

El Colegio de la Frontera Sur

**SUSTENTABILIDAD DEL MANEJO GANADERO  
HOLÍSTICO Y CONVENCIONAL EN EL TRÓPICO  
SECO, DE CHIAPAS MÉXICO**

TESIS

presentada como requisito parcial para optar al grado de  
Maestría en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural

Por

Rigoberto Alfaro Arguello

2008



# El Colegio de la Frontera Sur

San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, 17 de diciembre de 2008.

Los abajo firmantes, miembros del jurado examinador del alumno

Rigoberto Alfaro Arguello.

hacemos constar que hemos revisado y aprobado la tesis titulada:

**“SUSTENTABILIDAD DEL MANEJO GANADERO HOLÍSTICO Y  
CONVENCIONAL EN EL TRÓPICO SECO, DE CHIAPAS MÉXICO**

” para obtener el grado de Maestro en Ciencias en Recursos Naturales y Desarrollo Rural.

**Nombre**

**Firma**

Tutor: Dr. Bruce Gordon Ferguson.

---

Asesor: Dr. José Nahed Toral.

---

Asesor: Dr. José David Álvarez Solís

---

Asesor: Dr. René Pinto Ruiz.

---

Sinodal: Dr. José Guillermo Jimenez Ferrer.

---

Sinodal suplente: Dr. Benito Salvatierra Izaba.

---

## AGRADECIMIENTOS

A Dios primeramente por ser mi refugio, escudo y estandarte en el diario caminar por la simpleza y complejidad de la vida.

Al Colegio de la Frontera Sur, por darme la oportunidad de cursar estudios de maestría y contribuir a mi formación académica.

Al Proyecto REFORLAN, financiado por la Unión Europea dentro del programa INCO-DEV, contrato PL 032132, que aportó los recursos económicos necesarios para llevar a cabo este trabajo.

Al Dr. Bruce Gordon Ferguson, por su amistad y apoyo constante en cada parte de este proyecto y por brindarme todos los recursos necesarios para el éxito de éste proyecto, al Dr. José Nahed Toral por su amistad y apoyo en todo el desarrollo del presente trabajo, al Dr. David Álvarez, por su amistad y sus acertadas sugerencias, al Dr. René Pinto por sus sugerencias y apoyo a este documento, al Dr. Stewart Diemont y el Dr. Jay Martin por sus valiosas aportaciones tanto en este documento como en el artículo, que han hecho más relevante este trabajo. Al Dr. Roberto Parra y al Dr. Samuel Levy Tacher, por sus sugerencias al inicio del trabajo. A cada uno de los ganaderos holísticos que participaron, por su valioso apoyo: Don, Efraín, Don Adrián, Don Julio, Don Javier, Don Antonio, Don Manuel y Don Hermisendo. También a cada uno de los ganaderos convencionales de la región Frailesca de Chiapas México, quienes nos dieron el tiempo necesario para llevar a cabo este proyecto. Al valioso apoyo del Mtro. Alejandro Flores para diseñar mi base en Access. Deseo agradecer ampliamente al equipo que me acompañó en campo, para realizar cada uno de las prácticas, enfocada a la obtención de éste documento como: Mtra. Laura Rubio Delgado, Biol. Lesvia Domínguez, MVZ. Juan López Méndez, Ing. Wilder Grajales Arroyo, Jesús Carmona de la Torre y Miguel Ángel López Anaya.

Y a toda mi familia por su apoyo moral, y especialmente a mi esposa quien siempre tiene palabras de aliento en mis problemas y ha sido de especial apoyo en este proyecto.

## **DEDICATORIA**

Este trabajo está dedicado a todos los productores de la Fraylesca que día a día luchan por brindarles a sus hijos un futuro mejor.

*A mi familia, fuente de constante inspiración y fortaleza.*

*A mi amor, Ruth, mi ayuda idónea.*

## INDICE

	<u>Página</u>
Resumen	7
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. JUSTIFICACIÓN	11
2. OBJETIVO	12
2.1. Objetivo general	12
2.2. Objetivos específicos	12
3. HIPÓTESIS GENERAL	12
3.1. Hipótesis específicas	13
4. MATERIAL Y MÉTODO	13
4.1. Área de estudio	13
4.2. Muestreo y análisis	13
4.2.1. Aproximación de los sistemas ganaderos al modelo orgánico	14
4.2.2. Análisis de Emergía	15
4.2.3. Evaluación de la vegetación y del suelo de los pastizales.	16
4.2.3.1 Caracterización de la vegetación	16
4.2.3.2. Producción y disponibilidad de pasto	17
4.2.3.3. Análisis físico y químico de suelo	18
4.2.3.4. Respiración de suelo	18
4.2.3.5. Análisis Estadístico	18
5. RESULTADOS	19
5.1. Comparación integral de las características de los sistemas de producción bovina con manejo convencional y holístico.	20
5.1.1. Índice de Conversión Orgánica	20
5.1.1.1. Manejo Alimenticio	21
5.1.1.2. Manejo Sostenible de Pastizal	22
5.1.1.3. Fertilización y contaminación del suelo	23

5.1.1.4. Profilaxis y Cuidados Médicos Veterinarios	25
5.1.1.5. Raza y Reproducción	26
5.1.1.6. Bienestar Animal	27
5.1.1.7. Inocuidad	27
5.1.1.8. Gestión Ecológica	28
5.1.2. Gastos en alimentación, mano de obra y medicamentos	28
5.2. Análisis de Emergía	29
5.3. La comunidad vegetal y del suelo de los pastizales.	30
5.3.1. Caracterización del estrato herbáceo	30
5.3.2. Susceptibilidad a la erosión	31
5.3.3. Árboles y arbustos en potreros	31
5.4. Disponibilidad de forraje	31
5.5. Suelos	32
5.5.1. Compactación	32
5.5.2. Estratificación horizontal y macro fauna en calicatas	32
5.5.3. Respiración de suelos de potreros	33
5.5.4. Análisis físico y químico del suelo	33
5.5. Suelos	
6. DISCUSIÓN	33
6.1 Índice de Conversión Orgánica	34
6.2 Emergía	37
6.3 Vegetación y suelos	38
6.4 Prioridades para la investigación	40
7. Conclusiones	42
8. LITERATURA CITADA	45
FIGURAS	54
CUADROS	64
ANEXOS	80

Anexo 1.	80
Anexo 2.	81
Anexo 3	84
Anexo 4.	86
Anexo 5.	95

## Resumen

El manejo convencional de los ranchos en Chiapas, México se caracteriza por la quema anual de los pastos y el uso de agroquímicos que disminuyen la biodiversidad y la cobertura vegetal de los suelos. Un grupo de siete ganaderos innovadores en la región Fraylesca de los Valles Centrales están convirtiendo sus ranchos en sistemas de manejo holístico. Esta estrategia productiva, se centra en la planeación cuidadosa del uso de la tierra, la eliminación de las quemas, la disminución en el uso de insumos externos, el fomento la diversidad de forrajes en los potreros y la introducción del pastoreo rotacional.

El presente trabajo evaluó los sistemas ganaderos y estuvo integrado por tres apartados: I) aproximación de los sistemas ganaderos al modelo orgánico, II) el análisis de emergía, y III) la caracterización de la vegetación y suelo de los pastizales. El primer apartado se llevó acabo mediante entrevistas semiestructuradas y observaciones de campo; se calculó un índice de conversión orgánica (ICO) incluyendo 18 ranchos convencionales y 7 ranchos con manejo holístico. Un análisis de conglomerados segregó los ranchos con manejo holístico y dos grupos de ranchos convencionales. El ICO fue mayor ( $p < 0.05$ ) para los ranchos holísticos (RH;  $80.0 \pm 5.0\%$ ), intermedio para el grupo de productores con ranchos convencionales pequeños (RCP;  $46 \pm 6\%$ ) y bajo para el grupo de productores con ranchos convencionales grandes (RCG;  $31 \pm 6\%$ ). Los RH muestran plena superioridad en todos los indicadores con excepción de gestión ecológica. En el segundo apartado, la información se obtuvo mediante un cuestionario cuya información se utilizó para realizar el análisis de “emergía,” técnica que permitió evaluar las entradas, las salidas y la sustentabilidad de los sistemas ganaderos en la unidad de medida común emjoules solares (sej). Se encontró un índice de sustentabilidad de emergía dos veces mayor y una relación de rendimiento de emergía 25 % mayor en los ranchos holísticos que en los convencionales. En el tercer apartado, se realizó un muestreo de vegetación y suelos en siete ranchos RH y siete RCG. Se encontró mayor respiración del suelo,



profundidad del horizonte A, presencia de lombrices, cobertura de pasto y disponibilidad de forraje marginalmente mayor en el sistema RH, pero no hubo diferencias ( $p > 0.05$ ) en compactación del suelo, en los parámetros químicos del suelo, ni en cobertura de árboles en los pastizales. En síntesis, los ganaderos con manejo holístico han tomado pasos importantes hacia la sustentabilidad ecológica y económica de sus ranchos con un modelo de producción que merece mayor atención y apoyo de parte de instancias de gobierno relacionadas con la agricultura y el ambiente.

**Palabras clave: Frailesca, Trópico seco, alimentación animal, degradación de tierras, manejo ganadero, emergía, ganado bovino, convencional, pastoreo rotacional, pastoreo Savory, pastoreo Voisin.**

## 1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas muchas áreas de la región Fraylesca se han visto afectadas por profundos cambios en el manejo del suelo, ocasionados en su mayoría por la expansión de la ganadería convencional. El pastoreo se realiza en potreros extensos, con pocas divisiones, quema de potreros y los herbicidas para el control de malezas y enfatiza la alta productividad animal a corto plazo, utilizando el pasto de los potreros de manera constante sin permitir la recuperación de estos (Hernández, 1995).

El pastoreo convencional trae consigo problemas tanto productivos como ambientales (Román, 1991). Entre ellos destacan la compactación de las capas superficiales del suelo, y la formación de áreas sin cubierta vegetal, la desaparición de la fauna asociada y el empobrecimiento de la composición florística (Villalobos, 1985; Hernández 1995). La disminución de la cobertura vegetal, la compactación y las quemadas frecuentes asociadas a este manejo repercuten en la degradación estructural química y biológica del suelo. A nivel de paisaje la expansión ganadera y el fuego poco controlado fragmentan y afectan la composición de los bosques de trópico seco. Aunado a estos problemas agroecológicos, la dependencia de herbicidas y de los suplementos alimenticios incrementa los costos de producción reduciendo las ganancias (Altieri & Yurjevic, 1991).

El manejo holístico planificado busca minimizar el uso de insumos externos y costosos y optimizar el uso de los recursos naturales desde la óptica ecológica (FIRA, 1996). Esto es un proceso de conocer y juntar todos los recursos locales para fijar metas en la toma de mejores decisiones diarias, como base para recuperar la vitalidad de los recursos naturales. Se requiere establecer la meta siguiendo los principios: 1) calidad de vida y valores deseados, 2) forma de producción y de beneficio para alcanzar la calidad de vida y 3) las características del paisaje futuro esperado (Savory, 2001a; Savory, 2001b; Savory & Butterfield,

2001). Toma en cuenta el principio de Jan Christian Smuts que dice “el mundo en sí mismo es más que sus piezas e individuos”. Se caracteriza por el manejo de cuatro elementos: tiempo, área, volumen, comportamiento animal y otros elementos como (fauna, cultivos, bosques), que se toman en cuenta simultáneamente (Smuts, 1973; Pineda, 2004). Esto incluye prácticas específicas como la no quema, rotación cuidadosa y limpia manual selectiva, dejando sólo especies forrajeras. Se basa en los conocimientos de las propiedades físicas y químicas del suelo así como el manejo de los componentes bióticos, el factor clima y la influencia de éstos en la composición florística (Mancilla & Valbuena, 2002). Para lograr esto se requiere; a) establecer los límites del área y una guía de todas las áreas que incluya el manejo holístico, mapeo de las áreas como: bosques, potreros, terrenos agrícolas, pastizales etc., b) establecer un inventario de flora como árboles forrajeros, maderables, así como la fauna silvestre en las áreas de influencia; c) identificar las personas que tienen influencia o convergen en la zona y posibles acciones que podrían presentarse como caza, tala, saqueo de material etc., d) Identificar los problemas en cada una de las áreas con manejo holístico; e) establecer la meta de sustentabilidad hacia donde se espera llevar nuestra áreas holística; f) definir cuales son los tipos de producción con los que cuenta el área; g) definir la calidad de vida esperada; h) definir la base futura del recurso natural existente; i) desarrollar planes y proyectos para alcanzar las metas establecidas; j) emprender las acciones y supervisar los resultados, k) detección temprana y corrección de posibles errores y l) Replanteamiento y búsqueda de soluciones (Burleson & Savory, 2004).

## 1.1. JUSTIFICACIÓN

La producción de bovinos en México, se desarrolla generalmente en zonas tropicales con pastoreo de especies nativas e introducidas (Joaquín, 1996). El bajo contenido de nutrientes de las pasturas nativas y la poca disponibilidad de rebrotes durante el periodo de seca, son algunos de los factores que limitan la producción (Palma, 1996). El aprovechamiento racional de los pastos nativos e introducidos como alimento principal para ganado bovino, marca la dirección óptima para mejorar los aspectos productivos y de salud animal (Eguiarte, 1985).

La mayoría de los pastizales de la Región Fraylesca, sufre grave deterioro, en particular por las quemadas, el manejo inadecuado de la carga animal, y el uso de agroquímicos. La ineficiencia de la alimentación del ganado ha sido producto en gran parte de los sistemas de manejo y utilización de las praderas convencionales (Carrizales, 1996). Esto ha traído como consecuencia, un descenso importante en los indicadores de producción y económicos. Se requieren acciones que frenen el deterioro de los ecosistemas ganaderos y rescaten la fertilidad de los suelos, la producción de los pastizales y los índices bioeconómicos (Ibrahim, 1990; INFDM, 2005; Martín, 1994).

En la búsqueda de alternativas, los proponentes del manejo holístico han demostrado de manera empírica el potencial de este manejo para solventar las limitaciones existentes y mejorar la producción, protegiendo el ambiente (Savory & Butterflied, 2001; Dawley, 2001; Adams, 2001; Savory, 2001a). Sin embargo, el manejo holístico no ha sido ampliamente estudiado por los científicos. Según el enfoque de Savory (1969; 1989), los ambientes que reciben precipitación pluvial marcadamente estacional son “quebradizos” por su alta susceptibilidad al manejo inadecuado del pastoreo. Las tierras de ambientes quebradizos, como la región Fraylesca, tienden a la desertificación, especialmente cuando son sujetos al subpastoreo (Savory, 2001a; Savory, 2001b; Savory, 1985). El manejo holístico muestra cargas animales altas durante periodos cortos y con tiempos de descanso

ni demasiado largos ni cortos para mantener la productividad y cobertura de la vegetación en estos ambientes. Para poder comprobar y aprovechar más ampliamente las bondades productivas y ambientales del manejo holístico, es necesario entender mejor su funcionamiento.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1. Objetivo general**

Evaluar comparativamente el funcionamiento de la producción bovina con manejo convencional y con manejo holístico en la Región Fraylesca, Chiapas, México.

### **2.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el grado de aproximación de la ganadería bovina convencional y holística al modelo de producción orgánica.
- Describir los elementos básicos del manejo y el funcionamiento tecnológico, económico, ambiental y social de los sistemas de producción bovina con manejo convencional y holístico para evaluarlos en términos de emergía.
- Determinar el efecto del manejo holístico y convencional sobre la composición florística, y la cobertura del suelo y la cantidad y calidad del forraje disponible en los pastizales.
- Determinar el efecto del manejo holístico y convencional en las características físicas, químicas y bióticas del suelo.

## **3. HIPÓTESIS GENERAL**

El manejo holístico impulsa el desarrollo de una comunidad ecológica mas sustentable que el manejo convencional.

### **3.1. Hipótesis específicas**

El sistema de manejo holístico del pastoreo permite mayor disponibilidad de forraje, diversidad florística, cobertura del suelo, mayor dominancia de especies forrajeras y leñosas, y mejor calidad del suelo de los pastizales y tiene mayor aproximación al modelo orgánico.

## **4. MATERIAL Y MÉTODO**

### **4.1. Área de estudio**

La investigación se realizó en 25 ranchos de la Región Fraylesca, Chiapas México, 7 con manejo holístico y 18 con manejo convencional. La zona de estudio abarcó incluyó las comunidades de Cuahutemoc, La Sirena, Joaquín Miguel Gutiérrez, Villa Hidalgo, Dr. Domingo Chanona del municipio de Villaflores y las comunidades de Emiliano Zapata y Revolución Mexicana del Municipio de Villacorzo, ubicados entre 540 y 580 msnm y entre 16°10'32.3" a 16° 14' de Latitud Norte y 93°02'30.9" a 93° 16' Longitud Oeste. De acuerdo con la clasificación de Köppen modificada por García (2004), el clima es cálido subhúmedo con precipitaciones en verano ( $Aw_1$ ). La temperatura media anual es de 24.9 ° C. La vegetación dominante de la zona era selva baja caducifolia. Fisiográficamente, la zona corresponde a la Depresión Central, zona semiplana bordeada por la Sierra Madre, Altiplanicie Central y Montañas del Norte. Los suelos son profundos de origen aluvial. La geología de la zona es de rocas sedimentarias, principalmente, calizas y depósitos aluviales (SEPLAN, 2000; DGM, 1984).

### **4.2. Muestreo y análisis**

El presente trabajo evaluó los sistemas ganaderos y estuvo integrado por tres apartados: I) aproximación de los sistemas ganaderos al modelo orgánico, II) el

análisis de emergía, y III) la caracterización de la vegetación y suelo de los pastizales.

#### 4.2.1. Aproximación de los sistemas ganaderos al modelo orgánico

Se aplicó entrevistas semiestructuradas (Vela, 2001) con 25 productores de ganado bovino localizados en los municipios de Villacorzo y Villaflores, en la Región Fraylesca. Los entrevistados incluyeron a los 7 ganaderos pertenecientes al “Club de Pastoreo Intensivo Los Villas,” mientras que los 18 ganaderos convencionales fueron seleccionados entre los miembros de la Asociación Ganadera de cada municipio por su proximidad a los ranchos holísticos y por el uso de prácticas convencionales de la zona, incluyendo el pastoreo extensivo, pocas divisiones, la quema frecuente de potreros y el uso de herbicidas de tipo sistémico y de contacto.

En esta fase de la investigación, se evaluaron algunos elementos tecnológicos, económicos, ambientales y sociales (Anexo 3) y (Anexo 4) para determinar el Índice de Conversión Orgánica (ICO; Cuadro 1). Mediante consulta a expertos y con base en las especificaciones de la normativa orgánica (IFOAM, 1972; UE, 1991) se diseñó una propuesta de evaluación con variables dirigidas a integrar 10 indicadores (Cuadro 1a). Cada indicador se ajustó con base en sus dimensiones o variables, en relación a su importancia con relación al manejo y a la norma orgánica, mismas que fueron promediadas. Los valores se convirtieron a porcentajes, considerando al factor de ponderación por cada indicador como el 100 % de cumplimiento de la normativa orgánica. Los indicadores en su conjunto constituyeron un Índice de Conversión Orgánica (ICO), obtenido mediante la sumatoria de los valores ponderados (en función de la dificultad y el tiempo para cumplir con la norma) de cada indicador. La ecuación utilizada fue:

$$ICO = \sum_{I=1}^{10} (I_{ij} * fp_j)$$

Donde:

I= indicador; I=1,..., 10

i= explotaciones ganaderas o productores; i=1, 2, 3,..., n

$j$ = variables que integran cada indicador;  $j=1, 2, \dots, k$   
 $f_{pj}$ = factor de ponderación específico para cada indicador

#### 4.2.2. Análisis de Emergía

El análisis de emergía está diseñado para evaluar los flujos de energía y materiales por los sistemas utilizando unidades comunes (emjoules solares, abreviados como sej), para proveer una perspectiva amplia respecto al impacto de decisiones de manejo sobre la sustentabilidad (Guillen-Trujillo, 2000). Con este fin, se aplicaron entrevistas entre junio y septiembre del 2007 acerca de las actividades ganaderas en el año anterior. Se infirió, con base en las entrevistas, un esquema generalizado de las entradas, salidas y almacenes de energía en los ranchos (Figura 1). Se obtuvieron los datos climáticos necesarios para el análisis de las estaciones meteorológicas locales (Sagarpa, 2007). El diagrama general de los sistemas de ranchos en la región Fraylesca, Chiapas, se muestra en la (Figura 1). El análisis de emergía descrito por Odum (1996) y Brown y Ulgiati (1997) sirvió para determinar el nivel de uso de las fuentes de energía en los sistemas para comparar los sistemas holístico y el convencional en términos de los índices de rendimiento de emergía, sostenibilidad de emergía y carga ambiental. Los cálculos de emergía se muestran con más detalle en el (Anexo 2) La mano de obra se dividió en 77 % renovable y 23 % no renovable o comprado, basado en un previo análisis de emergía del estado de Chiapas, México (Guillen-Trujillo, 1998) y siguiendo los métodos aplicados por Diemont *et. al.* (2006), y Martin *et. al.* (2006). Los índices de emergía se compararon entre sistemas por medio de pruebas de  $t$  calculados por medio del programa estadístico SPSS versión 14. Dado que en promedio los ranchos holísticos fueron más grandes ( $82 \pm 44$  ha) que los convencionales ( $38 \pm 18$  ha), se repitió el análisis eliminando los ranchos convencionales menores de 40 ha para reducir el posible efecto de tamaño de rancho.



### **4.2.3. Evaluación de la vegetación y del suelo de los pastizales.**

En esta fase de la investigación se muestrearon los 7 los ranchos con manejo holístico y los 7 con manejo convencional que son de tamaño similar. Se muestrearon dos sitios por rancho, ambos dominados por pasto estrella africana (*Cynodon plectostachyus* (K. Schum) Pilger), uno recién pastoreado y otro con mayor descanso, dato obtenido de la consulta con los ganaderos. Para el muestreo de vegetación, se utilizaron un conjunto de las herramientas descritas por Herrick, *et al.* (2005). La medición de forraje presente disponible (kg. MS/ha) se realizó mediante el método de rango de peso seco de Haydock and Shaw (1975).

Se muestreó cada parcela a lo largo de 3 transectos, partiendo desde un punto central y orientados a intervalos de 120°, (Figura, 1A). Se empezó a tomar mediciones a 5 m desde el centro para evitar traslapes en el muestreo y los efectos del pisoteo alrededor del punto central.

#### **4.2.3.1 Caracterización de la vegetación**

Para la caracterización del estrato herbáceo y la estructura vertical de la vegetación, se utilizaron puntos de intercepción distribuidos uniformemente, a lo largo de los tres transectos, para lograr una intensidad de muestreo de 150 puntos por ha. En cada punto se colocó verticalmente una varilla delgada con escala graduada para registrar aquellas plantas que la interceptan a diferentes alturas. Se anotó la especie y el estrato (<50 cm o 50-100 cm) de intercepción de cada individuo tocado por la varilla (Mostacedo & Fredericksen, 2000; Herrick, *et al.*, 2005; Matteuci & Colma, 1982).

Sobre esta misma línea se cuantificó la susceptibilidad a la erosión y a plantas invasivas. Con este fin, se anotó el comienzo y el final de cada parche de suelo desnudo mayor a 20 cm, utilizando una proyección vertical desde el dosel de la

vegetación hacia el suelo. También se midieron los parches de suelo desnudo mayores a 20 cm de largo sobre el transecto a nivel del suelo (el espacio entre las plantas vivas o muertas sujetas al suelo). Las aperturas en el dosel indican la susceptibilidad a la erosión eólica y a la invasión por arvenses, mientras las aperturas entre las bases de la vegetación indican susceptibilidad al escurrimiento y erosión hídrica (Herrick, *et al*, 2005).

Sobre las mismas líneas, se trazaron transectos de banda, de 6 m de ancho, 3 m de cada lado, para muestreo de plantas leñosas. Se contabilizaron todos los árboles y arbustos que se encontraron dentro de las bandas, anotando especies, altura, diámetro y área de proyección de la corona sobre el transecto. A partir de éstos datos se calcularon densidad de árboles y arbustos, importancia relativa, porcentaje de cobertura del dosel y área basal (Mostacedo y Fredericksen, 2000; Herrick *et al.*, 2005).

#### **4.2.3.2. Producción y disponibilidad de pasto**

Se realizaron muestreos aleatorios a lo largo de cada transecto utilizando un marco de metal de 50 X 50 cm según el método de doble muestreo de rango de peso seco (T'Mannetje, 1978; Pieper, 1978). Se definieron 5 categorías por sitio de muestreo y posteriormente se procedió al corte y pesado en seco de las mismas. Luego de manera visual se muestrearon 30 cuadros por sitio, número determinado según la fórmula propuesta por Mostacedo & Fredericksen (2000). Se realizaron los procedimientos matemáticos apropiados para la calibración y se estimó visualmente la disponibilidad de pasto dentro del marco utilizado, comparando cada muestra al patrón (1 al 5) que se cortó y pesó al principio. En cada cuadrado se registró la cobertura de todas las especies de plantas encontradas y fueron cortadas a ras de suelo y luego separadas las tres principales y pesadas en seco por separado, calculándose así la producción de biomasa total comestible para obtener el rendimiento de materia verde (MV) y materia seca (MS) por hectárea.

#### **4.2.3.3. Análisis físico y químico de suelo**

El muestreo se llevó en forma de zig zag en el transectos (Figura 1A), sacando cada submuestra por medio de un sacabocados de 35 mm, a una profundidad de 20 cm. Se mezclaron 28 submuestras para obtener una muestra homogénea para cada potrero, 28 muestras en total. En el laboratorio de ECOSUR, se analizaron textura, con hidrómetro de Bouyoucos, densidad aparente (método de la probeta), materia orgánica (digestión húmeda de Walkley y Black), nitrógeno total (microKjeldahl) y N total, pH (en H<sub>2</sub>O, relación 1:2), conductividad eléctrica, P extraíble (Olsen) y K intercambiable (acetato de amonio 1N, pH 7), de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-021-RECNAT-2000) (Singer y Edwing, 2000). Se describió la estratificación horizontal y macro fauna del suelo utilizando calicatas de 30 cm de profundidad.

#### **4.2.3.4. Respiración de suelo**

Para el análisis de respiración de suelo, se tomó 200 g., de suelo extraído de la totalidad de los horizontes de la calicata de 30 cm y después de secar el suelo se procedió a tamizarlo con tamiz número 10 siguiendo la metodología empleada por Stotzky (1965). Todo el proceso se realizó en los laboratorios de El Colegio de la Frontera Sur, según las especificaciones descritas en el (Anexo 1).

#### **4.2.3.5. Análisis Estadístico**

Se realizaron pruebas de T para comparar la densidad y área basal de especies de árboles y arbustos con una frecuencia  $\geq 5$  % del total de individuos entre ambos sistemas. Se aplicaron ANDEVAs y pruebas de T de Student con muestras independientes de medidas repetidas (Deutsch y Journal, 1998; Atkinson, 1999), para comparar los indicadores de sustentabilidad (erosibilidad, invasibilidad, proporción de especies, calidad del suelo, cantidad de biomasa forrajera) entre manejo holístico y manejo convencional con diferentes periodos de descanso (Mostacedo y Fredericksen, 2000). Cuando los datos no cumplían con la prueba

de esfericidad, se reportan valores de F y p con corrección de Greenhouse-Geisser. En ningún caso hubo una interacción significativa entre tiempo de descanso y tipo de manejo, por lo que no se reportan estadísticas para interacciones.

## **5. RESULTADOS**

El club de ganaderos “Los Villa” ha adoptado el manejo holístico según la orientación productiva de cada quién, como lo es la visión de producir material genético, leche, venta de animales y granja integral, además están consientes que son técnicas perfectibles, y que es un proceso de búsqueda constante para alcanzar las metas establecidas. Lo ejemplificaron de la siguiente manera “el manejo holístico es la tela, el ganadero el sastre y con esa tela cada ganadero tiene que confeccionarse un traje a su medida”.

El sistema de manejo holístico difiere de manera clara en cada una de sus prácticas presentes, así como en la visión de cuidado ambiental. Para el sistema de manejo holístico prioriza en fijar las metas y los objetivos desde el principio de cada año o ciclo productivo, luego determina una serie de prácticas a manera de ruta crítica para buscar estrategias para llegar esa meta, luego de alcanzarla mantenerla y luego replantearla. Este sistema de manejo no consiste en recetas sino en una serie de prácticas que buscan alcanzar las metas de producción establecidas sin dañar el ambiente. Dentro de las prácticas se encuentran evitar el uso del fuego, que en relación a las características topográficas y climáticas de la región Fraylesca, dificulta el control y en su mayoría termina como incendio forestal. La práctica del deshierbe manual dirigido a eliminar plantas no forrajeras que puedan dañar al animal, por ejemplo plantas espinosas que los animales no consumen. Esto es con la finalidad de propiciar una flora forrajera local más abundante en los potreros y se puedan tener forraje que en época de seca. Debido a los periodos prolongados de seca en ésta región, los ganaderos holísticos se fijaron la meta de evitar la disminución de la producción de leche y carne por la falta de forraje. Esto se ha logrado casi en su totalidad, mediante el

uso de pasto CT-115, que posee raíces muy profundas y en época de secas cuando los pastos endémicos como el jaragua y el zacatón se encuentran seco, permite tener forraje verde.

Bajo la visión del manejo holístico que muchos animales en áreas pequeñas en tiempo cortos; compactan menos el suelo, que pocos animales durante periodos prolongados, se fomenta dentro de los holísticos el establecimiento de divisiones por ha, desde 2 hasta 4, dependiendo del análisis visual de la disponibilidad de forraje con que cuenta cada potrero. Cuando se presentan plagas en los pastos, no se combaten por la vía química sino mediante la carga animal, aunque se rompe el rol de rotación de potreros debido que se introduce el ganado en donde este ataca la plaga, para que por efecto del pisoteo se elimine de manera ecológica la plaga sin dañar el pasto. La meta de hacer más rentable el sistema ha conducido a que se conserve una parte del bosque por cada rancho holístico, para hacer un uso legal y razonable de los recursos, 2 de los siete ganaderos con manejo holísticos actualmente ya cuentan con un plan de manejo forestal.

## **5.1. Comparación integral de las características de los sistemas de producción bovina con manejo convencional y holístico.**

### **5.1.1. Índice de Conversión Orgánica**

El análisis de conglomerados de los indicadores de conversión orgánica segregó los ranchos holísticos de los demás, e identificó dos grupos de ranchos convencionales. Estos se definieron por mediante la aplicación una prueba de T, del total de las prácticas de manejo registradas, y se eligieron las prácticas en las que resultaron significativas como lo son al nivel tecnológico, prácticas de manejo, área de potrero y asesoría técnica, y se formaron tres grupos por tales características comunes, para evitar sesgo en el análisis. Para cada una de las 10 categorías de indicadores, los ranchos holísticos tienen alta aproximación o igualan al modelo orgánico.

En el (Cuadro 1) se presentan los porcentajes promedio de cada uno de los diez indicadores que conforman el índice de conversión orgánica (ICO) de los tres conglomerados de explotaciones ganaderas identificadas. El (ICO) fue diferente ( $p < 0.05$ ) entre conglomerados, y las explotaciones con manejo holístico se aproximan más al 100 % de lo estipulado por la normativa orgánica.

Los indicadores que integran el índice de clasificación (Cuadro 1a), son características principales de la producción orgánica, ya que permite su diferenciación en forma consistente con respecto a la producción convencional. De acuerdo con Parra *et al.* (1989) y Dufumier (1993), la importancia de clasificar los sistemas de producción radica en que abre la posibilidad de priorizar y planificar las políticas de investigación o desarrollo orientándolas a generar o adaptar tecnologías apropiadas a cada circunstancia. Para el caso de los sistemas productivos estudiados significa que es necesario trabajar en capacitación e implementación de tecnologías sostenibles de producción orgánica de forma diferenciada, con base en el grado de aproximación de las explotaciones ganaderas al modelo o estándar orgánico.

#### **5.1.1.1. Manejo Alimenticio**

En el (Cuadro 2) se presentan los valores promedio del indicador denominado **Manejo Alimenticio** y de las variables que lo integran. Dicho indicador muestra que las explotaciones ganaderas con manejo holístico (conglomerado 3), tienen mayor nivel ( $p < 0.05$ ) de aproximación al modelo de ganadería orgánica que las de los conglomerados 1 y 2, con una proximidad de 96.4 % al estándar orgánico. Este resultado se debe al tipo de pastoreo que manejan: por lo menos el 50 % de los alimentos proceden de la misma finca o de otra ecológica y 86 % de los ranchos con manejo holístico (Conglomerado 3), usa sólo alimentos permitidos según la norma. Así mismo, se observa la tendencia de que al aumentar el valor del índice, correspondiente a los (Conglomerados 1, 2 y 3), el grado de aproximación de manejo alimenticio apropiado al estándar orgánico es mayor. Es

decir, aunque, el manejo alimenticio de los bovinos se sustenta principalmente en el pastoreo (ya que solo se confinan cuando se realizan los baños de aspersión contra parásitos externos, desparasitaciones internas, vacunación y durante la ordeña), los ganaderos convencionales (Conglomerados 1 y 2) suplementan frecuentemente a sus animales con alimento balanceado comercial. A los animales de las explotaciones ganaderas de los tres conglomerados se les suministra sal común a libre acceso (alrededor de 2 kg/vaca/año), generalmente mezclada con sal mineral comercial en una relación 3:1 (sal común: sal mineral), de las cuales la primera está permitida y la segunda no está permitida por la legislación orgánica (OCIA, 2006).

