarios; por su constante lucha y espíritu de superación. Por dar la satisfacción a miles de consumidores, de poder disfrutar parte de su esfuerzo. A ellos, con la esperanza de poder aportar un “poquito” a su persistente búsqueda de calidad de vida.

LISTA DE CUADROS

Página

Capítulo I

Cuadro 1. Población y tamaño de muestra analizada por cantón y tecnología de engorde bovino en la región Central Sur de Costa Rica.....	6
Cuadro 2. Indicadores evaluadas en cada dimensión y tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica.....	10
Cuadro 3. Uso de la tierra según tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica, hectáreas.....	11
Cuadro 4. Comportamiento de indicadores ecológicos según tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica.....	12
Cuadro 5. Comportamiento de indicadores social según tecnologías de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica.....	14
Cuadro 6. Consumo diario de materia seca por animal según tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica.....	17
Cuadro 7. Cantidad de animales, peso de inicio y final según tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica.....	18
Cuadro 8. Comportamiento de indicadores técnicos-productivos según tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica.....	19
Cuadro 9. Comportamiento de indicadores económicos según tecnologías de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica.....	20

LISTA DE FIGURAS

página

Capítulo I

- Figura 1.** Dispersión de las fincas en cada dimensión según tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica.....9
- Figura 2.** Participación en el costo de producción por rubro y tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica.....22

Capítulo II

- Figura 1.** Índice agregado de sostenibilidad por componente en la dimensión ecológica, según tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica.....36
- Figura 2.** Índice agregado de sostenibilidad por componente en la dimensión social, según tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica.....38
- Figura 3.** Índice agregado de sostenibilidad por componente en la dimensión técnica, según tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica.....39
- Figura 4.** Índice agregado de sostenibilidad por componente en la dimensión económica, según tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica.....41
- Figura 5.** Índice agregado de sostenibilidad por dimensión, según tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica.....42
- Figura 6.** Índice de sostenibilidad integral según tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica.....43

LISTA DE ANEXOS

página

Capítulo I

Anexo 1. Diagnóstico estático en ganadería bovina de carne en la Región Central Sur de Costa Rica.....	57
Anexo 2. Costo de producción por hectárea y animal según rubro y tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica.....	60

Capítulo II

Anexo 1. Objetivos e indicadores ecológicos para estimar la sostenibilidad del engorde bovino en pastoreo, semiestabulado y estabulado en la Región Central Sur de Costa Rica.....	61
Anexo 2. Objetivos e indicadores sociales para estimar la sostenibilidad del engorde bovino en pastoreo, semiestabulado y estabulado en la Región Central Sur de Costa Rica.....	62
Anexo 3. Objetivos e indicadores técnicos-productivos para estimar la sostenibilidad del engorde bovino en pastoreo, semiestabulado y estabulado en la Región Central Sur de Costa Rica.....	63
Anexo 4. Objetivos e indicadores económicos para estimar la sostenibilidad del engorde bovino en pastoreo, semiestabulado y estabulado en la Región Central Sur de Costa Rica.....	64
Anexo 5. Valor actual (Va), óptimo (Vo), sub óptimo (Vso) y rendimiento relativo (RR) por indicador ecológico, según tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica.....	65
Anexo 6. Valor actual (Va), óptimo (Vo), sub óptimo (Vso) y rendimiento relativo (RR) por indicador social, según tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica.....	66
Anexo 7. Valor actual (Va), óptimo (Vo), sub óptimo (Vso) y rendimiento relativo (RR) por indicador técnico-productivo, según tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa.....	66

Anexo 8. Valor actual (Va), óptimo (Vo), sub óptimo (Vso) y rendimiento relativo (RR) por indicador económico, según tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica.....	67
Anexo 9. Ranqueo completo por dimensión, según su importancia en cada tecnología de engorde y criterio del grupo multidisciplinario evaluador.....	68
Anexo 10. Ranqueo completo por componente, según su importancia en cada dimensión y criterio del grupo multidisciplinario evaluador.....	69
Anexo 11. Ranqueo completo para indicador ecológico, según su importancia en cada tecnología de engorde y criterio del grupo multidisciplinario evaluador.....	70
Anexo 12. Ranqueo completo para indicador social, según su importancia en cada tecnología de engorde y criterio del grupo multidisciplinario evaluador.....	71
Anexo 13. Ranqueo completo para indicador técnico-productivo, según su importancia en cada tecnología de engorde y criterio del grupo multidisciplinario evaluador.....	72
Anexo 14. Ranqueo completo para indicador económico, según su importancia en cada tecnología de engorde y criterio del grupo multidisciplinario evaluador.....	73
Anexo 15. Índice agregado de sostenibilidad (IAS) por componente, dimensión y tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica.....	74

INTRODUCCIÓN GENERAL

La Ganadería bovina de carne en Costa Rica

La ganadería bovina de carne ha tenido gran importancia en el desarrollo socioeconómico de Costa Rica. En un principio debido a la expansión de las actividades agrícolas, explotación de la madera o conquistar territorio, muchos bosques fueron derribados promoviendo el crecimiento de pasturas nativas o introducidas, lo que aunado a las falta de vías de comunicación, convirtieron el sistema extensivo de producción de carne bovina en una alternativa para las regiones en desarrollo (Montenegro y Abarca, 1998). Dicha actividad involucra alrededor del 60% del hato nacional, y ocupa la mayor extensión de terreno entre todas las actividades agropecuarias del país (Montenegro y Abarca, 2001). Según los autores, la ganadería de carne además de generar divisas al país, contribuye a la alimentación de la población, proporciona empleo y materia prima al sector industrial.

A pesar de los beneficios socioeconómicos que aporta la ganadería de carne, es muy común encontrar en la literatura ambientalista los impactos negativos de la misma. Según la FAO-MAG (1996), la ganadería en pastoreo es culpable de la degradación del suelo, ya que el constante tránsito de los animales produce compactación, erosión, contaminan de afluentes de agua e incremento de infestación con malezas. Amézquita y Pinzón (1991) han encontrado en sus ensayos de pastoreo que el aumento en la erosión y densidad aparente, así como la reducción de la porosidad, penetración de raíces e infiltración de agua, son los principales efectos negativos de dicha actividad sobre el suelo, sin embargo, Müller *et al* (1998) encontraron que las áreas agrícolas presentan mayores índices de erosión que las cubiertas por pasto.

Enfoque de sistemas

Un sistema es un arreglo de componentes físicos, un conjunto o colección de cosas unidas o relacionadas de tal manera que forman y actúan como un todo. Dichos componentes están estructurados de tal forma, que sus interacciones permiten que el sistema funcione como una única unidad (Hart 1985). Bajo esta perspectiva la unidad productiva bovina de carne es un sistema, en el cual los componentes suelo, forraje, animal, recurso humano e infraestructura-equipo interactúan entre sí, con las entradas naturales y externas para producir el producto final. Según Von Bertalaffy 1977, dicho sistema productivo debe ser

analizado mediante el enfoque de sistemas, el cual permite estudiar todas las partes del fenómeno como un todo, mediante un trato multidisciplinario.

Según el MAG-IICA (1991), para poder analizar la unidad productiva mediante el enfoque de sistemas, es necesario caracterizar su estructura y funcionamiento. Por tal razón, para efecto del estudio entenderemos por “*caracterización*”, el proceso mediante el cual es posible conocer las dimensiones y principales componentes, entradas y salidas que intervienen en la unidad productiva bovina de carne.

Desarrollo sostenible

El constante crecimiento de la tasa poblacional, y con ello el aumento de las necesidades en América Latina y el Caribe, han obligado a las naciones a sobre explotar los recursos naturales (Quintero 1992). Según Segura (1992), ésta situación ha favorecido la degradación del ambiente, y finalmente el constante aumento de la pobreza, tema que en la última década ocupa los primeros lugares en la agenda de las Naciones Unidas (Hünemeyer *et al*, 1997), y forma parte de las nuevas políticas, leyes, lineamientos de investigación y proyectos en los países en vías de desarrollo (Müller 1996).

Existe un gran número de definiciones para el concepto de sostenibilidad, las cuales reflejan la percepción, disciplina e interés de su autor, organización e institución. Una de las más aceptada es la elaborada por WCED (1987), la cual la define “como la capacidad que tienen los sistemas agropecuarios de satisfacer las necesidades de las presentes generaciones sin comprometer la satisfacción de las futuras generaciones”, definición que según Müller (1996), contempla los cambios de consumo a través del tiempo, pero no da respuesta a lo que tiene que ser sostenido. Además, considera que hoy en día es prioridad desarrollar metodologías que permitan medir y evaluar la sostenibilidad, ya que de no ser así, no es posible saber si se está progresando en sostenibilidad, ni se conocerían los principales problemas necesarios de corregir.

Ammour y Reyes (2000), consideran que los esfuerzos por evaluar la sostenibilidad deben ser dirigidos hacia los sistemas de producción, ya que es en la unidad familiar dónde finalmente se toman las decisiones de ¿qué producir?, ¿cuándo producir?, ¿qué conservar? y ¿cómo hacerlo dentro de su sistema?

Una metodología que se propone para medir y evaluar la sostenibilidad de un sistema de producción es mediante indicadores, donde el indicador es un número o cualidad que revela el estado actual de un proceso, actividad o fenómeno en relación con un óptimo preestablecido (Müller 1996). Una de las grandes ventajas de los indicadores de sostenibilidad, es que se trabaja en forma integrada aspectos técnicos, ecológicos y socioeconómicos del sistema productivo.

La Región Central Sur de Costa Rica se caracteriza por presentar topografía pronunciada, alta precipitación, sequía prolongada y baja fertilidad de los suelos, sin embargo, predomina la ganadería bovina bajo pastoreo. Ante dicha situación, en los últimos diez años algunos ganaderos de la región, conscientes de la vulnerabilidad ecológica de la zona, y en búsqueda de incrementar la producción e ingresos de su actividad, han incorporado a su manejo extensivo la tecnología semiestabulado o estabulado. Actualmente las tres tecnologías de manejo se practican en la región, sin embargo, no existe información actualizada que caracterice e indique la eficiencia y sostenibilidad ecológica, técnica y socioeconómica de estas tecnologías. Por tal razón, y considerando la importancia de la actividad ganadera de carne en la región y el país, la vulnerabilidad ecológica de la zona y la necesidad de disponer hoy en día de información que indique la eficiencia y sostenibilidad integral de la actividad, se realizó la presente investigación con el objetivo de caracterizar, analizar y comparar la eficiencia y sostenibilidad ecológica, técnica-productiva y socioeconómica del engorde bovino manejado en pastoreo, semiestabulado y estabulado en la región Central Sur de Costa Rica.

CAPÍTULO 1

CARACTERIZACIÓN DEL ENGORDE BOVINO MANEJADO EN PASTOREO, SEMIESTABULADO Y ESTABULADO EN CONDICIONES DE LADERA

CARACTERIZACIÓN DEL ENGORDE BOVINO MANEJADO EN PASTOREO, SEMIESTABULADO Y ESTABULADO EN CONDICIONES DE LADERA

Palabras claves: Caracterización, pastoreo, semiestabulado, estabulado, bovino de carne.

RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar y analizar la eficiencia ecológica, socioeconómica y técnica-productiva del engorde bovino manejado en pastoreo, semiestabulado y estabulado en condiciones de ladera, se desarrolló un estudio en la Región Central Sur de Costa Rica entre marzo y junio del 2003. Se trabajó con una muestra probabilística estratificada por cantón y tecnología de manejo de 52, fincas con un error estándar de 0.02, y mediante un análisis discriminante canónico con 65 indicadores claves. Se seleccionaron los 20 más influyentes en caracterizar la eficiencia en cada tecnología, los cuales se sometieron a un análisis de varianza con las tres tecnologías de manejo como tratamientos y los indicadores claves como variables. En los casos de significancia ($P \leq 0.05$), se realizó una comparación de medias (Duncan 5%). Las fincas en pastoreo presentan alta pendiente, sin embargo, destinan más área a ganadería y menos a bosques y charrales que las tecnologías intensivas. No existe raza o cruce definido, sino un animal híbrido con características de sangre cebuina y europea. La alimentación en pastoreo se basa en pasto de piso, mientras que en los semiestabulados se suplementa el pastoreo con Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), King Grass (*Pennisetum purpureum x pennisetu typhoides*), pollinaza y melaza, alimentos que también utilizan los estabulados sin ninguna base de pastoreo. En la dimensión ecológica, los estabulados dedican más área a bosque y pasturas mejoradas que las otras tecnologías. Además, el pastoreo aplica al ambiente en promedio 75 litros más de herbicida que las tecnologías intensivas.

El requerimiento de la mano de obra difiere significativamente entre las tecnologías ($P < 0.05$), donde el pastoreo utiliza 5.5 jornales por animal y hectárea/año, valor que se duplica por animal y es 10 veces superior por ha/año en las tecnologías intensivas. Además, en pastoreo el 67% de mano de obra es familiar, mientras que las tecnologías intensivas es el 95%. La producción por animal, hectárea y período de engorde difiere significativamente entre las tecnologías ($P < 0.05$). Con ganancias diarias de 0.9 kg/animal y 1.2 t/ha/año de carne en pie, las tecnologías intensivas producen en el mismo orden dos y seis veces más que el pastoreo. La alimentación es el rubro de mayor importancia en los costos de producción, siendo la mano de obra responsable del 64 y 20% del costo de alimentación y total, respectivamente. Mediante el pastoreo y manejo intensivo ingresan en promedio ₡36274 y ₡33650 netos por animal, respectivamente, valores que no mostraron diferencias significativas entre sí ($P > 0.05$). El ingreso neto por hectárea/año si difirió entre las tecnologías ($P < 0.05$), ya que mediante el semiestabulado y estabulado ingresan ₡57950 y ₡245545 más, respectivamente, que por medio del pastoreo. De acuerdo a las condiciones

edafoclimáticas de la región y a los resultados obtenidos, es recomendable que el manejo en pastoreo incorpore tecnologías de manejo intensivo, las cuales además de reducir el área expuesta a una eventual degradación de los recursos naturales, generan empleo e incrementan los ingresos netos por hectárea/año.

1. INTRODUCCIÓN

En la Región Central Sur de Costa Rica predominan las fincas pequeñas y pasturas nativas de bajo rendimiento y calidad, lo que aunado las altas pendientes, baja fertilidad del suelo y sequías prolongadas, limita y hace deficiente la ganadería bovina en pastoreo, degradando día con día los recursos naturales. Según la metodología de capacidad de uso de la tierra en Costa Rica (MAGMIRENEN 1995), la mayor parte de las tierras en la región no se deberían dedicar a dicha actividad, sin embargo, el pastoreo extensivo en ladera siempre ha predominado en la zona, ya sea por la situación socioeconómica de las familias, por tradición, facilidad de manejo o afinidad con la actividad.

En la última década, algunos productores de la región, conscientes de las adversidades de la zona para el desarrollo de la ganadería bovina en pastoreo, y en búsqueda de aumentar los ingresos familiares, han incorporado a su sistema de producción el manejo semiestabulado o estabulado (tecnologías intensivas). Entendiéndose como “*semiestabulado*” cuando los animales además de pastorear parte del día reciben suplementación adicional, y por “*estabulado*” cuando los animales no pastorean, recibiendo toda la alimentación en canoas con instalaciones en espacio reducido.

Independientemente de la tecnología de manejo, todo sistema agropecuario se desarrolla sobre cuatro dimensiones básicas interactuando entre sí: la ecológica, social, técnica-productiva y económica. En la ecológica la actividad utiliza y se desarrolla sobre una serie de recursos naturales, en la socioeconómica hay presencia directa e indirecta de personas que buscan obtener el mayor beneficio económico y social, y en la técnica-productiva se implementan tecnologías en búsqueda de obtener el adecuado beneficio socioeconómico y uso de recursos naturales. Por tal razón, la eficiencia integral de cada sistema productivo dependerá de la eficiencia individual de cada dimensión, la cual está influenciada por el manejo de los componentes, recursos y entradas que intervienen en el proceso productivo.

Actualmente las tres tecnologías de manejo se practican en la región, sin embargo, no existe información actualizada que caracterice e indique las variables que más afectan la eficiencia de dichas tecnologías. Por tal razón y considerando la importancia de la ganadería bovina de carne, la vulnerabilidad ecológica de la zona y la necesidad de disponer hoy en día de información que indique la eficiencia integral de la actividad, se realizó la presente investigación con el objetivo de caracterizar, identificar y analizar las variables que más afectan la eficiencia ecológica, técnica y socioeconómica de la ganadería bovina de carne manejada en pastoreo, semiestabulado y estabulado en la región Central Sur de Costa Rica.

