



**UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN NICOLÁS DE
HIDALGO**

FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**“ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS SISTEMAS DE GANADO
BOVINO EN LA REGIÓN DEL BAJO BALSAS, MICHOCÁN:
PROPUESTA HACIA UN MODELO DE DESARROLLO
SUSTENTABLE”**

T E S I S

**Para obtener el grado de: MAESTRO EN CIENCIAS EN
DESARROLLO TECNOLÓGICO EN SISTEMAS DE PRODUCCIÓN
ANIMAL**

PRESENTA:

RAFAEL ALEJANDRO GONZÁLEZ RODRÍGUEZ

ASESORES:

**DR. DANIEL VAL ARREOLA
DR. RAFAEL TZINTZUN RASCON
DR. MANUEL JAIME TENA MARTÍNEZ
DR. JOSÉ MANUEL PALMA GARCÍA**

Morelia, Michoacán México. Octubre, 2011.

AGRADECIMIENTOS

A mis queridos padres: Por su inmenso amor incondicional, desinteresado e inagotable apoyo en todas las actividades que he realizado en mi vida; a mis hermanos (Olga, Edy, Yuri y Kike), con quienes he tenido la gran dicha de compartir mi vida, además de siempre encontrar en ellos el cariño y apoyo incondicional, gracias a todos.

A mis asesores: Daniel Val Arreola, Rafael Tzintzun Rascón, Jaime Tena Martínez y José Manuel Palma García, por el gran apoyo ofrecido. Así como, a la Dra. Ernestina Gutiérrez Vázquez por sus consejos y apoyo brindado.

Instituciones: A la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, a la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, a la División de Estudios de Posgrado y al Consejo Estatal de Ciencia y Tecnología de Michoacán y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por brindarme las herramientas para la terminación de esta tesis.

A dios: Ese ser que se encuentra todos los días de mi vida apoyándome y deseándome lo mejor. Que en los momentos más difíciles de la existencia de cada ser humano te tiende su mano, sin recelos ni reclamos, ese ser amoroso que nunca te dejara solo.

ÍNDICE	
	Pp.
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
1. INTRODUCCIÓN	3
2. REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1. Situación de la ganadería de carne bovina internacional y nacional	4
2.2. La ganadería de carne en México	5
2.2.1. Características de la ganadería de carne en México	5
2.2.2. Regiones productoras de carne de bovino en México	6
2.2.2.1. Zona árida y semiárida	6
2.2.2.2. Zona templada	7
2.2.2.3. Trópico seco	7
2.2.2.4. Trópico húmedo y subúmedo	7
2.3. Problemática de la ganadería de carne en México	8
2.4. Situación de la ganadería bovina en Michoacán	9
2.5. Situación de la ganadería en la región del Bajo Balsas Michoacán	9
2.6. Definición de los sistemas agroforestales o agroforestería	10
2.6.1. Clasificación de los sistemas agroforestales	12
2.6.1.1. Sistemas agrosilviculturales (árboles con cultivos)	12
2.6.1.2. Sistemas silvopastoriles (árboles con ganadería)	12
2.6.1.3. Sistemas agrosilvopastoriles (árboles con cultivos y ganadería)	13
2.6.1.4. Otros	13
2.6.2. Otras clasificaciones de sistemas agroforestales	13
2.7. Descripción de los sistemas agro y silvopastoriles más utilizados en la ganadería bovina de Latinoamérica tropical	15
2.7.1. Sistemas silvopastoriles	15
2.7.1.1. Bancos forrajeros	15