La ganadería en los valles centrales de Chiapas se sustenta en el pastoreo natural principalmente. Cabe mencionar que el uso de suplementos en la alimentación animal está regulado por la normativa orgánica y su aplicación depende de los criterios de la certificadora. Por ejemplo, la certificadora OCIA (2006) en sus Estándares Internacionales de Certificación permite el uso del cloruro de sodio o sal común como suplemento en la alimentación animal y como conservador de ensilaje. La IFOAM (2005) permite dentro de su normativa el uso de varios minerales incluyendo la sal para suplemento animal.

#### **5.1.1.2. Manejo Sostenible de Pastizal**

El Manejo sostenible del pastizal es el conjunto de prácticas que hacen que un pastizal bajo pastoreo mantenga una buena producción de forraje sin que éste se degrade a lo largo del tiempo.

En el (Cuadro 3) se presentan los valores promedio del indicador denominado **Manejo Sustentable del Pastizal** y de las variables que lo integran. En el indicador sobre manejo sustentable del pastizal (Conglomerado 3), los ranchos con manejo holístico, tienen la proximidad más alta al estándar orgánico. Ello se

explica por el nivel de uso de técnicas como: rotación de potreros, asociación de cultivos forrajeros, cultivo de leñosas forrajeras y sistemas silvopastoriles.

Al respecto Chauvet (2001), señala que la producción de carne de bovino tiene que partir de nuevas bases para preservar los recursos naturales y enfocarse hacia una ganadería sustentable. Un pastizal es particularmente importante por el aporte de nitrógeno que las leguminosas fijan al suelo, la materia orgánica, la estructura y la actividad biológica; también desempeña un papel importante al limitar el incremento de malas hierbas y de enfermedades de los cultivos transmitidas por el suelo Youine (2004). Los rumiantes comparten este papel central con el pastizal en la mayoría de las explotaciones orgánicas prósperas, y el éxito de la empresa ganadera depende estrechamente del manejo y de la productividad del pastizal. Según PASOLAC *et al.* (2002), la agricultura orgánica considera a la finca como unidad integral de producción, poniendo énfasis en ciclos de nutrientes cerrados y en el equilibrio de la flora y la fauna.

#### **5.1.1.3. Fertilización y contaminación del suelo**

En el (Cuadro 4) se presentan los porcentajes de aproximación al modelo orgánico del indicador de **Fertilización y contaminación del suelo**. Es evidente que las explotaciones ganaderas con manejo holístico Conglomerado 3 tienen mayor nivel ( $p < 0.05$ ) de aproximación al estándar orgánico seguido del Conglomerado 2 y el Conglomerado 1. Así mismo, se observa la tendencia de que al aumentar el valor del índice, correspondiente a los conglomerados 1, 2 y 3, el grado de aproximación de la fertilización apropiada del suelo al estándar orgánico es mayor. Esta tendencia se explica por que a pesar que todos los productores realizan fertilización orgánica de los suelos, una mayor proporción de productores del Conglomerado 1 combina el uso de abonos orgánicos con el de fertilizantes de síntesis química. Aunque este indicador se refiere a las diversas formas de fertilización orgánica, el abonado orgánico de los pastizales en el municipio de Villaflores y Villacorzo se realiza casi exclusivamente mediante el estiércol que los animales depositan durante el pastoreo.



Según Youine (2004), la distribución de estiércol se realiza mediante métodos rotativos y anuales. Cabe señalar que los estándares de certificación no permiten el uso indiscriminado de estiércol para la fertilización del suelo ya que estos al rebasar la cantidad máxima (170 kg/ha) se considera como una vía de contaminación de los mantos acuíferos del subsuelo. Por ello, se debe vigilar la carga animal, de tal forma que no exceda de 2 UA/ha (OCIA, 2006).

De igual forma, el comportamiento del indicador sobre **control ecológico de malezas** (Cuadro 4) es similar al de fertilización del suelo. Es decir, las explotaciones ganaderas que integran los ranchos con manejo holístico muestran mayor ( $p < 0.05$ ) grado de aproximación al estándar orgánico que las del Conglomerado 1 y Conglomerado 2, con una tendencia claramente definida.

Ello se explica por que los ganaderos con manejo holístico no utilizan insumos de síntesis química en su mayoría, para el control de malezas y prefieren el control manual, para realizar una eliminación selectiva, ya que hay plantas consideradas de manera general como malas hierbas, pero según su experiencia éstas también aportan beneficios a los animales y al suelo; no así en el grupo de ganaderos con manejo convencional que se encuentran en Conglomerado 1 y Conglomerado 2, en las cuales utilizan herbicidas de síntesis química (Gramoxone, Tordón y Faena) para el control de malezas. El resultado de los ganaderos con manejo holístico es inferior al 100 %, ya que un miembro del grupo usa agroquímico de manera racional por planta o mateado en algunas ocasiones.

El indicador de **Control de plagas y enfermedades en los pastos** tiene un comportamiento similar al de control ecológico de malezas (Cuadro 4). Es decir, la explotación ganadera que integra los ranchos con manejo holístico (Conglomerado 3) muestra mayor ( $p < 0.05$ ) grado de aproximación al estándar orgánico que las del Conglomerado 1 y Conglomerado 2. Normalmente el productor controla las plagas de los pastos introduciendo los animales en los

potreros que están infectados. Los productores del Conglomerado 3 normalmente cuentan con una diversidad de pastos dentro de los que se encuentran el Estrella de Africana (*Cynodon plectostachyus* (K. Schum) Pilger), Insurgente (*Brachiaria brizantha Marandu*), el CT-115 clon del pasto Elefante (*Pennisetum purpureum*), entre otros, que les permiten mantener pasturas adecuadas aunque alguno de sus pastos resulte seriamente afectado por una plaga.

#### **5.1.1.4. Profilaxis y Cuidados Médicos Veterinarios**

En el Cuadro 5 se presenta el indicador denominado **Profilaxis y cuidados médicos veterinarios** y sus respectivas variables. Se puede observar que la variable que se refiere a la aplicación de vacunas obligatorias obtuvo los valores más altos, particularmente en las explotaciones ganaderas de los Conglomerados 2 y Conglomerado 3. Los productores de los tres conglomerados vacunan contra enfermedades diagnosticadas en la zona, excepto que los ganaderos con manejo holístico son más medidos pero aplican complejo de clostridiasis (edema maligno, carbón sintomático y pasteurelosis) y derrengue, entre otras. En el conglomerado 2 los ganaderos presentan buenos cuidados médicos de manera similar a los holísticos, vacunan contra enfermedades diagnosticadas en la zona de manera periódica aunque generalmente obedecen a las recomendaciones locales y gubernamentales, sin previo estudios de su hato, para los RH representado por el conglomerado 3 son más medidos y aplican vacunan solamente si es muy necesario, con excepción de un productor con manejo holístico que estimula la auto inmunización desde la etapa de ternero. En esta variable dos grupos de productores tienen la mismo grado de aproximación del 62.5 % de aproximación al modelo orgánico, mientras el Conglomerado 1 generalmente no lleva un control adecuado.

Dentro de las practicas que incluye este indicador son prácticas relativo a la a cuarentena de animales introducidos y/o enfermos podemos observar, en general, que dicha práctica es utilizada por una baja proporción de productores, sobre todo

los del Conglomerado 1, por el baja o nula asesoría técnica. Sin embargo, el porcentaje de productores del Conglomerado 2 y Conglomerado 3 que realiza esta práctica de manejo es significativamente mayor ( $p < 0.05$ ) que el de los Conglomerados 1. Esta práctica se lleva a cabo dejando los animales introducidos en un potrero, aparte de los demás animales para observar como reaccionan al cambio de pastura, clima, etc., y esperando que no presenten alguna enfermedad, por un periodo de un mes. Posteriormente estos animales pasan a los potreros con los demás animales; cabe mencionar que los únicos animales que los productores adquieren, son los sementales, ya que las hembras de reemplazo normalmente son crías de vacas de la propia explotación ganadera.

En lo que se refiere al uso de tratamiento natural de enfermedades infecciosas es prácticamente nulo en los tres conglomerados. Normalmente los productores emplean tratamientos alopáticos de síntesis química en forma esporádica, lo cual no esta permitido por la normativa orgánica. Un escaso porcentaje de productores del Conglomerado 1 y Conglomerado 3 utilizan tratamientos naturales para aliviar algunas enfermedades comunes.

Respecto a la desparasitación y externa con métodos naturales, no hay una clara diferencia ya que todos los grupos realizan esta práctica, a diferencia de la interna que nadie la realiza por métodos naturales.

#### **5.1.1.5. Raza y Reproducción**

En el (Cuadro 6) se presentan los porcentajes de aproximación al modelo orgánico del indicador sobre **Raza y Reproducción** y sus variables. Se observa que las explotaciones ganaderas del conglomerado convencional chico y el conglomerado de productores holísticos cubren al 100 % con lo estipulado por la normativa orgánica. Ello se debe a que las dos variables que lo integran, referente a que los productores cuenten solo con animales criollos y/o adaptados a la región y que la reproducción de los animales sea en forma natural, se cumplen satisfactoriamente.

En la región de estudio se prefiere la raza Suizo Americano o cruza del mismo, por la producción de leche que la raza proporciona. En los tres grupos de explotaciones renuevan los reproductores cada cuatro o cinco años para evitar problemas de consanguinidad. Los reproductores que se adquieren son de alta calidad genética y normalmente se compran en la feria local de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas o con algún productor de la zona.

#### **5.1.1.6. Bienestar Animal**

En el (Cuadro 7) se presentan los valores porcentuales del indicador denominado **Bienestar Animal**, así como de las variables que lo integran. El grupo con manejo holístico tiene una aproximación del 85.7 % de lo estipulado por la normativa orgánica, ya que cuentan con suficiente espacio por animal en los encierros, suficientes comederos y bebederos, protección frente a las inclemencias del tiempo y corte de cuerno en animales jóvenes.

El bajo porcentaje de aproximación en lo referente a lactancia natural es debido a que los ganaderos con manejo holístico tienen un sistema de destete precoz que bajo el análisis del estándar orgánico del indicador de Bienestar animal no cumple con lo estipulado por la norma de lactancia natural de 7 - 9 meses de edad, bajo la cual la vaca se ordeña con el becerro al pie, dejando un cuarterón de la ubre para el becerro. Ello estimula a la bajada natural de la leche y se evita el empleo de oxitocina para éste fin (OCIA 2006).

#### **5.1.1.7. Inocuidad**

Los resultados del indicador de **Inocuidad** y las variables que lo integran se presentan en el Cuadro 8. El Conglomerado 3 realiza cada una de las prácticas, que estipula este indicador, incluyendo: estricto control higiénico y sanitario de quipo, instalaciones, manejo de la ordeña y leche, Los animales han demostrado estar libres de Brucelosis y Tuberculosis; se eliminan animales seropositivos a

Brucelosis y Tuberculosis; y los productos han demostrado estar libres de antibióticos, hormonas, pesticidas.

Las asociaciones ganaderas de la Fraylesca, mediante médicos veterinarios, han realizado un importante trabajo para erradicar la Brucelosis y la Tuberculosis y en la actualidad no se han presentado brotes de estas enfermedades en la zona.

#### **5.1.1.8. Gestión Ecológica**

En lo relativo a la **Gestión Ecológica**, en el (Cuadro 9) se puede observar que las explotaciones ganaderas de los Conglomerados 1 y 2 presentan nula aproximación al modelo orgánico, y el Conglomerado 3 muestra una aproximación baja pero significativamente mayor ( $p < 0.05$ ) de los otros dos conglomerados.

#### **5.1.2. Gastos en alimentación, mano de obra y medicamentos**

Las pruebas de t y el ANEDEVA no encontraron diferencias significativas en gastos de alimentación, mano de obra y medicamentos entre ranchos convencionales y holísticos. Cuando se analizan la cantidad de horas de trabajo que cada ganadero invierte por animal existe diferencia significativa entre holísticos y convencionales (cuadro 20), y (Cuadro 21). Esto se debe a que los ganaderos holísticos realizan más trabajo manual sustituyendo los agroquímicos, de manera que hay diferencia marginal en la cantidad de mano de obra contratada (Figura 12), aunque no fue consistente con la cantidad de mano de obra familiar ya que no hubo diferencias (Figura 12a). Los ganaderos que tienen ranchos con manejo holístico presentan una serie de diferencias notables como el uso de limpia manual en sus potreros, tienen el tiempo más lejano en la última quema de sus potreros, actualmente no queman, tienen un control de plagas de pastos mediante el uso de carga animal fuerte lo que les permite tener pastos con mayor diversidad principalmente de plantas forrajeras. A través del manejo adecuado del CT-115, les permite un suministro adecuado de pasto en la época

de seca, ya que posee raíces muy profundas, según las inspecciones de campo realizadas en época de seca (meses de marzo y abril), realizada en los terrenos con éste tipo de pasto, se verificó que a diferencia del pasto local como el jaragua que en esta época se encuentra totalmente seco, el CT-115 se encontraba verde en hojas y tallo, las áreas visitadas se encuentran ubicadas con topografías accidentadas así como alejadas de cualquier uso de riego, confirmando la versión de éstos ganaderos que mencionaron que éste pasto posee raíces de hasta 15 metros de profundidad, lo que le permite sobrevivir muy bien en época de estiaje, a diferencia del pasto local que le es imposible, esto permite que los productores puedan tener suficiente pasto verde en época de seca (Cuadro 22).

## **5.2. Análisis de Emergía**

El análisis de emergía reveló diferencias entre sistemas ganaderos holísticos y convencionales. El índice de sustentabilidad energética (ESI) en promedio para sistemas holísticos fue casi el doble que el de los sistemas convencionales (Cuadro 10). La relación de rendimiento energética (EYR) fue 30% mayor en sistemas holísticos y la relación de carga emergética (ELR) fue 50% mayor en sistemas convencionales. Sin embargo, por la alta variabilidad en los datos, las diferencias no fueron significativas a  $\alpha < 0.05$  ( $p=0.072$ ,  $0.071$ , y  $0.27$  respectivamente).

La fuente mayor de variabilidad que aparenta haber afectado los índices de emergía fue recursos comprados (F), que dominaron la varianza en el rendimiento (Y) de los sistemas (Figura 2). Al analizar los componentes de F (Figura 3), se observó que la compra de maquinaria por medio de programas de ayuda gubernamentales dominó este rubro. Algunos ganaderos holísticos, posiblemente como resultado de su capacidad organizativa y sus conexiones, recibieron apoyos para la compra de maquinaria durante el año que cubrió la encuesta, resultando en variabilidad elevada. Para entender como el uso de recursos en los sistemas cambiaría sin estos apoyos gubernamentales, se removió apoyo gubernamental de las calculaciones. Sin apoyo gubernamental, la ELR en los sistemas holísticos

se disminuyó a la mitad de la de sistemas convencionales ( $p=0.085$ ; Cuadro 10), y se detectan ESI y EYR significativamente mayores en sistemas holísticos ( $p = 0.01$  y  $p = 0.008$ , respectivamente). Esto indica que los apoyos gubernamentales disminuyen la sustentabilidad relativa en términos de emergía para los sistemas holísticos. Sin apoyos gubernamentales, la mano de obra pagada domina los insumos comprados en sistemas holísticos, mientras mano de obra, fertilizante y alimentos concentrados para ganado juegan papeles aproximadamente iguales en los componentes comprados de sistemas convencionales (Figure 4).

El tamaño de rancho fue correlacionado positivamente con EYR (Coef. = 0.005,  $R = 0.42$ ,  $p = 0.037$ ) y negativamente con ELR (Coef. = -0.021,  $R = 0.42$ ,  $p = 0.037$ ). Los ranchos holísticos fueron de mayor tamaño ( $\bar{x} = 82$  ha,  $ds = 44$  ha) que los convencionales ( $\bar{x} = 38$  ha,  $ds = 18$  ha:  $p = 0.04$ ). Para asegurar que las diferencias en índices de emergía entre sistemas de manejo no se debían únicamente a diferencias en tamaño, se compararon sistemas holísticos con sistemas convencionales  $\geq 40$  ha. Estos nueve ranchos convencionales mostraron las mismas tendencias en relación con los sistemas holísticos que las que surgieron en los análisis anteriores (Cuadro 10), incluso con mayor significancia (para EYR,  $p=0.035$  y para ESI  $p=0.056$ ). La extensión promedio de ranchos holísticos y ranchos convencionales  $\geq 40$  ha no fue estadísticamente diferente ( $p = 0.11$ ). El anexo 2, presenta el análisis de emergía con mayor detalle.

### **5.3. La comunidad vegetal y del suelo de los pastizales.**

#### **5.3.1. Caracterización del estrato herbáceo**

No se encontraron diferencias significativas en la cobertura de pasto estrella (*Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilger) entre ranchos holísticos y convencionales (Figura 5). En adición al pasto estrella, se identificaron 21 especies herbáceas (Cuadro 12).

### **5.3.2. Susceptibilidad a la erosión**

Según pruebas de T, el tiempo de descanso no afectó la apertura del estrato herbáceo, por lo que se promediaron los valores de los dos potreros en cada rancho. Pruebas de T con estos datos encontraron mayor apertura en el dosel del estrato herbáceo en ranchos convencionales, pero no hubo diferencia significativa ( $p=0.057$ ) en apertura al nivel del suelo (Figuras 6). Se analizó mediante ANDEVA, mostrando por medio de este análisis diferencias en el total de espacios interceptados sin plantas, así como en el % de la apertura de dosel (Cuadro 23).

### **5.3.3. Árboles y arbustos en potreros**

El censo localizó 40 especies entre árboles y arbustos, incluyendo especies forrajeras y otros de uso como de construcción y cercos vivos (Cuadro 13). Hubo mucha variación entre ranchos en cuanto a las especies presentes y dominantes, por lo que de las especies que tenían una frecuencia igual o mayor al 5 %, ninguno mostró diferencia significativa en el área basal (Figura 8), ni densidad de individuos (Figura 9) entre convencionales y holísticos. Tampoco se encontró diferencia en área de sombra por especie (Figura 10).

### **5.4. Disponibilidad de forraje**

Según la evaluación realizada con el método de rango de peso seco descrita por Haydock and Shaw (1975), hubo mayor disponibilidad de forraje en potreros de mayor descanso que en los de menor descanso, y marginalmente mayor disponibilidad de forraje en potreros holísticos que convencionales (Figura 11) (Cuadro 14).



## **5.5. Suelos**

### **5.5.1. Compactación**

No hubo diferencia significativa ( $p=0.211$ ) en compactación medida con el penetrómetro de bolsillo ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ) (Figura 14), ni en las capas laterales del suelo en las calicatas (Cuadro 14). Se aplicó un análisis de esfericidad para eliminar el factor de descanso y no hubo diferencias (Cuadro 14), en el caso de la ANDEVA el resultado fue consistente con los otros análisis mostrando la misma tendencia (Cuadro 24).

### **5.5.2 Estratificación horizontal y macro fauna en calicatas**

Según la prueba de t para los datos promediados entre tiempos de descanso, se observó dentro de los primeros 30 cm del suelo mayor profundidad del horizonte A y también para el horizonte B en los ranchos con manejo holístico, que en los convencionales ( $p<0.01$ ) (Cuadro 14) y mayor profundidad del horizonte B en los convencionales que en los ranchos con manejo holístico. Esto ocurrió en 4 ranchos convencionales de siete muestreados, de los cuales cada uno de éstos eran suelos formados por la sedimentación de sus alrededores según las observaciones de campo ( $p<0.01$ ). De la misma forma se presentó la misma tendencia con respecto al análisis de la compactación del suelo por medio del penetrómetro en ambos sistemas (cuadro 14) y la ANDEVA (Cuadro 24), lo que muestra que aunque los ganaderos convencionales tienen suelos menos profundos la compactación no ha impactado de manera negativa, tomando en cuenta el tipo de carga animal que utilizan como parte del manejo holístico.

El análisis detectó mayor presencia de lombrices por  $\text{m}^2$  de superficie y 30 cm de profundidad fue mayor en los suelos de potreros de ranchos con manejo holístico que en convencionales ( $p<0.01$ ). En la ANDEVA realizada no se encontraron diferencias entre otros elementos de la macro fauna tales como gallina ciega, hormigas y coleópteros (Cuadro 14) y (Cuadro 25).

### **5.5.3. Respiración de suelos de potreros**

La actividad biológica del suelo medida a través de la producción de CO<sub>2</sub> no presentó diferencia significativa entre periodos distintos de descanso, por lo que se promediaron los datos, de los dos potreros o sitio de muestreo de cada rancho para el resto del análisis. Una prueba de t subsiguiente encontró significativamente mayor actividad microbiana en el suelo de ranchos holísticos que en convencionales (Cuadro 17a), de la misma forma el a ANDEVA fue consistente con éste resultado (Cuadro 26).

### **5.5.4. Análisis físico y químico del suelo**

Los suelos presentaron una distribución de partículas de arcillas, limos y arenas que le confieren una clasificación textural de franco a franco-arcillo-arenoso, sin que se haya encontrado diferencias significativas en textura entre sistemas de manejo. La densidad aparente mostró una tendencia marginalmente significativa ( $p=0.10$ ) hacia valores ligeramente más bajos en potreros con manejo holístico que con manejo convencional. Los contenidos de materia orgánica, N total y P-Olsen, así como el pH y la CIC no difirieron significativamente entre manejos (Cuadro 16) y (Cuadro 15).

## **6. DISCUSIÓN**

Este estudio presenta diversas líneas de evidencia que documentan la sustentabilidad de la ganadería holística en comparación con la convencional en el trópico seco de Chiapas. Los tres conjuntos de herramientas utilizadas en el análisis arrojaron información complementaria. El análisis de aproximación orgánica examinó a nivel de sistemas de producción los aspectos del manejo relevantes a las exigencias de los mercados orgánicos. Aunque no es una herramienta diseñada específicamente para evaluar sustentabilidad, sí toma en

cuenta diversos elementos que impactan sobre el ambiente, la base productiva, la salud del ganado, los productores y los consumidores. Los análisis de vegetación y suelos documentaron el impacto de las prácticas ganaderas sobre el agroecosistema. El análisis de emergía consideró la sustentabilidad en un sentido más amplio al examinar los flujos de materiales y energía entre los ranchos y el resto de la biósfera.

La conversión hacia la ganadería holística que los miembros del Club “Los Villas” han llevado a cabo durante los últimos 10-30 años, ha rendido fruto en cuanto a la sustentabilidad de los sistemas que manejan. Han conservado la cobertura forestal y eliminado o disminuido prácticas como las quemas y las aplicaciones de agroquímicos (Figura 8), (Figura 9) y (Figura 10) que perjudican la diversidad biológica, contaminan el suelo, aire y agua, y reducen los servicios ambientales tanto a nivel de sus ranchos como en los paisajes circundantes (Méndez *et al.* 2001, Hayes *et al.* 2002, Golicher y Ramírez 2003, Mora 2005, Relyea 2005; Ríos, 2006; Ventura, 2007). En promedio, tienen siete veces más divisiones en sus potreros, lo cual permite la rotación frecuente y la precisión necesaria en los tiempos de pastoreo y descanso de cada área (Voisin, 1959). Han logrado estos avances sin perjudicar la rentabilidad de los ranchos, y con un mínimo de apoyo externo. Incluso han fortalecido la base productiva de sus tierras al aumentar aspectos clave como la profundidad de la capa orgánica del suelo y la disponibilidad de forraje. Los productores holísticos constantemente están experimentando con nuevas técnicas y algunos de sus miembros llevan pocos años con este sistema, por lo que podemos esperar mayores avances hacia la sustentabilidad y diferencias aún más marcadas, en comparación con los productores convencionales.

## **6.1 Índice de Conversión Orgánica**

Según el análisis de aproximación al modelo orgánico, los ranchos holísticos se acercan más a la producción orgánica que los ranchos convencionales (Cuadro 2).

Incluso se comparan favorablemente con sistemas agrosilvopastoriles tradicionales del norte de Chiapas, evaluados utilizando el mismo instrumento (Nahed *et al.*, en prensa). Estos últimos sistemas obtuvieron valores de ICO intermedios entre los ranchos convencionales y holísticos.

Entre los indicadores donde más se diferencia la producción holística figura el manejo sustentable de los potreros. Esto se debe a prácticas como la rotación de potreros, asociación de cultivos forrajeros y cultivo de leñosas forrajeras en sistemas silvopastoriles (Cuadro 3).

Los ranchos con manejo holístico también llevan una clara ventaja para los indicadores de fertilización orgánica, control de malezas, así como el control de plagas. La mayoría de ganaderos holísticos no emplean fertilizantes químicos para sus pastos sino que aplican el estiércol de sus corrales como abono, mientras los de sistemas convencionales suelen aplicar fertilizantes químicos en sus potreros (Cuadro 4). Mientras los ganaderos convencionales controlan malezas con herbicidas y fuego, el control de malezas en el sistema holístico en su mayoría es mediante la rotación de potreros y el deshierbe manual (cuadro 4). Únicamente uno de ganaderos holísticos usa herbicida, y no lo aplica de manera general sino por planta (“mateado”). Los ganaderos holísticos evitan usar plaguicidas como Clorpirifos (Lorsban) y paratión (Folidol), que utilizan los convencionales contra plagas como la mosca del salivazo (*Aeneolamia postica*), gusano medidor (*Mocis latipes*, *Noctuidae*) gusano cortador o trozador (*Agrotis ypsilon*) y falso medidor (*Trichoplusia ni*) (cuadro 4). En su lugar, los holísticos utilizan pesadas cargas animales para controlar plagas, y cuentan con una variedad más amplia de forrajes. De especial importancia en este sentido es el CT 115, una variedad de *Pennisetum purpureum*, que se está sembrando en bancos forrajeros (Franco *et al.* 2005). Por el aguante que cubre sus hojas, explicó un ganadero holístico, este pasto resultó ser menos palatable al falso medidor (*Trichoplusia ni*) que el pasto estrella durante el brote de 2007.

Cabe desglosar algunos componentes del indicador de manejo alimenticio (cuadro 2). En cuanto al uso de alimentos que proceden de la misma finca o de otra ecológica, los ganaderos holísticos llevan una ventaja porque el buen manejo del pastoreo significa que requieren de poco suplemento, y porque se han organizado en una cooperativa para producir, a partir de insumos locales, un concentrado llamado “Albafrai” que contiene torta de soya, torta de carne, maíz, sorgo y sodio. En cuanto al uso exclusivo de alimentos permitidos, ningún ganadero convencional lo cumple, principalmente por el uso generalizado de gallinaza en el alimento. Únicamente un ganadero holístico ha adoptado esta práctica, una decisión que atribuye al costo elevado de los granos, melaza y soya.

Cabe mencionar también algunos rubros donde los ranchos holísticos no cumplieron en su mayoría. Ninguno de los ganaderos entrevistados cumple con dos de los componentes de “profilaxis y cuidados médicos” cuadro 5; el tratamiento natural de las enfermedades y la desparasitación externa natural. Estos son temas sobre los cuales ha habido poca capacitación. En el caso particular de los parásitos externos, algunos ganaderos holísticos, en parte porque no queman sus pastizales, padecen de poblaciones elevadas de garrapatas en sus potreros. Consideran que esto es uno de los retos principales que tienen que enfrentar para lograr la producción orgánica.

Bajo el indicador “bienestar animal,” los ranchos holísticos cumplen con todos los criterios menos el de lactancia natural. Esto se debe a la práctica del destete precoz que aprendieron en los talleres de ganadería holística. Se implementa con el fin de ayudar al becerro a adaptarse a la alimentación que recibirá en el rancho y para aumentar la producción de leche para la venta.

En cuanto a la gestión ecológica cuadro 9, los ranchos holísticos logran calificaciones mayores que los convencionales, pero cumplen únicamente en 40 % con este indicador. No cuentan con certificación orgánica ni planes para certificarse. Tampoco reciben precios favorables que reflejan la calidad de sus

productos y el cuidado en su producción. Es importante recalcar que los ganaderos holísticos entraron en este esquema con la idea de buscar un modelo de negocio más sustentable en términos ecológicos y económicos, más no necesariamente para convertirse en productores orgánicos. Algunos mencionaron la posibilidad de buscar la certificación, pero señalaron como impedimento el hecho de que sus vecinos aún aplican agroquímicos que pueden afectar sus predios. Varios de los productores holísticos son socios de la cooperativa que produce leche Pradel. Pradel vende leche orgánica, pero ésta se produce principalmente en el norte del estado, en zonas más forestadas y donde el uso de agroquímicos no es tan generalizado.

## **6.2 Emergía**

La conversión hacia la ganadería holística parece haber impactado de manera positiva en los índices energéticos de uso de recursos cuadro 10 y Figura 11. La tendencia hacia mayor EYR en ranchos holísticos sugiere que estos sistemas generan mayor producción en relación a los recursos no renovables comprados utilizados (Brown y Ulgiati 1999) que los ranchos convencionales. Los ranchos holísticos también exhibían una tendencia hacia mayor ESI, un indicador que integra la dependencia sobre recursos renovables versus no renovables comprados, la carga ambiental, y el rendimiento del sistema (Brown y Ulgiati 1999). Cabe mencionar que este análisis se enfocó en la producción de ganado bovino. Sin embargo, los ranchos holísticos tienden a ser más diversificados y actividades comerciales secundarias como la apicultura, la avicultura, la porcicultura y la forestería sustentable Cuadro 22, con. Por lo tanto, es posible que se esté subestimando de manera importante la producción de los ranchos holísticos. Ya que mucho de los insumos para estos productos (tierra, energía, mano de obra, y otros) ya están incorporados al análisis, podríamos estar subestimando también la eficiencia energética de ciertos ranchos holísticos.

Una característica del sistema que destaca el análisis de emergía es el papel negativo de los apoyos gubernamentales, en particular para la compra de maquinaria, sobre la sustentabilidad. La maquinaria consiste principalmente de recursos no renovables con alto contenido de energía incorporada en su proceso de manufactura. Los ganaderos holísticos recibieron estos apoyos de manera desproporcionada, y la maquinaria fue el componente más importante de los insumos comprados en sus sistemas (Figura 3) y (Figura 4). Para entender el impacto de los apoyos gubernamentales sobre la sustentabilidad, se repitió el análisis excluyendo estos insumos. El resultado fue que EYR y ESI en los sistemas holísticos se aumentaron a niveles estadísticamente mayores a los valores encontrados para sistemas convencionales.

Se discuten en mayor detalle los resultados del análisis de emergía en el Anexo 2.

### **6.3 Vegetación y suelos**

Las diferencias más marcadas entre ranchos holísticos y convencionales se observaron a los niveles de suelo y pastos. Aunque no hubo diferencias significativas en los parámetros químicos del suelo, se encontró mayor desarrollo del horizonte A en ranchos holísticos (cuadro 14). Esta capa de suelo, rico en materia orgánica, deriva de una mayor cobertura vegetal y aplicación de estiércol en los ranchos con manejo holísticos, y crea condiciones adecuadas para el buen desarrollo radicular de pastos. Además, hubo mayor actividad biológica en los suelos de los ranchos holísticos, medida tanto a nivel de respiración microbiana como en términos de densidad de lombrices (Cuadro 14). Esta actividad biológica conserva y restaura la estructura y la dinámica del suelo, modificando favorablemente sus propiedades fisicoquímicas y la dinámica de la materia orgánica (Blanchart *et al.*, 2004). Los lombrices, al alimentarse de los restos vegetales, reducen mecánica y químicamente el tamaño de las partículas orgánicas, permitiendo su degradación y la disponibilidad de elementos nutritivos para las plantas (Lavelle, 1988; Lavelle *et al.*, 1987)

La densidad aparente es una propiedad dinámica que varía con la condición estructural del suelo. La densidad aparente indica el grado de compactación y de restricción al crecimiento de raíces y movimiento del aire y agua a través del suelo. En suelos arcillosos (> 45% de arcilla) las densidades aparentes > 1.39 g cm<sup>-3</sup> afectan el crecimiento radicular, y si son superiores a 1.47 restringen el crecimiento radicular (NOM-021-RECNAT-2000). Por lo tanto, se infiere que los suelos estudiados no presentaron niveles de compactación que interfirieran con el desarrollo radicular.

La actividad de estos vermes incrementa la mineralización y la humificación de la materia orgánica, ya que al consumir grandes cantidades de hojarasca cuando esta atraviesa su tubo digestivo se somete a diversos procesos microbianos, y al ser evacuados en forma de heces (turrículos), llevan adherido una proporción importante de mucus intestinal (6.6% a 16%), asimismo, al alimentarse de los restos vegetales, reducen mecánica y químicamente el tamaño de las partículas orgánicas permitiendo su degradación y la disponibilidad de elementos nutritivos para las plantas (Lavelle, 1988; Lavelle *et al.*, 1987)

La respuesta del pasto estrella al manejo holístico se observó tanto en la estimación de disponibilidad de forraje por medio del doble muestreo de rango de peso seco como en la menor apertura del dosel herbáceo en los ranchos holísticos (Figura 5), (Figura 6) y (Figura 7), (Cuadro 12) y (Cuadro 14). Este último parámetro sirve además como medida de la susceptibilidad del predio a la erosión eólica (Herrick *et al.* 2005).