2. METODOLOGÍA

2.1 Ubicación

El trabajo se realizó en la Región Central de Costa Rica, específicamente en los cantones de Acosta, Mora, Puriscal y Turrubares de la provincia de San José, entre los meses de marzo y junio del 2003. La región se ubica entre los 200 y 900 msnm, donde la precipitación y temperatura promedio anual son 2367 mm y 25.5 °C, respectivamente (Instituto Meteorológico Nacional 1995). Las lluvias se concentran entre los meses de junio y diciembre, y predominan las zonas de vida bosque húmedo Tropical y muy húmedo Tropical, con transiciones a premontano (Joseph 1969). En cuanto a suelos sobresalen los Alfisoles y Ultisoles con buenas condiciones físicas, sin embargo, si se manejan inadecuadamente (sobrepastoreo), las características físicas se deterioran irreversiblemente. Además son suelos de baja fertilidad y en general con alto porcentaje de acidez (Bertsch 1995).

2.2 Población y tamaño de la muestra analizada

En la Región Central Sur de Costa Rica, el 90% de las fincas y población bovina se concentran en los cantones de Acosta, Mora, Puriscal y Turrubares (Programa Nacional para Erradicar el Gusano Barrenador 2000, MAG 2003). La población analizada comprende 495 fincas dedicadas a la ganadería bovina de engorde en pastoreo, semiestabulado y estabulado en dichos cantones durante el año 2003. Se utilizó como unidad de análisis las fincas que disponían de un hato y área igual o superior a tres cabezas y a una hectárea de terreno, respectivamente.

Se trabajó con una muestra probabilística estratificada (Hernández *et al*, 2000) por cantón y tecnología de manejo, asumiendo un nivel de confianza de 98% y un error estándar de 0.02, determinando el tamaño de la muestra mediante las siguientes fórmulas:

$$n' = S^2/V^2 \quad \text{donde;} \quad n' = \text{tamaño de la muestra sin ajustar (49)}$$

$$S^2 = p(1-p) \quad S^2 = \text{varianza de la muestra}$$

$$V^2 = (Se)^2 \quad V^2 = \text{varianza de la población}$$

$$p = \text{nivel de confianza (0.98)}$$

$$Se = \text{error estándar propuesto (0.02)}$$

Al conocer la dimensión de la población analizada, el tamaño de la muestra se ajustó mediante la siguiente fórmula:

$$n = n' / 1 + (n' / N) \quad \text{donde;} \quad n = \text{tamaño de la muestra ajustada (45)}$$

$$n' = \text{tamaño de la muestra sin ajustar (49)}$$

$$N = \text{tamaño de la población (495)}$$

Posteriormente se obtuvo el tamaño de la muestra (cuadro 1) por cantón y tecnología de manejo mediante las siguientes fórmulas:

$$\mathbf{Tme} = (Fde/Ftd) n$$

donde; \mathbf{Tme} = tamaño de la muestra por estrato
 Fde = fincas disponibles por estrato
 Ftd = fincas totales disponibles
 n = tamaño de la muestra

El tamaño de la muestra obtenido fue de 45 fincas, sin embargo, con el fin de aumentar la confiabilidad de los datos obtenidos dicha muestra se incrementó en un 15%, de tal forma que en total se analizaron 52 fincas.

Cuadro 1. Población y tamaño de la muestra analizada por cantón y tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica

Cantón	Tecnología de manejo							
	Pastoreo		Semiestabulado		Estabulado		Total	
	población	muestra	población	muestra	población	muestra	población	Muestra
Acosta	102	9	28	3	33	3	163	15
Mora	46	4	22	2	17	2	85	8
Puriscal	138	12	28	2	22	3	188	17
Turrubares	39	3	20	2	0	0	59	5
Total	325	28	98	9	72	8	495	45

Fuente: Población bovina; Programa Gusano Barrenador 2000, MAG 2003, ASOPROAA 2003 y UPAP 2003.

2.3 Caracterización de las tecnologías

Los sistemas de producción fueron agrupados de acuerdo a las tecnologías de manejo en: pastoreo, semiestabulado y estabulado. Posteriormente se elaboró y aplicó un diagnóstico estático (anexo 1) a la muestra de 52 fincas previamente seleccionadas al azar de acuerdo a la población por cantón y tecnología de manejo.

La caracterización se realizó mediante un análisis descriptivo y de varianza en cada dimensión, para lo cual se utilizó un diseño de bloques completos al azar, donde las tecnologías de manejo fueron los tratamientos y las variables analizadas los cinco indicadores ecológicos, sociales, técnicos-productivos y económicos que más aporte dieron a las diferencias entre las tecnologías. Para

seleccionar los indicadores o variables analizadas, se realizó un análisis multivariado discriminante para cada dimensión (Johnson 2000). Mediante este análisis se generaron funciones discriminantes canónicas que son combinaciones lineales de 16 indicadores disponibles en cada dimensión, de los cuales se seleccionaron los cinco indicadores que tuvieron una mayor contribución relativa, en valores estandarizados, dentro del primer eje canónico de la función discriminante.

Una vez seleccionados las variables se realizó el análisis de varianza, y en los casos que la fuente de variación resultó significativa ($P \leq 0.05$), se aplicó la prueba de Duncan (5%) para la comparación de medias. El estudio se describe con el siguiente modelo matemático:

$$Y_i: \mu_i + Tm_i + E_i$$

donde; Y_i : Variable ecológica, social, técnica-productiva o económica

μ_j : Media general

Tm_i : Tecnología de manejo

E_i : Error

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La ganadería bovina de carne en la Región Central Sur de Costa Rica se caracteriza por ser manejada mediante tres diferentes tecnologías: en pastoreo, semiestabulado y estabulado completo. En pastoreo los animales permanecen y se alimentan libremente de las pasturas, mientras que en semiestabulado además del pastoreo los animales reciben una suplementación adicional, mientras que en el estabulado no hay pastoreo, el cual es sustituido en su totalidad por alimentación en canoas.

En las tres tecnologías se identificaron cuatro dimensiones; la ecológica, social, técnica-productiva y económica, y cinco componentes básicos; suelo, forraje, animal, recurso humano e infraestructura-equipo, siendo algunos de ellos más relevantes en ciertas dimensiones.

3.1 Dispersión de las fincas

La figura 1 muestra la dispersión de las fincas con respecto a los dos primeros ejes canónicos de la función discriminante. Esta figura permite apreciar la eficiencia de la función discriminante para clasificar las fincas en un determinado grupo (tecnología) con base a los indicadores disponibles. El nivel de eficiencia está indicado por la cantidad de puntos de un mismo color que se ubica dentro de los círculos. Paralelamente, los errores de clasificación están dados por los puntos (fincas), que se ubican dentro de círculos no correspondientes.

Por ejemplo, la función discriminante para la dimensión ecológica (figura 1, gráfico a), presentó una eficiencia del 100%, ya que todas las fincas se ubican en la tecnología correspondiente. Los cinco indicadores más importantes en esta dimensión fueron la cobertura boscosa, pasturas mejoradas, prácticas de conservación y uso de herbicida, las cuales se presentan en el cuadro 2.

En el caso de la dimensión social (figura 1, gráfico b), la función discriminante determinó una eficiencia del 96.1%, debido a que existen dos fincas en pastoreo que deberían de formar parte del grupo de los semiestabulados (error del 5.7%). Además, existe una finca en pastoreo que se encuentra fuera del rango de predicción del 95%. Los cinco indicadores más importantes en las diferencias sociales entre las tecnologías fueron el requerimiento de mano de obra por animal y hectárea, uso de mano de obra familiar, capacitación y uso de herbicida (cuadro 2).

En cuanto al comportamiento técnico-productivo (figura 1, gráfico c), la función discriminante presentó una eficiencia del 94.2%, debido a que existen dos fincas en pastoreo que deberían formar parte de los semiestabulados (error del 5.7%), y una finca en semiestabulado que debería estar en pastoreo (error del 2.9%). Los cinco indicadores más importantes en esta tecnología fueron el período de engorde, carga animal, producción por animal y hectárea y porcentaje de forraje en la dieta (cuadro 2).

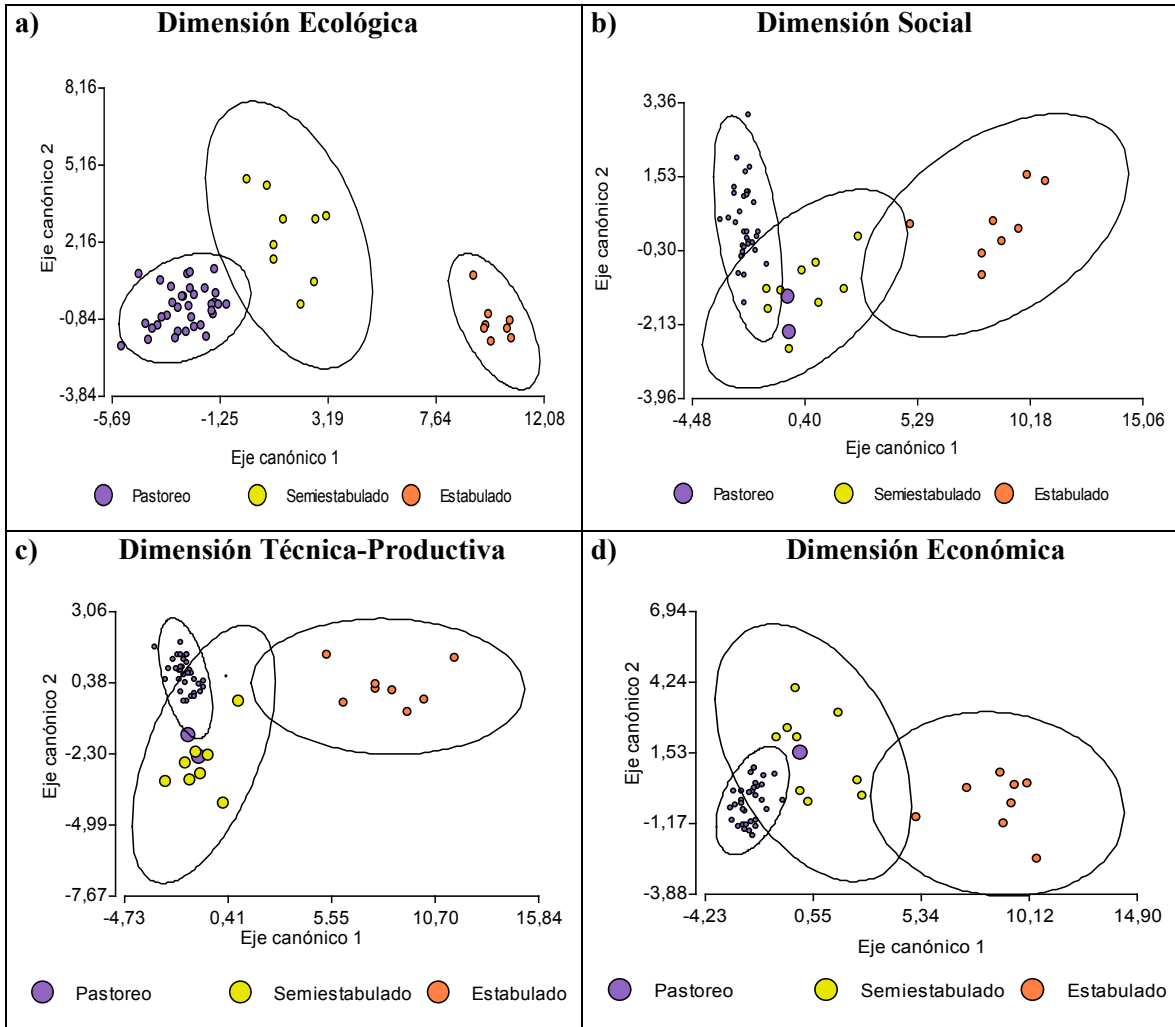


Figura 1. Dispersión de las fincas en cada dimensión según tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica

En la dimensión económica (figura 1, gráfico d), la función discriminante presentó una eficiencia del 98.1%, debido a que existe una finca en pastoreo que debería estar ubicada en el grupo de los semiestablados (error del 2.9%). Los cinco indicadores que mayor aporte hacen a la eficiencia económica entre las tecnologías de manejo son el costo total por hectárea, costo de mano de obra por hectárea y animal, costo en subproductos por animal, ingreso neto por animal y hectárea, las cuales se exponen en el cuadro 2.

Cuadro 2. Indicadores evaluadas en cada dimensión y tecnología de engorde bovino en la región Central Sur de Costa Rica

Dimensión	Variable	Unidad medida	Procedencia
Ecológica	Exposición al pastoreo	ha/animal	área en ganadería/número animales
	cobertura boscosa	%	(área total/área boscosa) * 100
	Pasturas mejoradas	%	(área pasturas/área mejorada)*100
	Prácticas de conservación	%	(curvas a nivel: 35 + pastoreo controlado: 35 + cercas vivas: 15 + cobertura adecuada: 15) = 100 %
	uso de herbicida	lt/ha/año	litros herbicida período/ha/período (años)
Sociales	Mono obra por hectárea	Jornales/año	Jornales período/ha/período (años)
	Mano obra por animal	Jornales/animal	Jornales período/número de animales
	Mano obra familiar	%	(Jornales totales/jornales familiares) * 100
	Uso de Ivermectina	ml/ton. De carne	ml Ivermectina total/toneladas de carne total
Técnica-productiva	período de engorde	Meses	Período de engorde en meses
	Carga animal	U.A/ha	(Peso inicio + peso final)/2 *(número de animales)/ 450 kg UA/has en ganadería
	ganancia de peso	Kg/día/animal	Ganancia peso animal período/período (días)
	producción por hectárea	Ton/ha/año	Toneladas de carne total/ha/período (años)
	Forraje en la dieta	%	(Kg materia seca total/kg materia seca de forraje)*100
Económica	Costo total de producción	¢/ha/año	Costo instalaciones + costo medicamentos + costo mano obra + costo en forraje + costo en equipo + costo insumos + costo electricidad
	Costo de mano de obra	¢/ha/año	Costo de jornales por hectárea año
	ingreso neto por animal	¢/animal	Costo total animal-ingreso bruto animal
	ingreso neto hectárea	¢/ha/año	Costo total hectárea-ingreso bruto hectárea
	ingreso neto tonelada de carne	¢/ton	Costo total tonelada-ingreso bruto tonelada

3.2 Caracterización de las tecnologías

a. Dimensión ecológica

En la dimensión ecológica los componentes más importantes son el suelo y forraje, ya que sin suelo no hay estructura física donde anclar la actividad, ni recursos naturales para el desarrollo de los forrajes, los cuales son indispensables en la alimentación y producción de los animales.

De la muestra seleccionada, el 59% de las fincas presenta topografía quebrada. La mayoría se manejan bajo pastoreo, sin prácticas de conservación de suelo y escasa reforestación.

El área dedicada al engorde de toretes es relativamente pequeña. A pesar de que existen fincas de hasta 400 hectáreas, en promedio cada productor dispone únicamente de 26 hectáreas para la actividad, donde el 71% de la muestra analizada no supera dicha área. Un detalle del uso de la tierra según tecnología de manejo se presenta en el cuadro siguiente.

Cuadro 3. Uso de la tierra promedio según tecnología de engorde bovino en la región Central Sur de Costa Rica, (has)

Actividad	Tecnología de manejo		
	Pastoreo n: 35	Semiestabulado N: 9	Estabulado n: 8
Cultivos	1.6	0.7	1.2
Bosque-charral	6.7	3.3	13.3
Cría	10.6	26.7	11.9
Engorde	35.6	9.4	2.4
Total	54.5	40.1	28.8

n: número de fincas

Según la muestra analizada, en promedio las fincas dedicadas al pastoreo son más grandes que las semiestabuladas, y éstas también más grandes que las estabuladas, destinando las primeras mucho más área al engorde y menos a otras actividades que las tecnologías intensivas. Lo anterior permite que las fincas con estabulados sean más diversificadas, ya que además de combinar el engorde con otras actividades agrícolas (60% de las fincas), tiene la mejor distribución del uso de la tierra. Se observa que a pesar de disponer únicamente de la mitad del área del pastoreo, se destina un porcentaje mayor a cultivos y cría, y el doble a bosques y charrales. El pastoreo y semiestabulado presentan una distribución del uso de la tierra porcentualmente semejante.