2.7.1.2. <i>Árboles y arbustos dispersos en potreros</i>	17
2.7.1.3. <i>Árboles con pastos en callejones</i>	17
2.7.1.4. <i>Pastoreo en plantaciones maderables y/o frutales</i>	18
2.7.1.5. <i>Barreras vivas</i>	19
2.7.1.6. <i>Cercas vivas</i>	19
2.7.1.7. <i>Cortinas rompevientos</i>	20
2.7.2. Sistemas agrosilvopastoriles	21
2.7.2.1. <i>Barbecho mejorado</i>	21
2.7.2.2. <i>Huertos caseros mixtos</i>	21
2.7.2.3. <i>Árboles en asociación con cultivos anuales – cultivo en callejones</i>	22
2.8. Experiencia de sistemas agro y silvopastoriles con ganado bovino en zonas de trópico seco de Latinoamérica y México	23
2.8.1. Experiencias en Latinoamérica Tropical	23
2.8.1.1. <i>Bancos forrajeros de proteína y/o energía</i>	24
2.8.1.2. <i>Árboles con pasturas</i>	24
2.8.1.3. <i>Cercas vivas</i>	25
2.8.2. Experiencias en México	25
2.8.2.1. Experiencias en el Estado de Colima	25
2.8.2.1.1. <i>Pastoreo en plantaciones de coco</i>	25
2.8.2.1.2. <i>Bancos de proteína</i>	26
2.8.2.1.3. <i>Cercas vivas</i>	26
2.8.2.1.4. <i>Árboles con forrajes en callejones</i>	27
2.8.2.1.5. <i>Árboles en potreros</i>	28
2.8.2.2. Experiencias en el estado de Michoacán	29

2.9. Ventajas de los sistemas agroforestales utilizados en la ganadería tropical.....	31
<i>2.9.1. Conservación del recurso agua.....</i>	31
<i>2.9.2. Conservación de la biodiversidad.....</i>	31
<i>2.9.3. Regulación del estrés climático.....</i>	32
<i>2.9.4. Mayor cantidad y variedad de alimento.....</i>	33
<i>2.9.5. Aporte de los animales a las plantas leñosas.....</i>	33
<i>2.9.6. Efectos positivos de las plantas leñosas sobre las pasturas.....</i>	34
<i>2.9.7. Beneficios de las plantas sobre el suelo.....</i>	34
2.10. Desventajas generales de los sistemas agroforestales.....	36
<i>2.10.1. Competencia por los nutrientes.....</i>	36
<i>2.10.2. Efectos alelopáticos.....</i>	36
<i>2.10.3. Presencia de metabolitos secundarios.....</i>	37
<i>2.10.4. Posible aparición de plagas.....</i>	37
2.11. Limitantes para la adopción y establecimiento de sistemas agroforestales para la ganadería del trópico.....	37
<i>2.11.1. Investigación, capacitación y asesoría técnica para la identificación de especies vegetales idóneas.....</i>	38
<i>2.11.2. Tecnología para la incorporación de las especies.....</i>	38
<i>2.11.3. Costos para el establecimiento.....</i>	38
<i>2.11.4. Periodo de espera para el establecimiento de árboles.....</i>	39
<i>2.11.5. Falta de financiamiento para la inversión.....</i>	39
<i>2.11.6. Aumento de mano de obra una vez establecido el sistema.....</i>	39
2.12. Investigación y extensión en sistemas agropecuarios (IESA)	39
2.13. Metodología de Diagnostico y Diseño (MDD).....	42
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	44
4. HIPÓTESIS.....	45
5. OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	45
5.1. Objetivo general.....	45
5.2. Objetivos específicos.....	45
6. MATERIALES Y MÉTODOS.....	46