No se observaron diferencias significativas en el estrato arbóreo entre ranchos holísticos y convencionales. Esto se debe posiblemente a que mantener algunos árboles aislados en los potreros es una práctica común en la zona. Algunos de los ganaderos holísticos están tomando medidas para aumentar la presencia de árboles forrajeros en sus potreros y esto se ve reflexionado en la tendencia hacia



mayor número de árboles en estos sistemas (Cuadro 13). A nivel de rancho, el muestreo subestima la cobertura de árboles en los sistemas holísticos ya que no incluyó las reservas forestales que se mantienen en estos ranchos.

#### **6.4 Prioridades para la investigación**

La conversión productiva lograda por los ganaderos holísticos participantes en este estudio ha rendido avances claros en ciertos aspectos de la sustentabilidad. Sin embargo, se requiere de más investigación para entender varios aspectos de sus agro ecosistemas y para poder promover más ampliamente el manejo holístico.

Por ejemplo, el muestreo se enfocó en potreros de pasto estrella por ser el pasto dominante en la zona, y por permitir una comparación directa entre todos los ranchos. No obstante, parte de la filosofía holística es aprovechar los recursos disponibles para diversificar la base productiva, y en este sentido los ganaderos holísticos han adoptado nuevas opciones para la alimentación de sus animales. Entre las más interesantes, según los productores, por su alto rendimiento, buen contenido proteínico, y disponibilidad en época seca es el pasto CT-115. Los productores reportan cierto éxito en cultivar este pasto en combinación con otros forrajes, tanto herbáceos como arborescentes. Por el amplio interés que ha generado este pasto en la zona, diversos aspectos de su ecología y manejo merecen de mayor documentación y experimentación.

Otro fenómeno evidente en la zona que no ha recibido la debida atención científica es la reforestación espontánea que se observa en los cerros en algunos paisajes ganaderos. Evidentemente, el uso disminuido de las quemas en años recientes, especialmente en los ranchos holísticos, posiblemente en combinación con un control mayor sobre el pastoreo, ha permitido el desarrollo de los acahuales. El impacto ecológico de la evolución del control de malezas desde las quemas hacia los herbicidas y las prácticas holísticas merece de mayor estudio.

A la vez, los productores con manejo holístico reportan de manera verbal cambios positivos en las especies silvestres locales, y se observó en el transcurso del trabajo de campo, alta presencia de vida silvestre en sus predios. Esto no es sorprendente dado la eliminación del fuego, el uso reducido de agroquímicos y la conservación de reservas forestales en estos ranchos. No obstante, son necesarios estudios sistemáticos de grupos indicadores, ya que la conservación biológica depende cada vez más de los paisajes manejados y aún no entendemos bien los efectos de muchas prácticas de manejo sobre los movimientos, poblaciones y comunidades de los organismos silvestres (Chazdon *et al.*, en prensa).

Según los intereses de los productores, podría ser de interés montar estudios en apoyo a la eventual certificación orgánica, ya que a los ganaderos holísticos les falta poco para poder acceder a estos mercados ventajosos. Según el análisis de aproximación orgánica y los mismos productores, el manejo de las garrapatas figura entre los obstáculos técnicos principales que se tendrían que enfrentar. Se podría lograr mejor prevención y control de las garrapatas con una combinación de plaguicidas botánicas (Nahed *et al.*, en prensa) y la incorporación de ganado menor en las rotaciones (Pineda, 2004).

Una pregunta clave que habría que plantear respecto la posible expansión de la producción holística en la zona es la factibilidad de su adopción por los pequeños productores. Los miembros del Club “Los Villas” manejan ranchos relativamente grandes para la zona (45-170 ha) y tienen niveles de escolaridad desde la secundaria hasta la universitaria. Sin embargo, la importancia de la ganadería a pequeña escala, en particular la ganadería ejidal (Alemán-Santillán *et al.*, 2007) va en aumento en Chiapas. Típicamente, estos productores cuentan con pocos recursos para inversión, poco apoyo técnico, poca educación formal y terrenos que además de pequeños son marginales para la producción. Algunos elementos de la ganadería holística, como la diversificación de forrajes, deben de adaptarse fácilmente en este medio, y de hecho ya son utilizados por muchos productores pequeños (p.ej. Nahed *et al.* en prensa). Otros, como el pastoreo rotacional con

cercos eléctricos, pueden ser más difíciles de implementar con los pequeños productores, en parte por la inversión requerida y las economías de escala que pueden existir.

Finalmente, será importante seguir monitoreando el proceso de conversión hacia la ganadería holística. Los estudios longitudinales podrán dar datos más precisos respecto los impactos de los cambios tecnológicos y el monitoreo permitirá a los productores detectar y corregir los problemas que surgen. Varios de los indicadores utilizados en este estudio, en especial los de aproximación orgánica y el muestreo de vegetación y suelos, podrían ser fácilmente adaptados y adoptados para su uso por los mismos productores en la evaluación de sus potreros.

## **7. Conclusiones**

La investigación aquí reportada presenta varias líneas de evidencia que demuestran que la conversión hacia la producción holística efectuada por los miembros del club “Las Villas” es un avance importante para la sustentabilidad ecológica y económica para la ganadería en el trópico seco de Chiapas. Aunque su participación en talleres organizados por instancias de gobierno fue clave en el proceso de conversión, recibieron poco apoyo subsecuente. Desafortunadamente, nuestro análisis sugiere que los apoyos gubernamentales comúnmente ofrecidos para la ganadería, en particular las que facilitan la compra de maquinaria, han disminuido la sustentabilidad de los sistemas. Por lo tanto, se requiere de ayuda técnica y financiera cuidadosamente diseñada para fomentar la conversión productiva sustentable. Estos apoyos podrían enfocarse en las siguientes prioridades:

- Se identificaron tres tipos de sistemas de producción de ganado bovino en función al grado de aproximación al modelo de producción orgánica: (i) las explotaciones ganaderas de 20.0 % a 36.0 % de aproximación, denominada convencional chico; (ii) las explotaciones de 37.0 % a 54.0 % de aproximación, denominada convencional

grande; y las explotaciones de 55.0 % a 85.0 % de aproximación al modelo orgánico, denominadas Holísticas.

- Las explotaciones con manejo holístico tienen mayor aproximación al modelo de ganadería orgánica que las explotaciones convencionales.
- Acceso a mercados favorables, incluyendo mercados orgánicos y otros para productos ecológicos y de alta calidad. Apoyos para sufragar los costos de la certificación podrían ser de especial importancia.
- Estructuras y materiales para la capacitación. El club que formaron fue clave en la conversión productiva de los ganaderos participantes en este estudio, y facilitar la capacitación de productor a productor es una manera eficaz de promover cambios tecnológicos (Holt-Gimenez 2005). Los Grupos Ganaderos de Avance y Transferencia Tecnológicos (GGAVATT) podrían prestarse a este fin.
- La tecnología apropiada. Los apoyos gubernamentales pueden ayudar con la adquisición de equipo para la ganadería sustentable, como los cercos eléctricos, cuyo costo es elevado desde la perspectiva del pequeño productor.
- La mano de obra. Para productores medianos y grandes, la falta de mano de obra puede ser un limitante para la adopción de prácticas como la limpia manual, el manejo de hatos y forrajes diversos y la rotación frecuente entre potreros. Como explicó uno de los ganaderos holísticos, por las tasas elevadas de migración, el tendría que competir para mano de obra con los mercados laborales de Estados Unidos. De especial importancia en este sentido podrían ser apoyos indirectos, diseñados para mejorar las condiciones de vida en el medio rural, incluyendo inversión en servicios de salud, educación y cultura de calidad.

Alimentar una población creciente, con tierra y recursos cada vez más escasos, sin dañar el ambiente, figura entre los retos mayores que enfrentamos (IAASTD 2008). Con la inversión adecuada, la ganadería holística podría ser parte de solución para el trópico seco mexicano.

## 8. LITERATURA CITADA

- Adams, A. (2001).** Developing Wetlands Turning a Liability in to Many Asset. A publication of Center for Holistic Management. USA.
- Alemán Santillán, T., B. G. Ferguson, G. Jiménez Ferrer, H. Gómez Castro, I. Carmona Muñoz, and J. Nahed Toral.** 2007. Ganadería extensiva en regiones tropicales: el caso de Chiapas. Pages 18-39 *in* T. Alemán Santillán, B. G. Ferguson, and F. J. Medina Jonapá, editors. Ganadería, Desarrollo y Ambiente: Una Visión para Chiapas. El Colegio de la Frontera Sur, Tapachula, Chiapas, México.
- Altieri, M. & Yurjevic, A. (1991).** La agroecología y el desarrollo rural sostenible en América Latina. Revista Clades No. 1 En: <http://www.clades.org/> (Consultado: 30/09/2006).
- Blanchart, E., P. Lavelle, P. Braudeau, Y. Le Vissonnains y C. Valentín.**(1996). Regulation of soil structure by goephagous earthworm activities in humid savanas of Cote D'voire. Soil. Biol. Biochem. 29(3/4):431-439.
- Borel, R. Ruiz, M. Pezo, D y Ruiz A. (1982).** Un enfoque metodológico para el desarrollo y evaluación de alternativas de producción pecuaria para el pequeño productor. Informe sobre el II Taller de Sistemas de Producción Animal Tropical. Li Pun H y Zandstra H. Ed. CIID. Colombia. Pp. 41– 82.
- Burleson W., & Savory A. (2004).** El Manejo del descanso en los potreros. Consultor en administración de empresas de la tierra de Absarokee, Mont. Wayne en (406) 328-6808
- Cajo, J. F. & Braak, T. ( 1986).** Canonical correspondense analysis: A new eigenvector technique for multivariate direc gradient analysis. Ecological Society of America. TNO. Institute of applied computer Science. Wageningen Holand. 14p.
- Carrizales, G. A. (1996).** Pastoreo intensico tecnificado en zonas tropicales. Memorias del XX Congreso Nacional de Buautrí a. Acapulco Guerrero México. Pp. 319 – 325.
- Chazdon, R., C. Harvey, O. Komar, D. Griffith, B. Ferguson, M. Martínez-Ramos, H. Morales, R. Nigh, L. Soto-Pinto, M. v. Breugel, and S. Philpott.** En prensa. Beyond reserves: a research agenda for conserving biodiversity in tropical human-modified landscapes. Biotropica.

- Chauvet, M.** (2001). Los nuevos retos de la ganadería. In: Historia Ambiental de la Ganadería en México. Hernández, Lucina (comp). Instituto de Ecología A. C. Xalapa, México. 227-232 pp.
- Crist, T.O.,** And J. A. Macmahon. (1992). Harvester ant foraging and shrub-steppe seeds: interactions of seed resources and seed use. Ecology 73: 1768–1779.
- Dawley, F. (2001).** A change in values. A publication of Center for Holistic Management. Red Bluff California.
- De Miguel, J., Casado, M. A.,** Acosta, B., Pozo, A., Ovalle, C., Hepp, C., Heliozalde, H., Zagal, E., Gerding, M., Barrera, J.A. y Finot L. (2005). Caracterización ecológica y agronómica de la interacción bosque - pradera, para la elaboración de un modelo sostenible de explotación silvopastoral en la región patagónica de Aysén Chile. Fundación Biodiversidad-Universidad Complutense de Madrid, España. 10 p.
- DGM (Diagnóstico Municipal).** (1984). Diagnóstico del Municipio de *Villa Corzo* Gobierno Federal-Estatal-Municipal. Plan Chiapas.
- Dufumier, M.** (1993). La importancia de la topología de las unidades de producción agrícolas en el análisis diagnóstico de realidades agrarias. In: Sistemas de producción y desarrollo Agrícola. Editores Navarro, G. H., Collin J. P. Y Milliville P. Colegio de Postgraduados. Montecillos, Edo. De México. 211-218 pp.
- Edmonton, A. J.,** Lean, I. J., Weaver, L. D., Farver, T. and Webster, G. (1989). A body condition scoring chart for Holstein dairy cows. J. of Dairy Science. 72 (1) 68:78.
- Eguiarte, J. A.** (1985). Utilización de pastos de pastoreo para la producción de carne en el trópico seco. IV Simposio sobre ganadería tropical. Forrajes tropicales. SARH – INIFAP – UGRV. Veracruz, Ver. México. Pp. 43 – 52.
- FIRA.** (1996). Administración Holística de los Recursos Parte 2. Boletín informativo No. 283 Morelia. Michoacán México. Pp. 1 – 60.
- Franco, F., S, Vargas** y E. Siveira. (2005). Revista electrónica de veterinaria REDVET. Vol. VI, No 11, Noviembre del 2005. ISSN 1695-7504.  
<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111105.html>
- Galina, H. M. A.** (1991). El método en sistemas de investigación y diagnóstico en sistemas productivos agropecuarios. En: Sistemas de Producción. Universidad de Colima. Méx. D.F. Pp. 1 -16.

- García E.** (2004). Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Serie de libros No. 6 del Instituto de Geografía de la Universidad Autónoma de México. 90 p.
- Greig-Smith, P.** (1964). Quantitative plant ecology. Butterworths, London, England.
- Golicher, D. & Ramírez, M. N.** (2003). Ecosistemas y Comunidades Procesos naturales y Sociales de los bosques. Causas Ecológicas de Incendios Forestales. Departamento de Ecología Sistemática Terrestres de ECOSUR.
- Guillén-Trujillo Hugo A.** (2000). *Contabilidad ambiental Usando Emergía: Caso 1 Sostenibilidad de Ecoturismo y de la Agricultura Tradicional en la Región en la Selva Lacandona, Chiapas México.* Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México.
- Gutiérrez, A. J. L.** (1991). Nutrición de los rumiantes en pastoreo. Universidad Autónoma de Chihuahua, Colegio, Textos Universitarios. 263 p.
- Haydock K. P** and Shaw N. H. (1975). The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry 15: 663-670.
- Hayes, T., A. Collins,** M. Lee, M. Mendoza, N. Noriega, A. Stuart y A. Vink. (2002). Hermaphroditic, demasculinized frogs alter exposure to the herbicide atrazine at low ecologically relevant doses. PNAS 99(8):5476-5480.
- Herrick, E. J.,** Van Zee, W. J., Havstad, M. K., Burkett M. L. & Whitford W. G. (2005). Manual de Monitoreo para ecosistemas de pastizal, pastizal y sabana. Volumen I. Las Cruces New México. 42p.
- Hernández, J.** (1995). Determinación de la presión del pastoreo óptimo, en el crecimiento y rendimiento del pasto estrella de África (*Cynodon plectostachyus*). Tesis de maestría. Colegio de postgraduados. P. 70.
- Hernández, F. G.,** Eguiarte, J. V. y Zamora J. B. (1984). Control químico del Huisache en la centro y norte del estado. Reunión de investigación pecuaria en México, Octubre, Méx. 109 p.
- Hill, M.O. & H.G. Gauch** (1980) Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. Vegetation 42: 47-58.
- Holt-Gimenez, E.** (2005). Campesino a Campesino: Voices from Latin America's Farmer to Farmer Movement for Sustainable Agriculture. Food First, Oakland, USA.



- IAASTD.** (2008). International Assessment of Agricultural Science and Technology for Development. [www.agassessment.org](http://www.agassessment.org). Banco Mundial, Washington, DC, EE.UU.
- Ibrahim, M. A.** (1990). Response of the dwarf elephant grass (*Pennisetum purpureum* schum) to different frequencies and intensities of grazing in the humid zone of Guapiles Costa Rica. Tesis de Maestría. Universidad de Costa Rica. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 123p.
- IFOAM.** (1972). Federación Internacional de Movimiento de Agricultura Orgánica. Normas Básicas.  
<http://www.agendaorganica.cl/documentos/normas/lfoamagenda1.doc>
- INFDM** (Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal). (2005). Enciclopedia de los Municipios de México, Estado de Chiapas Villacorzo. 10 p.
- Joaquín, A. J.** (1996). Cambios de pesos de toretes y de perfil de rebrote de una pradera de estrella (*Cynodon Plectostauchyus*, en pastoreo rotativo con diferentes tiempos de ocupación. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. Pp. 1 – 15.
- Krebs C. J.** (1985) Ecología: estudio de la distribución y la abundancia. Harper & Row Latinoamericana, Ciudad de México, México. 654 pp.
- Lavelle, P., I. Barois, I. Cruz, C. Fragoso, A. Hernández, A. Pineda y P. Rangel.** (1987). Adaptive strategies of *Pontoscolex corethrurus* (Glossoscolecidae, Oligochaeta), a peregrine geophagous earthworm of the humid tropics. *Biology and Fertility of Soils*. 5: 188-194.
- Lavelle, P.** (1988). Earthworm activities and the soil system. *Biology and Fertility of Soils*. 6: 237-251.
- Li Pun H. y Ruiz R.** (1986). La red de proyecto de investigación de producción animal. Informe de la 5ª reunión de trabajo sobre sistemas de producción animal. Li pun H y Marens Martin V. M. Ed. CIID. Informe IDRC- MR131s. Bogotá Colombia. 26 p.
- Magurran, A. E.** (1988). *Ecological Diversity and Its Measurement*. Chapman and Hall, London. 179 pp.
- Maldonado F.** (1987). Determinación de fórmulas barométricas para vacas y vaquillas en dos municipios del estado de Colima. Tesis de Licenciatura. Escuela de Medicina y Veterinaria y Zootecnia. México. 32 p.

- Mancilla E. L., & N. J., Valbuena (2002).** La agricultura forrajera sustentable, con el manejo de los bovinos a pastoreo. Memorias del XI congreso Venezolano de Producción e industria animal. Valera del 22 al 26 de Octubre. 10p.
- Martín, P. C. (1994).** Requerimientos de energía para crecimiento y ceba de bovinos en el trópico. Rev. Cubana. Ciencias Agrícolas. 28: 145 – 152.
- Matteucci, D. S. y A. Colma. (1982).** Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos, Washington, D. C. 168p.
- Méndez, A., Rodríguez, T. A., Myers, R., L. Batchelder K., Dickinson, M., Rodríguez, E. J. Weeden, P., Nañez, L., Velásquez J. & Fardel, P. E. (2001).** Foro de Análisis sobre la problemática de los incendios en las áreas naturales protegidas del sur de México. Memoria. The Nature conservancy. U.S. Agency for Internacional Development. Tuxtla GTZ. Chis. Méx. 48p.
- Mendoza, P & Lascano, C. (1985).** Mediciones en las pastura en ensayos de pastoreo. ICA, Bogotá Colombia. Programa de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia. Pp.144-160
- Mendoza, P & Lascano, C. (1984).** Recomendaciones generales para evaluar pasturas con naimales. ICA, Bogotá Colombia. Programa de Pastos Tropicales. CIAT, Cali, Colombia. Pp.252-265
- Mesa R. (1987).** Determinación de fórmulas barométricas para toros y toretes de engorda de dos municipios del estado de Colima. Tesis de Licenciatura. Escuela de Medicina y Veterinaria y Zootecnia. México. 31 p.
- Meskimen, G. and Franklin E. C. (1979)** Spacing *Eucalyptus grandis* in Southern Florida. Southern J Appl For 1(1): 3–5.
- Mora, M. L. (2005).** El riesgo de combatir incendios forestales, una experiencia en Chiapas. Revista Electrónica de la Comisión Nacional Forestal. No. 13.
- Mostacedo, B. & Frederiksen, S. T. (2000).** Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Santa Cruz Bolivia. 92 p.
- Müller-Dombois, D & Ellenberg H (1974)** Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley and Sons Publ, New York
- Nahed, T. J., Jiménez, F. G., Parra, V. M., Herrera, B. O., López, M. J., y Hernández, L. L. (2006).** Oportunidades para convertir la ganadería de doble propósito a sistemas de producción de leche y carne orgánicos en la Fraylesca y Norte de Chiapas. 50 p.
- Nahed T., J., P. J. Calderón, J. R. Aguilar, M. G. Sánchez, B. Sánchez-Muñoz, J. L. Ruiz-Rojas, G. Jiménez F., J. López-Méndez, B. Salvatierra I. En prensa.**

Aproximación de los sistemas agrosilvopastoriles tradicionales de tres micro regiones de Chiapas al modelo de producción orgánica. Avances en Investigación Agropecuaria.

**Norma** Oficial Mexicana NOM-021-RECNAT-2000. Que establece las especificaciones de fertilidad, salinidad y clasificación de suelos. Estudios, muestreo y análisis. Diario Oficial de la Federación, Martes 31 de diciembre de 2002.

**Norusis, M. J.** (1992) SPSS for Windows. Advanced Statistics Release 5. SPSS Inc., Chicago, Illinois. 580 pp.

**OCIA. Organic** Crop Improvement Association Internacional. Inc. (2006). Estándares de certificación de OCIA Internacional. Formas de OCIA para certificación v2007.

**Palma, J. M.** (1996). Guía sobre aspectos básicos del manejo de praderas tropicales. Universidad de Colima. Pp. 4 – 21.

**Parra M, Alemán T., Nahed T. J., Mera L. M., López M., López A.** (1989). El subdesarrollo agrícola en los altos de Chiapas. México. Universidad Autónoma Chapingo. 405 pp

**Pielou, E. C.** (1975). Ecological Diversity. John Wiley & Sons, Inc., New York. 165 pp.

**Pezo D. y I. Muhammad.** (1996). Sistemas silvopastoriles una opción para usos sostenibles de la tierra en sistemas ganaderos. En 1er foro internacional sobre “pastoreo intensivo en zonas tropicales”. Ver. Méx. Del 7 al 9 de Nov de 1996. FIRA Banco de México 39 p.

**Pieper R. D.** (1978). Measurement techniques for herbaceous and shrubby vegetation. New Mexico State University. Las Cruces. New Mexico. U.S.A.

**Pineda L. G.** (2004). Efecto de un suplemento innovador protéico o energético de la fermentación rumial en la engorda de bovinos en praderas de pastos tropicales en Colima. Tesis de Doctorado en Ciencias Pecuarias. Colima, Colima México. Pp. 32 - 32.

**Price, M. V., and J. W. Joyner.** (1997). What resources are available to desert granivores: seed rain or soil seed bank? Ecology 78: 764–773.

**Relyea, R.** (2005). The letal impact of Roundup on aquatic and terrestrial amphibians. Ecological Applications 15 (4):1118-1124.

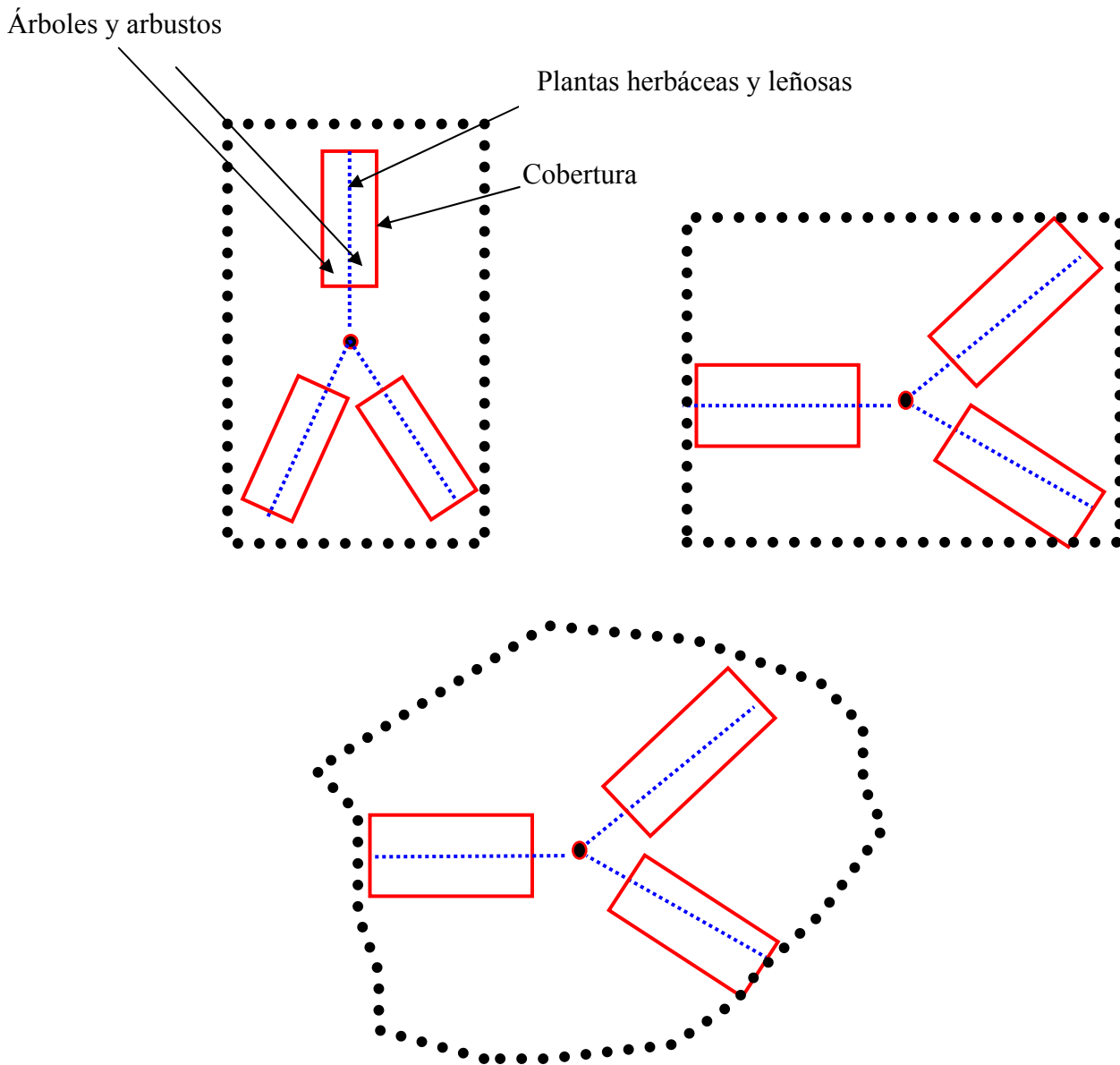
- Ríos, G. A.** (2006). Efecto de plaguicidas inhibidores de Colinesterasa en niños de 8 – 14 años de la región Fraylesca de Chiapas. Tesis de Maestría. El Colegio de Frontera Sur. Chis. Méx. 29p
- Rodríguez, M.** (1987). Determinación de fórmulas barimétricas en becerros de cuatro municipios de del Estado de Colima. Tesis de Licenciatura, Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad de Colima. México 36 p.
- Roberts, H. A.** (1981). Seed banks in soil. *Adv. Aplic. Biol.* 6: 1 -55.
- Román, P.H & Ortiz O.G.A.** (1977). Efecto de la cantidad de leche consumida y edad al destete en becerras Holstein bajo condiciones de clima tropical. *Tec. Pec. Méx.* 33:24-29.
- Román, P.H.** (1991). Sistemas de producción bovina de doble propósito en el trópico mexicano: experiencias del INIFAP. En: Memoria del Seminario Internacional sobre Lechería Tropical. Volumen 3. FIRA - Banco de México. Villahermosa, Tabasco. pp. 118-131.
- Ruiz, M. E.** (1985). Unification of the general methodology used for designing improved systems. In: Report of the III Workshop meeting on tropical animal production systems. Ruiz, M. E. and Li Pun H. (Ed) International Development research Centre. Manuscript report. Bogota Colombia. 155 p.
- Ruiz, M. E.** (1989). Enfoque de sistemas en la investigación pecuaria y su metodología en América Latina. Memorias de la primera reunión de trabajo “Las ciencias sociales aplicadas al enfoque de sistemas de producción: Aplicación a una metodología”. RISPAL. Lima Perú. P. 9 – 36.
- Sagarpa (2007).** Estación meteorológica de Villaflores Chiapas. (1): 1-15
- Savory, A** (1969) 'Crisis in Rhodesia', *Oryx* X (1):25-30
- Savory, A** (1985) 'Holistic resource management', in *Holistic Ranch Management Workshop Proceedings*, J Powell, ed., May 1985, Casper, Wyo., Wyoming Ag. Ext. Serv. 10p.
- Savory, A** (1989). A solution to desertification: Holistic resource management. Center for Holistic Resource Management Albuquerque, New Mexico. 16p.
- Savory, A.** (2001a). *Holistic Management a New Environmental Intelligence*. Ed. A publication of Allan Savory, Center for Holistic Management. Alburquerque New Mexico. USA. 37p.
- Savory, A.** (2001b). Brittleness Scale. Ed. A publication of Allan Savory, Center for Holistic Management. Alburquerque New México. (1):1-3.

- Savory, A.** & Butterfield J. (2001). Management Holistic new framework. Ed. A publication of Allan Savory, Center for Holistic Management. Albuquerque New Mexico. USA. 550 pp.
- Senra, A.** (1992). Producción de leche en los sistemas que se practican en cuba. *Revista cubana de ciencia agrícola*. 26: 236 – 237.
- SEPLAN** (Secretaría de Planeación). (2000). *Agenda Estadística de Chiapas*. Gobierno del estado de Chiapas.
- Singer, M. J.** y Ewing, S. (2000). Soil Quality. *En Handbook of Soil Science. Chapter 11* (ed. Sumner, M. E.), 271-298, CRC Press, Boca Raton, Florida.
- Smuts, J C** (1973) Holism and evolution, Greenwood Press, Westport Co, 361p
- Sokal, R. R.** & FJ ROHLF (1995) Biometry. Freeman, San Fransisco, California. 887 pp.
- Steel R.** y J. Torrie. (1985). Bioestadística: Principios y Procedimientos. McGraw Hill. 2ª Ed. Bogotá, Colombia. pp. 181-186, 392-424.
- Stotzky, G.** 1965. Microbial respirtation. In Methods of soil Analysis, Part 2, Chemical and Microbial Properties. Blach C. A., Evans, D. D., White, J, L., Ensiminger, L, E and Clark, F. E, (eds) Amsterdan society of Agronomy, Madison pp 1550-1572.
- T´Mannetje, L.** (1978). Measurement of grassland vegetation and animal production. Commonwealth. Buraux. Hutley, Bekshire England.
- Thompson K, J Bakker & R Bekker** (1997) The soil seed banks of north west Europe: methodology, density and longevity. Cambridge University
- Van Soest, P. J.** & Wine, R. H. (1967). Use of detergents in the analysis of fibrous feed. IV determination of plant cell-wall constituents. *J. Assoc. Off Anal.* 50:50.
- UE. (Unión Europea)** (1991). Reglamento de la Unión Europea N° 2092/91 del Consejo de 24 de Junio de 1991 sobre la producción agrícola ecológica y su indicación en los productos agrarios y alimenticios.
- Vela, F.** (2001). Un acto metodológico básico de la investigación social: la entrevista cualitativa. En: Maria Luisa Tarrés (Coord.). Observar, escuchar y comprender. Sobre la tradición cualitativa en la investigación social. Porrúa y FLACSO. México. Pp. 63 – 95.

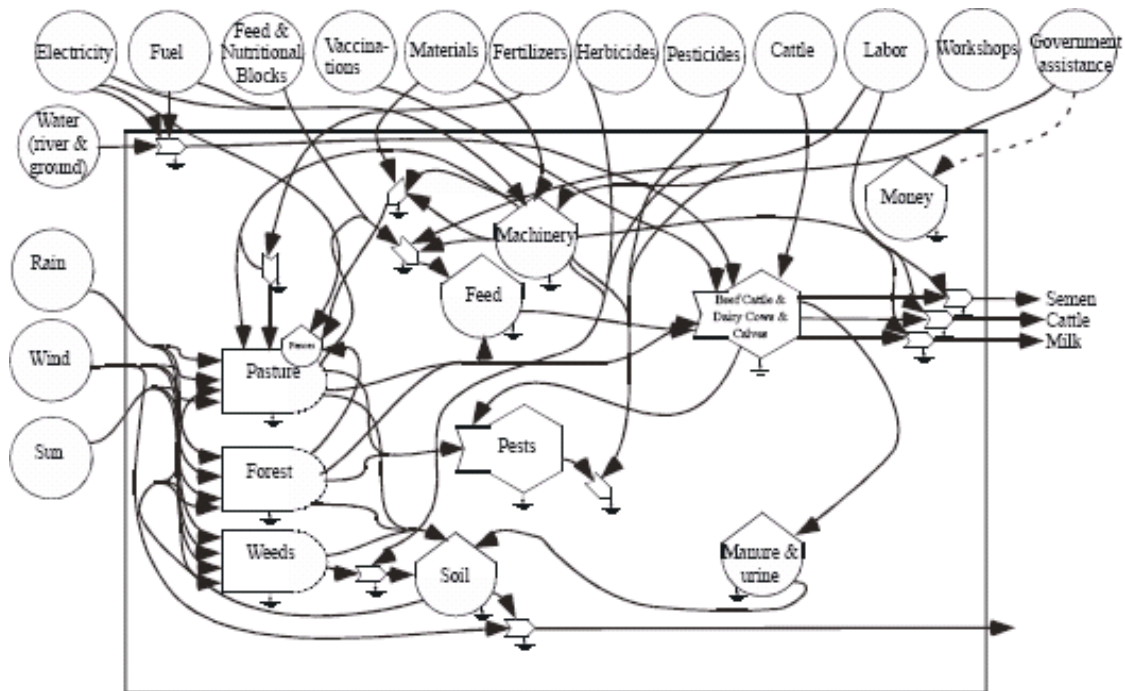
- Ventura, M. A.** (2007). Género y Plaguicidas: conocimiento, exposición e intoxicación de mujeres residentes en áreas rurales de la Fraylesca, Chiapas. Tesis de Maestría. El Colegio de la Frontera Sur. Chiapas, Méx. 77p.
- Villalobos, C.** (1985). Consumo voluntario de forrajes para bovinos en la época de sequía y de lluvias en un matorral inerme parvifolio. Bol. Pastizales, Chihuahua, México. ERLC – SAR Vol. 16.
- Younie D.**, (2004). Pastizales ecológicos: la base de la ganadería ecológica. Editores Younie D., J.M. Wilkinson. Ed. Acribia. En: Ganadería Ecológica. Zaragoza, España. Pp. 60-61.
- Zar, J. H.** (1984) Biostatistical Analysis (3rd ed.) Editorial Prentice-Hall, Inc Englewood Cliffs New Jersey, Pp. 668.