En la actualidad toda actividad que interactúa directa o indirectamente con el ambiente está obligada a velar por su impacto sobre el mismo. Existen muchos indicadores importantes y de impacto que podrían ser utilizados para determinar dicha eficiencia ecológica de un sistema

agrícola, sin embargo, de los 16 analizados mediante la función discriminante canónica, los cinco más importantes y que marcan mayor diferencias entre las tecnologías se presenta en cuadro 4.

Cuadro 4. Comportamiento de indicadores ecológicos según tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica

Indicador	Unidad Medida	Tecnología de manejo		
		Pastoreo	Semiestabulado	Estabulado
Exposición al pastoreo	has/animal	1.2 <i>c</i>	0.7 <i>b</i>	0.2 <i>a</i>
Cobertura boscosa	%	10.8 <i>b</i>	11.4 <i>b</i>	20.4 <i>a</i>
Pasturas mejoradas	%	61.8 <i>b</i>	66.8 <i>b</i>	100.0 <i>a</i>
Prácticas de conservación	%	21.0 <i>c</i>	44.0 <i>b</i>	80.0 <i>a</i>
Uso de herbicida	lt/ha/año	1.8 <i>b</i>	0.67 <i>ab</i>	0.38 <i>a</i>

Nota: Diferencias entre medias de tecnologías con letras distintas son estadísticamente significativas ($P < 0.05$)

El problema de erosión en la región se debe principalmente a tres causas: condiciones edafoclimáticas, topografía y uso inadecuado de la tierra. El clima es impredecible y la pendiente inevitable, pero el uso del suelo es manejable. Por esta razón, en ganadería bovina bajo pastoreo el impacto en el suelo se puede analizar desde dos puntos de vista; por la extensión de terreno expuesta a la degradación (has/animal

Es de esperar que entre más área no apta se exponga al constante pisoteo mayor será el impacto geográfico (extensión de terreno), y entre más animales se manejen por hectárea mayor será el impacto en sitio por unidad de área. El interés en el estudio es analizar el posible impacto geográfico a causa de la exposición de área al pastoreo (has/animal).

La exposición de la tierra al pastoreo (has/animal) presentó diferencia significancia entre las tecnologías de manejo ($P < 0.05$), destinando los estabulados menos área al tránsito de los animales que los semiestabulados, y estos también menos que el pastoreo. Si se considera el número de animales manejados por tecnología (cuadro 6), cada finca en pastoreo está exponiendo 31 y 22 hectáreas más al tránsito de los animales que los estabulados y semiestabulados, respectivamente, lo que representa que en la región existe mayor potencial de degradación de los recursos naturales mediante el pastoreo que con las tecnologías intensivas. Amézquita y Pinzón (1991) y Sadeghian *et al*, (1999), el aumento de la erosión y densidad aparente, así como la reducción de la porosidad,

penetración de raíces e infiltración de agua, son los principales efectos negativos del manejo en pastoreo sobre el suelo.

En cuanto a cobertura boscosa, se encontró diferencias significativas entre las tecnologías ($P < 0.05$), indicando la prueba de medias que las fincas con estabulados destinan 80% más de su área a bosques que el pastoreo y semiestabulados, los cuales a la vez dedican porcentajes semejantes del área de sus fincas a dicho fin. Considerando lo anterior, las fincas con estabulados tienen mayor potencial de contribuir a la conservación del ambiente por unidad de área que el pastoreo y semiestabulado, ya que disponen de mayor potencial para producir oxígeno y capturar dióxido de carbono, con lo cual se reduce el calentamiento de la tierra (Montenegro y Abarca 2001).

El porcentaje de pasturas mejoradas presentó diferencias significativas entre las tecnologías ($P < 0.05$), indicando la prueba de medias que los estabulados manejan mayor área con pasturas mejoradas que el pastoreo y semiestabulados, mientras que el pastoreo y semiestabulados no mostraron diferencias entre sí. Por otra parte, las prácticas de conservación del suelo también presentaron diferencias significativas entre las tecnologías de manejo ($P < 0.05$), indicando la prueba de medias que los estabulados realiza mejores prácticas de conservación que los semiestabulados y estos también más que el pastoreo. Considerando que las pasturas mejoradas proporcionan mejor cobertura vegetal que las nativas y que las buenas prácticas de conservación como curvas a nivel, pastoreo rotativo y cercas vivas, reducen la compactación, escorrentías y erosión, los sistemas intensivos presentan mayor potencial para conservar el recurso suelo que el pastoreo.

En cuanto al uso de herbicida por hectárea/año, se encontró diferencias significativas entre las tecnologías de manejo ($P < 0.05$), indicando la prueba de medias que el estabulado es el que aplica menos herbicida, el cual difiere del pastoreo pero no del semiestabulado. El pastoreo aplica 1.1 litros/ha/año más de herbicida que el semiestabulado, sin embargo, no difieren entre sí. Es importante mencionar, que si se considera el área dedicada a ganadería en cada tecnología (cuadro 2), mediante el pastoreo se dispersa al ambiente 58 y 63 litros más de herbicida por año que mediante las tecnologías semiestabulados y estabulados, respectivamente.

b. Dimensión social

En la dimensión social el recurso humano es el principal componente, ya que el proceso de cada tecnología es dirigido por personas que buscan un beneficio directo de la actividad. Además indirectamente se produce para satisfacer necesidades alimenticias de la sociedad. En la dimensión social la mano de obra es la principal entrada, la cual en todo el proceso interactúa con los demás componentes.

Toda actividad agropecuaria involucra dos grupos sociales; el que produce (interno) y quien consume (externo). A lo interno del sistema la eficiencia social esta determinada por varios factores, donde el adecuado aprovechamiento del insumo mano de obra es indispensable, y a lo externo, por la calidad del producto final que se ofrece al consumidor. Existen varios indicadores importantes y de impacto que podrían ser utilizados para determinar la eficiencia social del engorde bovino, sin embargo, de los 15 analizados mediante la función discriminante canónica, los cinco más importantes y que marcan diferencias entre las tecnologías se presenta en cuadro 5.

Cuadro 5. Comportamiento de indicadores sociales según tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica

Indicador	Unidad Medida	Tecnología de manejo		
		Pastoreo	Semiestabulado	Estabulado
Mano obra hectárea	Jornales/año ¹	5.1 <i>a</i>	23.8 <i>b</i>	87.1 <i>c</i>
Mano obra animal	Jornales ¹	5.9 <i>a</i>	10.3 <i>b</i>	11.2 <i>b</i>
Mano obra familiar	%	63.4 <i>b</i>	90.7 <i>a</i>	94.7 <i>a</i>
Capacitación	%	0.37 <i>b</i>	0.78 <i>a</i>	0.88 <i>a</i>
Uso de Ivermectina	ml/ton. Carne ²	188.2 <i>b</i>	119.2 <i>a</i>	101.7 <i>a</i>

Nota: Diferencias entre medias de tecnologías con letras distintas son estadísticamente significativas ($P < 0.05$)

¹ jornal de seis horas

² producida en pie

Como se observa en el cuadro 5, el uso de mano de obra por hectárea y animal presentó diferencias significativas entre las tecnologías ($P < 0.05$), indicando la prueba de Duncan que el pastoreo requiere menos mano de obra por hectárea y animal que las tecnologías intensivas, ya que en promedio las últimas tienen que invertir casi el doble de jornales por animal engordado y 50 jornales más por ha/año que el pastoreo. También los requerimientos del recurso humano por ha/año difieren entre las tecnologías intensivas, necesitando el estabulado invertir 63 jornales más que el semiestabulado. Es evidente que las diferencias entre las tecnologías en el uso de la mano de obra son más abultadas por ha/año, ya que cuando se analiza por animal se reducen significativamente, y no difiere entre las tecnologías intensivas.

Indiscutiblemente las tecnologías intensivas requieren mayor cantidad de mano de obra que el pastoreo, lo que se considera una fortaleza socioeconómica de los semiestabulados y estabulados en la región, debido a que generan empleo e ingresos a las familias y poblaciones comunales, reduciendo con ello el desempleo rural y migración a la zona urbana. Tal es así, que la participación de la mano de obra familiar presentó diferencias significativas entre las tecnologías ($P < 0.05$),

indicando la prueba de medias que las tecnologías intensivas utilizan alrededor de un 30% más de mano de obra familiar que el pastoreo.

La capacitación a productores también presentó diferencias significativas entre las tecnologías ($P < 0.05$), indicando la prueba de medias que en promedio el recurso humano de las fincas intensivas recibe casi el doble de capacitación en comparación al pastoreo. Lo que significa que si la capacitación es apropiada al entorno ecológico y socioeconómico de la zona, las fincas con tecnologías intensivas disponen de mayor potencial tecnológico para aumentar la eficiencia ecológica, productiva y económica que el pastoreo.

El uso de Ivermectina presentó diferencias significativas entre las tecnologías ($P < 0.05$), indicando la prueba de medias que el estabulado y semiestabulado no difieren entre sí, los cuales a la vez son más eficientes que el pastoreo. En promedio el pastoreo utiliza 77.5 ml más de Ivermectina por tonelada de carne producida en pie que las tecnologías intensivas, lo que significa que mediante el manejo semiestabulado y estabulado es posible ofrecer al consumidor un producto con menor contenido de Ivermectina que por medio del pastoreo.

c. Dimensión técnica-productiva

En la dimensión técnica-productiva los componentes animal, forraje e instalaciones-equipos son los más importantes, los cuales son indispensables y dependientes uno de otro para el éxito del proceso productivo, debido que es posible contar con buen forraje (alimentación) e instalaciones-equipos, pero si el potencial genético de los animales es inadecuado no hay buena producción. Por el contrario si el potencial genético es adecuado pero los forrajes no, el rendimiento también se verá afectado. Otro caso es cuando existe un buen potencial genético y alimentación, pero instalaciones inadecuadas, y en algunos casos de alto costo que afecta la rentabilidad de la actividad.

No existe una raza o cruce definido. En general predominan los animales híbridos con sangre cebuina y europea. Por el origen Cebú, sobresalen características físicas de las razas Brahman, Nelore e Indo-Brazil, mientras que por las razas europeas la Pardo Suizo, Simmental y Charolais.

Las instalaciones son de madera, y se identificaron tres tipos; totalmente techadas, parcialmente techadas y sin techar. En el manejo intensivo todas las instalaciones son techadas, mientras que en el pastoreo únicamente el 60%. En ambos casos la disponibilidad de área y comedero por animal superan los 4 m² y 60 centímetros, respectivamente, recomendados por CGUS (1995). Lo que significa que en la región existe subuso de instalaciones, situación que podría ser aprovechada en las fincas con manejo intensivo mediante el incremento del hato sin necesidad de invertir en instalaciones. En el caso del pastoreo existe disponibilidad de instalaciones, potencial que eventualmente podría ser aprovechado y facilitar la adopción de tecnologías de manejo intensivo.

Además, parte del equipo (picadora) se encuentra subutilizado, debido a que el equipo tiene capacidad para satisfacer hasta 35 toretes diarios, y en la región el promedio de las tecnologías intensivas no supera los 17 animales.

El Diamantes 1 (*Brachiaria brizantha*) es el pasto de piso predominante, presente en el 82% de las fincas. Durante la época lluviosa el 95% de los productores utiliza pastoreo rotativo, con cinco apartos manejados 15 y 60 días en ocupación y descanso, respectivamente. Pero en la época seca solamente el 67% de los ganaderos continúa con la misma técnica de pastoreo, mientras que el restante practica un pastoreo continuo (*abrir portillos*), dando completa libertad a los animales para transitar por cualquier sitio de la finca.

Es importante mencionar que los días de ocupación y descanso utilizados no son los recomendados en pasturas tropicales, debido a que después de ocho días de continuo pastoreo sobre una misma pastura se produce un efecto negativo en su crecimiento, producción y vida útil del forraje. Además, la calidad de dichas pasturas comienza a decaer después de los 35 días de crecimiento. Por tal razón, lo recomendable para las condiciones de la región es trabajar con máximos de siete y 42 días de ocupación y descanso, respectivamente.

Los forrajes de corte que predominan son la Caña de Azúcar (*Saccharum officinarum*), King Grass (*Pennisetum purpurium x Pennisetum typhoides*), y recientemente en menor escala el Camerúm (*Pennisetum purpureum*) y la Cratylia (*Cratylia argentea*). La Caña de azúcar es el principal forraje de corte en todas las tecnologías intensivas, donde el 65% de los productores la combinan con King Grass o Camerúm en la alimentación de los toretes. Solamente tres productores disponen de una pequeña área de Cratylia forrajera que utilizan en períodos cortos. La Caña de azúcar se cosecha cada año o entresacado las cañas sazonas cada cuatro meses, mientras que el King Grass y el Camerúm cada 65 días, sin embargo, existen productores que lo realizan a los 90 días de crecimiento, lo cual no es recomendado debido a la pérdida de calidad del forraje. Por otra parte, la Cratylia se cosecha cada 90 días a 60 cm de altura, donde en la actualidad existe un productor con experiencia en ensilado de Cratylia en trinchera, y recientemente en bolsas plásticas y sacos, con mejor resultado en la última técnica.

La mayoría de los productores no fertilizan los forrajes de piso, mientras que el 67% de las fincas intensivas fertilizan los forrajes de corte, de los cuales el 85% lo hacen con el estiércol seco producto de sus animales.

El estiércol se almacena cerca del corral en un sitio específico y a la intemperie durante todo el año sin ningún tipo de tratamiento. Es importante mencionar que éste manejo no es el adecuado, debido a que la alta precipitación y temperatura e inadecuado almacenamiento, favorecen los lixiviados y

posibles contaminaciones de afluentes de agua. Además, en muchos casos proliferan microorganismos que amenazan el ambiente, otras actividades agropecuarias y la salud pública.

La alimentación de los animales se basa en forrajes de piso y corte, subproductos (pollinaza y melaza), minerales y agua. En pastoreo lo básico de la dieta es el pasto de piso, sin embargo, en la época seca el 34% de los productores suministra pollinaza (cuadro 6).

Cuadro 6. Consumo de materia seca (kg/día) por animal de 350 kg peso vivo según tecnología de engorde en la Región Central Sur de Costa Rica

Alimento	Tecnología de manejo		
	Pastoreo	Semiestabulado	Estabulado
Pastoreo	Libre	Libre	0
Caña de Azúcar	0	4.1	4.8
King Grass	0	0.7	1.3
Pollinaza	1.3 ¹	1.8	2.7 ⁴
Melaza	0	0.2	0.15
Minerales	0.03 ²	0.06	0.07

^{1/} durante la época seca

^{2/} cloruro de sodio

^{3/} ocasionalmente sustituida por Cratylia

En el semiestabulado todos los productores utilizan Caña de azúcar, pero solo la mitad la combina con King grass, y el 67% con pollinaza y melaza. Los minerales son suministrados en todas las fincas, sin embargo, solamente el 63% utiliza mezcla y cantidad adecuada. En la tecnología existen dos formas de suplementar; con acceso al pastoreo e instalaciones simultáneamente, y suplementación durante la mañana y pastoreo el resto del tiempo. En la región predomina la primera modalidad, sin embargo, durante la época máxima precipitación, es recomendable reducir y controlar el pastoreo.

En los estabulados todos los productores utilizan Caña de azúcar y pollinaza, mientras que el 75% King Grass y melaza. Además, algunos productores (37%) ocasionalmente suministran Cratylia fresca o ensilada, sustituyendo el 55% de pollinaza en la dieta. Existen tres formas de alimentar; dos veces al día (mañana y tarde), una vez al día (tarde) y en forma constante. En la zona predomina (63) la suplementación mañana y tarde.

Es importante mencionar que los datos presentados en el cuadro anterior son promedios de la zona, por tal razón si queremos suministrar las cantidades de nutrientes necesarios y optimizar las ganancias de peso, es necesario aumentar los consumos de caña de azúcar y king grass en un 20%.

También es necesario aclarar que suministrar melaza y minerales mezclados no es recomendado, debido a que la buena palatabilidad de la melaza podría ocasionar un exceso en el consumo de minerales, lo que además de repercutir en los costos de producción, aumenta la probabilidad de problemas de salud en los animales.

Las fincas en pastoreo manejan más animales que las intensivas. En la muestra analizada, existen ganaderos que con solo pastoreo manejan hasta 125 toretes, mientras que en semiestabulado y estabulado el máximo es 35 y 19 animales, respectivamente. Las tres tecnologías inician y finalizan con pesos semejantes, sin embargo, el pastoreo y el estabulado presentan mayores desviaciones estándar que el semiestabulado en ambos indicadores (cuadro 7).