6.1. Descripción de la zona de estudio.....	46
6.1.1. Ubicación geográfica: Región Bajo Balsas Michoacán.....	46
6.1.2. Clima y precipitación.....	47
6.1.3. Vegetación.....	47
6.1.4. Metodología.....	48
6.1.4.1. Desarrollo de la Metodología de Diagnostico y Diseño (MDD).....	48
6.1.4.2. Etapa de diagnostico.....	48
6.1.4.3. Etapa de diseño.....	49
6.1.4.4. Evaluación económica.....	49
7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	51
7.1. Descripción del sistema.....	51
7.2. Características de uso de la tierra.....	51
7.3. Recursos y servicios de apoyo.....	59
7.4. Análisis económico.....	59
7.5. Identificación de las limitantes con posible incorporación de sistemas agroforestales y propuesta para la mitigación de las mismas.	66
7.6. Diseño tecnológico de los sistemas agroforestales aplicables, a las unidades de producción bovina evaluados.....	68
7.6.1. Consideraciones previas antes de la instalación de sistemas agroforestales...	68
7.6.1.1. Área a sembrar.....	68
7.6.1.2. Disponibilidad de agua.....	68
7.6.1.3. Análisis de los suelos.....	68
7.6.1.4. Selección de especies.....	68
7.6.2. Bancos forrajeros de corte y/o pastoreo.....	69
7.6.3. Banco forrajero de energía para corte y acarreo.....	71
7.6.4. Optimización en el uso de residuos de cosecha y/o tipo agroindustrial.....	72
7.6.5. Métodos de pastoreo, apoyado con el uso de cerco eléctrico.....	74
7.6.6. Ajuste de carga animal.....	76
7.6.7. Almacenamiento de forraje (ensilaje y/o henificación).....	77

7.6.7.1. Maíz.....	77
7.6.7.2. Sorgo.....	79
7.6.7.3. Pastos.....	80
7.6.8. Pasturas con árboles en callejones.....	81
7.6.9. Cercas vivas.....	82
7.6.10. Árboles dispersos en potreros.....	84
7.6.11. Cultivo en callejones (asociación de árboles y/o arbustos con cultivos de maíz y/o mango).....	85
7.6.12. Asociación de cultivos anuales con leguminosas herbáceas.....	87
7.6.13. Fertilización química adecuada.....	88
7.6.14. Fertilización con estiércol.....	89
7.6.15. Abonos verdes.....	90
7.6.16. Uso de fertilización orgánica (Tierra de diatomea).....	91
8. CONCLUSIONES.....	93
9. LITERATURA CONSULTADA.....	96
10. ANEXOS.....	117

ÍNDICE DE CUADROS	
	Pp.
Cuadro 1. Comportamiento del rendimiento (toneladas MS/ha/año) de leucaena-pasto estrella y pasto estrella sin asociar según los años de estudio.....	25
Cuadro 2. Desarrollo y producción de biomasa de <i>Cenchrus ciliaris</i> - <i>Gliricidia sepium</i> sembrados en asociación.....	27
Cuadro 3. Vegetación arbórea de importancia en los sistemas silvopastoriles.....	28
Cuadro 4. Análisis de lluvias y precipitación media anual para las diferentes regiones del Río Balsas.....	47
Cuadro 5. Estructura general de las encuestas utilizadas para el análisis de los sistemas ganaderos de la región del Bajo Balsas, Michoacán.....	49
Cuadro 6. Frecuencias del tamaño del hato.....	49
Cuadro 7. Frecuencias del tamaño de la superficie de agostadero.....	52
Cuadro 8. Promedios del coeficiente de agostadero, capacidad de carga, carga animal y necesidades de forraje de los ranchos evaluados por municipio.....	53
Cuadro 9. Porcentaje de productores que utilizan labor agrícola, fertilizantes y tienen acceso al riego.....	54
Cuadro 10. Principales cultivos en la zona, porcentaje de productores que los utilizan y promedio de la superficie cultivada.....	55
Cuadro 11. Flujograma del sistema vaca-becerro, según la venta promedio de becerros al destete (7.7 meses).....	56
Cuadro 12. Número de productores y porcentaje que obtienen ingresos por carne y/o leche.....	57
Cuadro 13. Promedio de becerros anuales vendidos, peso y edad a la venta.....	58
Cuadro 14. Principales características de los diferentes subgrupos de ganado bovino identificados en la zona del Bajo Balsas, Michoacán.....	60
Cuadro 15. Indicadores de productividad de carne de bovino de las unidades ganaderas de la región del Bajo Balsas Michoacán.....	61
Cuadro 16. Indicadores de productividad de leche en ganado bovino de las unidades ganaderas de la región del Bajo Balsas Michoacán.....	62
Cuadro 17. Principales costos de producción promedio de los subgrupos identificados en los sistemas de producción de ganado bovino, de la región del Bajo Balsas Michoacán.....	63
Cuadro 18. Margen bruto por vaca, hectárea y por kilogramo de carne de los diferentes subgrupos identificados en los sistemas de producción de ganado bovino, de la región del Bajo Balsas Michoacán.....	64
Cuadro 19. Principales limitantes identificadas dentro del sistema de ganado bovino e identificación de los sistemas agroforestales adecuados, a la zona del Bajo Balsas Michoacán.....	66
Cuadro 20. Requerimientos diarios de una vaca de 500 kg con una producción de 6 kg/leche/día.....	79