## FIGURAS

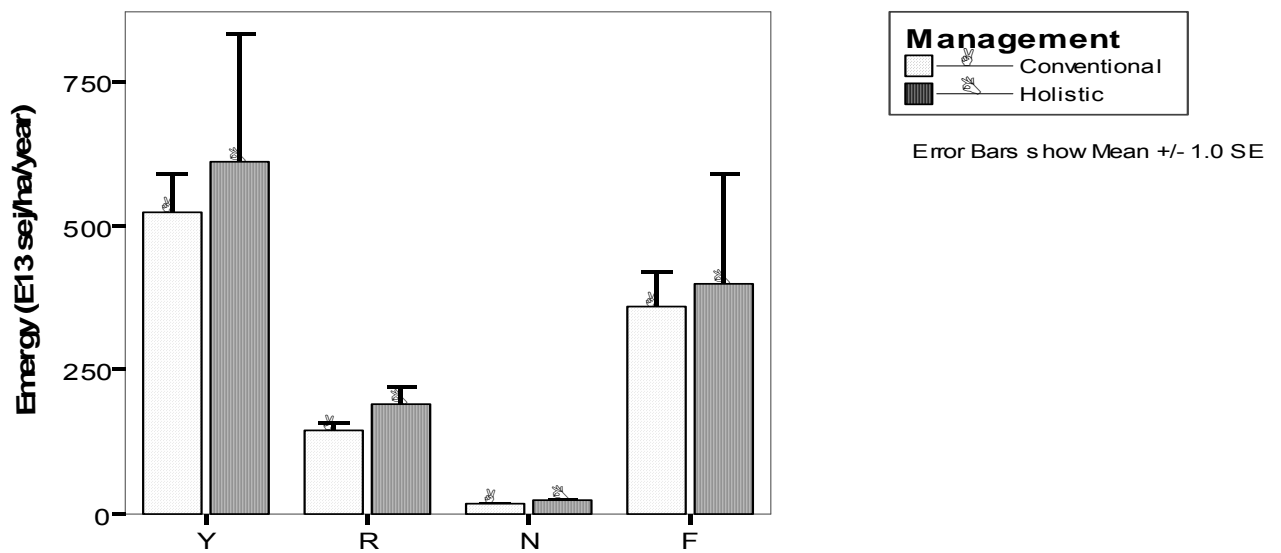
**Figura 1A.** Esquema de formas de muestreo ajustándose al terreno: las mediciones inician a 5 m, desde el punto central y terminan al llegar al límite del potrero (incluyendo los cercos).



**Figura 1.** Diagrama general de los sistemas de ranchos en la región Fraylesca de Chiapas, México

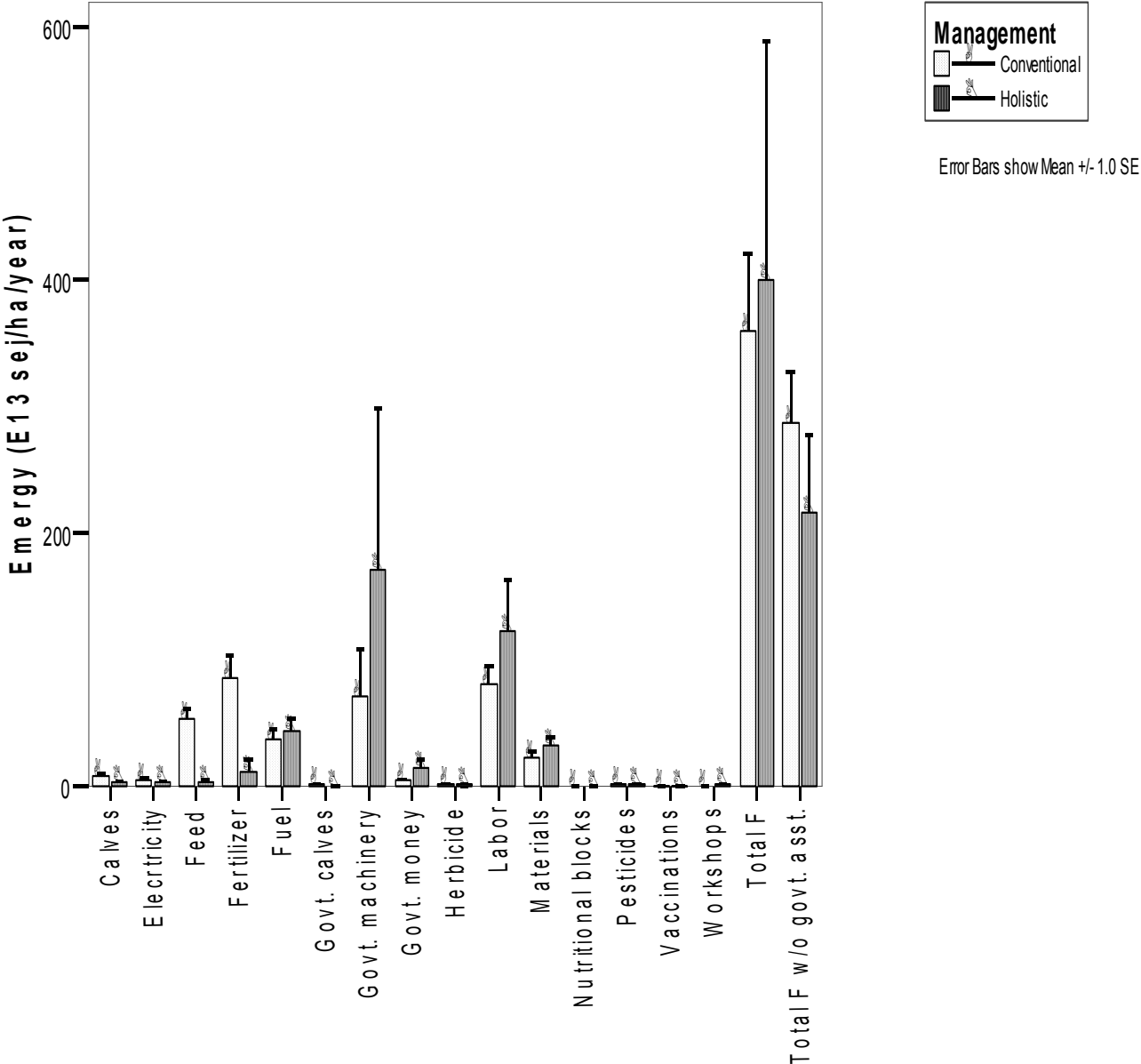


**Figura 2.** Producción de energía (Y), Fuentes renovables de energía (R), Fuentes locales de energía no renovables (N), y fuentes compradas (F) en los sistemas Holístico y convencional. Error bars equal  $\pm 1$  standard error

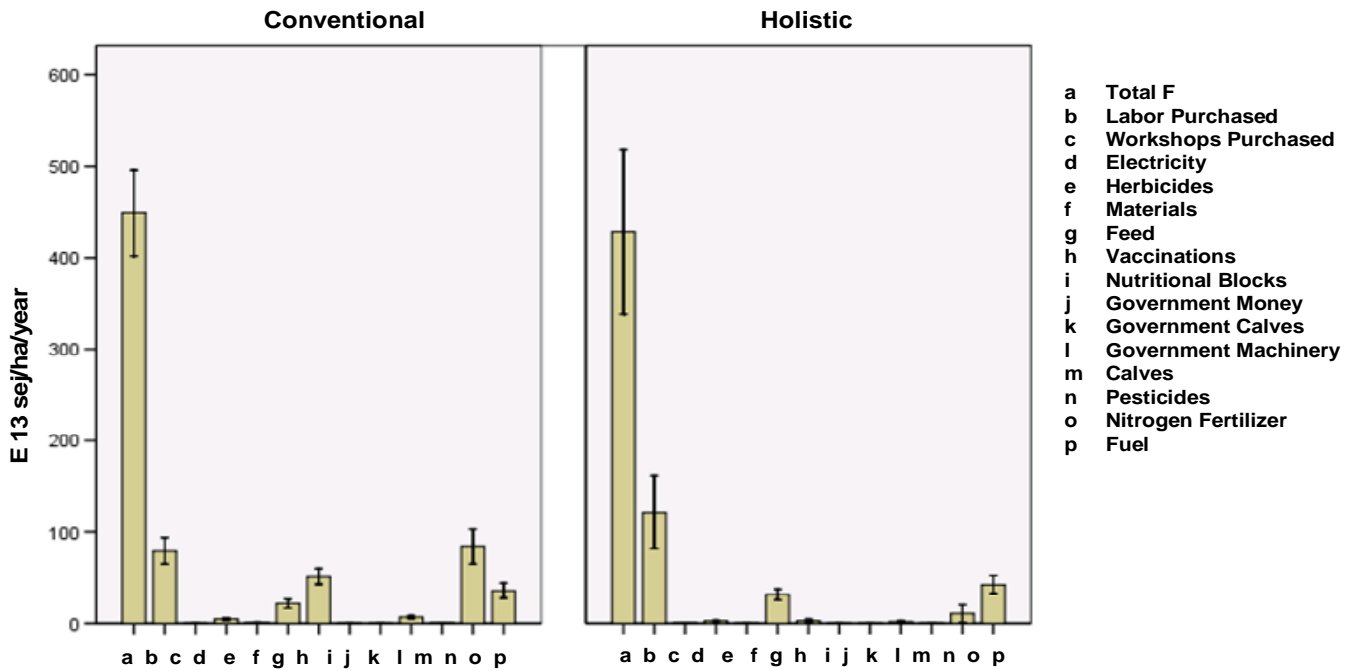




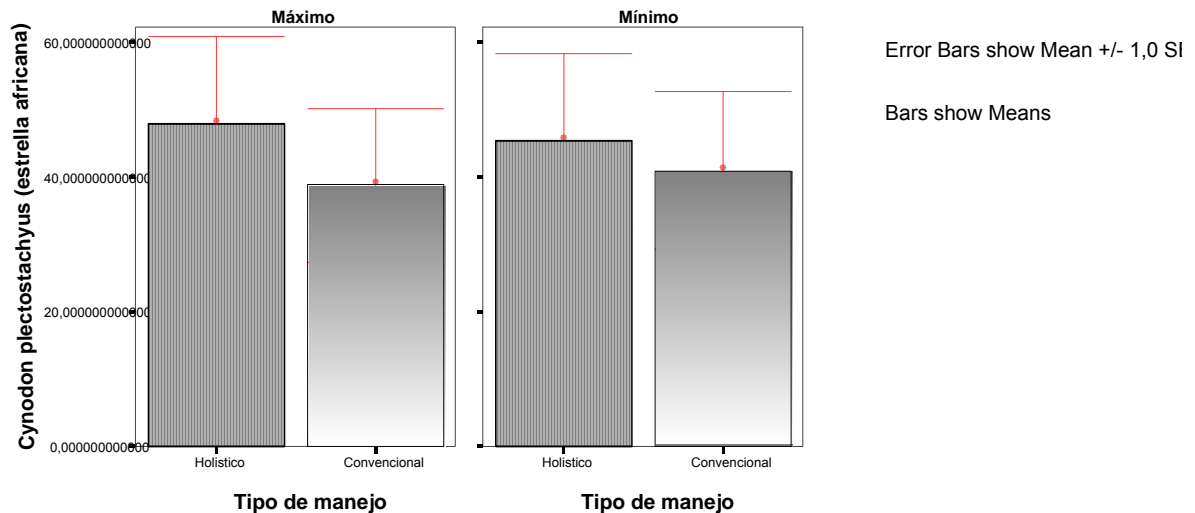
**Figura 3.** Fuentes compradas de energía (F) en los sistemas de ranchos convencional y holístico. Error bars equal  $\pm 1$  standard error



**Figura 4.** Fuentes de energía comprada (F) en los sistemas de ranchos convencional y holísticos cuando existe asistencia gubernamental en términos de apoyo en Ganado, dinero y el apoyo en maquinaria se sustrajo del análisis. Error bars equal  $\pm 1$  standard



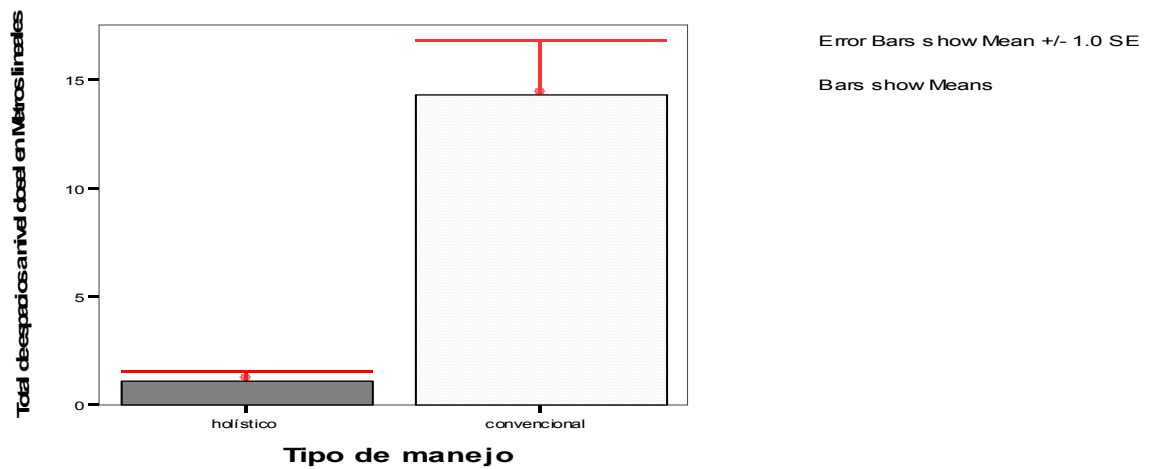
**Figura 5.** Análisis de los % del dosel Inferior y Superior en estrella africana (*Cynodon plectostachyus* (K. Schum. Pilger)



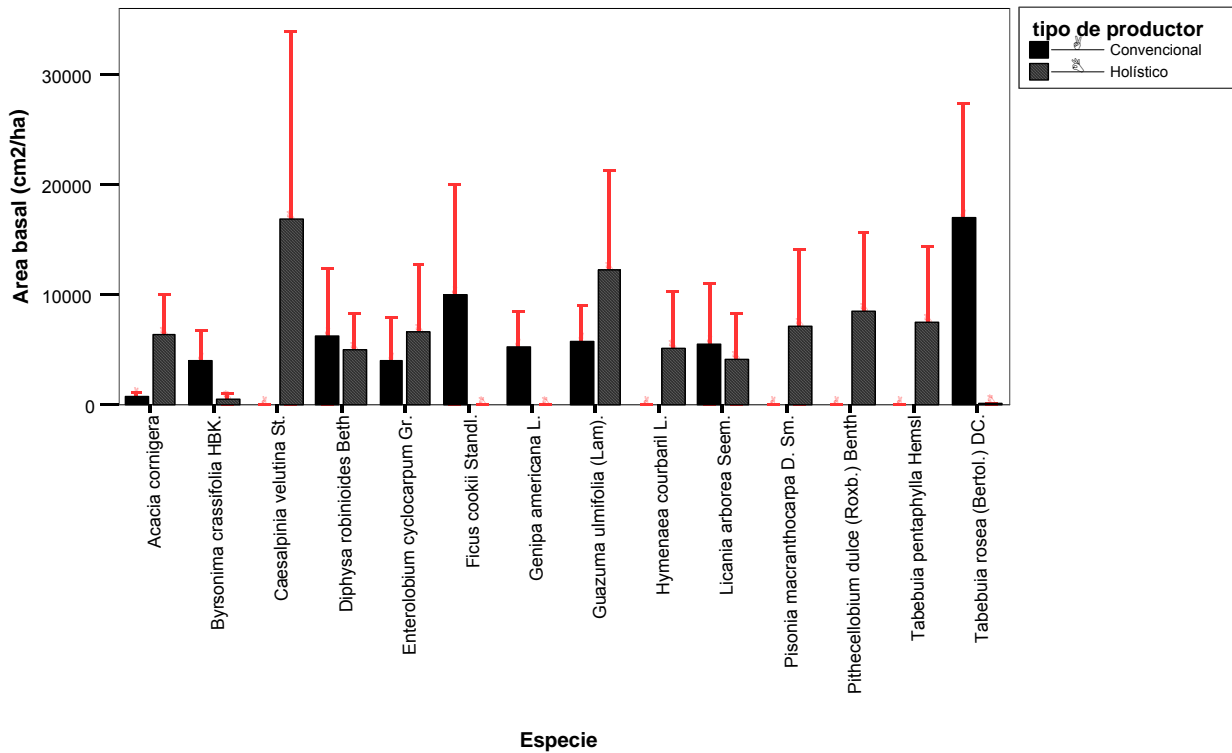
**Figura 6.** Análisis de susceptibilidad a la erosión de espacios interceptados a nivel basal.



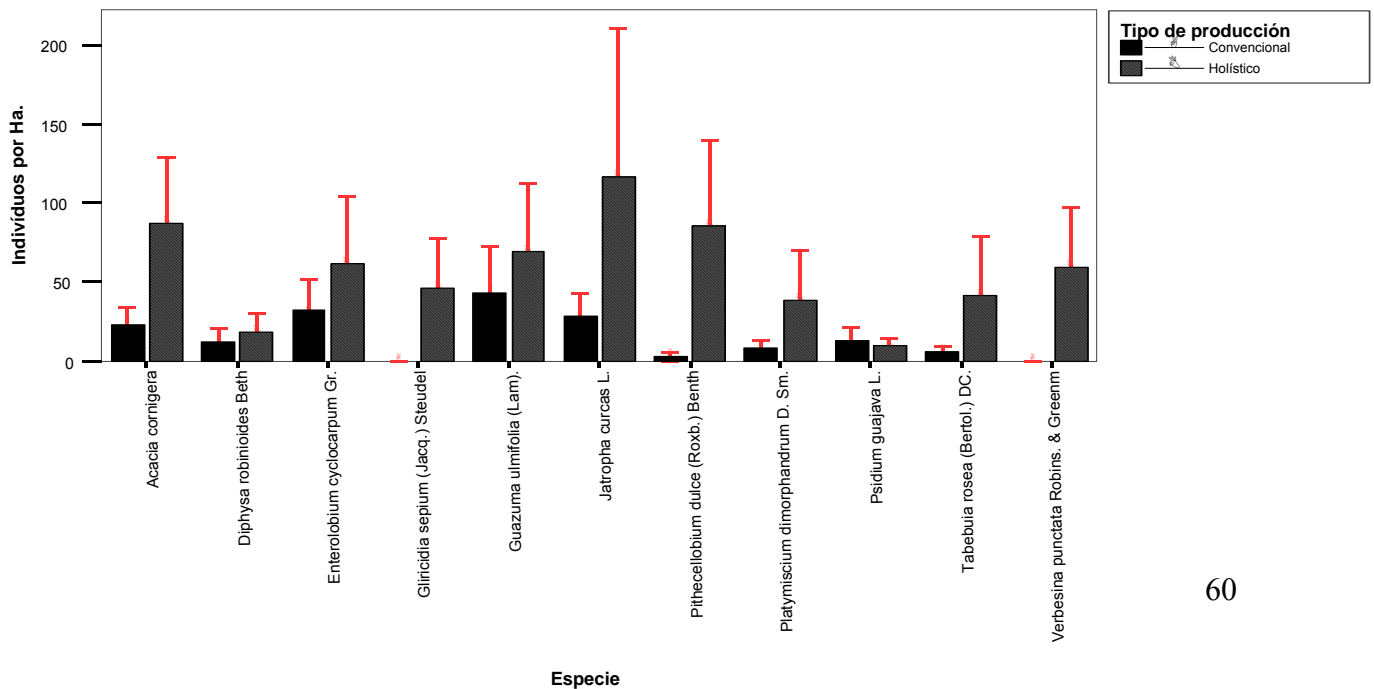
**Figura 7.** Análisis de susceptibilidad a la erosión de espacios interceptados a nivel dosel.



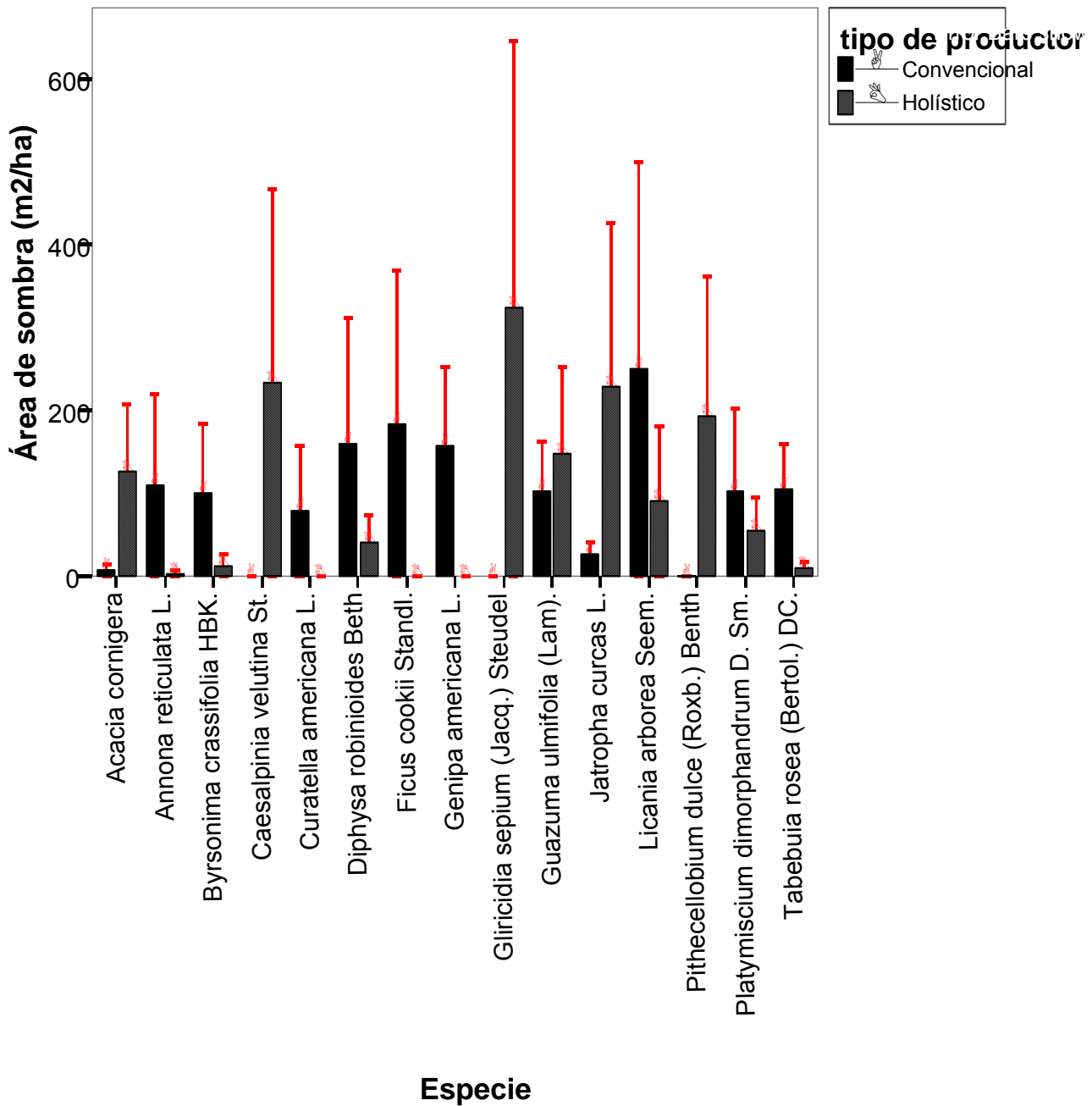
**Figura 8.** Área basal de especies de árboles y arbustos que conforman 5 % o mas de los individuos en el sistema holístico o convencional



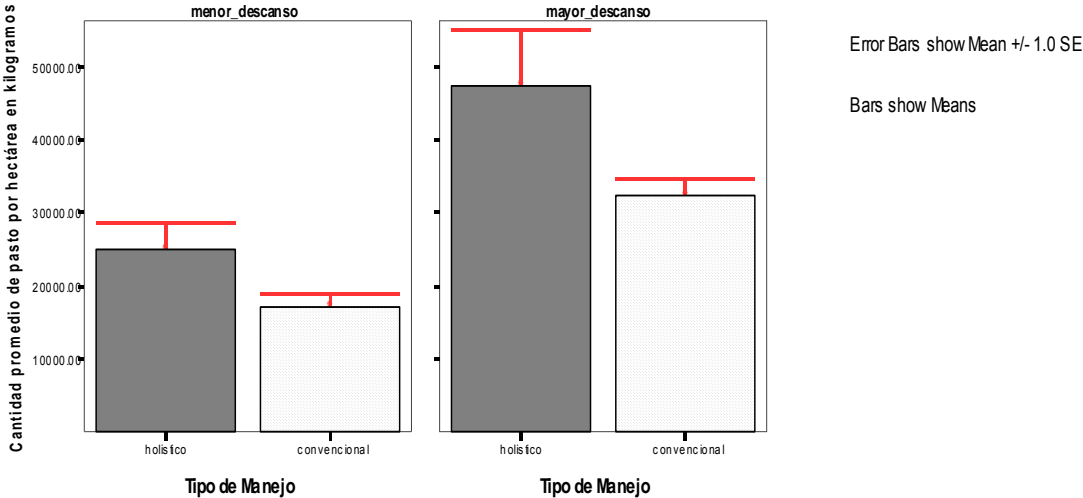
**Figura 9.** Densidad de individuos de especies de árboles y arbustos que conforman 5% o mas de los individuos en ganadería holística o convencional, con barras de error estándar



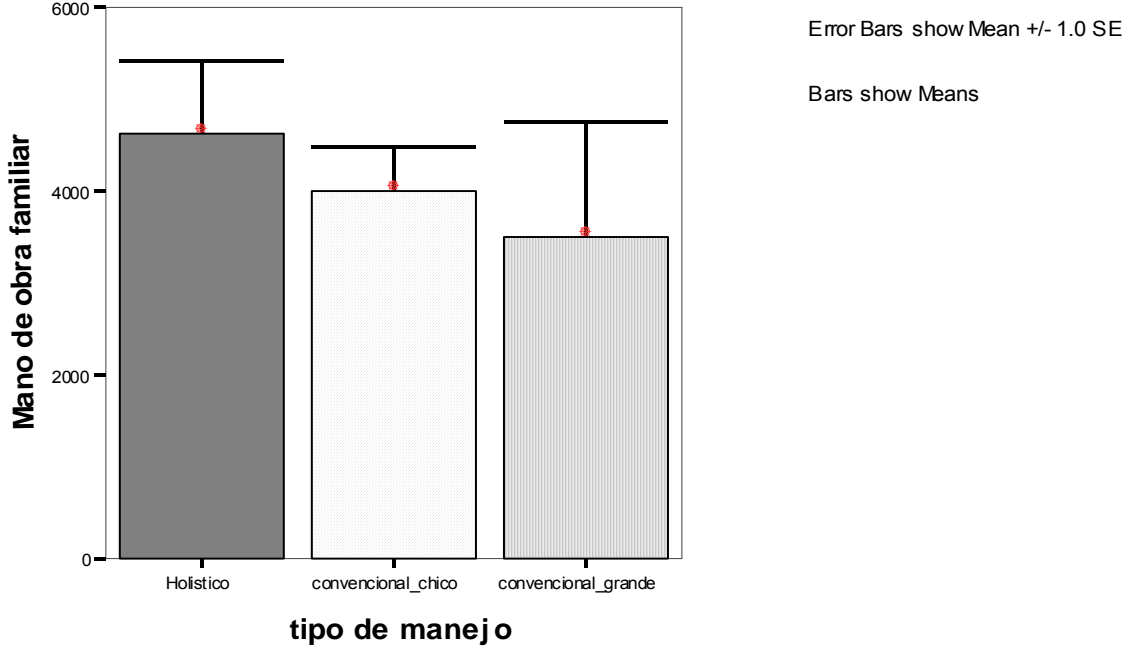
**Figura 10.** Área de sombra de especies de árboles y arbustos que conforman 5 % o mas de los individuos en ganadería holística y convencional con barras de error estándar



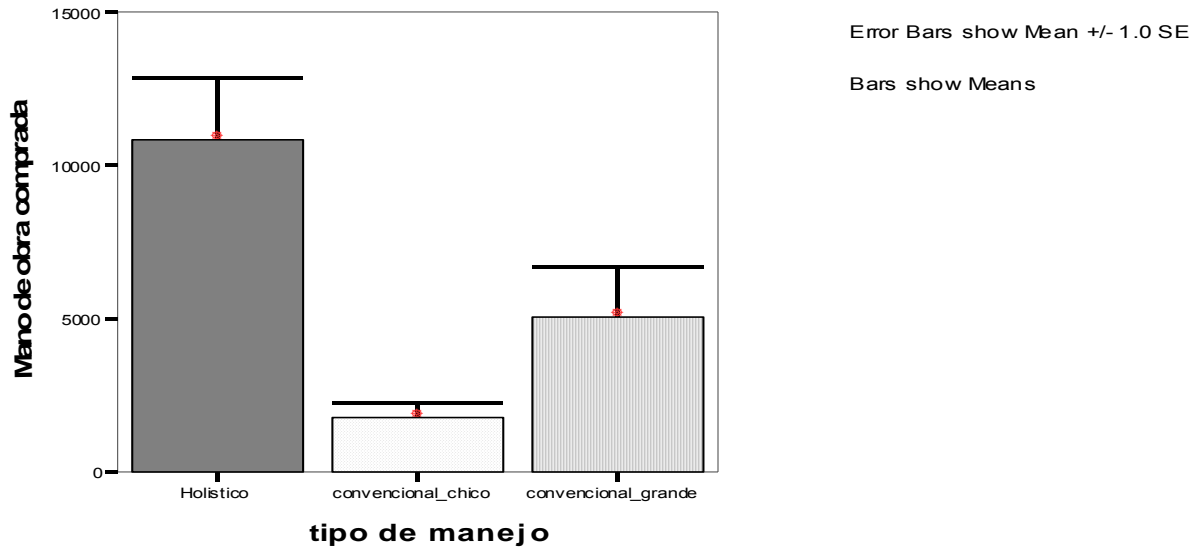
**Figura 11.** Cantidad de Materia Seca por ha, con menor y mayor descanso



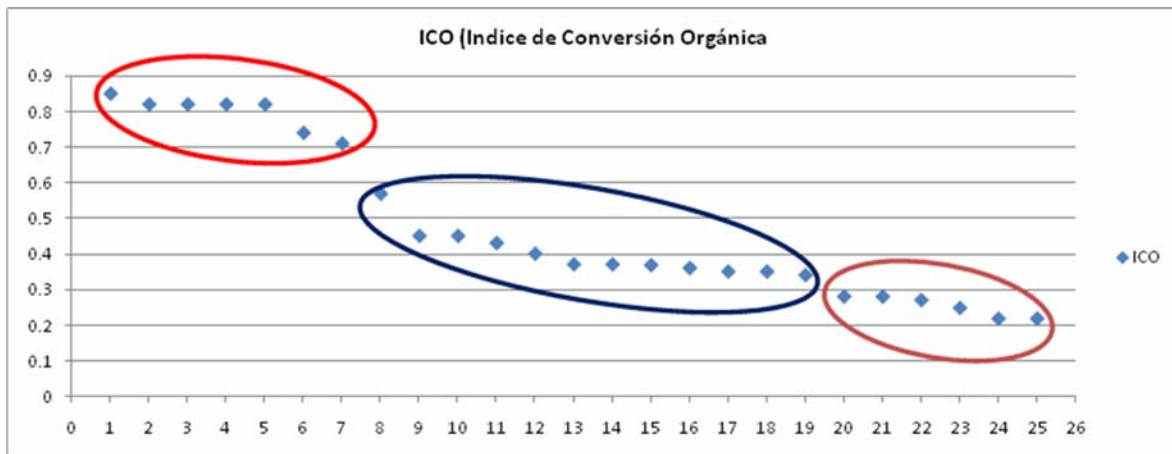
**Figura 12.** Análisis de la mano de obra familiar por año



**Figura 12a.** Análisis de la mano de obra comprada, contratado por año

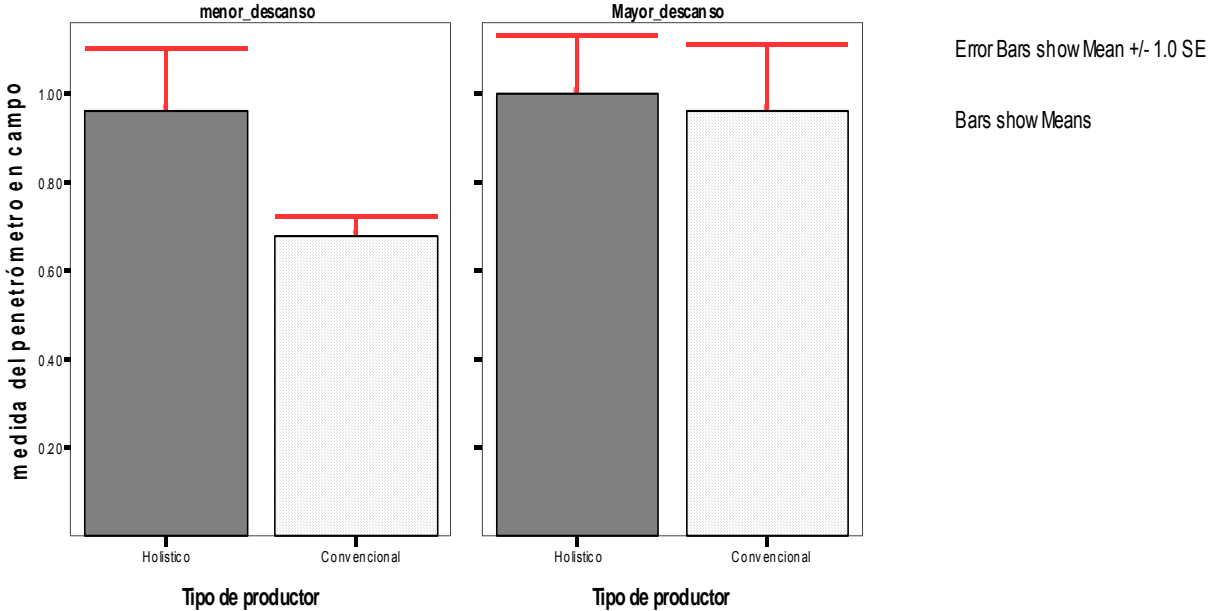


**Figura 13.** Dispersión de los ganaderos holísticos y los convencionales en el índice de Conversión Orgánica



- Ganaderos con manejo holístico
- Ganaderos Convencionales Grandes
- Ganaderos Convencionales chicos

**Figura 14.** Análisis de la compactación del suelo por medio de penetrómetro de bolsillo (kg/cm2)





## CUADROS

**Cuadro 1a.** Indicadores, factores de ponderación y variables que integran el índice de conversión orgánica de los sistemas de producción bovina.