Cuadro 7. Cantidad de animales, peso de inicio y final según tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica

Indicador	Tecnología de manejo		
	Pastoreo n: 35	Semiestabulado n: 35	Estabulado n: 8
Cantidad animales	28.0 (25)	17.0 (9)	13.0 (5)
Peso inicio, kg	229.0 (59)	214.4 (46)	228.0 (75)
Peso final, kg	427.1 (64)	461.3 (31)	458.1 (63)

N: números de fincas () desviación estándar

Por otra parte, se observa que a pesar de que el pastoreo inicia con el mayor peso promedio, alcanzó el menor peso final, mientras que en el semiestabulado sucede lo contrario; inicia con menor peso y alcanza la mejor ganancia con menor desviación estándar, lo que significa que las ganancias de peso en los semiestabulados son más homogéneas que en el pastoreo.

Existen varios indicadores que podrían ser utilizados en caracterizar la eficiencia técnica-productiva de cada tecnología de manejo, sin embargo, de los 18 analizados mediante la función discriminante canónica, los cinco más importantes y que mayor aporte hacen a la diferencias entre las tecnologías se presentan en el cuadro 8.

Cuadro 8. Comportamiento de indicadores técnica-productiva según tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica

Indicador	Unidad medida	Tecnología de manejo		
		Pastoreo	Semiestabulado	Estabulado
Período de engorde	meses	15.8 <i>c</i>	11.1 <i>a</i>	7.50 <i>a</i>
Carga animal	UA/ha	0.7 <i>c</i>	2.0 <i>b</i>	6.9 <i>a</i>
Ganancia por animal	kg/día	0.44 <i>c</i>	0.79 <i>b</i>	1.01 <i>a</i>
Producción por hectárea	t/año	0.17 <i>c</i>	0.60 <i>b</i>	1.89 <i>a</i>
Forraje en la dieta	%	96.8 <i>a</i>	88.7 <i>b</i>	65.4 <i>c</i>

Nota: Diferencias entre medias de tecnologías con letras distintas son estadísticamente significativas ($P < 0.05$)

El período de engorde presentó diferencias significativa entre los tecnologías de manejo ($P < 0.05$), indicando la prueba de medias que el pastoreo tiene que invertir alrededor de 6.5 meses más que los intensivas para engordar un lote de toretes, lo que es casi equivalente a engordar dos lotes en estabulado por uno en pastoreo, o lote y medio en semiestabulado por lote en pastoreo, situación que repercute negativamente en el rendimiento, costo de producción, impacto ambiental, uso de medicamentos y rentabilidad de la actividad. También los semiestabulados tienen que invertir 2.5 mes más que el estabulado por lote de toretes, sin embargo, entre las tecnologías intensivas no existen diferencias significativas.

En cuanto a la carga animal, se encontró diferencias significativas entre las tecnologías ($P < 0.05$), indicando la prueba de que el estabulado difiere y supera al pastoreo y al semiestabulado en 6.2 y 4.9 UA/ha, respectivamente, al igual que el semiestabulado al pastoreo en 1.1 UA por hectárea.

La producción por animal y hectárea mostraron diferencias significativas entre las tecnologías ($P < 0.05$), indicando la prueba de medias que los estabulados alcanzaron los mayores rendimientos por animal/día (1 kg) y hectárea/año (1.9 t), producciones que en el mismo orden fueron dos y nueve veces inferiores en el pastoreo. También los estabulados producen 0.2 kg/animal/día y 1.2 t/ha/año más que los semiestabulados, los cuales a la vez produjeron dos veces más por animal y tres por hectárea con respecto al pastoreo.

A pesar que la tecnología en pastoreo es la menos productiva, el 35% de las fincas presenta ganancias diarias de peso por animal ente 0.5 y 0.8 kg, sin embargo, la baja carga animal (0.7 UA/ha) y el amplio período de engorde (15.8 meses), podrían estar afectando la producción por hectárea/año, la cual en ningún caso superó las 360 toneladas.

En los semiestabulados y estabulados existen pocas fincas deficientes en producciones por animal, carga animal y período de engorde, lo que repercuten positivamente en la producción por hectárea/año. En los semiestabulados se alcanzaron producciones máximas por animal y hectárea de 1.3 kg/día y 1.2 toneladas/año, respectivamente, mientras que en el mismo orden en los estabulados fueron de 1.5 kg/animal y 3.1 toneladas/año.

d. Dimensión económica

En lo económico sobresalen los componentes recurso humano, animal e infraestructura-equipos. En primera instancia se produce obtener un beneficio socioeconómico de la actividad, para lo cual es necesario invertir capital en mano de obra, compra de animales e instalaciones y equipos. En la dimensión económica la principal entrada e indispensable en el proceso productivo es el capital de trabajo, el cual interactúa con los componentes del sistema.

Es importante mencionar que el 88% de los ganaderos compra los toretes que engordan, principalmente en las subastas y Coopemontecillos. El precio de compra oscila entre ¢400 y ¢520 por kg de carne en pie. Por otra parte, el 41% de los productores vende los animales en sus propias fincas a carniceros y comerciantes, y el restante lo hace en Coopemontecillos o subastas. La mayoría de las ventas es en pie (58%) alrededor de ¢400 el kg, mientras que en canal el kg lo venden alrededor de ¢710.

En toda actividad agropecuaria la eficiencia económica es la que más interesa al productor, ya que de esta depende satisfacer la mayoría de sus necesidades, y por ende la continuidad de la actividad. Existen varios indicadores que permiten ser útiles en caracterizar la eficiencia económica en cada tecnología de engorde bovino, sin embargo, de los 16 analizados mediante la función discriminante canónica, los cinco más importantes y que mayor aporte hacen a las diferencias entre las tecnologías se presentan en el cuadro 9.

Cuadro 9. Comportamiento de indicadores económica según tecnología de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica

Indicar	Unidad medida	Tecnología de manejo		
		Pastoreo	Semiestabulado	Estabulado
Costo total	¢/ha/año	32760 <i>a</i>	138163 <i>b</i>	464201 <i>c</i>
Costo de mano obra	¢/ha/año	16856 <i>a</i>	77960 <i>b</i>	285834 <i>c</i>
Costo subproductos	¢/animal	6401 <i>a</i>	13324 <i>b</i>	12268 <i>b</i>
Ingreso neto animal	¢	36274 <i>a</i>	35407 <i>a</i>	31892 <i>a</i>
Ingreso neto hectárea	¢/año	29501 <i>c</i>	93220 <i>b</i>	275045 <i>a</i>

Nota: Diferencias entre medias de tecnologías con letras distintas son estadísticamente significativas ($P < 0.05$)
* carne producida en pie

El costo total de producción por hectárea/año mostró diferencias significativas entre las tecnologías ($P < 0.05$), indicando la prueba de medias que el pastoreo es el que invierte menos (¢ 32760), ya que cuando se incluye el costo correspondiente a compra de animales, los semiestabulados y estabulados, invierten tres y once veces más, respectivamente, que el pastoreo. También las tecnologías intensivas difieren entre sí, debido a que los estabulados tiene que invertir ¢ 326038 ha/año más que los semiestabulados.

Es importante mencionar que el costo de producción por animal no difiere tanto entre las tecnologías como por ha/año. A pesar de que el pastoreo es el que invierte menos por animal (¢134583/animal), únicamente se incrementa alrededor del 6% en las tecnologías intensivas.

El costo de la mano de obra por hectárea/año mostró diferencias significativas entre las tecnologías ($P < 0.05$), indicando la prueba de medias que el pastoreo es la tecnología que requiere menos gastos en dicho rubro (¢16856/ha/año), costo que aumenta cinco y 15 veces en el semiestabulado y estabulado, respectivamente.

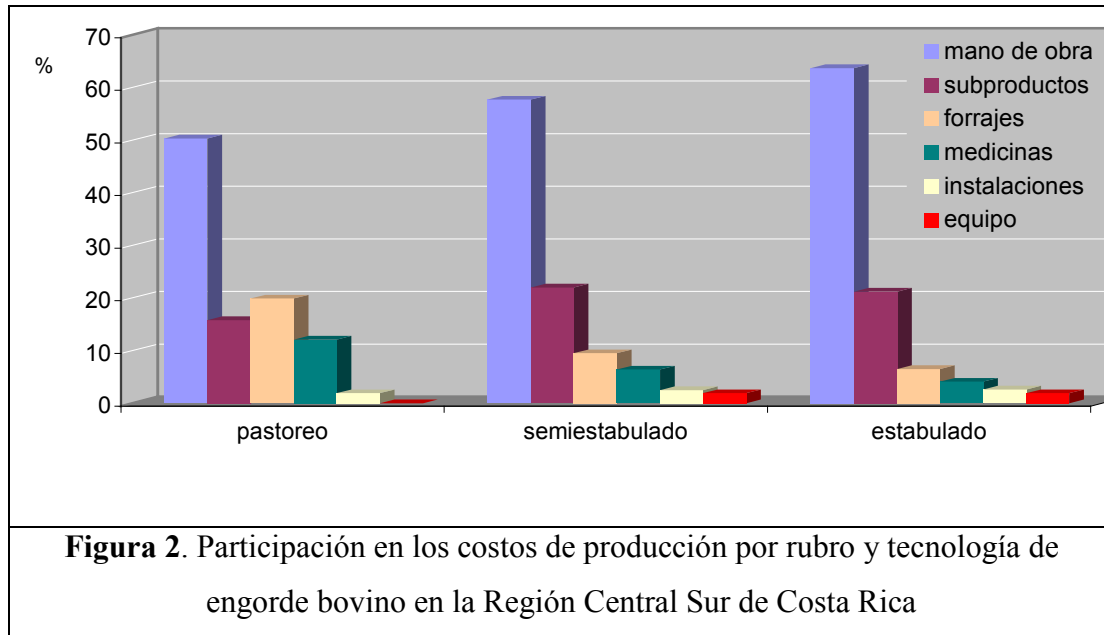
En cuanto al costo de subproductos por animal, se encontró diferencias significativas entre las tecnologías de manejo ($P < 0.05$), indicando la prueba de Duncan que el pastoreo es la tecnología que invierte menos (¢6401/animal), egreso que es duplicado en las tecnologías intensivas, las cuales a la vez no difieren entre sí.

El ingreso neto por animal (¢/animal/período) no presentó diferencias significativas entre las tecnologías ($P > 0.05$), debido a que en pastoreo ingresan únicamente ¢870 y ¢4380 más por animal/período que mediante el semiestabulado y estabulado, respectivamente, sin embargo, por medio de las tecnologías intensivas ingresan alrededor ¢15670 mas por animal/año (36.5%) que cuando el engorde es en pastoreo.

En cuanto al ingreso neto por hectárea/año se encontraron diferencias significativas entre las tecnologías ($P > 0.05$), indicando la prueba de medias que a pesar de que los estabulados tienen que invertir más por unidad de área, son los que generan mayor ingreso neto (¢275045 ha/año), seguidos por los semiestabulados (¢93220), siendo el pastoreo el de menor ingreso neto (¢29501 ha/año).

Mediante la tecnología en pastoreo, por cada tonelada de carne en pie producida ingresan alrededor de ¢50000 más que mediante las tecnologías intensivas, sin embargo, es necesario aclarar que dicha tecnología necesita disponer de aproximadamente 5.0 hectáreas más por año que las tecnologías intensivas para lograr dicha producción, lo que significa que si se incluye el valor de la tierra, el ingreso por tonelada de carne producida es favorable en los semiestabulados y estabulados.

La compra de animales y alimentación son los rubros que mayor aporte hacen al costo total de producción en las tres tecnologías (anexo 2), siendo la mano de obra responsable del 64 y 20% del costo de alimentación y total, respectivamente (figura 2).



En el manejo en pastoreo los forrajes tiene mayor participación en el costo de alimentación que los subproductos (pollinaza, melaza y minerales), mientras que en los semiestabulados y estabulados el costo de los forrajes son dos y tres veces inferiores a los subproductos, respectivamente, situación que debe ser aprovechada por los productores que buscan disminuir los costos de producción, reduciendo el uso de subproductos mediante el aumento de los forrajes. Además, el uso de subproductos de origen animal en la alimentación de otros animales que van a ser utilizados en la nutrición humana, a muy corto plazo será prohibido por las autoridades de salud pública.

Después de la compra de animales, alimentación y mano de obra, medicamentos es el cuarto rubro de importancia en los costos totales de producción en las tres tecnologías, mientras que instalaciones y equipo (picadora), los de menor importancia, los cuales en conjunto no aportan ni el 2% a costo total.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Considerando las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo el estudio y los resultados obtenidos, es posible formular las siguientes conclusiones y recomendaciones.

4.1 Conclusiones

A pesar de que los semiestabulados y estabulados disponen de menos área que el pastoreo, mantienen mayor cobertura boscosa, producción por animal y hectárea, e ingreso neto por unidad de área que el pastoreo. Además, las tecnologías intensivas exponen menos área a una eventual degradación del suelo que el pastoreo, debido a que en los estabulados no se realiza la técnica de pastoreo y en los semiestabulados es controlado y dirigido a las áreas de menor pendiente de la finca.

El disponer de poca área y menor período de engorde en las tecnologías intensivas en comparación al pastoreo, hace posible que los semiestabulados y estabulados utilicen menor cantidad de agroquímicos y medicamentos.

Las tecnologías semiestabulada y estabulada, requieren mayor cantidad de mano de obra por hectárea/año y animal engordado que el pastoreo, lo cual se considera una fortaleza socioeconómica en la región, debido a que generan empleo e ingreso a las familias y poblaciones comunales, reduciendo con ello el desempleo rural y migración a la zona urbana.

El manejo semiestabulado y estabulado se debe considerar como una actividad más dentro de un sistema de producción, mediante las cuales es posible aumentar la cobertura boscosa, exponer menos área al tránsito de los animales, reducir el uso de medicamentos, herbicida y período de engorde, así como generar empleo, aumentar la carga animal, producción por animal y hectárea. e ingreso neto por unidad de área.

4.2 Recomendaciones

En la Región Central Sur de Costa Rica predominan las fincas pequeñas con ganadería bovina en pastoreo extensivo en condiciones de alta pendientes, con escasa producción e ingreso. Por esta razón, es recomendable incorporar en dichas fincas el manejo semiestabulado o estabulado, tecnologías de manejo que además de facilitar la diversificación e ingreso del sistema productivo, permiten utilizar el suelo de acuerdo a su capacidad de uso, contribuyendo con ello a mitigar la degradación de los recursos naturales.

De acuerdo a la capacidad de las instalaciones y picadora, es recomendable manejar como mínimo 25 toretes en el menor período posible, ya que los costos fijos de operación se reducen significativamente al aumentar la cantidad de animales y reducir el período de engorde, lo que repercute positivamente en la rentabilidad de la actividad.

Las instalaciones y almacenamiento del estiércol deben estar bien ubicados dentro de la finca, lejos de afluentes de agua y poblados, evitando con ello la contaminación de recursos naturales, alimentos y proliferación de organismos que amenazan el ambiente, otras actividades agropecuarias y la salud pública.

En la alimentación de los animales, la pollinaza debe ser sustituir por fuentes forrajeras de alta calidad como son las leguminosas, las cuales además de proporcionar los nutrientes requeridos por los animales, incorporan nitrógeno al suelo, reducen los costos de producción y dependencia externa, permitiendo ofrecer un producto final de mejor calidad.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Amézquita, E; Pinzón, A. 1991. Compactación de suelos por pisoteo de animales en pastoreo en el piedemonte amazónico colombiano. Co. Ed. Pasturas Tropicales. 13 (2):21-26.
- ASOPROAAA (Asociación de Productores Agropecuarios de Acosta y Aserri) 2003. Base de Datos de Asociados. Acosta, San José. CR.
- Bertsch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. Características de los principales órdenes de suelos presentes en Costa Rica. San José, CR, UCR. Ed. ACSS. p .106-107.
- CGUS (Cámara de Ganaderos Unidos del Sur, CR) 1995. Memoria del Primer Congreso de Ganado Establado en Pérez Zeledón. San José, CR. s.e.s.p.
- Hernández, R. *et al* 2000. Metodología de la investigación. México. D. F. Ed. Ultra S.A. de C.V. p. 203-232.
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional, CR) 1995. Base de datos. San José, CR, s.e. s.p.
- Jonson D.E 2000. Métodos multivariados aplicados a análisis de datos. Traducido por H. Pérez Castellano. Internationad Thonson. Editorial Torres. México. 570 p.
- Joseph, T. 1969. Mapa ecológico de Costa Rica, según la clasificación de Holldridge. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR) 2003. Encuesta Agropecuaria en la Dirección Regional Central Sur. San José, CR. s.e. s.p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR); IICA (Instituto de Cooperación para la Agricultura, CR) 1991. Investigación agropecuaria en especies y variedades de forrajes de corte. In: Estudio a nivel nacional para mejorar la tecnología de alimentación de ganado lechero a través del uso de forrajes de corte. San José, Costa Rica. p. 48-74.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR); MIRENEN (Ministerio de Recursos Naturales Energía y Minas, CR) 1995. Métodos para la determinación de la capacidad de uso de las tierras en Costa Rica. 2 ed. San José, CR. s.e. p 59.
- Programa Para Erradicar el Gusano Barrenador del Ganado, CR 2000. Base de datos de encuesta ganadera del 2000. San José Costa Rica.
- Montenegro, J; Abarca, S. 2001. Importancia del sector agropecuario costarricense en la mitigación del calentamiento global. San José, CR. P27.