Cuadro 21. Distancias frecuentemente utilizadas entre hileras y entre árboles para cultivo en callejones.....	86
--	-----------

ÍNDICE DE DIBUJOS	
Dibujo 1. Localización de los municipios en donde se llevo a cabo el estudio, región del Bajo Balsas. Michoacán.....	46

RESUMEN

El presente trabajo planteó la utilización de la Metodología de Diagnostico y Diseño (MDD), a fin de determinar las tecnologías más adecuadas para los sistemas de producción de ganado bovino de la zona del Bajo Balsas Michoacán, en particular los municipios de Arteaga, Churumuco, La Huacana y Múgica. Se realizaron encuestas semi-estructuradas y talleres de Diagnostico Rural Rápido Participativo (DRRP) aplicados a 47 productores, posteriormente siguiendo la MDD se describió y analizó el tipo de sistema de producción presente. El sistema de ganado bovino es de tipo familiar, la alimentación se basa en el pastoreo extensivo de la selva baja caducifolia y una suplementación estratégica en la época de estiaje, la cual se puede prolongar hasta por 6 meses. La mayoría de los productores ordeñan (55%), ya sea para auto-consumo, venta directa o venta a intermediarios. Los becerros producidos se venden al destete (283 días) con un peso promedio de 231 kg. Los principales cultivos son el maíz, sorgo y pastos inducidos. Así mismo, se identificaron las limitantes con posible incorporación de sistemas agroforestales y tecnológicos presentándose propuestas para la mitigación de las mismas. Las limitantes encontradas fueron: falta de forraje durante la temporada seca, siembra de pastos inducidos sin componente arbóreo, monocultivos de maíz y sorgo, uso y aplicación inadecuada de fertilizantes en los cultivos, pobre manejo de los árboles multipropósito existentes. Algunas de las propuestas son: bancos de proteína y/o energía, optimización en el uso de residuos de cosecha o agroindustriales, métodos de pastoreo, ajuste de carga animal, almacenamiento de forraje, pasturas con árboles en callejones, cercas vivas, arboles dispersos en potreros, entre otras. Se realizó un análisis económico para todos los productores evaluados siguiendo la técnica de la presupuestación. Los principales costos para la producción de carne y/o leche lo representan los cultivos y los concentrados. El margen bruto/vaca (MB/V) para los subgrupos cabeza, media y cola en promedio, solo fue positivo para el primero de estos ($2,555 \pm 1,473$) y negativo para los subgrupos media ($-1,600 \pm 983$) y cola ($-5,836 \pm 3,871$). Cuando al MB/V de todos los subgrupos se les imputaron los costos de mano de obra familiar, destete de los becerros y reemplazos (costos de oportunidad), se presentó un MB/V negativo para todos los subgrupos. En el subgrupo cabeza fue donde se encontró el mayor número de productores que obtienen ingresos por concepto de la venta de leche, que en conjunto con una buena producción de kg de carne y bajos costos de producción (menores costos de concentrados, cultivos y mantenimiento de praderas) hace rentable este tipo de ganadería. Por último, la MDD resulto ser una herramienta útil para analizar y evaluar los sistemas

de producción bovina de la región del Bajo Balsas, Michoacán, permitiendo identificar las limitantes del sistema y dar propuestas tecnológicas para la mitigación de las mismas.