<b>1) Manejo alimenticio (0.12):</b>
1.1. Alimentación de los animales solo con alimentos permitidos por la norma: si= 1; no= 0
1.2. Pastoreo: si= 1; no= 0
1.3. Por lo menos 60% de la MS de la ración/día es de forraje común: si= 1; no= 0
1.4. Por lo menos 50% de los alimentos procede de la misma finca, o de otra orgánica: si= 1; no= 0
<b>2) Manejo sostenible del pastizal (0.15):</b>
2.1. Rotación de potreros: si= 1; no= 0
2.2. Carga animal apropiada: si= 1; no= 0
2.3. Asociación de cultivos forrajeros: si= 1; no= 0
2.4. Cultivo de leñosas forrajeras (árboles y arbustos): si= 1; no= 0
2.5. Sistema silvopastoril: si= 1; no= 0
<b>3) Fertilización y contaminación del suelo (0.06):</b>
3.1. Fertilización química del suelo: si= 0; no= 1
3.1. Fertilización orgánica del suelo: si= 1; no= 0
<b>4) Control de malezas en pastos y cultivos (0.06):</b>
4.1. Métodos no químicos: si= 1; no= 0
<b>5) Control de plagas de pastos y cultivos (0.06):</b>
5.1. Métodos de control no químico: si= 1; no= 0
<b>6) Profilaxis y cuidados médicos veterinarios (0.12):</b>
6.1. Aplica vacunas contra enfermedades endémicas: si= 1; no= 0
6.2. Realiza cuarentena de animales introducidos y/o enfermos: si= 1; no= 0
6.3. Tratamiento natural (herbolaria, homeopatía o nada) de enfermedades: si= 1; no= 0
6.4. Desparasitación
6.4.1. Interna natural: si= 1; no= 0
6.4.2. Externa natural: si= 1; no= 0
<b>7) Razas y reproducción (0.06):</b>
7.1. Cuenta solo con animales criollos y/o adaptados a la región: si= 1; no= 0
7.2. La reproducción de los animales es natural: si= 1; no= 0

<b>8) Bienestar animal (0.06):</b>
8.1. Lactancia natural hasta los ocho meses: si= 1; no= 0
8.2. Suficiente espacio por animal: si= 1; no= 0
8.3. Suficientes comederos y bebederos: si= 1; no= 0
8.4. Protección frente a las inclemencias del tiempo (frío, calor, lluvia, humedad): si= 1; no= 0
8.5. Se realiza corte de cuernos (jóvenes) o despunte en animales de cualquier edad: si= 1; no= 0
<b>9) Inocuidad (0.15):</b>
9.1. Estricto control higiénico-sanitario (de las instalaciones, equipos y en el manejo de la ordeña y la leche: si= 1; no= 0
9.2. Los animales han demostrado estar libres de: 9.2.1. Brucelosis: si= 1; no= 0 9.2.2. Tuberculosis: si= 1; no= 0
9.3. Se eliminan los animales seropositivos a: 9.3.1. Brucelosis: si= 1; no=0 9.3.2. Tuberculosis: si= 1; no= 0
9.4. Los productos han demostrado estar libres de: 9.4.1. Antibióticos: si= 1; no= 0 9.4.2. Hormonas: si= 1; no= 0 9.4.3. Pesticidas: si= 1; no= 0
<b>10) Gestión Ecológica (0.16):</b>
10.1. Recibe asesoría y/o capacitación para la certificación orgánica: si= 1; no= 0
10.2. Se cuenta con un plan de desarrollo orgánico o está certificado: si= 1; no= 0
10.3. Lleva control interno del proceso orgánico: si= 1; no= 0
10.4. Recibe estímulos a la producción ganadera orgánica por calidad: si= 1; no= 0
10.5. Recibe un precio justo y/o constante en la venta de sus productos ganaderos todo el año: si= 1; no= 0

Fuente (Nahed *et al.*, 2007)

**Cuadro 1.** Indicadores para evaluar el grado de aproximación (%) de los sistemas de producción bovina de las comunidades de los municipios de Villaflores y Villacorzo, Chiapas, al modelo de producción orgánica.

INDICADOR	Conv_chico 1	Conv_grande 2	Holístico 3
1. Manejo Alimenticio	57.6 ± 0.033 <sup>a</sup>	65.0 ± 0.035 <sup>a</sup>	96.4 ± 0.061 <sup>b</sup>
2. Manejo sustentable del pastizal	23.0 ± 0.003 <sup>a</sup>	44.0 ± 0.007 <sup>a</sup>	85.7 ± 0.004 <sup>b</sup>
3. Fertilización y contaminación del suelo	3.8 ± 0.076 <sup>a</sup>	20.0 ± 0.2 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>
4. Control de malezas y pastos en cultivos	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	85.7 ± 0.142 <sup>b</sup>
5. Control de plagas y enfermedades en pastos	15.3 ± 0.006 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>
6. Profilaxis y cuidados médicos	30.7 ± 0.005 <sup>a</sup>	100 ± 8.96 <sup>b</sup>	100 ± 9.86 <sup>b</sup>
7. Razas y reproducción	100 ± 0.005 <sup>a</sup>	90.0 ± 2.07 <sup>b</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>
8. Bienestar animal	36.9 ± 0.003 <sup>a</sup>	72.0 ± 0.008 <sup>b</sup>	85.7 ± 0.002 <sup>b</sup>
9. Inocuidad	46.1 ± 0.009 <sup>a</sup>	65.0 ± 0.005 <sup>a</sup>	100 ± 1.97 <sup>b</sup>
10. Gestión ecológica	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	8.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	40.0 ± 0.007 <sup>b</sup>
Índice conversión orgánica (ICO)	29.0 ± 1.84 <sup>a</sup>	44.0 ± 3.29 <sup>a</sup>	82.0 ± 1.67 <sup>b</sup>

**Conglomerado 1 (Conv\_chico)**= Incluye las explotaciones de 20.0 % a 36.0 % de aproximación al modelo orgánico.

**Conglomerado 2 (Conv\_grande)**= Incluye las explotaciones de 37.0 % a 54.0 % de aproximación al modelo orgánico.

**Conglomerado 3 (Holístico)** = Incluye las explotaciones de 55.0 % a 85.0 % de aproximación al modelo orgánico.

a, b, c= medias con distintas letras en la misma fila son diferentes (p= < 0.05).

**Cuadro 2.** Indicador y variables de **Manejo Alimenticio** para evaluar el grado de aproximación (%) de los sistemas de producción bovina de las comunidades de los municipios de Villaflores y Villacorzo, Chiapas, al modelo de producción orgánica.

INDICADOR	Conv_chico 1	Conv_grande 2	Holístico 3
<b>1. Manejo Alimenticio</b>	57.6 ± 0.033 <sup>a</sup>	65.0 ± 0.035 <sup>a</sup>	96.4 ± 0.061 <sup>b</sup>
1.1. Pastorea por lo menos 6 horas diarias	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>
1.2. Por lo menos 60 % de la MS de la ración por día es de forraje común (fresco: pastado o de corte; henificado o ensilado)	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>
1.3. Por lo menos 50 % de los alimentos procede de la misma finca, o de otra ecológica	30.8 ± 0.13 <sup>a</sup>	60 ± 0.24 <sup>b</sup>	100 ± 0.00 <sup>c</sup>
1.4. Usa algún alimento prohibido	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	14.2 ± 0.14 <sup>b</sup>

**Conglomerado 1 (Conv\_chico)**= Incluye las explotaciones de 20.0 % a 36.0 % de aproximación al modelo orgánico.

**Conglomerado 2 (Conv\_grande)**= Incluye las explotaciones de 37.0 % a 54.0 % de aproximación al modelo orgánico.

**Conglomerado 3 (Holístico)** = Incluye las explotaciones de 55.0 % a 85.0 % de aproximación al modelo orgánico.

a, b, c= medias con distintas letras en la misma fila son diferentes (p= < 0.05).

**Cuadro 3.** Indicador y variables de **Manejo Sustentable del Pastizal** para evaluar el grado de aproximación (%) de los sistemas de producción bovina de las comunidades de los municipios de Villaflores y Villacorzo, Chiapas al modelo de producción orgánica.

INDICADOR			
	Conv_chico 1	Conv_grande 2	Holístico 3
<b>2. Manejo sustentable del pastizal</b>	23.0 ± 0.003 <sup>a</sup>	44.0 ± 0.007 <sup>a</sup>	85.7 ± 0.004 <sup>b</sup>
2.1. Rotación de potreros	0.08 ± 0.08 <sup>a</sup>	60 ± 0.24 <sup>b</sup>	100 ± 0.00 <sup>c</sup>
2.2. Carga animal apropiada	92.0 ± 0.08 <sup>b</sup>	80 ± 0.20 <sup>a</sup>	86.0 ± 0.14 <sup>a</sup>
2.3. Asociación de cultivos forrajeros	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	60 ± 0.24 <sup>b</sup>	71.0 ± 0.14 <sup>c</sup>
2.4. Cultivo de leñosas forrajeras en potreros (árboles y arbustos)	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	71.0 ± 0.18 <sup>b</sup>
2.5. Sistema silvopastoril	15.0 ± 0.10 <sup>a</sup>	20.0 ± 0.20 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>
Índice de Manejo sustentable del pastizal	23.0 ± 2.08 <sup>a</sup>	44.0 ± 7.48 <sup>b</sup>	85.7 ± 9.48 <sup>c</sup>

**Conglomerado 1 (Conv\_chico)**= Incluye las explotaciones de 20.0 % a 36.0 % de aproximación al modelo orgánico.

**Conglomerado 2 (Conv\_grande)**= Incluye las explotaciones de 37.0 % a 54.0 % de aproximación al modelo orgánico.

**Conglomerado 3 (Holístico)** = Incluye las explotaciones de 55.0 % a 85.0 % de aproximación al modelo orgánico.

a, b, c= medias con distintas letras en la misma fila son diferentes (p= < 0.05).

**Cuadro 4.** Indicadores de **Fertilización del Suelo, Control de Malezas y Control de Plagas** para evaluar el grado de aproximación (%) de los sistemas de producción bovina de comunidades de los municipios de Villaflores y Villacorzo, Chiapas al modelo de producción orgánica.

INDICADOR	Conv_chico	Conv_grande	Holístico
	1	2	3
3. Fertilización orgánica del suelo	3.8 ± 0.076 <sup>a</sup>	20.0 ± 0.2 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>
4. Control de malezas y pastos en cultivo	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	85.7 ± 0.142 <sup>b</sup>
5. Control de plagas y enfermedades en los pastos	15.3 ± 0.006 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>

**Conglomerado 1 (Conv\_chico)**= Incluye las explotaciones de 20.0 % a 36.0 % de aproximación al modelo orgánico.

**Conglomerado 2 (Conv\_grande)**= Incluye las explotaciones de 37.0 % a 54.0 % de aproximación al modelo orgánico.

**Conglomerado 3 (Holístico)** = Incluye las explotaciones de 55.0 % a 85.0 % de aproximación al modelo orgánico.

a, b, c= medias con distintas letras en la misma fila son diferentes (p= < 0.05).

**Cuadro 5.** Indicador y variables de **Profilaxis y Cuidados Médicos Veterinarios** para evaluar el grado de aproximación (%) de los sistemas de producción bovina de comunidades de los municipios de Villaflores y Villacorzo, Chiapas al modelo de producción orgánica.

INDICADOR	Conv_chico	Conv_grande	Holístico
	1	2	3
6. Profilaxis y cuidados médicos	30.7 ± 0.01 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>
6.1. Aplica vacunas obligatorias	31 ± 0.13 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>
6.2. Realiza cuarentena de animales introducidos y/o enfermos	8.0 ± 0.08 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>
6.3. Tratamiento natural de enfermedades	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>
6.4. Desparasitación interna o natural máximo permitido por norma	77.0 ± 0.12 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>
6.5. Desparasitación externa natural por norma	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>

**Conglomerado 1 (Conv\_chico)**= Incluye las explotaciones de 20.0 % a 36.0 % de aproximación al modelo orgánico.

**Conglomerado 2 (Conv\_grande)**= Incluye las explotaciones de 37.0 % a 54.0 % de aproximación al modelo orgánico.

**Conglomerado 3 (Holístico)** = Incluye las explotaciones de 55.0 % a 85.0 % de aproximación al modelo orgánico.

a, b, c= medias con distintas letras en la misma fila son diferentes (p= < 0.05).

**Cuadro 6.** Indicador y variables de **Raza y Reproducción** para evaluar el grado de aproximación (%) de los sistemas de producción bovina de comunidades de los municipios de Villaflores y Villacorzo, Chiapas al modelo de producción orgánica.

INDICADOR	Conv_chico	Conv_grande	Holístico
	1	2	3
<b>7. Raza y reproducción</b>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>	90.0 ± 0.10 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>
7.1. Cuenta solo con animales criollos y/o adaptados a la región	100 ± 0.00 <sup>b</sup>	80 ± 0.20 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>
7.2. La reproducción de los animales es natural	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>

**Conglomerado 1 (Conv\_chico)**= Incluye las explotaciones de 20.0 % a 36.0 % de aproximación al modelo orgánico.

**Conglomerado 2 (Conv\_grande)**= Incluye las explotaciones de 37.0 % a 54.0 % de aproximación al modelo orgánico.

**Conglomerado 3 (Holístico)** = Incluye las explotaciones de 55.0 % a 85.0 % de aproximación al modelo orgánico.

a, b, c= medias con distintas letras en la misma fila son diferentes (p= < 0.05).

**Cuadro 7.** Indicador y variables de **Bienestar Animal** para evaluar el grado de aproximación (%) de los sistemas de producción bovina de comunidades de los municipios de Villaflores y Villacorzo, Chiapas al modelo de producción orgánica.

INDICADOR	Conv_chico	Conv_grande	Holístico
	1	2	3
<b>8. Bienestar animal</b>	15.38 ± 5.49 <sup>a</sup>	56.67 ± 16.33 <sup>b</sup>	88.1 ± 3.07 <sup>c</sup>
8.1. Lactancia natural (3 meses como mínimo)	23.0 ± 0.12 <sup>a</sup>	60 ± 0.24 <sup>b</sup>	29.0 ± 0.18 <sup>a</sup>
8.2. Suficiente espacio por animal en encierros	8.0 ± 0.08 <sup>a</sup>	60 ± 0.24 <sup>b</sup>	100 ± 0.00 <sup>c</sup>
8.3. Suficientes comederos y bebederos	38.0 ± 0.14 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>
8.4. Protección frente a las inclemencias del tiempo (sombra)	8.0 ± 0.08 <sup>a</sup>	60 ± 0.24 <sup>b</sup>	100 ± 0.00 <sup>c</sup>
8.5. Corte de cuernos en animales jóvenes	15.0 ± 0.10 <sup>a</sup>	40.0 ± 0.24 <sup>b</sup>	100 ± 0.00 <sup>c</sup>

**Conglomerado 1 (Conv\_chico)**= Incluye las explotaciones de 20.0 % a 36.0 % de aproximación al modelo orgánico.

**Conglomerado 2 (Conv\_grande)**= Incluye las explotaciones de 37.0 % a 54.0 % de aproximación al modelo orgánico.

**Conglomerado 3 (Holístico)** = Incluye las explotaciones de 55.0 % a 85.0 % de aproximación al modelo orgánico.

a, b, c= medias con distintas letras en la misma fila son diferentes (p= < 0.05).

**Cuadro 8.** Indicador y variables de **Inocuidad** para evaluar el grado de aproximación (%) de los sistemas de producción bovina de comunidades de los municipios de Villaflores y Villacorzo, Chiapas al modelo de producción orgánica.

INDICADOR	Conv_chico	Conv_grande	Holístico
	1	2	3
<b>9. Inocuidad</b>	46.1 ± 0.04 <sup>a</sup>	65.0 ± 0.06 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>
9.1. Estricto control higiénico-sanitario de quipo, instalaciones, manejo de la ordeña y leche	8.0 ± 0.08 <sup>a</sup>	60 ± 0.24 <sup>b</sup>	100 ± 0.00 <sup>c</sup>
9.2. Los animales han demostrado estar libres de: (br y tb)	88.0 ± 0.06 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>
9.3. Se eliminan animales seropositivos (br y tb)	88.0 ± 0.06 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>
9.4. Los productos han demostrado estar libres de: antibióticos, hormonas, pesticidas	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>

**Conglomerado 1 (Conv\_chico)**= Incluye las explotaciones de 20.0 % a 36.0 % de aproximación al modelo orgánico.

**Conglomerado 2 (Conv\_grande)**= Incluye las explotaciones de 37.0 % a 54.0 % de aproximación al modelo orgánico.

**Conglomerado 3 (Holístico)** = Incluye las explotaciones de 55.0 % a 85.0 % de aproximación al modelo orgánico.

a, b, c= medias con distintas letras en la misma fila son diferentes (p= < 0.05).

**Cuadro 9.** Indicador y variables de **Gestión Ecológica** para evaluar el grado de aproximación (%) de los sistemas de producción bovina de comunidades de los municipios de Villaflores y Villacorzo, Chiapas al modelo de producción orgánica.

INDICADOR	Conv_chico	Conv_grande	Holístico
	1	2	3
<b>10. Gestión ecológica</b>	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	8.0 ± 0.05 <sup>a</sup>	40.0 ± 0.00 <sup>b</sup>
10.1. Recibe asesoría y/o capacitación para la certificación orgánica	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	40.0 ± 0.24 <sup>b</sup>	100 ± 0.00 <sup>c</sup>
10.2. Se cuenta con un plan de desarrollo orgánico o está certificado	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>
10.3. Lleva control interno del proceso y/o orgánico	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>b</sup>
10.4. Recibe estímulos a la producción ganadera orgánica por calidad	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>
10.5. Recibe un precio justo y/o constante en la venta de sus productos ganaderos todo el año	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.0 ± 0.00 <sup>a</sup>

**Conglomerado 1 (Conv\_chico)**= Incluye las explotaciones de 20.0 % a 36.0 % de aproximación al modelo orgánico.

**Conglomerado 2 (Conv\_grande)**= Incluye las explotaciones de 37.0 % a 54.0 % de aproximación al modelo orgánico.

**Conglomerado 3 (Holístico)** = Incluye las explotaciones de 55.0 % a 85.0 % de aproximación al modelo orgánico.

a, b, c= medias con distintas letras en la misma fila son diferentes (p= < 0.05).

**Cuadro 10.** Prueba de medias de los índices de emergencia de los ranchos de la región Fraylesca Chiapas, México. Donde se compraron los ranchos Convencional y Holístico, con superficie de cada rancho ( $\geq 40$  hectáreas) y se eliminaron de los el apoyo de gobierno

	n	EYR			ELR			ESI		
		media	(sd)	P valor	media	(sd)	P valor	media	(sd)	P valor
Convencional	18	1.7	(0.4)	<b>0.032</b>	2.4	(1.6)	0.263	1.1	(0.78)	<b>0.026</b>
Holístico	7	2.2	(0.59)		1.6	(1.2)		2.1	(1.3)	
Convencional ( $\geq 40$ ha.)	9	1.6	(0.25)	<b>0.049</b>	2.4	(1.2)	0.229	0.86	(0.42)	<b>0.044</b>
Holistic ( $\geq 40$ ha.)	7	2.2	(0.6)		1.6	(1.2)		2.1	(1.3)	
Convencional (sin apoyo de gobierno)	18	1.8	(0.4)	<b>&lt;0.001</b>	1.9	(1.2)	<i>0.054</i>	1.3	(0.85)	<b>&lt;0.001</b>
Holístico (Sin apoyo/gob.)	7	2.6	(0.57)		0.96	(0.28)		3	(1.3)	
Uso del fuego/ o quema	10	1.7	(0.24)	0.211	2	(1.2)	0.699	1.1	(0.43)	0.13
No quema	15	1.9	(0.59)		2.2	(1.8)		1.6	(1.2)	
Bosque	19	2	(0.49)	<i>0.058</i>	1.8	(1.3)	<i>0.077</i>	1.6	(1.1)	<i>0.063</i>
No tiene bosque	6	1.5	(0.29)		3.1	(1.9)		0.71	(0.47)	
Presencia de Coyotes	5	2	(0.61)	0.46	1.9	(1.3)	0.662	1.7	(1.4)	0.4
No tiene Coyotes	20	1.8	(0.46)		2.2	(1.6)		1.3	(0.95)	
Pasto cubano CT 115	11	2	(0.56)	0.34	1.8	(1.1)	0.38	1.6	(1.2)	0.32
No tiene pasto cuban. CT115	14	1.8	(0.42)		2.4	(1.8)		1.2	(0.86)	
Cerco Eléctrico	14	1.9	(0.54)	0.63	2.2	(1.7)	0.85	1.5	(1.1)	0.63
No tiene Cerco Eléctrico	11	1.8	(0.42)		2.1	(1.4)		1.3	(0.9)	
Usa Pesticidas	19	1.8	(0.45)	0.19	2.3	(1.6)	0.45	1.2	(0.97)	0.23
No usa Pesticidas	6	2.1	(0.57)		1.7	(1.2)		1.8	(1.2)	
Goldfinch	6	2.3	(0.47)	<b>0.003</b>	1.2	(0.59)	<b>0.009</b>	2.4	1.1	<b>0.003</b>
No Goldfinch	19	1.7	(0.39)		2.5	(1.6)		1.1	0.78	

**Cuadro 11.** Índice de Emergía (variable dependiente), en el análisis de regresión lineal de Pearson, en la cantidad de bosque, uso reciente del fuego, mortalidad de crías, con significancia estadística de P ( $\alpha = 0.05$ ) y se muestra en negrita. Para la significancia marginal ( $\alpha = 0.08$ ) se muestra en itálica.

n = 25	Cantidad de Bosque (ha.)			Uso reciente del fuego (año)			Divisiones en los potreros (#/ha.)			Mortalidad de becerros (%/año)		
	Coef.	R	P valor	Coef.	R	P valor	Coef.	R	P valor	Coef.	R	P valor
<b>EYR</b>	0.43	0.38	<i>0.058</i>	0.02	0.38	<i>0.059</i>	0.21	0.38	<i>0.06</i>	-0.067	0.45	<b>0.024</b>
<b>ELR</b>	-1.3	0.36	<i>0.077</i>	-0.036	0.22	0.291	-0.24	0.14	0.52	0.23	0.48	<b>0.016</b>
<b>ESI</b>	0.89	0.38	<i>0.063</i>	0.042	0.38	<i>0.063</i>	0.46	0.39	<i>0.052</i>	-0.13	0.42	<b>0.036</b>



**Cuadro 12.** Análisis de todas la especies herbáceas encontradas en los muestreos de dosel Inferior y Superior

Nombres científicos y vulgades de cada Especie		Estrato							
		Inferior				Superior			
		Tipo de manejo				Tipo de manejo			
		Holístico		Convencional		Holístico		Convencional	
		Media	Desv. Estánd.	Media	Desv. Estánd.	Media	Desv. Estánd.	Media	Desv. Estánd.
<i>Cynodon dactylon</i> Pers.	Zacate borrego	0.00	0.00	0.90	2.39	0.00	0.00	2.43	4.08
<i>Ipomoea triloba</i> L.	Puyú	0.10	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.13
<i>Mimosa sp.</i>	Mimosa	0.05	0.13	0.10	0.16	0.00	0.00	0.10	0.25
<i>Cenchrus echinatus</i> L.	Mozote	0.00	0.00	0.10	0.25	0.00	0.00	0.05	0.13
<i>Cynodon plectostachyus</i> (K. Schum.) Pilger	Estrella africana	0.48	0.63	0.24	0.37	92.48	14.79	79.29	15.44
Sin Cobertura Vegetal	SCV	0.00	0.00	0.00	0.00	0.76	1.74	7.05	9.81
Sin Cobertura inferior	SCI	86.38	11.18	82.52	16.31	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Sida acuta</i> Burm.	Malvarisco	2.19	2.26	2.19	3.05	0.48	0.84	0.24	0.25
<i>Arachys hypogaea</i> L.	Cacahuat e	0.67	1.62	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Euphorbia hirta</i> L.	Golondrini ta	0.24	0.42	0.05	0.13	0.00	0.00	0.29	0.62
<i>Hyparrhenia rufa</i> (Nees) Stapf	Jaragua	0.24	0.25	1.71	4.25	0.62	0.89	3.43	5.53
<i>Brachiaria plantaginea</i> Hitchc.	Gramma	4.86	6.17	10.05	12.16	5.10	11.81	5.57	6.88
<i>Epicampes macroura</i> Benth.	Zacatón	1.95	4.73	1.67	4.41	0.14	0.38	0.00	0.00
<i>Cucurbita sp.</i>	Calabacita silv.	0.00	0.00	0.10	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Brachiaria brizantha</i> (Hochst ex A. Rich).	Braquiaria	0.00	0.00	0.14	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Euphorbia heterophylla</i>	Lechosa	0.33	0.88	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Pseudelephantopus spicatus</i> (B. Juss. ex Aubl.) C. F. Baker	Oregano	0.52	0.90	0.00	0.00	0.05	0.13	0.00	0.00
<i>Physalis pubescens</i> L.	Tomat verd/silv	0.19	0.50	0.00	0.00	0.05	0.13	0.00	0.00
<i>Boerhavia erecta</i> L.	Golodri. belluda	0.24	0.63	0.00	0.00	0.10	0.25	0.00	0.00
<i>Eleusine indica</i>	Zacapatash	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.13	0.05	0.13
<i>Mimosa albida</i> Humb. & Bonpl.	Sierrita	0.05	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<i>Brachiaria brizantha</i> (Hochst ex A. Rich).	Brizanta	0.48	1.26	0.00	0.00	0.14	0.38	0.00	0.00
<i>Cyperus odoratus</i>	Z. comanche	0.43	0.99	0.14	0.18	0.05	0.13	1.48	2.57
<i>Calopogonium coeruleum</i> Hemsl.	Frijolillo	0.62	0.76	0.10	0.25	0.00	0.00	0.00	0.00
	total	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00	100.00	0.00

**Cuadro 13.** Análisis de las 40 especies de árboles y arbustos

Especie	Núm. de Individuos		Área Basal		Área de Sombra	
	Tipo de productor		Tipo de productor		Tipo de productor	
	Convencional	Holístico	Convencional	Holístico	Convencional	Holístico
	Suma %	Suma %	Suma %	Suma %	Suma %	Suma %
<i>Acacia cornigera</i>	11.1%	11.3%	1.0%	6.5%	0.5%	6.7%
<i>Acacia pennatula</i>	2.1%	2.2%	1.4%	0.0%	1.2%	0.5%
<i>Andira inermis</i> HBK	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Annona purpurea</i> M et S.	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Annona reticulata</i> L.	0.4%	1.4%	0.9%	1.2%	7.1%	0.2%
<i>Bauhinia unguolata</i> L.	0.0%	0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%
<i>Bursera simaruba</i> Sarg.	0.0%	0.3%	0.0%	3.0%	0.0%	0.7%
<i>Byrsonima crassifolia</i> HBK.	1.3%	0.1%	5.7%	0.5%	6.5%	0.7%
<i>Caesalpinia velutina</i> St.	0.0%	0.5%	0.0%	17.2%	0.0%	12.3%
<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	3.0%	0.1%	0.0%	0.2%	0.2%	0.3%
<i>Calycophyllum candidissimum</i> (Vahl) DC	0.4%	0.6%	1.2%	0.2%	1.2%	0.3%
<i>Casearia nitida</i> Jacq.	0.9%	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%
<i>Cedrela odorata</i> L.	0.0%	1.6%	0.0%	0.2%	0.0%	1.7%
<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Wild.) Spreng	0.4%	0.0%	2.4%	0.0%	0.8%	0.0%
<i>Curatella americana</i> L.	0.4%	0.0%	3.6%	0.0%	5.1%	0.0%
<i>Diphysa robinoides</i> Beth	6.0%	2.4%	8.9%	5.1%	10.2%	2.1%
<i>Dussia cuscatlanica</i> St.et Stey	0.0%	1.3%	0.0%	0.3%	0.0%	1.6%
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> Gr.	15.7%	8.0%	5.8%	6.7%	4.2%	1.2%
<i>Erythrina goldmanii</i> Standl.	0.9%	0.1%	0.0%	0.4%	0.0%	0.1%
<i>Ficus cookii</i> Standl.	0.4%	0.0%	14.3%	0.0%	11.9%	0.0%
<i>Genipa americana</i> L.	1.7%	0.0%	7.6%	0.0%	10.1%	0.0%
<i>Gilibertia arborea</i> March	0.9%	0.0%	0.9%	0.0%	0.6%	0.0%
<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq.) Steudel	0.0%	5.9%	0.0%	2.6%	0.0%	17.0%
<i>Godmania aesculifolia</i> Standl.	0.9%	0.1%	0.7%	0.1%	0.9%	2.3%
<i>Guazuma ulmifolia</i> (Lam).	20.9%	9.0%	8.2%	12.4%	6.6%	7.8%
<i>Hymenaea courbaril</i> L.	0.0%	0.3%	0.0%	5.2%	0.0%	0.4%
<i>Jatropha curcas</i> L.	13.6%	15.1%	0.9%	4.2%	1.7%	12.0%
<i>Licania arborea</i> Seem.	0.4%	0.1%	7.9%	4.2%	16.1%	4.8%
<i>Lonchocarpus rugosus</i> Beth.	0.0%	0.1%	0.0%	3.4%	0.0%	0.4%
<i>Machaerium biovulatum</i> Mich.	0.0%	1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%
<i>Pisonia macranthocarpa</i> D. Sm.	2.1%	1.6%	0.0%	7.2%	0.1%	4.7%
<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth	1.3%	11.1%	0.0%	8.6%	0.0%	10.1%
<i>Platymiscium dimorphandrum</i> D. Sm.	3.8%	5.0%	2.4%	1.5%	6.6%	2.9%
<i>Psidium guajava</i> L.	6.4%	1.3%	0.0%	1.0%	0.1%	0.8%
<i>Psidium sartorianum</i> Nied.	0.4%	0.0%	0.5%	0.0%	0.6%	0.0%
<i>Salix chilensis</i> Mol.	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Sida rhombifolia</i>	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%
<i>Solanum torvum</i> Swartz	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<i>Tabebuia pentaphylla</i> Hemsl	0.0%	1.6%	0.0%	7.6%	0.0%	4.1%
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC.	3.0%	5.4%	24.4%	0.1%	6.8%	0.5%
<i>Thevetia peruviana</i> Merrill	0.4%	0.0%	0.6%	0.0%	0.2%	0.0%
<i>Verbesina punctata</i> Robins. & Greenm	0.0%	7.7%	0.0%	0.1%	0.0%	1.6%
<i>Vernonia condensata</i> Baker	1.3%	2.3%	0.4%	0.4%	0.7%	1.1%

**Cuadro 14.** Análisis de esfericidad para tamaño del horizonte A, Compactación o penetrabilidad del suelo, Forraje presente del cantidad promedio de Materia Seca/ha de (*Cynodon plectostachyus* (K. Schum) Pilger), presencia de lombrices, presencia de gallina ciega, presencia de hormigas y coleópteros en ambos sistemas holísticos y convencionales, con menor y mayor descanso.