- Sadeghian, S; Rivera, J; Gómez, M. 1999. Impacto de la ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en las Andes de Colombia. Agroforestería para la producción animal en América Latina. Eds M Sánchez; R Méndez. Cali, Co. Ed. FAO. p 124-127.
- UPAP (Unión de Productores Agropecuarios de Puriscal) 2003. Base de Datos de Asociados. Puriscal, San José. CR.

CAPÍTULO 2

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DEL ENGORDE BOVINO MANEJADO EN PASTOREO, SEMIESTABULADO Y ESTABULADO EN CONDICIONES DE LADERA

EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DEL ENGORDE BOVINO MANEJADO EN PASTOREO, SEMIESTABULADO Y ESTABULADO EN CONDICIONES DE LADERA

Palabras claves: Indicadores, sostenibilidad, pastoreo, semiestabulado, estabulado, bovino de carne

RESUMEN

Con el objetivo de medir y evaluar la sostenibilidad del engorde bovino manejado en pastoreo, semiestabulado y estabulado con sostenibilidad, se desarrolló un estudio en la Región Central Sur de Costa Rica entre marzo y junio del 2003. Se trabajó con una muestra estratificada por cantón y sistema de manejo de 52 fincas con un error estándar de 0.02. Se realizó un diagnóstico estático, y con su información se elaboraron los objetivos a mejorar en cada componente y dimensión, a partir de los diez indicadores más importantes en las diferencias entre las tecnologías según el análisis multivariado discriminante realizado en el capítulo anterior. Cada indicador fue estandarizado en una escala de 0 a 1, y ponderado en la misma escala dentro de cada componente. De igual forma se ponderaron los componentes dentro de cada dimensión, y las dimensiones dentro de cada tecnología. Finalmente se determinó el índice agregado de sostenibilidad por componente (mediante la sumatoria del producto del rendimiento relativo de cada indicador por su respectivo valor ponderado), el índice agregado de sostenibilidad por dimensión (por medio de la sumatoria del producto del índice agregado de sostenibilidad de cada componente por su respectivo valor ponderado), y el índice de sostenibilidad integral por tecnología de manejo (a través de la sumatoria del producto del índice agregado de sostenibilidad de cada dimensión por su respectivo valor ponderado). En la dimensión ecológica, los componentes suelo y forrajes en las tecnologías intensivas, y animal en el pastoreo, presentaron los mejores índices agregados de sostenibilidad, mientras que infraestructura-equipos alcanzó el índice más bajo en las tres tecnologías.

En la dimensión social, el componente forraje presentó el mayor índice agregado de sostenibilidad en las tres tecnologías, y el componente infraestructura-equipos el que más se alejó de lo óptimo en las tres tecnologías. En la dimensión técnica, el componente animal alcanzó los mejores índices agregados de sostenibilidad en las tres tecnologías, mientras que el componente suelo en el pastoreo, forraje en el semiestabulado, y recurso humano en los estabulados, los que menor relación con sostenibilidad alcanzaron. En la dimensión económica el componente animal en el pastoreo, forrajes en el semiestabulado, e infraestructura-equipos en los estabulados, alcanzaron la mejor relación con sostenibilidad, mientras que recurso humano el que más se alejó de lo sostenible en las tres tecnologías. El manejo estabulado alcanzó mejores índices agregados de sostenibilidad que el semiestabulado en todas las dimensiones, al igual que los semiestabulados alcanzaron mejor

relación con sostenibilidad que el pastoreo, situación que ubica al estabulado con el mejor índice integral de sostenibilidad (0.64), en comparación al semiestabulado (0.59) y el pastoreo (0.53). Es recomendable realizar mejoras en la dimensión técnica, con lo cual se mejoraría el comportamiento de las otras tecnologías, siempre y cuando se considere el aspecto conflictivo que existe entre las dimensiones.

1. INTRODUCCIÓN

Existen varias definiciones de sostenibilidad o desarrollo sostenible. La más aceptada es la elaborada por WCED (1987), la cual la define “como la capacidad que tienen los sistemas agropecuarios de satisfacer las necesidades de las presentes generaciones sin comprometer la satisfacción de las futuras generaciones”, definición que según Müller (1996), contempla los cambios de consumo en el tiempo, pero no da respuesta a lo que tiene que ser sostenido.

Varios autores (Hünemeyer *et al* 1997, Guevara 1995 y de Camino y Müller 1993), coinciden en que en cualquier definición o término que se utilice, la sostenibilidad implica la ejecución de una actividad por tiempo indefinido, con sustento ecológico, social, económico y técnico. En lo ecológico se pretende que los ecosistemas mantengan en el tiempo sus recursos fundamentales; en lo económico que sea rentable y persistente; en lo social que los costos y beneficios se distribuyan equitativamente; y en lo técnico que el adecuado manejo permita alcanzar los objetivos ecológicos y socioeconómicos eficientemente y en forma persistente en el transcurso del tiempo.

Müller (1996) considera que no es posible lograr la máxima sostenibilidad en las cuatro dimensiones al mismo tiempo, ya que en cierta medida se pueden considerar conflictivas, es decir, si se optimiza un objetivo de una de ellas, las otras tres se convierten en restricciones. Por tal razón, para lograr el desarrollo sostenible del sistema es necesario encontrar un equilibrio entre dichas dimensiones. Por otra parte, si se pretende conocer y avanzar en sostenibilidad, es necesario medirla y evaluarla en finca y en el tiempo, ya que es en la unidad productiva (finca) donde finalmente se decide qué, cuándo, dónde y cómo producir y conservar (manejo), lo que conjuntamente con el transcurso del tiempo nos indican el comportamiento de la sostenibilidad (Ammour y Reyes 2000).

La medición y evaluación de la sostenibilidad en los sistemas de producción es un tema relativamente nuevo, sin embargo, una alternativa que se presenta es el “Método de Indicadores de Sostenibilidad” propuesta por Müller (1996). El método simplifica, agrega e integra información de manera útil, donde un indicador de sostenibilidad es un número o cualidad que revela el estado actual de un proceso, actividad o fenómeno, en relación con un óptimo y subóptimo preestablecido. La metodología tiene la ventaja de que la información técnica, ecológica y socioeconómica se analiza en forma integral.

La Región Central Sur de Costa Rica se caracteriza por presentar topografía con pendientes pronunciadas, alta precipitación, sequía prolongada y baja fertilidad de los suelos, donde además del pastoreo, el engorde bovino se maneja semiestabulado y estabulado (tecnologías intensivas), sin embargo, en la actualidad no existe información que indique la relación que tiene dichas tecnología de manejo con sostenibilidad.

Hoy más que nunca las tendencias conservacionistas y tratados comerciales, obligan a los productores a conocer la relación de su unidad productiva con el medio ambiente, así como su situación tecnológica y socioeconómica. Por esta razón, y concientes de la importancia de la ganadería bovina de carne en el país y la vulnerabilidad ambiental de la zona, es que se propuso desarrollar la presente investigación, la cual tuvo como objetivo medir y evaluar la relación que existe entre el engorde bovino manejado en pastoreo, semiestabulado y estabulado con sostenibilidad en la Región Central Sur de Costa Rica.

2. METODOLOGÍA

2.1 Ubicación

El trabajo se realizó en la Región Central de Costa Rica, específicamente en los cantones de Acosta, Mora, Puriscal y Turubares de la provincia de San José, entre los meses de marzo y junio del 2003. La región se ubica entre los 200 y 900 msnm, donde la precipitación y temperatura promedio anual es de 2367 mm y 25.5 °C, respectivamente (Instituto Meteorológico Nacional 1995). Las lluvias se concentran entre los meses de junio y noviembre, donde según la clasificación de Holldridge, predomina las zonas de vida bosque húmedo tropical y muy húmedo tropical con transiciones a premontano (Joseph 1969). Los suelos son Alfisoles y Ultisoles con buenas condiciones físicas, sin embargo, si existen prácticas de manejo inadecuadas (sobrepastoreo), las características físicas se deterioran irreversiblemente (Bertsch 1995).

2.2 Población y tamaño de muestra analizada

En la Región Central Sur el 90% de las fincas y población bovina de carne se concentran en los cantones de Acosta, Mora, Puriscal y Turubares (Programa Gusano Barrenador 2000, MAG 2003, ASOPROAAA 2003 y UPAP 2003). La población analizada comprende 495 fincas dedicadas al engorde bovino en pastoreo, semiestabulado y estabulado ubicada en dichos cantones durante el año 2003.

Se utilizó como unidad de análisis las fincas que disponían de un hato en engorde y área igual o superior a tres toretes y una hectárea de terreno, respectivamente. Se trabajó con una muestra probabilística estratificada (Hernández *et al*, 2000) por cantón y tecnología de de manejo, asumiendo un nivel de confianza de 98% y un error estándar de estándar de 0.02. El tamaño de la muestra obtenida fue de 45 fincas, sin embargo, con el fin de aumentar la confiabilidad de los datos obtenidos, dicha muestra se incrementó en un 15%, de tal forma que en total se analizaron 52 fincas.

2.3 Estimación de la sostenibilidad

El estudio se realizó mediante la metodología “Indicadores de Sostenibilidad” propuesta por Müller (1996) y Hünemeyer (1997), la cual se basa en las siguientes cuatro fases:

a. *Desarrollo de objetivos e indicadores*

En el trabajo se entenderá como objetivo lo que se pretende mejorar en cada tecnología de manejo, es decir, aumentar o reducir uno o varios aspectos determinantes en el sistema productivo. Para la

búsqueda y medición de los objetivos se utilizaran indicadores, los cuales consisten en un número o cualidad que revela el estado actual de un proceso, actividad o fenómeno.

Basados en la caracterización de las diferentes tecnologías de engorde bovino realizadas en el capítulo anterior, se realizaron los siguientes pasos:

- Se determinaron los objetivos específicos relacionados con sostenibilidad en cada componente y dimensión que conforman las tecnologías de manejo en pastoreo, semiestabulado y estabulado (anexo 1, 2, 3 y 4).
- Basados en los objetivos establecidos, se seleccionaron en cada dimensión los diez (dos por componente) que tuvieron mayor contribución relativa, en valores estandarizados, dentro del primer eje canónico de la función discriminante realizada en el primer capítulo (anexo 1, 2, 3 y 4).
- seleccionaron los indicadores que presentaron diferencias entre las tecnologías, los cuales permitieron valorar el estado actual de cada tecnología de manejo (anexo 1, 2, 3 y 4).

b. *Estandarización de indicadores*

Con la finalidad de contar con la misma unidad de medida en todos los indicadores, cada indicador se estandarizó en una escala de 0 a 1 (anexo 5, 6, 7 y 8), mediante la metodología propuesta por Looijen (1996):

$$RR = \frac{|V_a| - V_{so}}{V_o - V_{so}}$$

Donde; RR: Rendimiento relativo del indicador
 Va: Valor actual del indicador en cada tecnología
 Vso: Valor sub óptimo del indicador en cada tecnología
 Vo: Valor óptimo del indicador en cada tecnología

c. *Ponderación de las dimensiones, componentes e indicadores*

Mediante el método de ranqueo completo (Looijen 1996), cada dimensión fue ponderada en una escala de 0 a 1 de acuerdo a su importancia relativa dentro de cada tecnología de manejo, de tal forma que la sumatoria de las cuatro dimensiones sea igual a uno (anexo 9). De la misma forma se ponderaron los componentes dentro de cada dimensión (anexo 10) y los indicadores dentro de cada componente (anexo 11, 12, 13 y 14). En los tres casos se utilizó la siguiente fórmula:

$$VP_{icd} = \frac{\sum_{e=1}^{ni} Se}{\sum_{i=1}^{ne} \sum_{e=1}^{ne} Se}$$

Donde; VP_{icd} : Valor ponderado del indicador, componente o dimensión.

S_e : Calificación del indicador, componente o dimensión según evaluador.

La metodología indica que la dimensión, componente o indicador menos importante recibe un valor de uno, mientras que el más importante un valor n , donde n es igual al número de dimensiones en cada tecnología, componentes en cada dimensión o indicadores en cada componente. La importancia relativa o valor ponderado de cada dimensión, componente e indicador se determinó mediante la suma de los valores asignados por cada evaluador (valor absoluto), dividida entre la sumatoria total de las clasificaciones establecidas por cada evaluador. El equipo evaluador lo conformó un grupo multidisciplinario de profesionales en las ramas de agronomía, zootecnia, veterinaria, economía, sociología, forestal y ecología, así como productores y consumidores.

d. Agregación de indicadores, componentes y dimensiones

Mediante la metodología propuesta por Looijen (1997), se determinó el índice agregado de sostenibilidad por componente y dimensión, y el índice integral de sostenibilidad para cada tecnología de manejo (anexo 15).

El índice agregado de sostenibilidad por componente se obtuvo mediante la sumatoria del producto del rendimiento relativo de cada indicador por su respectivo valor ponderado, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$IAS_c = \sum_{i=1}^n (RR_i \times VP_i)$$

Donde; ISA_c : Índice Agregado de Sostenibilidad por componente

RR_i : Rendimiento relativo de cada indicador

VP_i : Valor ponderado de cada indicador

Posteriormente se calculo el índice agregado de sostenibilidad en cada dimensión mediante la suma del índice agregado de cada componente por su respectiva ponderación por medio de la siguiente fórmula:

$$IAS_d = \sum_{c=1}^n (IAS_c \times VP_c)$$

Donde; IAS_d : Índice Agregado de Sostenibilidad por dimensión

IAS_c : Índice Agregado de Sostenibilidad de cada componente

VP_c : Valor ponderado de cada componente

Finalmente se determinó el índice integral de sostenibilidad para cada tecnología de manejo, lo cual resulta de la sumatoria del índice agregado de sostenibilidad de cada dimensión multiplicado por su respectiva ponderación mediante la siguiente fórmula:

$$ISIs = \sum_{d=1}^n (IAS_d \times VP_d)$$

Donde; ISI_t : Índice de Sostenibilidad Integral por Tecnología de manejo

IAS_d : Índice Agregado de Sostenibilidad de cada dimensión

VP_c : Valor Ponderado de cada dimensión

Los índices agregados de sostenibilidad son números que oscilan en una escala de 0 a 1, y representan la relación que existe entre los indicadores, componentes y dimensiones en forma integral con sostenibilidad. Los índices con mayor acercamiento a uno, mejor relación con sostenibilidad tendrán.