<b>Indicador</b>	<b>Efecto</b>	<b>F<sub>1,12</sub></b>	<b>p</b>
Profundidad horizonte A	Descanso	0.594	0.456
	<b>Manejo</b>	<b>7.975</b>	<b>0.015</b>
Penetrabilidad del suelo (Compactación de suelo)	Descanso	2.337	0.152
	Manejo	1.321	0.273
Disponibilidad de forraje según doble muestreo (Forraje presente)	<b>Descanso</b>	<b>35.51</b>	<b>&lt;0.0005</b>
	Manejo	4.60	0.053
Presencia de lombrices en la calicata	Descanso	1.00	0.337
	<b>Manejo</b>	<b>9.72</b>	<b>&lt;0.009</b>
Presencia de gallina ciega en la calicata	Descanso	2.40	0.147
	Manejo	2.40	0.147
Presencia de hormigas y coleópteros en la calicata	Descanso	0.375	0.552
	Manejo	0.167	0.690

**Cuadro 15.** Valor medio ( $\pm$  error estándar) de características físicas y químicas del suelo entre sistemas de manejo, de la Prueba de t del análisis de suelos de laboratorio

<b>Característica</b>	<b>Tipo de productor</b>	
	<b>Holístico</b>	<b>Convencional</b>
Arena (%)	52.4 $\pm$ 2.5	54.1 $\pm$ 3.2
Arcilla (%)	20.48 $\pm$ 1.18	17.92 $\pm$ 1.46
Limo (%)	27.14 $\pm$ 1.63	28.0 $\pm$ 2.73
Textural	2.51 $\pm$ 0.29	2.14 $\pm$ 0.27
pH	5.66 $\pm$ 0.16	5.48 $\pm$ 0.14
Fósforo mg/kg	59.91 $\pm$ 12.64	35.32 $\pm$ 12.00
% de Materia Orgánica	3.33 $\pm$ 0.28	3.11 $\pm$ 0.22
% del Nitrógeno total	0.16 $\pm$ 0.02	0.15 $\pm$ 0.01
Capacidad de intercambio catiónico cmol/kg	19.77 $\pm$ 2.39	19.05 $\pm$ 1.51

**Cuadro 16.** ANDEVA de las de características físicas y químicas del suelo entre sistemas de manejo.

Característica	Tipo de productor		P
	Holístico	Convencional	
Arena (%)	52.4±2.5	54.1±3.2	0.68
Arcilla (%)	20.48±1.18	17.92±1.46	0.19
Limo (%)	27.14±1.63	28.0±2.73	0.79
Textural	2.51±0.29	2.14±0.27	0.38
pH	5.66±0.16	5.48±0.14	0.10
Fósforo mg/kg	59.91±12.64	35.32±12.00	0.43
% de Materia Orgánica	3.33±0.28	3.11±0.22	0.17
% del Nitrógeno total	0.16±0.02	0.15±0.01	0.29
Capacidad de intercambio catiónico cmol/kg	19.77±2.39	19.05±1.51	0.80

**Cuadro 17a.** Análisis de esfericidad para respiración de suelo

Indicador	Efecto	F <sub>1,12</sub>	p
Respiración del suelo	Descanso	0.438	0.521
	<b>Manejo</b>	<b>13.502</b>	<b>&lt;0.003</b>
	Manejo		

**Cuadro 17.** Valor medio (± error estándar) de la Prueba de t del (ICO) Índice de Conversión Orgánica

Indicador	Tipo de productor	Valor medio	P
Índice de conversión orgánica	Holístico	0.79±0.01	0.000
	convencional _ grande	0.41±0.02	
	convencional _ chico	0.32±0.02	

**Cuadro 18.** ANOVA del (ICO) Índice de Conversión Orgánica

Indicador	Tipo de productor	Valor medio	F	P
Índice de conversión orgánica	Holístico	0.79±0.01	98.490	0.000
	convencional _ grande	0.41±0.02		
	convencional _ chico	0.32±0.02		

**Cuadro 19.** Valor medio (± error estándar) de la Prueba de t, para los dos sistemas en gasto de mano de obra comprada

Indicador	Tipo de productor	Valor medio	P
Gasto de Mano de Obra	Holístico	81364.3±6675.26	0.008
	Convencional	37136.11±9077.09	

**Cuadro 20.** Prueba de t para costo de mano de obra familiar

Indicador	Tipo de productor	Valor medio	F	P
Costo de Mano de obra Familiar	Holístico	57660.71 ± 9839.58	0.414	0.666
	Convencional_chico	49863.64±6114.10		
	Convencional_grande	43669.64±15547.52		

**Cuadro 21.** ANDEVA del Margen Neto Global por explotación

	Valor Medio	P
Holístico	2087239.2±741019.6	.002
Convencional grande	305995.7±206057.9	
Convencional chico	36193.5±7195.4	
Total	686030.9±271574.06	

**Cuadro 22.** Media y desviación estándar de indicadores holísticos encontrados

<b>Indicador</b>	<b>Grupos de ganaderos</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Desviación estándar</b>
Escolaridad				
	Holístico	7	13.00	3.16
	convencional_grande	7	11.71	5.19
	convencional_chico	11	9.73	5.37
	Total	25	4.82	0.96
Años dedicado a la ganadería	Holístico	7	33.14	11.78
	convencional_grande	7	30.00	13.23
	convencional_chico	11	26.91	8.31
	Total	25	29.52	10.69
Años en el manejo holístico	Holístico	7	10.14	2.27
	convencional_grande	7	0.00	0.00
	convencional_chico	11	0.00	0.00
	Total	25	2.84	4.78
Tamaño del rancho/ha	Holístico	7	88.29	42.92
	convencional_grande	7	45.14	12.34
	convencional_chico	11	33.91	20.58
	Total	25	52.28	34.97
Divisiones por rancho	Holístico	7	118.00	79.49
	convencional_grande	7	11.86	6.94
	convencional_chico	11	7.86	5.34
	Total	25	39.82	63.89
Area de potrero	Holístico	7	66.00	30.93
	convencional_grande	7	41.29	9.38
	convencional_chico	11	30.82	20.80
	Total	25	43.60	25.77
Divisiones por ha	Holístico	7	0.63	0.21
	convencional_grande	7	4.36	2.20
	convencional_chico	11	4.19	1.81
	Total	25	3.24	2.31
Area de bosque	Holístico	7	15.71	8.38
	convencional_grande	7	4.57	3.78
	convencional_chico	11	1.73	2.01
	Total	25	6.44	7.69
Número total de animales bovinos por rancho	Holístico	7	232.57	133.38
	convencional_grande	7	90.57	45.72
	convencional_chico	11	38.73	23.91
	Total	25	107.52	109.65
Unidades animal por ható	Holístico	7	203.56	113.53
	convencional_grande	7	86.26	45.04
	convencional_chico	11	41.08	22.96
	Total	25	99.22	93.39

**Cuadro 23.** ANDEVA de la susceptibilidad a la erosión (espacios interceptados)

		<b>Valor Medio</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Total de espacios a nivel dosel en Metros lineales	holístico	0.63 ± 0.233	31.98	.000
	convencional	13.77 ± 2.32		
Apertura dosel (%)	holístico	0.42 ± 0.15	31.98	.000
	convencional	9.18 ± 1.54		

**Cuadro 24.** ANDEVA del promedio de los valores de la compactación del suelo medida por medio de penetrómetro de bolsillo (Kg/cm<sup>2</sup>).

	<b>Valor Medio</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Holístico	1.09 ± 0.07	0.130	0.721
Convencional	1.06 ± 0.02		

**Cuadro 25.** Macro fauna ANDEVA-Anova y Descriptivos por M2 de superficie y 30 cm de profundidad

		<b>Valor Medio</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Medida del penetrómetro en campo	Holístico	89.18 ± 8.19	1.643	0.211
	Convencional	74.62 ± 7.28		
<b>Observaciones en la calicata por m2</b>	<b>Holístico</b>	110.11 ± 10.01	<b>33.726</b>	<b>0.000</b>
	Convencional	285.74 ± 28.21		
<b>Presencia de lombrices</b>	<b>Holístico</b>	71.89 ± 10.01	<b>18.474</b>	<b>0.000</b>
	Convencional	12.74 ± 9.10		
Presencia de hormigas y coleópteros adultos	Holístico	19.11 ± 10.01	0.228	0.637
	Convencional	12.74 ± 9.10		
Presencia de gallina ciega	Holístico	0.00 ± 0.00	2.167	0.153
	Convencional	12.74 ± 9.10		
<b>Presencia de piedra y arena</b>	<b>Holístico</b>	0.00 ± 0.00	<b>17.333</b>	<b>0.000</b>
	Convencional	51.87 ± 12.74		

**Cuadro 26.** ANDEVA-Anova de la Respiración de Suelo

	<b>Valor Medio</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
<b>Holístico</b>	<b>6.68 ± 0.33</b>	<b>13.05</b>	<b>0.001</b>
Convencional	4.98 ± 0.34		



## ANEXOS

### Anexo 1.

#### METODOLOGÍA PARA LA RESPIRACIÓN DE SUELOS

1. Frascos de boca ancha con tapa,
2. Tubos de ensayo pequeños,
3. Tiras de papel filtro,
4. NaOH 1N (19.995g de NaOH seca en horno diluido en 500 mL de agua destilada libre de CO<sub>2</sub>).
5. HCl 0.2 N (18.25 mL de HCl concentrado diluido en 1000 mL de agua destilada libre de CO<sub>2</sub>).
6. BaCl<sub>2</sub> al 2% (4 g de BaCl<sub>2</sub> diluido en 200 mL de agua destilada libre de CO<sub>2</sub>),
7. Sol. Alcohólica de fenolftaleina al 1 % (1 g de fenolftaleina, diluido en 100 mL del alcohol etílico al 95 %),
8. 2 Bureta de 100 mL,
9. Agua destilada libre de CO<sub>2</sub>.

#### Estandarización del HCl

Desecar Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> durante 2 h a 100° C,

Pesar 0.25 g Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> y colocar en matraz erlenmeyer de 250 mL (por duplicado), diluir a 50 mL con agua destilada libre de CO<sub>2</sub>.

Tomar 10 mL de la solución de carbonato de sodio y adicionar de 2-3 gotas de Anaranjado de Metilo (por duplicado),

Titular con la solución de HCl hasta obtener el tinte de color CANELA.

Cálculos:  $N = (0.25/53) (200/\text{mL gastados} \times 5)$ .

#### Estandarización del NaOH

Medir 10 mL de sol. Valorada de HCl y colocar en el matraz erlenmeyer de 250 mL, adicionar 50 mL de agua destilada libre CO<sub>2</sub>.

Adicionar 2-3 gotas de Sol. Alcohólica de fenolftaleina,

En la bureta colocar el NaOH a estandarizar y dejar caer gota a gota hasta alcanzar el tinte ROSADO permanente.

Cálculos:  $N = (N \text{ del ácido} \times \text{Vol. Del ácido}) / \text{Vol. De NaOH gastado durante la titulación}$ .

#### Procedimiento

1. pesar fracciones de 50 g de suelo por duplicado para cada muestra.
2. Colocar los suelos en frascos de brocha ancha. Roturar.
3. Ajustar la humedad a la capacidad de campo.
4. Dejar dos frascos sin suelo. Roturar.
5. En tubos de ensayo pequeños se adiciona 5 mL de NaOH y el papel filtro,
6. Introducir los tubos con NaOH en los frascos e incubar a 28° C,

#### Determinación de CO<sub>2</sub> producido

1. Vaciar el contenido del tubo de ensayo y el papel filtro en un matraz erlenmeyer,
2. Tapar el matraz hasta el momento de hacer la titulación.
3. Adicionar 2 mL de Cloruro de Bario al 2 % para precipitar el carbonato,
4. adicionar 3 gotas de fenolftaleina,
5. Titular con HCl,
6. Anotar el volumen de HCl gastado,

Calcular el CO<sub>2</sub> producido (mg) = (C-V) N x E, donde,

C = volumen (mL) de HCl gastados en la titulación del testigo (frasco sin suelo)

V = volumen (mL) de HCl, gastados en la titulación de los tratamientos

N = normalidad de HCl,

E = peso equivalente de CO<sub>2</sub> = 22

## Anexo 2.

- 1 Sun  
Annual energy = (Avg. Total Annual Insolation J/yr)(Area)(1-albedo)  
Insolation:  $6.63E+09$  J/m<sup>2</sup>/yr (\*\*)  
Area: 80 ha  
Area, m<sup>2</sup>:  $8.00E+05$  m<sup>2</sup>  
Albedo: 0.105  
Annual energy:  $4.75E+15$  J  
Emergy per unit input = 1 sej/J (Odum 1996)
- 2 Rain, Chemical  
Annual energy = (in/yr)(Area)(0.0254 m/in)(1E6g/m<sup>3</sup>)(4.94J/g)(1 - runoff)  
in/yr: 48.6 (\*\*)  
Area: 80 ha  
Area, m<sup>2</sup>:  $8.00E+05$   
runoff coefficient:  $7.00E-02$   
Annual energy:  $4.54E+12$  J  
Emergy per unit input =  $1.80E+04$  sej/J (Odum 1996)
- 3 Wind  
Area: 80 ha  
Area, m<sup>2</sup>:  $8.00E+05$  m<sup>2</sup>  
Density of Air: 1.3 kg m<sup>-3</sup>  
Wind Velocity - Average 10 m: 2.58 m/s  
Geostrophic wind: 2.32 m s<sup>-1</sup>  
Drag coefficient: 0.001  
 $8 E5 m^2 * 1.3 kg m^{-3} * 0.001 * (2.58 m s^{-1})^3 * 3.14 E7 sec yr^{-1} =$   
 $8.43E+10 J yr^{-1}$   
Emergy per unit input:  $1.50 E3$  sej J<sup>-1</sup> (Odum 1996)
- 4 Labor (renewable)  
Family: 3840 hr /yr  
% R: 77 % (Guillen Trujillo 1998)  
=family\*%R (Diemont et al. 2006, Martin et al. 2006)  
Total: 2956.8 hr/yr  
Emergy/ unit:  $6.99E+12$  sej hr<sup>-1</sup> (Guillen Trujillo 1998)
- 5 Workshops (renewable)  
Time: 64 hr /yr  
% R: 77 % (Guillen Trujillo 1998)  
=Time\*%R (Diemont et al. 2006, Martin et al. 2006)  
Total: 49.28 hr/yr  
Emergy unit unit input:  $6.99E+12$  sej hr<sup>-1</sup> (Guillen Trujillo 1998)
- 6 Net Topsoil Loss  
Erosion rate = 2 t/ha/yr natural pasture (Rotolo et al. 2006)  
Erosion rate = 10 t/ha/yr sowed pasture (Rotolo et al. 2006)  
Natural pasture: 55 ha  
Sowed pasture: 25 ha  
Soil loss: 360 t/yr  
Soil loss: 360000000 g/yr  
g organic/ g soil = 0.04  
Energy cont./g organic = 5.00 kcal/g (Ulgiati et al. 1994)  
4186 J/kcal  
Annual energy:  $3.01E+11$  J  
Emergy per unit input =  $6.25E+04$  sej/J (Ulgiati et al. 1994)
- 7 Labor (purchased)  
Family: 3840 hr /yr  
Purchased: 5760 hr /yr

- %F: 23 % (Guillen Trujillo 1998)  
 =Family\*%F+Purchased (Diemont et al. 2006, Martin et al. 2006) Total:  
 6643.2 hr/yr  
 Emergy per unit input: 6.99E+12 sej/hr (Guillen Trujillo 1998)
- 8 Workshops (purchased)  
 Time: 270 hr /yr  
 %F: 23 % (Guillen Trujillo 1998)  
 =Time\*%F (Diemont et al. 2006, Martin et al. 2006)  
 Total: 62.1 hr/yr  
 Emergy per unit input: 6.99E+12 sej hr-1
- 9 Electricity  
 Annual energy = kWh\*3.6E6 J/kWh  
 Energy: 3.00E+03 kWh/yr  
 Annual energy: 1.08E+10 J  
 Emergy per unit input = 1.60E+05 sej/J (Odum 1996)
- 10 Herbicides  
 Annual consumption: 0 L  
 density 1.24 g/ml  
 Annual consumption: 0.00E+00 g  
 Emergy per unit input = 1.48E+10 sej/g (Brandt-Williams 2002)
- 11 Materials  
 Annual consumption: 1.40E+04 US\$  
 Emergy per unit input = 1.88E+12 sej/US\$ (Guillen Trujillo 1998)
- 12 Feed  
 Annual consumption: 0 kg  
 Annual consumption: 0.00E+00 g  
 Emergy per unit input = 1.82E+09 sej/g (Castellini et al. 2006)
- 13 Vaccinations  
 Annual consumption, cm3: 964 cm3  
 Annual consumption, g: 9.64E+02 g  
 Emergy per unit input = 1.48E+10 sej/g (Castellini et al. 2006)
- 14 Nutritional Blocks  
 Annual consumption: 0 kg  
 Annual consumption: 0.00E+00 g  
 Emergy per unit input = 1.82E+09 sej/g (Castellini et al. 2006)
- 15a Government Assistance - monetary  
 Annual consumption: 2.27E+03 US\$  
 Emergy per unit input = 1.88E+12 sej/US\$
- 15b Government Assistance - calves  
 Calves= 0 calf/year  
 6.85E+08 J/cow (Rotolo et al. 2006)  
 40 kg/calf  
 200 kg/cow  
 1.37E+08 J/calf  
 Annual consumption: 0.00E+00 J  
 Emergy per unit input = 1.73E+06 sej/J (Rotolo et al. 2006)
- 15c Government Assistance - machinery  
 Annual consumption: 2991 US\$  
 Annual consumption: 2.99E+03 sej/US\$  
 Emergy per unit input = 1.25E+10 sej/g (Comar et al. 2004)
- 16 Calves

Calves= 0.00E+00 calves/year  
6.85E+08 J/cow (Rotolo et al. 2006)  
40 kg/calf  
200 kg/cow  
1.37E+08 J/calf  
Annual consumption: 0.00E+00 J  
Emergy per unit input = 1.73E+06 sej/J (Rotolo et al. 2006)

17 Pesticides  
Annual consumption: 4 L  
Annual consumption: 4.00E+03 g  
Emergy per unit input = 1.48E+10 sej/g (Brandt-Williams 2002)

18 Nitrogen Fertilizer  
Annual consumption: 0 L  
Annual consumption: 0.00E+00 g  
Emergy per unit input = 2.41E+10 sej/g (Brandt-Williams 2002)

### Anexo 3.

Área de Evaluación	Indicador	Características e índices
Tecnológica	Tamaño del hato, UA	Es el total de bovinos de todas las edades y estados fisiológicos, estandarizados en unidad animal.
	Tasa de natalidad, %	Porcentaje de crías nacidas vivas anualmente en el hato respecto al total de hembras aptas para la reproducción.
	Mortalidad en crías, %	Porcentaje de mortalidad de crías (durante la lactancia) respecto a las nacidas vivas anualmente.
	Mortalidad en adultos, %	Porcentaje de mortalidad anual de bovinos adultos (por enfermedad o accidentes) respecto al número medio de adultos a lo largo del año.
	Becerras destetadas, %	Porcentaje de crías nacidas vivas que alcanzan la edad del destete.
	Grado de control de enfermedades, %	Desparasitación interna = 16.66%, Desparasitación externa = 16.66%, vacuna contra el Derriengue = 16.66%, bacterina para prevención de Clostridiasis = 16.66%, aplicación de vitaminas y reconstituyentes = 16.66%, aplicación de antibióticos = 16.66%
	Carga animal bovina en pastizales, UA/ha	Se refiere al número de bovinos estandarizados en unidades animal que son mantenidas en una hectárea de pastizal durante un año. Se consideró tanto la superficie de terreno propio como el rentado por el productor.
	Carga animal en pastizales, UA/ha	Se refiere al total de especies animales de pastoreo (bovino, equino, caprino y ovino) estandarizadas en unidad animal que son mantenidas en una hectárea de pastizal durante un año. Se consideró tanto la superficie de terreno propio como el rentado por el productor.
	Alimento consumido en pesebre/UA/año, Kg.	Es la cantidad de alimento balanceado, granos, rastrojos, forraje y subproductos de origen animal que consume una UA en pesebre por año. Se contemplan tanto los recursos forrajeros producidos dentro del SPB como los que se compran.
	Medios de trabajo, %	Nivel de uso de herramienta manual= 5%, Nivel de uso de equipo de trabajo= 20%, Nivel de uso de maquinaria= 75%
Características de la infraestructura, %	Estado de los caminos= 33.33%, suministro de electricidad= 33.33% suministro de agua entubada 33.33%	
Económica	Becerras vendidas, N°	Número de crías destetadas (hembras y machos) que se venden para engorda, sacrificio o para reemplazo.
	Ingreso por variación de inventario, \$	Se refiere al valor económico estimado que representan las becerras nacidas en la explotación durante el año, que se dejan para reemplazo y aumento del número de vientres. Este valor se incluye en el ingreso total del SPB.
	Gastos operacionales/vaca/año, \$	Es el costo por concepto de compra de fármacos, compra de alimentos, compra de combustible y compra de animales, necesario para mantener una vaca en producción durante el año.
	Gastos estructurales/vaca/año, \$	Es el costo por concepto de mano de obra y por la renta de pastizales o rastrojales, necesarios para mantener una vaca en producción durante el año.
	Costo de producción por vaca, \$	Se refiere a los gastos operacionales más los gastos estructurales necesarios para mantener una vaca en producción durante el año.
	Margen bruto/vaca/año,	Es la diferencia entre el ingreso total y los gastos

	\$	operacionales, dividido entre el número medio anual de vacas presentes en el SPB.
	Margen neto/vaca/año, \$	Es la diferencia entre el margen bruto y los gastos estructurales, dividido entre el número medio anual de vacas presentes en el SPB.
	Margen neto por trabajador familiar, \$	Es el resultado de dividir el Margen neto, expresado en pesos mexicanos para el conjunto de la explotación entre el número medio anual de trabajadores familiares en el SPB
	Grado de integración entre producción y comercialización, %	Consumo de los productos en casa (10%), Venta de animales a intermediarios (10%), La leche se vende al procesador (Nestle, Pradel, Queseros) (20%), la leche y/o carne se vende directamente al consumidor (25%), Elaboración y venta de derivados de leche y/o carne (35%) = {Bajo ( $\leq 40$ ), Alto ( $>40$ )}
Ambiental	Características de alojamientos e instalaciones, %	Corral de manejo= 15%, división de potreros= 15%, bodega= 10%, comedero= 5%, bebedero= 5%, depósito de agua= 10%, manejo apropiado de estiércol= 10%, riego de pastos= 20%, drenaje para evitar lodo= 10%)
	Estado del pastizal. %	Empastado= 100%, medianamente empastado= 66.6%, sobre pastoreado= 33.3%, erosionado= 0.0%
	Grado de dependencia de insumos externos, %	Sorgo picado= 7.7%, rastrojo de maíz picado= 7.7%, forraje henificado= 7.7%, Alimento balanceado comercial= 7.7%, gallinaza y/o pollinaza= 7.7%, sal mineral= 7.7%, sal común= 7.7%, desparasitante interno= 7.7%, desparasitante externo= 7.7%, vacuna contra el derriengue= 7.7%, bacterina contra clostridiasis= 7.7%, antibióticos= 7.7%, vitaminas= 7.7%
	Abundancia relativa del bovino en la explotación, AR	Frecuencia de individuos de la especie bovina, comparado con la frecuencia de individuos de todos los demás taxones combinados, en la explotación.
	Presencia de bovinos criollos, %	Frecuencia relativa a nivel de explotación de bovinos tipo criollo o sus cruza.
Social	Superficie de pastizal propio, ha	Es la superficie destinada al pastoreo que es propiedad del ganadero
	Superficie de pastizal rentado, ha	Es la superficie destinada al pastoreo que no es propiedad del ganadero. Se utiliza mediante un acuerdo de arrendamiento.
	Edad del productor, años	Se refiere a la edad del productor, como indicador de conocimientos y perspectivas en la ganadería.
	Antigüedad en la bovinocultura, años	Indica el número de año en que el productor se ha dedicado al SPB
	Explotaciones que continúan a la siguiente generación de productores, %	Porcentaje de explotaciones que continuarán en producción durante los siguientes años por el mismo productor o por otro miembro de la familia.
	Mano de obra total/100 vacas/día, jornal	Señala el número estimado de jornales requeridos para el manejo de 100 vacas.
	Beneficiarios total de la familia, N°	Indica el número de familiares del productor que se benefician del SPB, incluido él mismo.

## Anexo 4.

### Introducción

- Mi nombre es: Rigoberto Alfaro Arguello, originario de la Col. Jesús María Garza Mpio. De villaflores Chis. Soy estudiante del Colegio de la Frontera Sur.
- La encuesta tarda mas o menos 2 horas
- Los datos van a servir para analizar las prácticas de manejo, que se realiza en el manejo de potreros y hatos en los valles centrales del estado.
- Se piensa realizar un informe del trabajo que se realice con éstas encuestas.
- La información que Ud. provee será reportada de manera anónima, sin asociarla específicamente con Ud o con su rancho.
- Si le incomoda alguna pregunta, no hay ninguna obligación a contestarla.
- Si tiene pregunta afín.

### I. DATOS GENERALES

Coordenadas geográficas de la posición del rancho en (grados y decimales). \_\_\_\_\_

Fecha \_\_\_\_\_  
Nombre de la comunidad \_\_\_\_\_

1. Nombre del informante: \_\_\_\_\_
2. El informante es el propietario del sistema de producción? Si \_\_\_ No \_\_\_ Especifique: \_\_\_\_\_
3. Qué edad tiene el propietario del rancho? \_\_\_\_\_
4. Qué grado de estudios tiene usted? (hasta que año fue a la escuela) \_\_\_\_\_
5. Cuántos años tiene dedicado a cría de ganado bovino? \_\_\_\_\_
6. Usted (el dueño) continuará dedicándose a la ganadería? \_\_\_\_\_ En que plazo? \_\_\_\_\_
7. Cuantos de sus hijos (del dueño) se dedica o se seguirá dedicando a la cría de ganado bovino? \_\_\_\_\_
8. Cuántos miembros de la familia (del dueño) participan en la cría de ganado? \_\_\_\_\_
9. Cuántos miembros de la familia (del dueño) se benefician del ingreso económico de la actividad ganadera? \_\_\_\_\_

### II. INFORMACIÓN DEL HATO GANADERO Y EL MANEJO ANIMAL

#### A. Raza y diversidad de especies animales y vegetales

10. De qué raza son los bovinos que tiene? Tipo criollo \_\_\_\_ (1), Cebuina \_\_\_\_ (2), Pardo Suizo \_\_\_\_ (3), Simmental \_\_\_\_ (4), Holstein \_\_\_\_ (5), otra \_\_\_\_ (6), especifique \_\_\_\_\_

11. Además de ganado bovino, qué otras especies de animales tiene?

Especie	Cantidad	Razas o tipo	Finalidad
<b>Ovinos</b>			
<b>Cerdos</b>			
<b>Caballos</b>			
<b>Burros</b>			
<b>Mulas</b>			
<b>Conejos</b>			
<b>Aves de corral</b>			
<b>Perros</b>			
<b>Gatos</b>			

12. Cuáles son los objetivos principales de la cría de ganado bovino: Producción de becerros \_\_\_\_\_, Vaquillas \_\_\_\_\_, Ganado de engorda \_\_\_\_\_, Leche \_\_\_\_\_, Otro \_\_\_\_\_

#### B. Estructura del hato

13. Cuántos animales de estos tiene? vacas cargadas \_\_\_\_ (1), vaca con cría \_\_\_\_ (2), vacas vacías (no cargadas y no lactando) \_\_\_\_ (3), sementales \_\_\_\_ (4), toretes \_\_\_\_ (5), vaquillas \_\_\_\_ (6), becerro \_\_\_\_ Otro (especificar) \_\_\_\_ (7)

**C. Manejo reproductivo del hato**

14. Para cargar a las vacas usa: Monta libre \_\_\_\_\_, Monta planificada \_\_\_\_\_, Inseminación artificial \_\_\_\_\_
15. Cuál de estas actividades y atenciones realiza a su hato? Cuenta con semental en su hato \_\_\_\_\_, su semental se utiliza para montar las vacas de otros productores \_\_\_\_\_, hace reemplazo de sus vacas improproductivas \_\_\_\_\_, a que edad carga las vaquillas?
16. Qué tipo de problemas reproductivos son mas frecuentes en las vacas y como los atiende? \_\_\_\_\_
17. Qué tipo de atención reciben las vacas antes, durante y después del parto? \_\_\_\_\_

18. En qué periodo de de secas o lluvias (meses) se cargan, paren y producen leche sus vacas?

Variable	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Se cargan												
Paren												
Ordeña												

19. Si no ordeña, cual es el motivo por el que no ordeña? \_\_\_\_\_

**D. Mortalidad**

20. Cuántas crías y cuantos bovinos adultos se murieron en el último año (registrar el mes en que ocurrió)?

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Crías												
Causa												
Adultos												
Causa												

**E. Manejo de becerros destetados**

21. Edad de venta? \_\_\_\_\_
22. Deja algunos becerros para engordar? \_\_\_\_\_ Cuántos? \_\_\_\_\_ Cuánto dura la engorda? \_\_\_\_\_
23. Deja algún becerro para semental? \_\_\_\_\_
24. Qué características debe tener un becerro para dejarlo como semental? \_\_\_\_\_
25. Cuántas vaquillas deja al año en su hato para que se carguen? \_\_\_\_\_

**F. Salud animal**

26. De qué se enferma (enfermedades) su ganado bovino, en qué época del año se presenta y cómo controla esas enfermedades?

Enfermedad	¿Cuántos animales son afectados?	
	en secas	en lluvias

27. Qué medicamento aplica a su ganado y Cuántas veces al año?

Práctica	Medicamento	Dosis por animal	No. de anim. que se le aplica	Costo por dosis	Nº de aplicaciones /Seca	Nº de aplicaciones /Lluvias
Desparasitación interna						
Desparasitación externa						
Vacuna contra el Derriengue						
Vacuna Triple Bovina (contra Pasteurelisis Neumónica, Carbón Sintomático y Edema Maligno)						
Vacunación contra la Brucelosis						
Aplicación de vitaminas y reconstituyentes						
Aplicación de antibióticos						
Otros medicamentos ya sean industriales, caseros, etc						



### III. Uso y manejo de la tierra

#### A. Diversidad de especies forrajeras

28. Con cuáles de las siguientes especies de pastos cuenta?

Tipo de División	Área x div (Ha)	# Divs	Pastoreo directo					Corte y acarreo			
			Secas			Lluvias		Secas		Lluvias	
			No. de animales x div	Tiempo de pastoreo	Tiempo descanso	No. de animales	Tiempo de pastoreo	No. de animales	Cantidad	No. de animales	Cantidad
Pastizal natural											
Estrella Afric.											
Chontalpo											
Santo Domingo											
Elefante CT 115											
Insurgente											
Jaragua											
Remolino											
Merkerón											
Esplendor											
B. brizanta											
B. decumbens											
Maíz forrajero											
Sorgo											
Humidicola											
Señal											
Nescafé											
Zacatón											
Caña											
Mezcla de pastos (Cuales?)											
Rastrojo de maíz											
Achual											
Montaña											
Cannavalia											
Frijol terciopelo											
Frijol Dilichos											

#### B. Manejo del pastoreo y sus características

29. Donde consiguió la semilla o varetas de pasto y si los compró cuanto les costó? \_\_\_\_\_

#### C. Estado del pastizal

30. Si Ud. siembra o mantiene árboles y arbustos en sus potreros, ¿con que fin lo hace? \_\_\_\_\_

31. Cuales son los tipos árboles y arbustos mas importantes en su rancho? Como maneja estas plantas? Siembra? Poda? Corta para forraje? Rondea? Otro?

Árboles y arbustos	Cuanto hay? (ha o número de individuos)	Siembra o planta? (ha?)	Poda	Corta para forraje	Fertiliza o abona	Rondea	Otro manejo?	Usos


32. Como evalúa Ud el estado de sus potreros? Con que frecuencia? \_\_\_\_\_

**33. Características del potrero**

Cuanto terreno tiene en total? \_\_\_\_\_

De esto, cuanto tiene en potreros? \_\_\_\_\_

De los potreros, cuanta area es:

inundable \_\_\_\_\_ (1), no inundable \_\_\_\_\_ (2)

ladera \_\_\_\_\_ (3), plano \_\_\_\_\_ (4)

pedregoso \_\_\_\_\_ (5) no pedregoso \_\_\_\_\_ (6)

**bien empastado \_\_\_\_\_ medianamente empastado \_\_\_\_\_ pobrememente empastado**

34. Insumos en pastizales \_\_\_\_\_

Nombre	Cantidad /ha	Area de aplicación (ha)	Frecuencia de uso	Costo/ unidad	Cuando se aplica?	aplicación	
						Mateada?	Pareja?
Gramoxone							
Faena							
Gramoxil							
Herbipol							
Tordon							
Ranger							
Semilla, vareta de pasto							
<b>Abono orgánico</b>							
<b>Fertilizante químico</b>							
<b>Mecanización</b>							

35. Si la aplicación de herbicida es mateada, como elige las plantas a matar? \_\_\_\_\_

36. Realiza Ud una limpia a mano de sus potreros (con machete y-o coa)? \_\_\_\_\_

37. Con que frecuencia? \_\_\_\_\_

38. Como elige las plantas a cortar y a dejar? \_\_\_\_\_

39. Cuales plagas se presentan en su pasto? \_\_\_\_\_

40. Como las controla? \_\_\_\_\_

41. Con que frecuencia? \_\_\_\_\_

42. Como controla o previene las garrapatas en sus animales? \_\_\_\_\_

43. Con que frecuencia quema sus potreros? \_\_\_\_\_

44. Por que quema? \_\_\_\_\_

45. Cuando fue la última vez que quemó? \_\_\_\_\_

46. Hace ronda? Como (manual o herbicida)? \_\_\_\_\_

47. Sus vecinos inmediatos queman? \_\_\_\_\_ Le afecta sus potreros? Como? \_\_\_\_\_

48. Que uso le da al estiércol que se genera? \_\_\_\_\_

49. **Que hace para que su suelo no se canse?** \_\_\_\_\_

50. **Que manejo le da al suelo cansado?** \_\_\_\_\_

51. **Usa algún abono verde? Cuales?** \_\_\_\_\_

52. ¿Ha cambiado el color del suelo a lo largo de los años? ¿Cómo? \_\_\_\_\_

53. ¿Ha cambiado la humedad del suelo en su terreno a lo largo de los años? Como? \_\_\_\_\_

54. Como conserva y/o usa sus áreas de acahual o hay algún manejo especial?

Tipo de area (acahual, bosque secundaria...)	Usos	Prácticas de conservac.

**D. Alimento ofrecido en el corral**

55. Qué tipo de alimentos ofrece a sus animales en el corral?

Alimento	Kg/día total												\$/Kg	Suministra a: <input checked="" type="checkbox"/>					
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		be c	Va q, tor et	Va c va c	Va c lac	Va c pr eñ	Se me nt
Forraje de corte fresco (1)																			
Ensilado (composición?)																			
Hojas de árboles forrajeros (2)																			
Pacas de forraje henificado (3) (seco)																			
Alimento balanceado NOMBRE(4)																			
Sal mineral (5)																			
Sal común. (6)																			
Gallinaza (7)																			
Melaza (8)																			
Salvado (9)																			
Calabaza (10)																			
Totomoxtle o joloche (11)																			

56. Tiene alguna otra manera de alimentar a sus animales durante la seca? En que consiste?

57. Ha cambiado a lo largo de los años la cantidad de concentrado u otro alimento comprado que suministra a su ganado?

58. ¿Como ha cambiado y cuanto? \_\_\_\_\_

#### IV. Maquinaria, equipo e infraestructura

##### A. Equipo

59. Como asegura que sus animales tengan agua suficiente? \_\_\_\_\_

60. ¿Qué tipo de abrevaderos tiene?

Aguajes	Volumen (L)	Prácticas de conservación	Uso	Observación (condición del aguaje)
Río				
Arroyo permanente				
Arroyo temporal				
Jagüey				
Ojo de agua o vertiente				
Tanque temporal (Nylon)				
Tanque de cemento				
Bebederos				
Otros:				

61. Con cuales de las siguientes herramientas, equipo e infraestructura cuanta en su finca?

Herramienta Manual:	Cantidad actual	Cuanto compran /año	Costo compra (\$)	Refacciones, servicios / año (\$)	Observaciones (tamaño, etc)
1. Machete					
2. Coa					
3. Azadón					
4. Pala					
5. Bomba p/ fumigar					
6. Carretilla					
7. Engrasadora					
8. Bomba de gasolina y Tubería					
<b>Herramienta mecánica</b>					
9. Tractor					
10. Arado, rastra, desgranadora,					

empacadora					
11. Camión o camioneta					
12. Picadora /molino					
13. Mezcladora					
14. Yunta, arado extranjero, cultivadora, carreta					
15. Remolque					
16. Termo para leche					
17. Equipo de riego					
<b>Herramienta Manual:</b>	<b>Cantidad Actual</b>	<b>Cuanto compran /año</b>	<b>Costo compra (\$)</b>	<b>Refacciones, servicios / año (\$)</b>	<b>Observaciones (tamaño, etc)</b>
18. Bodega					
19. Comederos					
20. Bebederos					
21. Depósito de agua					
22. Riego de pastos					
23. Drenaje para evitar lodo					
24. Vado sanitario					
25. Silo					
26. Baño garrapaticida de inmersión					
27. Bomba eléctrica para casa					
28. Agua					
29. Drenaje					
30. Caminos					
31. Teléfono					
32. Energía eléctrica					
33. Tinaco					

Nota: Si no compraron en el año pasado, cuando fue la última vez que compraron.

62. Que materiales usan al año para los potreros.

Material	Auto producido	Valor	Comprado	Precio
Tablas				
Postes				
Galeras				
Comederos				
Corrales				

63. Cantidad de electricidad bimestral para: (o cantidad de recibo por año)

Maquinas	Cantidad Consumida/Watts	Observaciones
Ordeñadora eléctrica		
Alumbrado del el área		
Termo		
Cercos eléctricos		
Motor eléctrico		

## B. Labores en las divisiones

64. ¿Qué labores realiza en las divisiones?

Realizadores del trabajo	Cuantos viven en el rancho	Secas			Lluvias			Hora/día	\$/día
		Cuantos trabajan	Labores	# Días trabajados	Cuantos trabajan	Labores	# Días trabajados		
<b>Dueño/familia</b>									

<b>Esposa</b>									
<b>Hijos</b>									
<b>Trabajadores temporales</b>									
<b>Trabajadores permanentes y familia</b>									

65. ¿Renta de maquinaria?

Maquina	Propósito	Gasto en secas	Gasto lluvias

66. ¿Cuáles de las siguientes características tiene su potrero?

Variable	Unidad de medida	Características específicas
<b>Cerco vivo</b>	<b>Km:</b>	<b>Especies:</b>
<b>Cerco eléctrico</b>	<b>Km:</b>	<b>Tipo:</b>
<b>Alambre de púas</b>	<b>Km:</b>	<b>Tipo:</b>
<b>Sistema de riego</b>		<b>Tipo:</b>

#### V. Grado de integración entre la producción y la comercialización

##### A. Margen neto: Ingresos

67. Ventas anuales

Tipo de animal y/o producto vendido	Que cantidad vende directamente al consumidor u otro productor	Que cantidad vende a intermediarios	Precio de venta o valor	Peso del animal en momento de venta	Donde los vende? (rancho o pueblo)	De donde viene el intermediario?	Que cantidad utiliza sin vender (rancho, familia, trabajadores)
Becerro							
Becerra							
Torete							
Vaquilla							
Vaca de desecho							
Vaca en producción							
Semental							
<b>Semen</b>							
Estiércol							
Carne							
Cecina							
Embutido							
Leche							
Queso							
Quesillo							
Crema o mantequilla							
Gallinas, pollos							
Huevos							
<b>Madera</b>							
<b>Postes</b>							
<b>Leña</b>							

68. Compras

Tipo de animal y/o producto comprado	Que cantidad compra	Peso de los animales comprados	Precio por unidad	Unidad de compra (L, kg etc)
Becerro				
Becerra				
Torete				
Vaquilla				
Semental				
Semen				
Estiércol				
Madera				
Postes				
Leña				
Alambre de púa				
Cercos eléctricos				

69. Mes por mes, cuantos produce el rancho de estos productos principales?

Productos	Unidad de medida (L, kg, lata, docena, etc)	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Leche (L)													
Carne													
Embutido													
Queso													
Quesillo													
Crema o mantequilla													
Becerro													
Becerra													
Torete													
Vaquilla													
Semental													
Maíz													
Otros cultivos?													

### B. Gastos operacionales

70 Combustibles, asesorías y servicios (anual o por mes)

Operaciones	Anual	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Servicios veterinarios (no reportados arriba)													
Asesoría técnica													
Contaduría													
Transporte al, en rancho													
Transporte ganado ferias													
Transporte ganado compra, venta													
Combustible maquinaria													
Otros importantes?													
Ferías													
Viajes de capacitación													

71. ¿Para que utiliza el dinero que obtiene de la ganadería bovina?

A lo largo de los años, como han variado los ingresos que le genera la ganadería? ¿Cuánto más o cuanto menos?

**VI. Indicadores de caracterización ambiental**

- 72. Cuales animales silvestres llegan a su rancho?
- 73. Que función cumplen en el rancho?
- 74. Contribuyen a su producción, la perjudica o no hacen nada?
- 75. Hace algo para que no se convierten en plaga?
- 76. Hace algo para protegerlos?

**VII. Indicadores de caracterización social**

- 77. Cuánta superficie de pastaje paga? \_\_\_\_\_
- 78. Con cuánta superficie de pastizal en ejido cuenta?
- 79. Usted participa en algún programa de apoyo a la ganadería? Si \_\_\_\_\_, No \_\_\_\_\_
- 80. Qué institución (es) apoya ese programa?
- 81.

Fuente	Tipo (\$, animales, equipos, etc)	Cantidad	% de aportación del programa	Cuando recibió

- 82. Considera Ud. Que la capacitación y asistencia que recibe han ayudado a mejorar su producción? Como?
- 83. Son adecuados los servicios de asistencia y capacitación?
- 84. Ud. da alguna capacitación o asistencia o comparte sus conocimientos de la ganadería con sus vecinos o su comunidad? Como?
- 85. Si ha recibido apoyo económico del PROGAN, cuánto apoyo ha recibido al año? \_\_\_\_\_
- 86. ¿Recibe asistencia técnica, capacitación o asesoría para mejorar la producción? No \_\_\_\_\_(1), Sí \_\_\_\_\_(2)
- 87. Quién le da la asistencia técnica? Privada? \_\_\_\_\_, Institución del gobierno? \_\_\_\_\_, Qué institución? \_\_\_\_\_  
Otra, Cuál? \_\_\_\_\_ Pariente? \_\_\_\_\_
- 88. Considera Ud. Que la capacitación y asistencia que recibe han ayudado a mejorar su producción? Como? \_\_\_\_\_
- 89. Son adecuados los servicios de asistencia y capacitación? \_\_\_\_\_  
Ud. da alguna capacitación o asistencia o comparte sus conocimientos de la ganadería con sus vecinos o su comunidad? Como?
- 90. Pertenece a alguna organización ganadera? Si \_\_\_\_\_, No \_\_\_\_\_
- 91. A qué organización ganadera pertenece?
- 92. ¿Qué tiempo dedica al año a la asociación a la que pertenece?
- 93. Algún familiar le manda dinero desde otro país o región?
- 94. ¿Cuántos miembros de su familia se han ido a trabajar fuera del país u otras ciudades fuera del estado? Actualmente están fuera? Por qué se fueron (necesidad, desarrollo profesional, otra)?
- 95. Ha pedido dinero prestado para cubrir la necesidad de su familia o para invertir en la ganadería?
- 96. Actualmente debe dinero? Dónde o quien se lo han prestado?
- 97. Le deben dinero a usted?
- 98. Qué cree que va a pasar en los próximos años con la producción bovina en la comunidad
- 99. La ganadería le permite ahorrar e invertir dinero al rancho, solamente a mantenerse, o esta perdiendo?
- 100. ¿Algo que tenga que agregar?

## **Anexo 5.**

### **Steps toward sustainable ranching: An emergy evaluation of conventional and holistic management in Chiapas, Mexico**

*Rigoberto Alfaro<sup>1</sup>, Stewart A.W. Diemont<sup>1,2,\*</sup>, Bruce G. Ferguson<sup>1</sup>, Jay F. Martin<sup>3</sup>, José Nahed<sup>1</sup>, David Álvarez<sup>1</sup>, René Pinto Ruíz<sup>4</sup>*

*<sup>1</sup>Department of Agroecology*

*El Colegio de La Frontera Sur*

*Carretera Panamericana y Periférico Sur S/N*

*María Auxiliadora San Cristóbal de las Casas, Chiapas*

*San Cristóbal de Las Casas*

*Chiapas*

*MEXICO*

*<sup>2</sup>Department of Environmental Resources and Forest Engineering*

*State University of New York, College of Environmental Science and Forestry*

*1 Forestry Drive*

*Syracuse, New York 13210*

*USA*

*<sup>3</sup> Department of Food, Agricultural, and Biological Engineering*

*Ecological Engineering Program*



*The Ohio State University*

*590 Woody Hayes Dr.*

*Columbus, OH 43210*

*USA*

<sup>4</sup>*Facultad de Ciencias Agronómicas*

*Universidad Autónoma de Chiapas*

*Apdo. Postal 63*

*Villaflores*

*Chiapas, 30470*

*MEXICO*

*\*Corresponding Author: sdiemont@esf.edu, 1-315-470-4707*

## **ABSTRACT**

Conventional ranching in Chiapas, Mexico typically includes annual pasture burns and agrochemical use that decrease the biodiversity and forest cover of ranch lands. Members of a holistic ranching “club” in the Frailesca region of Chiapas, Mexico have bucked convention through eliminating burns and agrochemicals from their systems after decades of use because they believed that the land and their production process were growing unhealthy; they were also motivated by extension courses on holistic ranching. They have also implemented sophisticated systems of rotational grazing and diversified the use of trees. For this study all seven holistic ranchers and 18 neighboring conventional ranchers were interviewed about their cattle ranches and production strategies. An emergy

analysis was conducted to compare the resource use, productivity and sustainability of the conventional and holistic ranches. Conversion to holistic ranching was found to double the energy sustainability index and increase the energy yield ratio by 25%. Improved energy sustainability did not decrease milk nor cattle productivity. Energy input per product output (e.g., transformity and specific energy) did not differ between conventional and holistic systems. Transformities for milk production ranged between  $3.4 \text{ E}5$  and  $1.2 \text{ E}7$  sej/J. Specific energy for cattle production ranged from  $3.5 \text{ E}10$  to  $1.5 \text{ E}11$  sej/g.

Government assistance programs were found to have a negative impact on ESI. To improve ESI assistance programs could be re-targeted toward incentive programs for increased forest cover in ranching systems and startup costs for holistic ranching. The results from this study show that outputs can be maintained as the sustainability of rural dairy ranches is increased. These results also show that local knowledge and understanding of the surrounding ecosystem can drive positive environmental change in production systems.

*Key words:* Dairy farming, farmer-to-farmer training, fire, government assistance, herbicide, livestock, rotational grazing

## INTRODUCTION

Livestock farming in Latin America and in most tropical environments has major impacts on the coverage of forest and grasslands (Nicholson *et al.* 1995; Dagang and Nair 2003, Pagiola *et al.* 2004). As head of cattle increases, the amount of pasture land increases, and forest area shrinks and becomes more fragmented (Kaimowitz, 2001). This model of tropical cattle farming in Latin America that focuses on extensive areas of

grassland causes reductions in tree coverage, invasion by weeds, compaction of soil, and loss of soil fertility. Additionally, this farming system causes a decrease in biodiversity, erosion of the soil and increased emissions of greenhouse gasses. These impacts are dependent upon the type of farming system; alternative cattle systems may be available with less environmental impacts that are appropriate for tropical regions (Nicholson *et al.* 2001). “Holistic ranching” techniques have been developed in both temperate and tropical regions to provide similar productivity levels while reducing environmental impacts (Adams 1998, Savory and Butterfield 1999).

The Frailesca region of the state of Chiapas, Mexico is characterized by many conventional cattle ranches with large areas of pasture; ranchers tend to receive little technical assistance. Pesticides are used to control herbivorous pests and ticks, herbicides and fire are used for weed control, and fire and chemical fertilizers are used to enhance soil fertility. The pasture contains few trees and is seldom divided for managed grazing. Constant grazing provides little time for regeneration of pasture plants (Hernández, 2000). This grazing system and the frequent use of fire reduce primary production, decrease biodiversity, and induce long-term land degradation. In this region 47% of the remaining forest has been degraded by the frequent use of fire as part of conventional cattle systems (Monjaráz, 2002). Land degradation impedes rural development and has been identified as a cause of emigration of Mexican citizens to the USA (Howard-Borjas, 1995).

In contrast to these conventional systems, a small group of ranchers in the Frailesca region have begun practicing “holistic management.” These ranchers, self-described members of a “club” dedicated to holistic management, have been motivated by the environmental damage of conventional systems to find methods to conserve the soil, water, flora, and fauna (Adams, 1998). Ranchers have taken courses offered by university

extension and non-governmental organizations to learn about holistic management and the ensuing environmental, economic and social benefits (Savory and Butterfield. 1999). Each of their ranches has an area of protected forest, for the conservation of flora and fauna, and has a greater diversity of forage available to cattle as compared to conventional ranches. In addition, the ranchers do not apply, or have sharply reduced, application of agrochemicals, and rotate their cattle frequently among pastures according to a careful grazing plan.

This study uses emergy analysis to compare the resource use, productivity, and environmental impacts from conventional ranches to those of ranches under holistic management in the Frailesca region of southern Mexico to better understand how the conversion to holistic management may meet ranchers' goals for ecosystem health and sustainability. Emergy analysis has been utilized to compare many types of systems, but notably has been used to compare ranching in Argentina (Rotolo et al. 2006) and other agricultural systems in Chiapas, Mexico (Guillen Trujillo 1998, Diemont et al. 2006) and elsewhere (Martin et al. 2006). This study expands upon those and other studies by looking specifically at holistic ranching, but also through a greatly increased number of systems analyzed than are typically evaluated in emergy analysis; this expansion of n permits emergy indices to be statistically analyzed in a manner comparable to other environmental measures (i.e. soil analytical methodologies, such as Total N in soil).

Emergy is a resource analysis methodology that converts all inputs to a like unit, the solar emjoule (sej), through conversion factors, which measure quality, that have been previously calculated. The conversion factors are typically transformities (sej/J), specific emergy (sej/g), emergy per dollar ratio (sej/\$), or an hourly emergy value for inputs such as labor (sej/hr). This conversion to sej permits unlike units to be compared and entire systems evaluated in a meaningful manner. Furthermore it permits all inputs to the system to be

summed and quantified, the modus operandi of energy analysis (Odum 1996). Important products of energy analysis are indices of resource use. Common indices include the Energy Yield Ratio (EYR), the Environmental Loading Ratio (ELR) and the Energy Sustainability Index (ESI). EYR is a calculation of the total energy input to the system (Y) divided by the purchased energy input (F). Y includes: renewable resources (R), such as sunlight and precipitation; non-renewable local resources (N), such as deep groundwater; and purchased resources (F), such as fuel. EYR measures the energy the system receives relative to the energy input from the economy. ELR is a calculation of F and N relative to R. In other words, ELR calculates the non-renewable resources relative to renewable resources utilized by a system, as a measure of the impact of the system on the environment. ESI is a calculation of EYR relative to ELR; ESI considers yield of the system in energy terms relative to impact of the system on the environment (Brown and Ulgiatti 1997).

## METHODS

Interviews were conducted with 25 ranchers in the Frailesca region of Chiapas, Mexico to determine resource use, productivity, and management techniques within their cattle production systems. Ranchers were interviewed between June and September 2007 and were asked information specific to the previous calendar year. Seven of the ranchers were pre-selected as participants in the study based upon self-identification as members of a holistic management “club,” farmers striving to convert their systems to “holistic” ranches. These ranchers base their system on management techniques that were learned during short courses and through local exchange of experiences among ranchers. The

remaining 18 ranchers, owners of “conventional” ranches were selected due to geographic proximity of their ranches to the seven holistic ranches. Additional climatological data was collected from regional weather stations. A generalized system diagram for ranching in the Frailesca region of Mexico is shown as Figure 1. Emergy analysis as described by Odum (1996), Brown and Ulgiati (1997), and Diemont et al. (2006) was performed to determine resource use in systems and to compare the holistic and conventional systems in terms of yield, sustainability, and environmental impact. Emergy calculations are shown as Table 1 and more detailed calculations are shown as Appendix A. Human labor was divided into 77% renewable and 23% purchased based on previous emergy analysis in the state of Chiapas, Mexico, (Guillen Trujillo 1999) and following the methods used in Diemont et al. (2006), and Martin et al. (2006).

Emergy indices and resource use were compared using SPSS 14 computer software. Emergy indices, resource use, and management techniques in holistic and conventional systems were analyzed for equal variance using the F-test. Where variances did not differ ( $\alpha = 0.05$ ), Student’s t-test was used to compare means. Where the variance was unequal, t-test for unequal variance was used to compare means. The relationship of emergy indices to resource use and management techniques were further analyzed with Pearson’s linear regression and analysis of variance.

## RESULTS

Emergy analysis appeared to reveal differences between holistic and conventional ranching systems. Mean emergy sustainability index (ESI) of holistic systems was nearly twice that of conventional systems (Table 2). Emergy yield ratio (EYR) was 30% greater in

holistic compared to conventional systems. However, high variance led p values to be marginally outside  $\alpha = 0.05$  (0.072 and 0.071, respectively). Likewise, mean energy loading ratio (ELR) was 50% greater in conventional systems, however, p values exceeded 0.25 due to a high variance of the ELR data. The largest source of variance that appears to have affected energy indices comes from purchased resources (F), which dominated the variance in the yield (Y) of the systems (Figure 2). Standard deviation of Y in the holistic systems was over twice that of the conventional system, 578 solar emjoules/hectare/year (sej/ha/yr) compared to 285 sej/ha/yr. This variance is largely due to high standard deviation of the purchased resources (F) in holistic systems, over twice that the conventional systems, 500 sej/ha/yr, compared to 259 sej/ha/yr. An assessment of specific resource use indicated that government assistance to ranchers through machinery dominated the purchased resources (F) in holistic systems (Figure 3). Some holistic ranchers, perhaps as a result of their organizational capacity and connections, received disproportionately more government assistance during the year from which results were collected, thus resulting in high variance. In order to assess how the account of resource use in the systems would change without this additional government assistance, government assistance was removed from the calculations. Without government assistance the ELR in holistic systems dropped to half the ELR of conventional systems ( $p = 0.085$ ) (Table 2). The level of significance of the differences in ESI and EYR increased ( $p = 0.01$  and  $p = 0.008$ , respectively), indicating that government assistance appears to decrease the relative sustainability in terms of energy for holistic systems, but also that some ranchers received a larger portion of government assistance during the sampling year. F in conventional and holistic systems is statistically equivalent before the removal of government assistance (Figure 3). Furthermore standard deviation of purchased resources in holistic systems

dropped from 500 sej/ha/yr to 159 sej/ha/yr without government assistance. When government assistance is removed, purchased labor dominates the purchased resources in holistic systems. In conventional systems, purchased labor, nitrogen fertilizer, and cattle feed play somewhat equal roles in the purchased components of the system (Figure 4).

System size positively correlated to higher EYR (Coeff. = 0.005, R = 0.42, p = 0.037) and negatively correlated with ELR (Coeff. = -0.021, R = 0.42, p = 0.037). Holistic systems relied upon a larger land area (mean = 82 hectares, sd = 44 ha.) compared to conventional systems (mean = 38 ha., sd = 18 ha.) (p = 0.04). Even though emergy calculations are normalized for land area, to ensure that the differences noted in emergy indices between holistic and conventional systems were not due only to the land area utilized by the systems, holistic and conventional systems greater than or equal to 40 hectares in size were compared. When smaller systems were removed from the analysis, the remaining nine conventional and seven holistic systems displayed the same tendencies in emergy indices as when all systems were incorporated into the analysis; levels of significance were higher when similarly-sized systems were compared (Table 2). P value for EYR dropped to 0.035 and p value for ESI dropped to 0.056 when comparing emergy indices of holistic and conventional larger systems. Mean land area of the holistic and conventional systems  $\geq 40$  hectares were not statistically different (p = 0.11).

Numerous management strategies that come to define the differences between holistic and conventional systems were noted during the interview. Holistic ranchers conserved numerous animals in their systems, including: wild boars, deer, ocelots, and anteaters. Holistic ranchers also use and conserve certain trees in their systems that conventional ranchers do not, such as: guanacastle (*Enterolobium cyclocarpum*), guava (*Psidium guajava*), cahulote (*Guazuma ulmifolia*), and espino blanco (*Acacia farnesiana*).



Futhermore holistic ranchers, unlike conventional ranchers, are interested in general in the forest being available for productive use.

Other management strategies and characteristics, animals, and plants noted in the systems did not align completely into holistic and conventional management systems; therefore differences between holistic and conventional systems does not capture these strategies and characteristics. Of these factors, only the presence of goldfinch appeared to highly correlate with higher ESI, lower ELR, and higher EYR (Table 2). Although not significant at  $\alpha = 0.05$ , differences in EYR, ELR, and ESI relative to forest presence were noted at marginal significance levels ( $p = 0.067$ ,  $p = 0.071$ , and  $p = 0.075$ , respectively). ESI was over twice as high where forest was present in systems, EYR was 20% higher, and ELR was over 40% lower. The groups with forest and without forest were very different from the holistic and conventional management groups; 12 conventional ranches joined the holistic ranches as having forest. The presence of golfinch appears to capture high government assistance numbers in one holistic system, where goldfinch were not noted, as opposed to the presence of goldfinch having a causal relationship on emergy indices. By chance, the rancher who did not note the presence of goldfinch received a tractor the previous year from the government and thus had a high F input to his system. It should be noted that these differences are based on species reporting by ranchers and not animal community surveying. Therefore these results are also showing perception and consciousness by ranchers for these species.

Relationship between forest cover and ESI were partially offset by the higher N found in holistic systems compared to conventional systems ( $p = 0.038$ ). These differences related to the division made between native grass pasture and introduced, improved grasses pasture that may require plowing. Holistic systems utilized a greater proportion of

improved grass pasture than conventional systems, and a conservative estimate of the effect that these pastures may play on soil erosion was used in this analysis, likely overestimating soil erosion in holistic systems.

Other continuous data that appeared to relate to emergy indices and differed between holistic and conventional systems included quantity of forest, most recent fire event, land divisions, and calf mortality (Table 3). EYR and ESI positively correlate with amount of forest and negatively correlate with mortality rate for calves. ELR negatively correlated with amount of forest cover and positively correlated with calf mortality. Other factors, including most recent fire and land divisions, showed similar tendencies to amount of forest, but did not display the same level of significance.

Keeping additional land in forest, reducing or removing fires from the systems, and dividing land more with electric fences to permit planned, rotational grazing are all part of the holistic ranching systems. Therefore it is not surprising that these management strategies are found to a much larger extent in holistic systems (Table 4). Holistic systems have an order of magnitude higher forest cover and number of years since the most recent fire than conventional systems. The number of land divisions in holistic systems is seven times greater than in conventional systems. Holistic systems also have calf mortality 66% lower than that in conventional systems.

Differences in ESI between holistic and conventional systems did not appear to negatively affect production, nor transformities. Holistic milk production was 2713 (543 sd) liters/hectare/year, whereas conventional system milk production was 1536 (1980 sd) L/ha/yr ( $P = 0.21$ ). The area is the entire ranch area, including fallow lands, which are required for production. Transformity of milk from holistic systems ranged from 3.9 E5 to 7.6 E5 sej/J, a mean of 5.9 E5 (1.4 E5 sd) sej/J. Conventional system milk transformities

ranged from 3.4 E5 to 1.2 E7 sej/J, a mean of 2.3 E6 (2.6 E6 sd) sej/J milk produced. Nonetheless, these differences were not significant ( $p = 0.16$ ), and the overall mean transformity of milk production in the Frailesca region of Chiapas, Mexico was 1.9 E6 (2.4 E6 sd) sej/J milk produced. Holistic ranches cattle production was 1084 (1527 sd) kg/ha/yr, compared to 262 (372 sd) kg/ha/yr from conventional systems ( $p = 0.21$ ). Specific energy of cattle in holistic systems ranged from 1.4 E9 to 3.5 E10 sej/g, a mean of 1.8 E10 (1.5 E10) sej/g. In conventional systems specific energy of cattle ranged from 4.4 E9 to 1.5 E11 sej/g, a mean of 4.4 E10 sej/g cattle. These means did not differ ( $p = 0.096$ ), so the overall specific energy for cattle was 3.7 E10 (3.7 E10 sd) sej/g.

## DISCUSSION

Conversion from conventional ranching to holistic ranching in the Frailesca region of Chiapas, Mexico appeared to have a positive impact on energy resource use indices, while not decreasing milk and cattle production, nor decreasing quality or efficiency of the systems, as measured by energy transformity and specific energy. Specific factors that appeared to relate to higher ESI included increased forest land and decreased fire in the systems, and decreased calf mortality. The first two factors, increased forest land and decreased fire, are interrelated. Ranchers who have removed yearly pasture burns from their systems are regenerating forest (Table 4). The increased forest would likely result in a lower soil runoff in their systems (decreased N), but it is unclear if these factors are simply indicators of conversion to holistic systems or actually result directly in a higher ESI. In these systems conversion to holistic management did not result in a lower N, but a higher N due to a higher calculated proportions of plowed pasture compared to natural pasture, and

thus higher runoff. It is unclear, however, whether the introduced pasture grass, as is found in holistic systems truly results in higher runoff. Nonetheless, a conservative estimate for soil erosion was used. This soil erosion calculation could have decreased the perceived sustainability of holistic systems as measured by energy because holistic systems are more likely to introduce a variety of pasture grasses than are conventional systems. Consequently fire suppression did not result in lower ELR. Holistic ranchers tend not to plow annually, further argument that the calculations for soil erosion may be overly conservative. It is possible, however, that by minimizing or eliminating plowing in holistic systems, holistic ranches can further decrease ELR relative to conventional ranches.

No decrease in milk or cattle production in holistic systems and low relative calf mortality in those systems are both important indicators that conversion to holistic ranching does not decrease a ranch's productivity, and may actually increase the overall health of the ranch. These results are particularly important for ranchers operating at a low profit margin, other ranchers who may consider converting to holistic ranching in the Frailesca region of Mexico. Low calf mortality appeared to be the single best indicator of higher ESI and EYR, and low ELR. Calf mortality rates may capture sustainable ranching in conventional systems, as well as inconsistencies within holistic systems, but rates do not appear to correlate with any specific characteristic in either system. Calf mortality is a reflection of the overall care taken in ranch management, and thus should correlate with productivity.

Government assistance had a negative impact on ESI, ELR, and EYR in holistic systems. Some holistic ranchers received unusually large assistance packages from government in the year used for this analysis. A government assistance program, PROGAN, includes criteria related to sustainability, and some holistic ranchers receive PROGAN subsidies, as do conventional ranchers. Nonetheless, PROGAN presents a

technology menu from which ranchers can choose, and ranchers can receive subsidies unrelated to sustainability. Higher assistance to holistic systems was in part because government agents have had closer relationships with some holistic ranchers than they have with some conventional ranchers (Efrain Coutiño Velasco, Adrian Antonio Castillejos Constantino, and others, pers. comm.).

Government assistance programs in the future could use emergy indices as a guide for appropriate assistance measures that do not decrease overall sustainability. The difficulty is in providing a government assistance program that would encourage R, while not increasing F. On the one hand, because government assistance is by nature F, the solution may not lie with government, unless it came in the form of decreased spending toward government for ranch operation (lower taxes), a change that could be argued is simply externalizing the F within the system to the larger system that includes the government, a change that would result in no net regional change in ESI, ELR, or EYR. Furthermore, government assistance that tends to emphasize, as does PROGRAM, purchased inputs that are easy to account for and can generate kickbacks to government members, do not truly address the sustainability of ranching systems. Nevertheless, improving government assistance efforts to ranchers in terms of sustainability may be possible. Assistance that is oriented toward appropriate technologies (e.g. electric fences) combined with technical support, in particular through farmer-to-farmer capacity building such as that done by the holistic ranchers would likely result in increased ESI. Currently existing technical support programs are weak, and farmer-to-farmer technology transfers, as seen in the holistic “club” offer real solutions for production and sustainability. Furthermore, forest cover appears to have a positive correlation with ESI and negative correlation with ELR. An assistance program with a small F, government financial

incentive, that resulted in a disproportionately higher decrease in N, decreased soil erosion, through increased forest cover, would have a positive impact on ESI and decrease ELR. In other words ranchers could be paid to convert some of their land to forest, at a rate such that the decrease in N through the forest conversion would be marginally higher than the increase in F from the payout. Because holistic ranchers did not exhibit a lower milk or cattle production than conventional ranchers, this conversion should not come at a financial hardship to the rancher, but in contrast should yield them a net increase in both financial input to the ranch, in terms of the government financial incentive, and higher sustainability in terms of the ESI of their ranch.