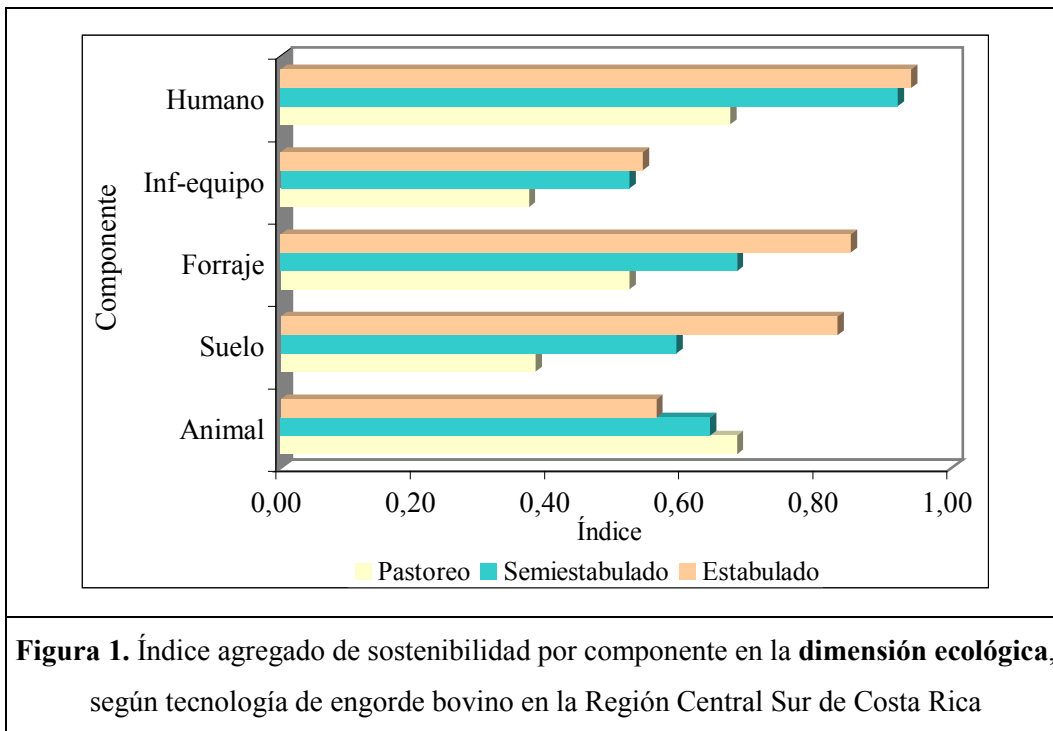
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis agregado de sostenibilidad por componente

Basados en los rendimientos relativos y valores ponderados de cada indicador, se calculó el índice agregado de sostenibilidad de cada componente dentro de su dimensión respectiva, para cada tecnología de manejo.

a. Dimensión Ecológica

En la dimensión ecológica, con excepción del componente animal, el índice agregado de sostenibilidad de todos los componentes fue mayor en los estabulados que en los semiestabulados, y estos que el pastoreo (figura 1 y anexo 15), alcanzando recurso humano los mejores índices de sostenibilidad (0.67 a 0.94) en las tres tecnologías, mientras que el componente infraestructura-equipos no superó el 0.54 en las tecnologías intensivas y 0.37 en el manejo en pastoreo.



La buena relación del componente humano con sostenibilidad en las tres tecnologías, se debe a la alta participación de mano de obra familiar en las tecnologías de producción, la cual es más acentuada en las tecnologías intensivas. Mientras que en el caso del componente infraestructura-equipos, su baja posición se debe a la escasa protección y aprovechamientos de los afluentes de agua existentes dentro de las fincas.

Por otra parte, se observa que el componente animal en pastoreo presentó mejor índice de sostenibilidad (0.68), que las tecnologías semiestabulada (0.64) y estabulada (0.56), lo cual debe a la diferencia que existen en el uso de medicamentos y pollinaza entre las tecnologías. El pastoreo

debido al largo período de engorde utiliza más medicamentos que las tecnologías intensivas, pero estas últimas suministran más pollinaza que el pastoreo, situación que inclina el balance a favor del pastoreo.

También el componente suelo presentó un buen índice de sostenibilidad en los semiestabulados (0.59) y estabulados (0.83), en comparación al pastoreo (0.38), lo cual se debe a la mejor cobertura boscosa y prácticas de conservación de suelo que las tecnologías intensivas realizan en comparación al pastoreo, .. Además el estabulado no pastorea, y el semiestabulado lo hace en forma rotativa y en las áreas de menor pendiente de la finca, lo que consecuentemente reduce el potencial problema de compactación y erosión del suelo, mitigando al mismo tiempo la degradación de los recursos naturales. Caso contrario sucede con la tecnología en pastoreo, donde el índice de sostenibilidad del componente suelo no superó el 38%, debido a la baja cobertura boscosa y prácticas de conservación de suelo. Además, el manejo convencional dedica más área y de mayor pendiente al pastoreo que las tecnologías intensivas, situación que además de limitar la eficiencia del sistema, aumenta la probabilidad de compactar y erosionar el suelo, así como la degradación de los recursos naturales en el tiempo.

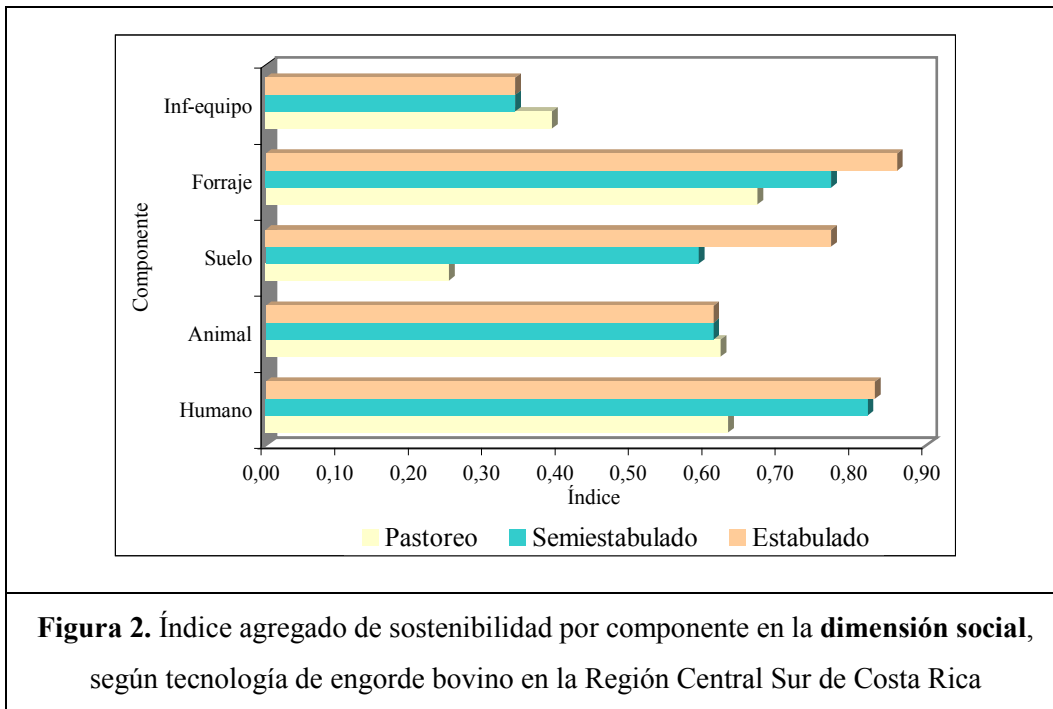
El componente forraje alcanzó mejor índice de sostenibilidad en los estabulados (0.85) y semiestabulados (0.68), debido a que en el mismo orden el 100% y 70% de los forrajes son especies mejoradas. Además, en dichas tecnologías predomina el control manual de malezas, lo que significa que se utilizan menos cantidad de herbicida. Caso contrario sucede en el pastoreo, donde las pasturas mejoradas no superan el 60%, y predomina el control químico de malezas, situación que conlleva a un índice de sostenibilidad no superior al 0.52.

b. Dimensión Social

Con excepción de de los componentes infraestructura-equipos y animal, los estabulados y semiestabulados fueron superiores al pastoreo en todos los componentes (Figura 2 y anexo 15).

Los componentes forraje y recurso humano alcanzaron los mejores índices de sostenibilidad (0.63 a 0.83) en las tres tecnologías, mientras que el componente infraestructura-equipos en las tres tecnologías, y suelos en el pastoreo y semiestabulado alcanzaron los menores índices (0.25 a 0.39).

El mejor índice agregado de sostenibilidad del componente animal en el pastoreo, en comparación a las tecnologías intensivas, se debe a que las últimas tecnologías suministran mayor cantidad de pollinaza por tonelada de carne producida que el pastoreo. En el caso de infraestructura-equipos, se debe a que en las tecnologías intensivas existe mayor riesgo laboral que en el pastoreo dentro de las instalaciones.



El buen índice de sostenibilidad alcanzado por el componente recurso humano en las tres tecnologías, se atribuye al adecuado salario y participación de la mano de obra que experimenta el personal involucrado en las tecnologías de manejo, lo cual es más relevante en las tecnologías intensivas en comparación al pastoreo, debido a que en las primeras existe mayor participación de mano de obra familiar.

En cuanto al importante índice de sostenibilidad alcanzado por el componente forraje, principalmente en los semiestablados (0.77) y estabulados (0.86), se debe al escaso de herbicida utilizada por tonelada de carne producida. En el caso del pastoreo, dicho agroquímico se utiliza en mayor proporción que en las tecnologías intensivas, razón por la cual el menor índice de sostenibilidad alcanzado (0.67).

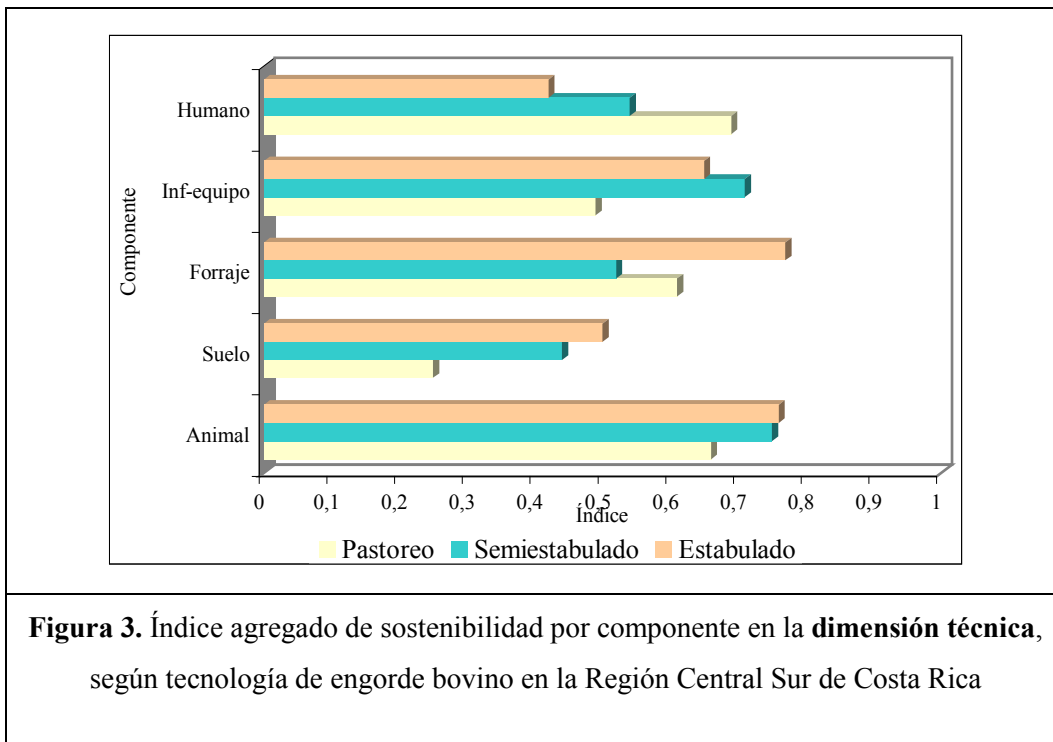
Por otra parte, el mejor índice de sostenibilidad alcanzado por el componente suelo en los estabulados (0.77) y semiestablados (0.59), en comparación al pastoreo (0.25), se debe a la mayor cantidad de empleo que genera por hectárea las tecnologías intensivas, donde el 92% de los mismos se conforma de mano de obra familiar. Caso contrario sucedió en el pastoreo, el cual genera poco empleo por unidad de área, y utiliza únicamente un 63% de mano de obra familiar.

Otra relevancia en la dimensión social, es el aspecto conflictivo que se da en el componente animal, a causa del diferente uso de medicamentos y pollinaza que existe entre las tecnologías. Es interesante como en las tecnologías intensivas el beneficio que existe por el bajo uso de medicamentos por tonelada de carne producida, es contrarrestado por el gran suministro de

pollinaza, situación que se invierte en el manejo en pastoreo, ya que el escaso suministro de pollinaza, se contrarresta con el exceso uso de medicamentos.

c. Dimensión Técnica-productiva

En la dimensión técnica-productiva, los índices de sostenibilidad de todos los componentes se ubican en el caso de 0.32 a 0.77, en la cual con excepción del componente recurso humano y forraje, el índice agregado de sostenibilidad de todos los componentes fue mayor en las tecnologías intensivas en comparación al pastoreo (figura 3 y anexo 15).



En el caso del pastoreo los componentes recurso humano (0.69) y animal (0.66) alcanzaron los mejores índices de sostenibilidad, mientras que el componente suelo no superó el 26%. Caso contrario sucede en el estabulado, donde los componentes suelos (0.77) y animal (0.76) alcanzaron las mejores relaciones con sostenibilidad, y recurso humano el valor más bajo (0.42). En el caso del semiestablado, el componente animal alcanzó el mayor índice de sostenibilidad (0.75), y forrajes el índice más bajo (0.50).

En el caso del componente animal, la diferencia entre las tecnologías se debe a que mediante el estabulado se obtiene mayor producción por animal en un menor tiempo que el semiestablado, los que a la vez superan al pastoreo. Con respecto al suelo, la diferencia se debe principalmente a la superioridad en carga animal y producción por hectárea de los estabulados en comparación a los semiestabulados, los cuales a la vez fueron mayores al pastoreo.

Es importante rescatar, que el componente recurso humano fue superior en el pastoreo (0.69), en comparación al semiestabulado (0.42) y estabulado (0.52), lo cual se debe a que las tecnologías intensivas, especialmente la estabulada, subutiliza en mayor medida las instalaciones,

Por otra parte, la superioridad del componente forraje (0.61) en el pastoreo en comparación al semiestabulado (0.50), se debe principalmente a que el pastoreo utiliza mayor proporción de forraje en la dieta que las tecnologías intensivas, ya que los semiestabulados y estabulados sustituyen los forrajes por cantidades considerables de subproductos como la pollinaza y melaza en la alimentación de los torete. En el caso de los estabulados, a pesar de que se utilizan mayor proporción subproductos que las otras tecnologías en la alimentación de los toretes, alcanzó un mayor índice de sostenibilidad en el componente forraje (0.68), debido a que en dichas tecnología la totalidad de los forrajes mejorados.

Es evidente que si se pretende mejorar la relación de sostenibilidad en las tres tecnologías, es necesario realizar mejor técnicas en todos los componentes. Principalmente en la tecnologías en pastoreo y semiestabulada, ya que en el mismo orden el 80 y 60% de los componentes que conforman dichas tecnologías, se encuentran 65% debajo de lo óptimo, valores o rendimientos que son posible aumentar, si se toma como referencia que en la región existen productores con características y condiciones semejantes, con superiores índices de eficiencia.

d. Dimensión Económica

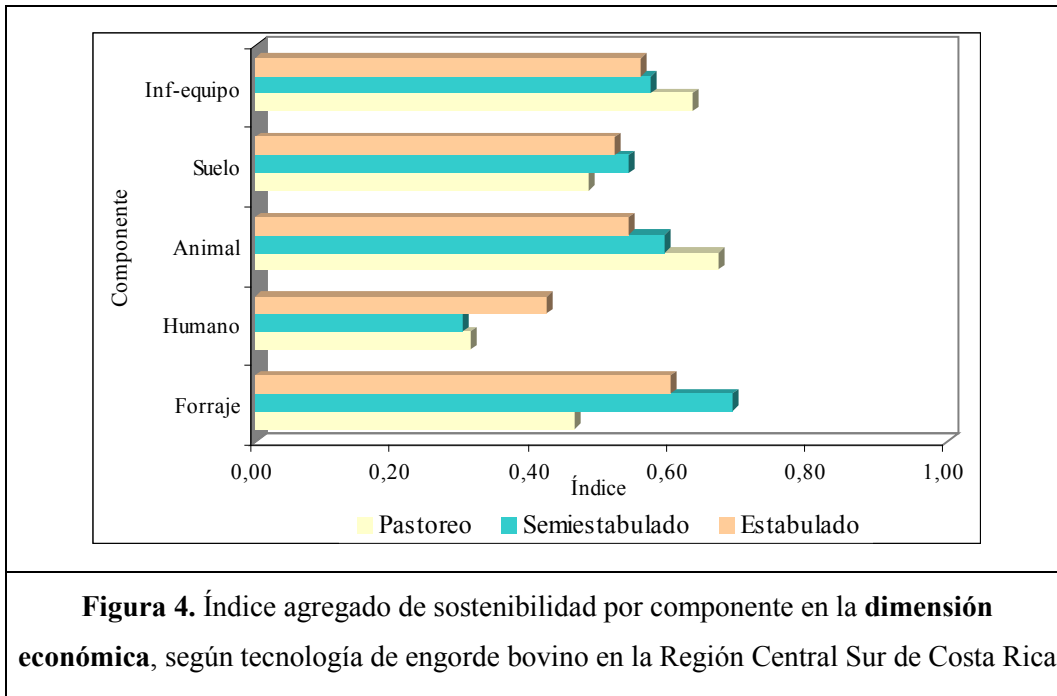
En la dimensión económica, con excepción del componente animal e infraestructura- equipo, el índice agregado de sostenibilidad de todos los componentes fue mayor en las tecnologías intensivas que en el pastoreo (figura 4 y anexo 15).