As noted earlier, ranchland plowing has a negative impact on ESI and increased ELR. Research is necessary to determine to what extent plowing for diversified grass cover in the Frailesca region impacts soil erosion and what alternative methodologies for grass planting are available that may include greater family labor. Manual plowing in Chiapas would not increase F in the systems because of time partitioning in human labor of energy calculations in Chiapas (Table 1, Appendix A and Martin et al. 2006, Diemont et al. 2006).

Larger ranches have a higher ESI, regardless of adherence to holistic or conventional ranching practices. These results are consistent with the results for indigenous swidden systems in Chiapas (Diemont et al. 2006, Martin et al. 2006), where larger systems permitted a higher proportion of land that could be devoted to forest. This may be a reason why a greater number of large ranches are holistic. Also, capital costs, like electric fencing, could prevent smaller ranches from converting to holistic ranching. Because no holistic ranches were among the smallest ranches in this study, it remains unclear whether small ranches (i.e., < 15 ha.) can maintain the same level of milk and cattle production without the input of agrochemicals and fertilizers to their systems. Furthermore, because Chiapas

ranches operate at a very low profit margin (Hernández 2000), a conversion from conventional to holistic is likely easier for larger ranches, land area can be converted in portions and where ranchers can better afford to take a chance on a new management strategy. Nonetheless holistic ranchers in Frailesca say that holistic technology allows them to reduce input costs, and most of that technology should work well in smaller scale grazing systems (Efrain Coutiño Velasco, Adrian Antonio Castillejos Constantino, and others, pers. comm.).

Transformities of milk production in the Frailesca region ranged nearly two orders of magnitude, and specific energy of cattle ranged over two orders of magnitude. The high variance in energy per unit is likely due to size and management differences among the systems, but may also be due to the degree to which farmers have reached a steady state with their systems. Because holistic ranchers are in the process of converting their systems, and are at different stages of that conversion, annual material costs may not yet be stable. Nonetheless results from Frailesca region, Mexico, are comparable to milk production in Florida, USA. Brandt-Williams (2002) calculated a transformity of  $1.3 \text{ E6}$  for milk production in Florida. Milk production in the Frailesca region of Chiapas, Mexico averaged  $2 \text{ E6 sej/J}$ . Rotolo et al. (2006) calculated cow cattle transformity in Argentina pastures at  $1.7 \text{ E6 sej/J}$ , compared to the Frailesca region, Mexico system specific energy of  $3.6 \text{ E10 sej/g}$ , which equals a  $1.5 \text{ E6 sej/J}$  transformity.

The conversion to holistic ranching analyzed in this study was grassroots change brought about by ranchers who believed that their land was being degraded by conventional ranching practices. Ranchers did not have access to soil, plant community, or sustainability studies in support of their belief before undertaking this large change. This study appears to support the conversion that they made. Although changes and adjustments could be

recommended from this study, ranchers appear to have converted their system to one that is more sustainable in emergy terms. It is not clear from this study that conversion to holistic ranching is universally more sustainable, however. Because family labor was partitioned between renewable and purchased inputs according to current resource use in Chiapas, this study is best viewed as a regional or lesser-developed country appraisal. Further analysis should be conducted in more developed regions to determine if the tendencies observed in these systems equate under different economic constraints. This analysis does, however, suggest that ranchers had a clear idea of conditions in their own region and were able to utilize resources accordingly to make their own systems more sustainable in emergy terms.

#### ACKNOWLEDGEMENTS

We wish to thank the help of the ranchers we interviewed in the Frailesca Region of Chiapas, Mexico, who donated their time to the completion of this project.

#### REFERENCES

- Adams, A. 1999. *At Home with Holistic Management: Creating a Life of Meaning*. Allan Savory Center for Holistic Management, Albuquerque, New Mexico, 169 pp.
- Brandt-Williams, S.L., 2002. *Handbook of Emergy Evaluation: A Compendium of Data for Emergy Computation Issued in a Series of Folios. Folio No.4 - Emergy of Florida Agriculture*. Center for Environmental Policy, Environmental Engineering Sciences, University of Florida, Gainesville, 40 pp.



- Brown, M.T. and S. Ulgiati. 1997. Emery based indices and ratios to evaluate sustainability - Monitoring economies and technology towards environmentally sound innovation. *Ecological Engineering* 9: 51-69.
- Castellini, C., S. Bastianoni, C. Granai, A. Dal Bosco, and M. Brunetti. 2006. Sustainability of poultry production using the emery approach: Comparison of conventional and organic rearing systems. *Agriculture, Ecosystems, and Environment* 114: 343-350.
- Dagang, A.B.K., and P.K.R. Nair. 2003. Silvopastoral Research and Adoption in Central America: Recent Findings and Recommendations for Future Directions. *Agroforestry Systems* 59: 149-155.
- Diemont, S.A.W., J.F. Martin, and S.I. Levy-Tacher. 2006. Emery evaluation of Lacandon Maya indigenous swidden agroforestry in Chiapas, Mexico. *Agroforestry Systems* 66: 23-42.
- Howard-Borjas, P. 1995. Cattle and crisis: The genesis of unsustainable development in Central America, *In* Land Reform, Land Settlement and Cooperatives. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome.  
<http://www.fao.org/docrep/V9828T/v9828t10.htm>.

García Hernández, L.A., E. Martínez Borrego, H. Salas Quintanal and A. Tanyeri-Abur. 2004. Transformation of dairy activity in Mexico in the context of current globalization and regionalization. *Agriculture and Human Values* 17 (2): 157-167.

Guillen Trujillo, H.A., 1998. Sustainability of Ecotourism and Traditional Agricultural Practices in Chiapas, Mexico. Ph.D. dissertation. Environmental Engineering Sciences. University of Florida, Gainesville.

Kaimowitz, D. 2001. Useful Myths and Intractable Truths: The Politics of the Link between Forests and Water in Central America. Center for International Forest Research (CIFOR), San Jose, Costa Rica.

Martin, J.F., S.A.W. Diemont, E. Powell, M. Stanton, and S.I. Levy-Tacher. 2006. Evaluating and comparing the sustainability of three agricultural methods with Emergy analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 115: 128-140.

Monjaraz Abarca, M. 2002. Análisis de los programas de prevención, control y combate de incendios forestales en la región Frailesca, Chiapas. Thesis, Instituto Tecnológico de Comitán, Comitán, Chiapas, Mexico, 76 pp.

Nicholson, C.F., R.W. Blake and D.R. Lee. 1995. Livestock, deforestation, and policy making - intensification of cattle production systems in Central-America revisited. *Journal of Dairy Science* 78: 719-734.

Odum, H.T. 1996. *Environmental Accounting, Emergy and Decision Making*. John Wiley, New York, 370 pp.

Pagiola, S., P. Agostini, J. Gobbi, C. Haan, M. Ibrahim, E. Murgueitio, E. Ramírez, M. Rosales, and J. Ruíz. 2004. *Paying for Biodiversity and Conservation Services in Agricultural Landscapes*. Environmental Economics Series No. 96. Washington, DC: World Bank Environmental Department.

Rótolo, G.C., R. Rydberg, G. Lieblein, and C. Francis. 2006. Emergy evaluation of grazing cattle in Argentina's Pampas. *Agriculture, Ecosystems, and Environment* 119: 383-395.

Savory, A. and J. Butterfield. 1999. *Holistic Management. A New Framework for Decision Making*. Island Press, Covelo, California. 550 pp.

Table 1. Emergy evaluation example from an 80 hectare holistic ranching system in Frailesca Region, Chiapas, Mexico.

Item	Unit	Data (units/yr)	Unit Solar EMERGY (sej/unit)	Solar EMERGY (E13 sej/yr)	Solar EMERGY/area (E13 sej/ha/yr)	
<b>RENEWABLE INPUTS (R)</b>						
1	Sun	J	4.75E+15	1	475	
2	Rain	J	4.54E+12	1.80E+04	8167	
3	Wind	J	8.43E+10	1.50E+03	13	
4	Labor (renewable)	hr	4.44E+03	6.99E+12	3100	
5	Workshops (renewable)	hr	4.93E+01	6.99E+12	34	
				11301	141.3	
<b>NONRENEWABLE INPUTS (N)</b>						
6	Net Topsoil Loss	J	3.01E+11	6.25E+04	1884	
				1884	23.5	
<b>PURCHASED INPUTS (F)</b>						
7	Labor (purchased)	hr	6.64E+03	6.99E+12	4644	
8	Workshops (purchased)	hr	4.93E+01	6.99E+12	34	
9	Electricity	J	1.08E+10	1.60E+05	173	
10	Herbicides	g	0.00E+00	1.48E+10	0	
11	Materials	US\$	1.40E+04	1.88E+12	2623	
12	Feed	g	0.00E+00	1.82E+09	0	
13	Vaccinations	g	9.64E+02	3.06E+09	0	
14	Nutritional Blocks	g	0.00E+00	1.82E+09	0	
15a	Government Assistance - monetary	US\$	2.27E+03	1.88E+12	427	
15b	Government Assistance - calves	J	0.00E+00	1.73E+06	0	
15c	Government Assistance - machinery	g	2.99E+03	1.25E+10	4	
16	Calves	J	0.00E+00	1.73E+06	0	
17	Pesticides	g	4.00E+03	1.48E+10	6	
18	Nitrogen Fertilizer	g	0.00E+00	2.41E+10	0	
19	Fuel	J	1.97E+11	6.60E+04	1301	
				9212	115.1	
<b>TOTAL INPUTS</b>					22397	280.0

Table 2. t-tests comparing means of energy indices of ranches in the Frailesca region of Chiapas, Mexico. Conventional and Holistic ranching were compared for all systems, as well as larger systems ( $\geq 40$  hectares) and systems after eliminating government assistance from calculations. Significance ( $\alpha = 0.05$ ) is displayed in **bold**. Marginal significance ( $\alpha \leq 0.075$ ) is displayed in *italics*. In addition to the characteristics listed below, numerous factors (i.e. desire to have productive forest - a Holistic system trait), which were partitioned along holistic/conventional lines, are not shown here.

	n	EYR		ELR		ESI	
		mean (sd)	p value	mean (sd)	p value	mean (sd)	p value
Conventional	18	1.6 (0.34)	<i>0.071</i>	2.6 (1.8)	0.27	0.95 (0.65)	<i>0.072</i>
Holistic	7	2.0 (0.46)		1.8 (1.2)		1.6 (0.91)	
Conventional ( $\geq 40$ ha.)	9	1.6 (0.23)	<b>0.035</b>	2.6 (1.3)	0.21	0.74 (0.40)	<i>0.056</i>
Holistic ( $\geq 40$ ha.)	7	2.0 (0.46)		1.8 (1.2)		1.6 (0.91)	
Conventional (no govt. assis.)	18	1.7 (0.36)	<b>0.008</b>	2.2 (1.4)	0.085	1.1 (0.73)	<b>0.010</b>
Holistic (no govt. assis.)	7	2.2 (0.37)		1.2 (0.32)		2.0 (0.74)	
Fire	10	1.6 (0.23)	0.29	2.2 (1.2)	0.71	0.90 (0.40)	0.20
No Fire	15	1.8 (0.47)		2.5 (2.0)		1.3 (0.92)	
Forest	19	1.8 (0.40)	<i>0.067</i>	2.1 (1.4)	<i>0.071</i>	1.3 (0.79)	<i>0.075</i>
No Forest	6	1.5 (0.28)		3.5 (2.2)		0.64 (0.46)	
Coyotes	5	1.8 (0.45)	0.65	2.1 (1.4)	0.67	1.3 (0.92)	0.64
No Coyotes	20	1.7 (0.39)		2.5 (1.8)		1.1 (0.75)	
Cuban Grass 115	11	1.8 (0.43)	0.49	2.1 (1.1)	0.38	1.2 (0.85)	0.52
No Cuban Grass 115	14	1.7 (0.37)		2.7 (2.0)		1.0 (0.72)	
Electric Fence	14	1.7 (0.43)	0.85	2.5 (1.8)	0.75	1.1 (0.82)	0.88
No Electric Fence	11	1.7 (0.36)		2.3 (1.6)		1.1 (0.73)	
Pesticide Use	19	1.7 (0.37)	0.27	2.5 (1.8)	0.46	1.0 (0.74)	0.34
No Pesticide Use	6	1.9 (0.46)		1.9 (1.3)		1.4 (0.86)	
Goldfinch	6	2.1 (0.37)	<b>0.011</b>	1.4 (0.63)	<b>0.012</b>	1.8 0.77	<b>0.013</b>
No Goldfinch	19	1.6 (0.34)		2.7 (1.8)		0.91 0.65	

Table 3. Emergy Indices (dependent variable) as they relate through Pearson's linear regression to quantity of forest, most recent fire, land divisions, and calf mortality . Statistically significant p values (alpha = 0.05) are displayed in **bold**.

n = 25	Quantity of Forest (ha.)			Most Recent Fire (yr.)			Land Divisions (#/ha.)			Calf Mortality (%/yr.)		
	Coeff.	R	p value	Coeff.	R	p value	Coeff.	R	p value	Coeff.	R	p value
EYR	0.024	0.47	<b>0.019</b>	0.015	0.35	0.089	0.14	0.31	0.13	-0.05	0.44	<b>0.027</b>
ELR	-0.09	0.40	<b>0.046</b>	-0.04	0.21	0.30	-0.25	0.13	0.54	0.26	0.50	<b>0.011</b>
ESI	0.046	0.46	<b>0.022</b>	0.028	0.34	0.099	0.27	0.31	0.13	-0.1	0.41	<b>0.042</b>

Table 4. Comparisons of means for quantity of forest, most recent fire, land divisions, and calf mortality in conventional and holistic systems. The Student t-test was used to compared means unless F-test revealed unequal variance, in which case t-test using unequal variance was used. Statistically significant p values (alpha = 0.05) are displayed in **bold**.

	Conventional		Holistic		p value
	n	mean (sd)	n	mean (sd)	
Quantity of Forest (hectares)	18	2.8 (3.1)	7	16 (8.4)	<b>0.006</b>
Most Recent Fire (years ago)		2.0 (1.6)		19 (9.2)	<b>0.002</b>
Land Divisions (# / hectare)		0.32 (0.18)		2.0 (0.76)	<b>0.001</b>
Calf Mortality (% / year)		7.0 (2.9)		2.4 (0.94)	<b>&lt;0.001</b>

Figure 1. Generalized diagram of ranching systems in the Frailesca region of Chiapas, Mexico

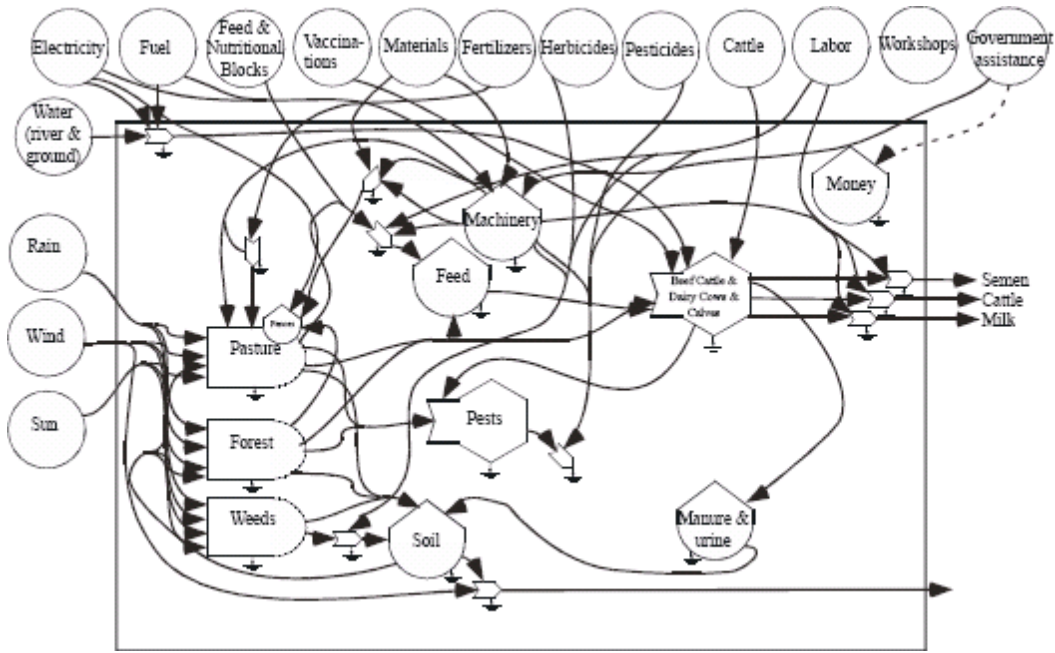




Figure 2. Yield (Y), Renewable resources (R), Non-renewable local resources (N), and Purchased Resources (F) in conventional and holistic ranching systems. Error bars equal  $\pm$  1 standard error.

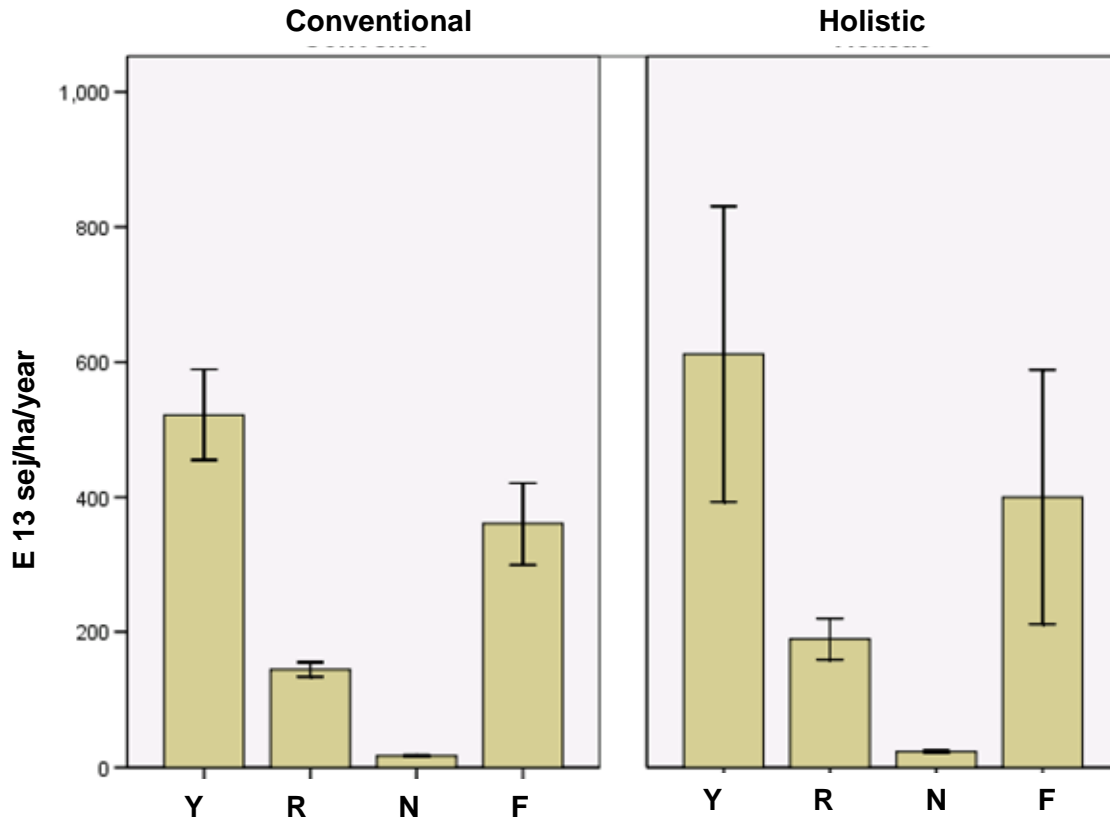


Figure 3. Purchased resources (F) in conventional and holistic ranching systems. Error bars equal  $\pm 1$  standard error.

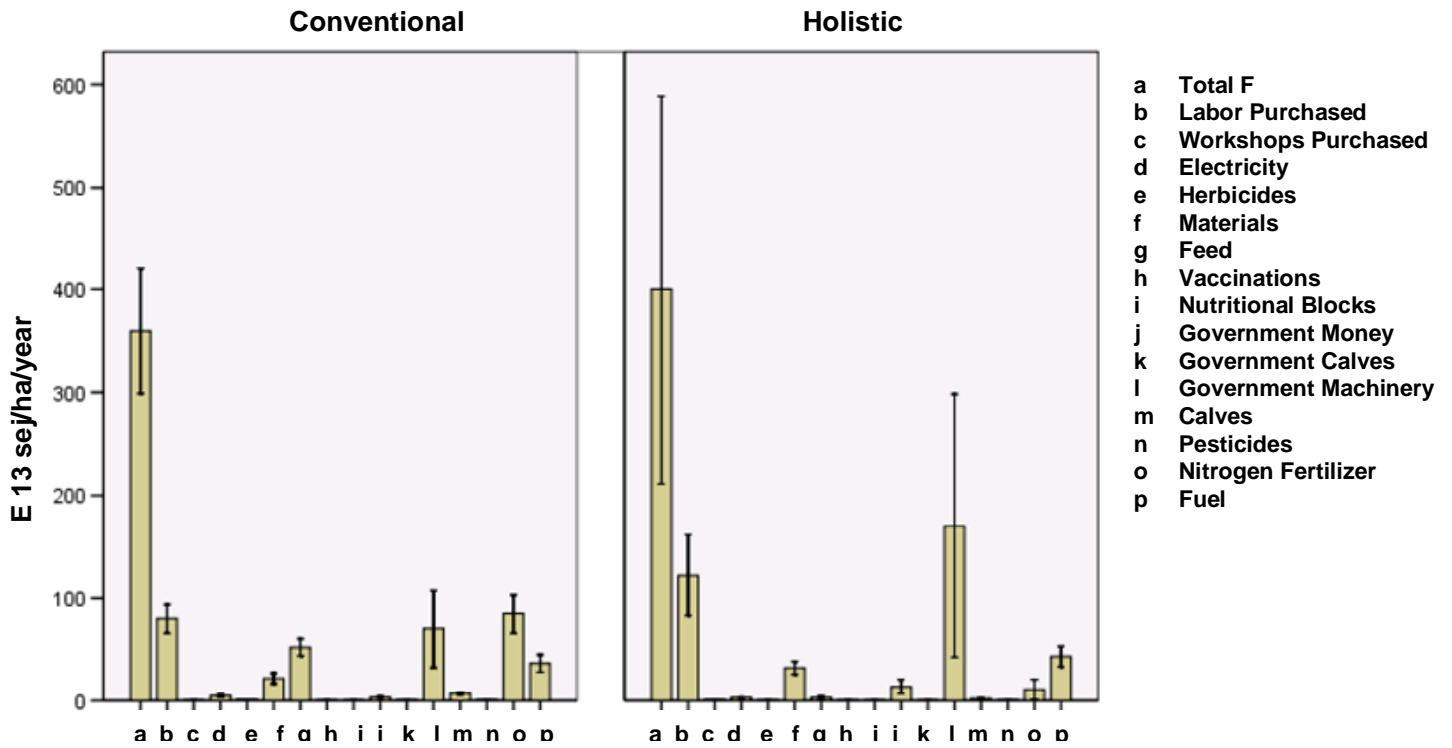
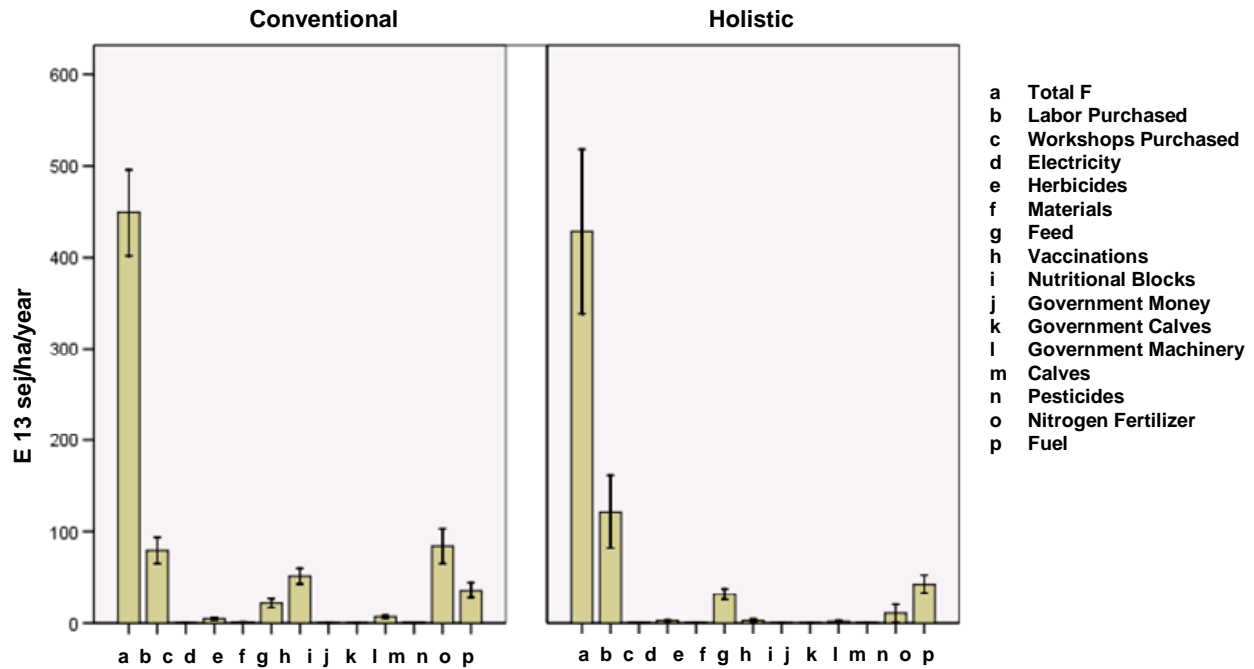


Figure 4. Purchased resources (F) in conventional and holistic ranching systems when government assistance in terms of cattle, money, and equipment is removed from the analysis. Error bars equal  $\pm 1$  standard error.



APPENDIX A. Example detailed calculations for Table 1.

- 1 Sun
 

Annual energy = (Avg. Total Annual Insolation J/yr)(Area)(1-albedo)  
 Insolation: 6.63E+09 J/m<sup>2</sup>/yr (Guillen Trujillo 1999)  
 Area: 80 ha  
 Area, m<sup>2</sup>: 8.00E+05 m<sup>2</sup>  
 Albedo: 0.105  
 Annual energy: 4.75E+15 J  
 Energy per unit input = 1 sej/J (Odum 1996)
- 2 Rain, Chemical
 

Annual energy =( in/yr)(Area)(0.0254 m/in)(1E6g/m<sup>3</sup>)(4.94J/g)(1 - runoff)  
 in/yr: 48.6  
 Area: 80 ha  
 Area, m<sup>2</sup>: 8.00E+05  
 runoff coefficient: 7.00E-02  
 Annual energy: 4.54E+12 J  
 Energy per unit input = 1.80E+04 sej/J (Odum 1996)
- 3 Wind
 

Area: 80 ha  
 Area, m<sup>2</sup>: 8.00E+05 m<sup>2</sup>  
 Density of Air: 1.3 kg m<sup>-3</sup>  
 Wind Velocity - Average 10 m: 2.58 m/s  
 Geostrophic wind: 2.32 m s<sup>-1</sup>  
 Drag coefficient: 0.001  
 $8 \text{ E}5 \text{ m}^2 * 1.3 \text{ kg m}^{-3} * 0.001 * (2.58 \text{ m s}^{-1})^3 * 3.14 \text{ E}7 \text{ sec yr}^{-1} =$   
 8.43E+10 J yr<sup>-1</sup>  
 Energy per unit input: 1.50 E3 sej J<sup>-1</sup> (Odum 1996)
- 4 Labor (renewable)
 

Family: 3840 hr /yr  
 % R: 77 % (Guillen Trujillo 1998)  
 =family\*%R (Diemont et al. 2006, Martin et al. 2006)  
 Total: 2956.8 hr/yr  
 Energy/ unit: 6.99E+12 sej hr<sup>-1</sup> (Guillen Trujillo 1998)
- 5 Workshops (renewable)
 

Time: 64 hr /yr  
 % R: 77 % (Guillen Trujillo 1998)  
 =Time\*%R (Diemont et al. 2006, Martin et al. 2006)  
 Total: 49.28 hr/yr  
 Energy unit unit input: 6.99E+12 sej hr<sup>-1</sup> (Guillen Trujillo 1998)
- 6 Net Topsoil Loss
 

Erosion rate = 2 t/ha/yr natural pasture (Rotolo et al. 2006)  
 Erosion rate = 10 t/ha/yr sowed pasture (Rotolo et al. 2006)  
 Natural pasture: 55 ha  
 Sowed pasture: 25 ha

- Soil loss: 360 t/yr  
 Soil loss: 360000000 g/yr  
 g organic/ g soil = 0.04  
 Energy cont./g organic = 5.00 kcal/g (Ulgiati et al. 1994)  
 4186 J/kcal  
 Annual energy: 3.01E+11 J  
 Emery per unit input = 6.25E+04 sej/J (Ulgiati et al. 1994)
- 7 Labor (purchased)  
 Family: 3840 hr /yr  
 Purchased: 5760 hr /yr  
 %F: 23 % (Guillen Trujillo 1998)  
 =Family\*%F+Purchased (Diemont et al. 2006, Martin et al. 2006)  
 Total: 6643.2 hr/yr  
 Emery per unit input: 6.99E+12 sej/hr (Guillen Trujillo 1998)
- 8 Workshops (purchased)  
 Time: 270 hr /yr  
 %F: 23 % (Guillen Trujillo 1998)  
 =Time\*%F (Diemont et al. 2006, Martin et al. 2006)  
 Total: 62.1 hr/yr  
 Emery per unit input: 6.99E+12 sej hr-1
- 9 Electricity  
 Annual energy = KWh\*3.6E6 J/KWh  
 Energy: 3.00E+03 kWh/yr  
 Annual energy: 1.08E+10 J  
 Emery per unit input = 1.60E+05 sej/J (Odum 1996)
- 10 Herbicides  
 Annual consumption: 0 L  
 density 1.24 g/ml  
 Annual consumption: 0.00E+00 g  
 Emery per unit input = 1.48E+10 sej/g (Brandt-Williams 2002)
- 11 Materials  
 Annual consumption: 1.40E+04 US\$  
 Emery per unit input = 1.88E+12 sej/US\$ (Guillen Trujillo 1998)
- 12 Feed  
 Annual consumption: 0 kg  
 Annual consumption: 0.00E+00 g  
 Emery per unit input = 1.82E+09 sej/g (Castellini et al. 2006)
- 13 Vaccinations  
 Annual consumption, cm3: 964 cm3  
 Annual consumption, g: 9.64E+02 g  
 Emery per unit input = 1.48E+10 sej/g (Castellini et al. 2006)
- 14 Nutritional Blocks  
 Annual consumption: 0 kg

- Annual consumption: 0.00E+00 g  
 Emergy per unit input = 1.82E+09 sej/g (Castellini et al. 2006)
- 15a Government Assistance - monetary  
 Annual consumption: 2.27E+03 US\$  
 Emergy per unit input = 1.88E+12 sej/US\$
- 15b Government Assistance - calves  
 Calves= 0 calf/year  
 6.85E+08 J/cow (Rotolo et al. 2006)  
 40 kg/calf  
 200 kg/cow  
 1.37E+08 J/calf  
 Annual consumption: 0.00E+00 J  
 Emergy per unit input = 1.73E+06 sej/J (Rotolo et al. 2006)
- 15c Government Assistance - machinery  
 Annual consumption: 2991 US\$  
 Annual consumption: 2.99E+03 sej/US\$  
 Emergy per unit input = 1.25E+10 sej/g (Comar et al. 2004)
- 16 Calves  
 Calves= 0.00E+00 calves/year  
 6.85E+08 J/cow (Rotolo et al. 2006)  
 40 kg/calf  
 200 kg/cow  
 1.37E+08 J/calf  
 Annual consumption: 0.00E+00 J  
 Emergy per unit input = 1.73E+06 sej/J (Rotolo et al. 2006)
- 17 Pesticides  
 Annual consumption: 4 L  
 Annual consumption: 4.00E+03 g  
 Emergy per unit input = 1.48E+10 sej/g (Brandt-Williams 2002)
- 18 Nitrogen Fertilizer  
 Annual consumption: 0 L  
 Annual consumption: 0.00E+00 g  
 Emergy per unit input = 2.41E+10 sej/g (Brandt-Williams 2002)
- 19 Fuel  
 Annual consumption: 5657.142857 L  
 Annual consumption: 1.97E+11 J  
 Emergy per unit input = 6.60E+04 sej/J (Odum 1996)