En el pastoreo los componentes animal (0.67) e infraestructura-equipo (0.63), y forraje (0.65) e infraestructura-equipo (0.60) en las tecnologías intensivas, alcanzaron los mejores índices de sostenibilidad, mientras que el componente recurso humano alcanzó el índice de sostenibilidad más bajo en las tres tecnología, el cual osciló entre 30 y 42.

El mejor índice de sostenibilidad alcanzado por el componente animal (0.67) en la tecnología en pastoreo, en comparación al obtenido por en el semiestabulado (0.59) y estabulado (0.54), se debe a que el pastoreo invierte más en medicamentos pero menos en subproductos (melaza y pollinaza) por animal que los semiestabulado y estabulados, lo que conlleva a menor ingreso netos por animal y tonelada de carne en pie producida, y por ende a un menor índice de sostenibilidad.

En cuanto a infraestructura-equipo, la pequeña superioridad de la tecnología en pastoreo en comparación a las intensivas, es debido al mayor costo de las tecnologías en instalaciones por

animal y tonelada de carne en pie producida en comparación al pastoreo, situación que repercute en un menor índice de sostenibilidad.

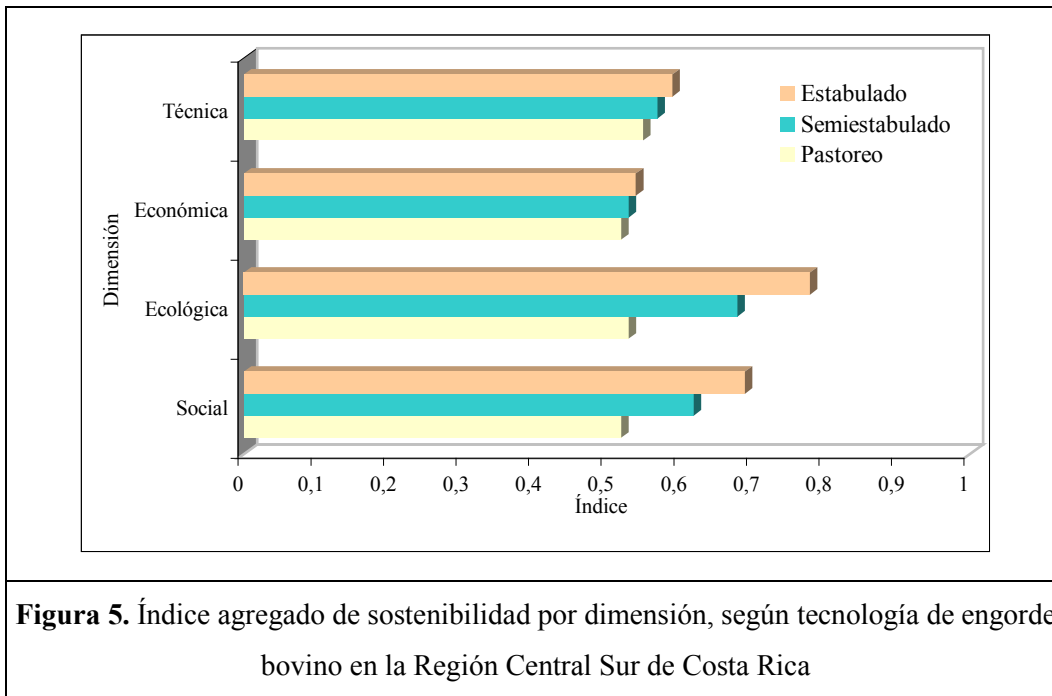


Es importante mencionar, que el mejor índice de sostenibilidad alcanzado por el componente suelo en las tecnologías intensivas (0.53), en comparación al pastoreo (0.48), se debe a los superiores ingresos netos por hectárea/año alcanzados por los semiestablados y estabulados, a pesar de que dichas tecnologías invierten más por hectárea/año que el pastoreo. La diferencia entre las tecnologías intensivas, se debe al menor costo de producción de los semiestablados en comparación al pastoreo.

En el componente forraje, también las tecnologías intensivas (0.65) alcanzaron mayores índices de sostenibilidad que el pastoreo (0.46), debido a que los últimos utilizan más cantidad de herbicida que las tecnologías intensivas en el manejo de los forrajes, lo que repercute en un mayor costo del componente forraje, y por ende en un menor índice de sostenibilidad.

3.2 Análisis agregado de sostenibilidad por dimensión

Los índices agregados de sostenibilidad de las dimensiones se ubican en el rango de 0.52 a 0.78, donde los estabulados superaron a los semiestablados, y estos al pastoreo en todas las dimensiones (figura 5 y anexo 15).



En las tecnologías intensivas, las dimensiones ecológica y social presentaron las mejores relaciones con sostenibilidad (0.62 a 0.78), mientras que las dimensiones técnica y económica las que más se alejaron de óptimo (0.52 a 0.59). En el caso del manejo en pastoreo, y en un rango de 0.52 a 0.55, las cuatro dimensiones presentaron relación semejante con sostenibilidad, donde las dimensiones económica y social alcanzaron los índices más bajos.

El buen índice ecológico alcanzado por los estabulados (0.78), se debe a que con excepción del componente infraestructura-equipos, el resto de los componentes presentaron índices superiores a 0.56, siendo el componente suelo después de forraje, el segundo mejor índice (0.83), lo que significa que mediante el estabulado es posible dar mejor uso a los recursos naturales en comparación al pastoreo, lo que consecuentemente favorece su relación con sostenibilidad. Los semiestabulados presentaron moderados índices ecológicos (0.68), situación que está afectada negativamente por los bajos índices alcanzados por el componente infraestructura-equipos, y en el caso positivo por el buen comportamiento por los componentes recurso humano y forraje.

El pastoreo alcanzó un bajo índice de sostenibilidad ecológica (0.52), debido a que con excepción del moderado índice alcanzado por el componente animal (0.68) y recurso humano (0.67), el resto de los componentes manifestaron índices deficientes en un rango de 0.37 a 0.52, situación que aleja a la actividad ganadera bajo pastoreo cada día más de la producción sostenible, máxime cuando se trata de una región tan ecológicamente vulnerable como es la Central Sur de Costa Rica.

La dimensión social es la segunda en importancia en las tecnologías intensivas (0.70), situación que se debe al buen comportamiento de la mayoría de los componentes, los cuales alcanzaron índices

que oscilan entre 0.59 y 0.86. Caso contrario se da en el pastoreo, ya en dicha tecnología el índice de sostenibilidad social fue bajo (0.52), debido a que solamente el componente animal alcanzó un moderado índice de sostenibilidad (0.67), mientras que el resto de los componentes oscilan entre 0.25 y 0.39, situación que refleja los escasos beneficios sociales de la actividad bovina en pastoreo.

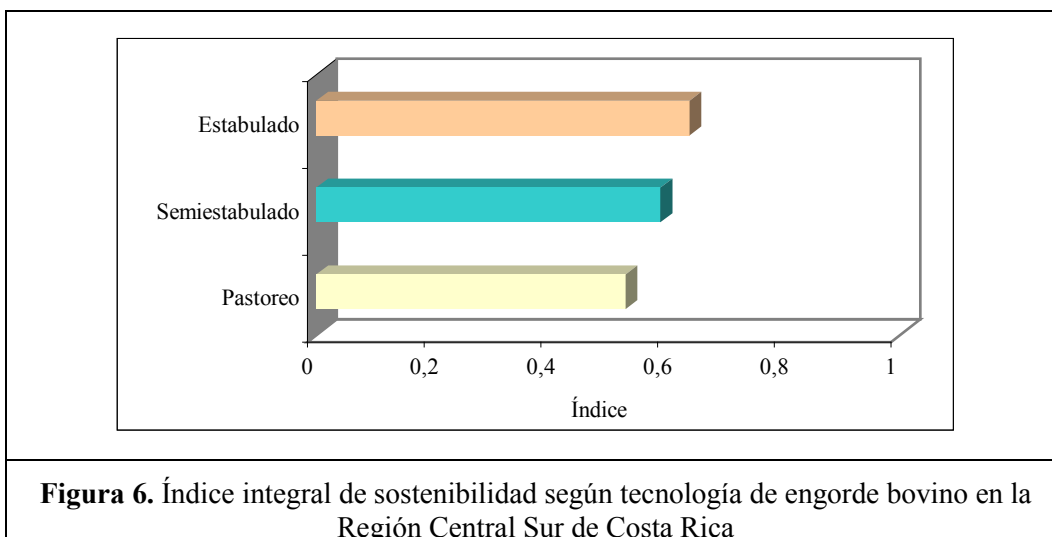
La dimensión técnica fue muy semejante entre las tecnologías, donde las estabulados (0.59) superan ligeramente a los semiestabulados (0.57), y estos al pastoreo (0.55), situación debida a que en esta dimensión el pastoreo superó a las tecnologías intensivas en el componente humano, y estas últimas al pastoreo en el componente suelo, mientras que el resto de los componentes manifestaron comportamientos semejantes.

La dimensión económica presentó semejante relación con sostenibilidad entre las tecnologías, superando ligeramente el estabulado (0.54) al semiestabulado (0.53), y éstos al pastoreo (0.52). Las diferencias entre el pastoreo y las tecnologías intensivas se deben al mayor ingreso neto por hectárea/año y menor costo de producción del forraje en las tecnologías intensivas en comparación al pastoreo. En el caso de las diferencias entre las tecnologías intensivas, además del mayor ingreso por hectárea/año y a los adecuados índices de sostenibilidad alcanzados por los componentes recurso humano e infraestructura-equipo en los estabulados en comparación al semiestabulado.

Es evidente que el índice de sostenibilidad de la dimensiones técnica es relativamente bajo en las tres tecnologías, situación que muy probablemente sea la causa del bajo índice de sostenibilidad económico en las tres tecnologías, y la baja sostenibilidad ecológica y social en el pastoreo.

3.3 Análisis integral de sostenibilidad por tecnología

Como se observa en la figura 6 y anexo 15, la ganadería bovina manejada en estabulación mantiene mejor relación con sostenibilidad (0.64) que los semiestabulados (0.59), los cuales a la vez son más sostenibles que el pastoreo (0.54).



Las diferencias entre los índice integral de sostenibilidad del pastoreo en comparación a las tecnologías intensivas, se debe a que en el pastoreo ninguna dimensión superó el índice agregado de sostenibilidad alcanzados en los semiestabulados y estabulados. Entre las tecnologías intensivas, se da una situación semejante, ya que los índices agregados de sostenibilidad obtenidos por dimensión, son mayores en los estabulados en comparación al pastoreo.

Si consideramos el valor uno (1) como índice óptimo en sostenibilidad, los alcanzados en las tres tecnologías son relativamente deficientes, situación que se acentúa más en el manejo en pastoreo, sin embargo, en Región Central Sur de Costa Rica existen fincas modelos con rendimientos relativos muy superiores a los promedios evaluados, lo que significa que con características y condiciones semejantes, es posible alcanzar mejor índices integral de sostenibilidad en las tres tecnologías.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Considerando las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo el estudio y los resultados obtenidos, es posible formular las siguientes conclusiones y recomendaciones.

5.1 Conclusiones

La metodología “Indicadores de Sostenibilidad” permitió analizar de forma integral los sistemas de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa, estableciendo diferencias claras en sostenibilidad entre el manejo en pastoreo, semiestabulado y estabulado. Además, fue posible detectar debilidades que cada tecnología debe mejorar en búsqueda de la mejor relación con sostenibilidad.

En promedio las tecnologías intensivas mantienen mayor relación de sostenibilidad ecológica (0.73) que el pastoreo (0.53), lo que significa que los primeros hacen un mejor uso de los recursos naturales, situación que los ubica más cerca de lo óptimo en sostenibilidad, ya que sin insumos naturales el sistema agropecuario no tiene disponibilidad de desarrollo y persistencia.

La dimensión económica alcanzó los menores índices agregado de sostenibilidad en las tres tecnologías, lo cual es muy preocupante, porque en la medida en que el sistema de producción deje de generar ingresos, y con ello se limite la satisfacción de necesidades de los productores y trabajadores, su permanencia en el tiempo está amenazada.

La dimensión técnica alcanzó el menor índice de sostenibilidad en las tres tecnologías, situación que muy probable repercute en la relación con sostenibilidad del resto de las dimensiones, sin embargo, dicho problema se puede reducir en la medida que se corrijan, se dejen de hacer o se implementen técnicas adecuadas de producción y manejo, siempre y cuando se tenga presente que las dimensiones enfrentan aspectos conflictivos entre sí, es decir, si se optimiza un objetivo en una de ellas, las otras tres se pueden convertir en restricciones de sostenibilidad.

El manejo en pastoreo no superó su relación con sostenibilidad en ninguna dimensión a las tecnologías intensivas, razón por la cual alcanzó el índice integral de sostenibilidad más bajo (0.53), mientras que los estabulados (0.64) fueron superioridad al semiestabulado (0.59).

Si consideramos el valor uno (1) como índice óptimo en sostenibilidad, el índice integral de sostenibilidad alcanzados en las tres tecnologías son medianamente eficientes, lo cual es más crítico en el pastoreo, máxime que se trata de una región tan ecológicamente vulnerable a la actividad bovina, como es la Central Sur de Costa Rica.

5.2 Recomendaciones

Para mejorar la relación actual del manejo en pastoreo con sostenibilidad integral, es necesario realizar cambios en las dimensiones ecológica y técnica, específicamente en los componentes forraje, animal y suelo. En el forraje ampliando el área de pasturas mejoradas en asocio con leguminosas, número de apartos y reduciendo el período de descanso de 65 a 30 días, se mejoraría el comportamiento de los otros componentes. En el caso del componente animal se mejoraría la dieta, reduciendo con ello el período de engorde, uso de medicamentos y subproductos de origen animal, y a la vez aumentaría el rendimiento por animal, y en el componente suelo se aumentaría la producción por hectárea y conservación de los recursos naturales, ya que al disponer de pasturas mejoradas y mayor número de apartos, sería posible pastorear aquellas áreas más aptas, destinando a bosque las áreas no apropiadas para la ganadería bajo pastoreo.

Para mejorar el índice de sostenibilidad en la dimensión ecológica, es recomendable ubicar las instalaciones y almacenamiento del estiércol como mínimo a 50 metros de las afluentes de agua. Además, el estiércol debe recibir un proceso de secado antes de incorporarlo al suelo, por lo cual se debe almacenar bajo techo y en un sitio bien drenado.

En las tecnologías intensivas se deben hacer mejoras en la dimensión técnica, en los componentes forraje e infraestructura-equipos. En lo forrajero incorporando leguminosas al pastoreo y disponiendo de forrajes de corte de alto rendimiento y calidad (gramíneas y leguminosas), que además de suplir los déficit de nutrientes, permitan sustituir los subproductos de origen animal. En infraestructura-equipos se recomienda hacer mínima inversión con máximo aprovechamiento, manejando la mayor cantidad de animales posibles por año.

La sostenibilidad económica y social son indispensables para el productor, donde la continuidad del sistema depende del éxito de las mismas. Por tal razón, es necesario incorporar tecnologías que además de aumentar los rendimientos y calidad, permitan reducir los costos de producción, incrementando con ello los ingresos netos del sistema. Además, es recomendable capacitar a los trabajadores en manejo de agroquímicos, equipos, recursos naturales y temas afines a la producción bovina de carne.

Es aconsejable que la corrección e incorporación de tecnologías a los sistemas se realicen paulatinamente en el tiempo, esto con el fin de distribuir equitativamente las inversiones y a la vez corregir anomalías a causa del concepto conflictivo entre las dimensiones.

Con el fin de evaluar la evolución de la sostenibilidad de las tecnologías de engorde bovino que existen en la Región Central Sur de Costa Rica, y con ello corregir deficiencias, orientar políticas,

investigaciones y validaciones en la ganadería bovina, es recomendable dar seguimiento a las mediciones y resultados obtenidos en el presente trabajo.

6. BIBLIOGRAFIA

- Ammour, T; Reyes, R. 2000. Evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción en la concesión comunitaria de San Miguel, Peten, Guatemala. Ed. C Bouroncle. p. 16 simposio de la asociación internacional de sistemas de producción (IFSA). Santiago, Chile.
- ASOPROAAA (Asociación de Productores Agropecuarios de Acosta y Aserri) 2003. Base de Datos de Asociados. Acosta, San José. CR.
- Bertsch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. Características de los principales órdenes de suelos presentes en Costa Rica. San José, CR, UCR. Ed. ACSS. p .106-107.
- Camino, R de; Müller, S. 1993. Sostenibilidad de la Agricultura y los Recursos Naturales: base para establecer indicadores. San José, CR. Ed. CIDIE. p 22-36.
- Guevara, R. 1995. La Sostenibilidad y el Desarrollo Agrícola. Turrialba, C. R. Ed. Departamento Ecueménico de Investigación, CATIE. p. 117-128. (Serie In Colección Ecológica Teórica).
- Programa Gusano Barrenador, CR 2000. Base de datos de encuesta ganadera del 2000. San José Costa Rica.
- Hernández, R. *et al* 2000. Metodología de la investigación. México. D. F. Ed. Ultra S.A. de C.V. p. 203-232.
- Hünemeyer, AJ; Camino, R de; Müller, S. 1997. Análisis del desarrollo sostenible en Centroamérica: indicadores para la agricultura y los recursos naturales. San José, CR. Ed. IICA. p. 17-27. (Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible no 4)
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional, CR) 1995. Base de datos. San José, CR, s.e. s.p.
- Joseph, T. 1969. Mapa ecológico de Costa Rica, según la clasificación de Holldridge. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica.
- Looijen, JM. 1997. Environmental impact assessment: Lecture notes. International nstitute for Aerospace Survey and Earth Sciences. 58 p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR) 2000. Informe trimestral. Departamento de Investigaciones. Dirección Regional Central Sur. CR. s.p.MAG Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación, CR) 1996. Aspectos de producción y conservación de suelos y agua en áreas ganaderas. San José, CR. p 7.

- Müller, S. 1996. ¿Cómo medir la sostenibilidad?: una propuesta para el área de la agricultura y de los recursos naturales. San José, CR, Ed. IICA. p. 1-56. (Serie Documentos de Discusión sobre Agricultura Sostenible y Recursos Naturales)
- _____; Núñez, J; Ramírez, L. 1998. Indicadores para el Uso de la Tierra. El Caso de la Cuenca del Río Reventado, Costa Rica. San José, CR, Ed. IICA. p. 33 (Serie Documentos de Discusión sobre Agricultura Sostenible y Recursos Naturales)
- Sánchez W. 2003. Caracterización y evaluación de la eficiencia del engorde bovino en condiciones de ladera. Posgrado en Ciencias Veterinarias Tropicales, Universidad Nacional, Costa Rica. Tesis sin publicar. 38 p.
- UPAP (Unión de Productores Agropecuarios de Puriscal) 2003. Base de Datos de Asociados. Puriscal, San José. CR.
- WCED (World Comision on Environment and Development, USA) 1997. Our common future, New York. USA. Ed. Oxford University Press. s.p.

DISCUSIÓN GENERAL

Las tecnologías intensivas exponen menos área al constante tránsito de los animales que el pastoreo (ha/animal. Si se considera el número de animales manejados por tecnología, cada finca en pastoreo está exponiendo 31 y 22 hectáreas más al tránsito de los animales que los estabulados y semiestabulados, respectivamente, lo que significa que en la región existe mayor potencial de degradación de los recursos naturales mediante el pastoreo que con las tecnologías intensivas.

Los semiestabulados y estabulados dedican mayor proporción de área a bosques y pasturas mejoradas que el pastoreo. Además, realizan buenas prácticas de conservación como curvas a nivel, pastoreo rotativo y cercas vivas, reduciendo con ello la compactación, escorrentías y erosión, y por ende la degradación de los recursos naturales.

Las fincas en pastoreo utilizan mayor cantidad de herbicida que las tecnologías intensivas, tal es así, que si se considera el área dedicada a ganadería por tecnología, cada finca en pastoreo dispersa alrededor de 60 litros más de herbicida al ambiente por año que las fincas intensivas.

Indiscutiblemente las tecnologías intensivas requieren mayor cantidad de mano de obra que el pastoreo, lo que se considera una fortaleza socioeconómica de los semiestabulados y estabulados en la región, debido a que generan empleo e ingresos a las familias y poblaciones comunales, reduciendo con ello el desempleo rural y migración a la zona urbana.

Los estabulados alcanzaron los mayores rendimientos por animal/día (1 kg) y hectárea/año (1.9 t), producciones que en el mismo orden fueron dos y nueve veces inferiores en el pastoreo. También los estabulados producen 0.2 kg/animal/día y 1.2 t/ha/año más que los semiestabulados, los cuales a la vez produjeron dos veces más por animal y tres por hectárea con respecto al pastoreo.

A pesar de que los estabulados tienen que invertir más por unidad de área que las otras tecnologías, son los que generan mayor ingreso neto (¢275045 ha/año), seguidos por los semiestabulados (¢93220) y el pastoreo (¢29501 ha/año).

En la dimensión ecológica, el componente recurso humano alcanzó el mejor índice de sostenibilidad (0.67 a 0.94) en las tres tecnologías, mientras que el componente infraestructura-equipos no superó el 0.54 en las tecnologías intensivas y 0.37 en el manejo en pastoreo.

En lo social, los componentes forraje y recurso humano alcanzaron los mejores índices de sostenibilidad (0.63 a 0.83) en las tres tecnologías, mientras que el componente infraestructura-equipos en las tres tecnologías, y suelos en el pastoreo y semiestabulado alcanzaron los menores índices (0.25 a 0.39).

En la dimensión técnica-productiva, los índices de sostenibilidad de todos los componentes se ubican en el caso de 0.32 a 0.77, en la cual con excepción del componente recurso humano y

forraje, el índice agregado de sostenibilidad de todos los componentes fue mayor en las tecnologías intensivas en comparación al pastoreo.

En la dimensión económica, con excepción del componente animal e infraestructura- equipo, el índice agregado de sostenibilidad de todos los componentes fue superiores en las tecnologías intensivas. El componente animal (0.67) y forraje (0.65) alcanzo los mejores índices en las tres tecnologías, mientras que el componente recurso humano alcanzó el índice de sostenibilidad más bajo en todas las tecnología de manejo, el cual osciló entre 30 y 42.

Los índices agregados de sostenibilidad de las dimensiones se ubican en el rango de 0.52 a 0.78, donde los estabulados superaron a los semiestabulados, y estos al pastoreo en todas las dimensiones. En las tecnologías intensivas, las dimensiones ecológica y social presentaron las mejores relaciones con sostenibilidad (0.62 a 0.78), mientras que las dimensiones técnica y económica las que más se alejaron de óptimo (0.52 a 0.59). En el caso del manejo en pastoreo, y en un rango de 0.52 a 0.55, las cuatro dimensiones presentaron relación semejante con sostenibilidad, donde las dimensiones económica y social alcanzaron los índices más bajos.

la ganadería bovina manejada en estabulación mantiene mejor relación con sostenibilidad (0.64) que los semiestabulados (0.59), los cuales a la vez son más sostenibles que el pastoreo (0.54).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES GENERALES

Considerado las condiciones bajo las cuales se llevó a cabo el estudio y los resultados obtenidos, es posible formular las siguientes conclusiones y recomendaciones.

Conclusiones

A pesar de que los semiestabulados y estabulados disponen de menos área que el pastoreo, mantienen mayor eficiencia ecológica, producción por animal y hectárea, e ingreso neto por unidad de área. En lo ecológico los estabulados permiten mayor diversidad, mantienen excelente cobertura boscosa y no exponen el suelo a la degradación al no pastorear, y en el caso del semiestabulado, solo se pastoreo medio día en las áreas de menor pendiente de la finca, mientras que en la tecnología convencional el pastoreo es constante, y en la mayoría de los casos en áreas con alta pendientes no aptas para la ganadería extensiva. Además, al dedicar las tecnologías intensivas menos área y tiempo al engorde de toretes, se utilizan menor cantidad de agroquímicos y medicamentos que el pastoreo por lote engordado, situación que además de reduce la potencial degradación y contaminación del medio ambiente, dichos tecnologías ofrecen un producto final de mayor calidad.

Los semiestabulados y estabulados requieren mayor cantidad de mano de obra por hectárea/año y animal que el pastoreo, lo cual se considera una fortaleza socioeconómica en la región, debido a que generan empleo e ingreso a las familias y población comunal, reduciendo con ello el desempleo rural y migración a la zona urbana.

Los semiestabulados y estabulados presentaron mayor relación con sostenibilidad que el pastoreo en las cuatro dimensiones, alcanzando los estabulados el mayor índice sostenibilidad integral (0.56), en comparación al obtenido por los semiestabulados (0.53) y el pastoreo (0.46), sin embargo, en lo técnico y económico, los semiestabulados superaron por la mínima diferencia a los estabulados.

Recomendaciones

En la Región Central Sur de Costa Rica predominan la ganadería bovina de carne manejada en pastoreo extensivo en condiciones de alta pendiente, degradando el suelo y los recursos naturales. Razón por es necesario incorporar en dichas fincas el manejo semiestabulado o estabulado, tecnologías que además de facilitar la diversificación de las actividades e ingresos del sistemas productivo, permiten utilizar el suelo de acuerdo a su capacidad de uso, contribuyendo con ello a mitigar la degradación del medio ambiente, y por ende a la sostenibilidad de la ganadería bovina de carne.

La dimensión técnica alcanzó el menor índice de sostenibilidad en las tecnologías intensivas (0.50) y extensivo (0.45), lo cual repercute negativamente en la relación con sostenibilidad del resto de las dimensiones. Por tal razón, es recomendable corregir o implementar nuevas técnicas en los componentes suelo, forraje y animal, sin embargo, es conveniente tener presente que en cierta medida las dimensiones se pueden considerar conflictivas, es decir, si se optimiza un objetivo de una de ellas, las otras tres se pueden convertir en restricciones.

Es recomendable que la corrección e incorporación de tecnologías a los sistemas se realicen paulatinamente en el transcurso del tiempo, esto con el fin de distribuir equitativamente la inversión, y a la vez corregir efectos antagónicos existentes entre las dimensiones.

Con el fin de detectar cambios en la relación con sostenibilidad de los sistemas de engorde bovino en la Región Central Sur de Costa Rica, lo cual es indispensable para corregir deficiencias, orientar políticas e investigaciones en el sector ganadero bovino, es recomendable dar seguimiento a las mediciones y resultados obtenidos en el presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA GENERAL

- Amézquita, E; Pinzón, A. 1991. Compactación de suelos por pisoteo de animales en pastoreo en el piedemonte amazónico colombiano. Co. Ed. Pasturas Tropicales. 13 (2):21-26.
- Ammour, T; Reyes R. 2000. Evaluación de la sostenibilidad de los sistemas de producción en la concesión comunitaria de San Miguel, Peten, Guatemala. Ed. C Bouroncle. P. 16 simposio de la asociación internacional de sistemas de producción (IFSA). Santiago, Chile.
- ASOPROAAA (Asociación de Productores Agropecuarios de Acosta y Aserri) 2003. Base de Datos de Asociados. Acosta, San José. CR.
- Bertsch, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. Características de los principales órdenes de suelos presentes en Costa Rica. San José, CR, UCR. Ed. ACSS. p .106-107.
- Camino, R de; Müller, S. 1993. Sostenibilidad de la Agricultura y los Recursos Naturales: base para establecer indicadores. San José, CR. Ed. CIDIE. p 22-36.
- CGUS (Cámara de Ganaderos Unidos del Sur, CR) 1995. Memoria del Primer Congreso de Ganado Estabulado en Pérez Zeledón. San José, CR. s.e.s.p.
- Guevara, R. 1995. La Sostenibilidad y el Desarrollo Agrícola. Turrialba, C. R. Ed. Departamento Ecuménico de Investigación, CATIE. p. 117-128. (Serie In Colección Ecológica Teórica).
- Hart, RD. 1985. Agroecosistemas: conceptos básicos. Turrialba, CR. Ed. CATIE. p. 9-10. (Serie Materiales de Enseñanza n°. 1).
- Hernández, R. *et al* 2000. Metodología de la investigación. México. D. F. Ed. Ultra S.A. de C.V. p. 203-232.
- Hünemeyer AJ; De Camino R; Müller S. 1997. Análisis del desarrollo sostenible en Centroamérica: indicadores para la agricultura y los recursos naturales. San José, CR. Ed. IICA. p. 17-27. (Serie Investigación y Educación en Desarrollo Sostenible no 4)
- IMN (Instituto Meteorológico Nacional, CR) 1995. Base de datos. San José, CR, s.e. s.p.
- Joseph, T. 1969. Mapa ecológico de Costa Rica, según la clasificación de Holldridge. Centro Científico Tropical. San José, Costa Rica.
- Looijen, JM. 1997. Environmental impact assessment: Lecture notes. International Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences. 58 p.

- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR) 2003. Encuesta Agropecuaria en la Dirección Regional Central Sur. San José, CR. s.e. s.p.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR); IICA (Instituto de Cooperación para la Agricultura, CR) 1991. Investigación agropecuaria en especies y variedades de forrajes de corte. In: Estudio a nivel nacional para mejorar la tecnología de alimentación de ganado lechero a través del uso de forrajes de corte. San José, Costa Rica. p. 48-74..
- MAG Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR); FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación, CR) 1996. Aspectos de producción y conservación de suelos y agua en áreas ganaderas. San José, CR. p 7.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería, CR); MIRENEN (Ministerio de Recursos Naturales Energía y Minas, CR) 1995. Métodos para la determinación de la capacidad de uso de las tierras en Costa Rica. 2 ed. San José, CR. s.e. p 59.
- Montenegro, J; Abarca, S. 1998. La ganadería en Costa Rica. MAG. San José, CR. p 1.
- _____. 2001. Importancia del sector agropecuario costarricense en la mitigación del calentamiento global. San José, CR. p 27.
- Müller, S. 1996. ¿Cómo medir la sostenibilidad?: una propuesta para el área de la agricultura y de los recursos naturales. San José, CR, Ed. IICA. p. 1-56. (Serie Documentos de Discusión sobre Agricultura Sostenible y Recursos Naturales)
- _____; Núñez, J; Ramírez, L. 1998. Indicadores para el Uso de la Tierra. El Caso de la Cuenca del Río Reventad, Costa Rica. San José, CR, Ed. IICA. p. 33 (Serie Documentos de Discusión sobre Agricultura Sostenible y Recursos Naturales)
- Programa Para Erradicar el Gusano Barrenador del Ganado, CR 2000. Base de datos de encuesta ganadera del 2000. San José Costa Rica.
- Quintero J. 1992. Modernización de la agricultura y riesgos de deterioro ecológico en América Latina y el Caribe. Desarrollo Sostenible y Políticas Económicas en América Latina. Ed. O Segura. San José, CR. Ed. DEL. P 87.

- Sadeghian, S; Rivera, J; Gómez, M. 1999. Impacto de la ganadería sobre las características físicas, químicas y biológicas de suelos en las Andes de Colombia. Agroforestería para la producción animal en América Latina. Eds M Sánchez; R Méndez. Cali, Co. Ed. FAO. p 124-127.
- Sánchez W. 2003. Caracterización y evaluación de la eficiencia del engorde bovino en condiciones de ladera. Posgrado en Ciencias Veterinarias Tropicales, Universidad Nacional, Costa Rica. Tesis sin publicar. 38 p.
- Segura, O. 1992. Desarrollo sostenible y Políticas Económicas en América Latina. San José, CR. Ed. DEL p 87.
- UPAP (Unión de Productores Agropecuarios de Puriscal) 2003. Base de Datos de Asociados. Puriscal, San José. CR.
- Von Bertalaffy L. 1977. La Teoría General de Sistemas: una revisión crítica. In G Campero; H Vidal. Comp. Teoría General de Sistemas y Administración Pública. San José, CR. Ed. Universitaria Centroamericana. p. 17-64.
- WCED (World Comision on Environment and Development) 1997. Our common future, New York. USA. Ed. Oxford University Press. s.p.