ABSTRACT

The objective of this study is to use Diagnostic and Design Methodology (MDD) in order to evaluate the technologies most suitable for cattle production systems at Low Balsas Basin in Michoacán State, particularly in the municipalities of Arteaga, Churumuco, La Huacana and Mugica. Participatory workshops and surveys were carried out to 47 farmers under the Rapid Rural Appraisal framework (DRRP); the cattle production system was described and analyzed by using MDD. The cattle production systems is family owned, feed strategy is based on extensive grazing on tropical deciduous forest and strategic supplementation during the dry season, which it can last about six months. The cows are milked once per day in most of cases (55%) with different proposes such as self-consumption, direct sale or selling to retailers. The steers are sold after weaning (283 days old) at live weight of 231 kg. The main crops are corn, sorghum and cultivated grasses. The main restrictions found were: lack of forages during dry season, cultivated grasses without tree component, corn and sorghum monocropping, inappropriate use of fertilizers and poor management of the rangeland particularly using multipurpose trees. Some of the highlighted proposals are: protein and/or energy banks, optimized used of crops byproducts, grazing methods and adjustment of carrying capacity, forage conservation, grassland with tree corridors, live fences, dispersed tree on grasslands. An economic analysis was performed to all farmers assessed using partial budgeting, it was found that the main cost are those associated to cultivation crops and commercial feeds. The gross margin per cow (MG/V) of subgroups head, medium and tail were MX \$2,555±1,473, - MX\$1,600±983 and - MX\$5,836±3,871, respectively. When it was assumed family labor costs, calf and replacement feeding cost (opportunity costs), the MG/V was negative for all subgroups. The subgroup head showed higher incomes due to milk sales, efficient steer production and lower costs make profitable activities of this type in this agroecological context. At last DDM resulted to be a useful tool to evaluate and analyze the beef production systems of the Bajo Balsas Zone on Michoacán State, allowing identifying the restrictions of the system and suggesting technological proposes in order to diminish them.

1. INTRODUCCIÓN

La ganadería tropical en México, con un grado de desarrollo pobre, altamente dependiente en insumos y tecnología, requiere de una base científica acorde con los recursos, idiosincrasia y necesidades locales (Palma, 2005). Así mismo, la expansión de esta ganadería tropical a propiciado una acelerada deforestación de grandes extensiones de terreno que eran cubiertos por bosques tropicales, al utilizar estos con fines agropecuarios que aunado a la contaminación por sustancias químicas y otras actividades antropogénicas, han provocado la desertificación, manifestándose en la destrucción de las comunidades bióticas y la pérdida de su potencial biológico (Alanis, 1990 y Villa *et al.*, 2009). La zona del Bajo Balsas se encuentra localizada dentro la región del trópico subhúmedo y semiseco muy cálido del Estado de Michoacán. En esta zona la ganadería bovina juega un papel importante en la economía familiar, lamentablemente, el mal manejo de los suelos ha resultado en una acentuada pérdida de su fertilidad, estructura y materia orgánica; así como erosión y contaminación que ha conducido a una agricultura y ganadería poco rentable y una perspectiva de baja competitividad. Aunado a las condiciones ya señaladas, se observa en la región prácticas de raleo y deforestación, como resultado de la labor común de tumba, roza y quema de la vegetación presente (selva baja caducifolia y subcaducifolia), así como, una marcada estacionalidad del temporal de lluvias que han limitado el desarrollo de una ganadería sustentable (Val *et al.*, 2006). Como alternativas tecnológicas se plantea la utilización de los sistemas agroforestales, ya que representan una clara opción para la producción integral de los sistemas ganaderos de las regiones tropicales. Esto por los múltiples beneficios tanto ambientales como socioeconómicos que estos proveen, por ejemplo, el aumento en la producción de leche y/o carne (Palma *et al.*, 1992; Milera e Iglesias, 1996; Ibrahim *et al.*, 1999; Musálem, 2002; Solorio y Solorio, 2002; Ramírez, 2003; Palma, 2005; Palma, 2006; Pérez, 2006; Botero y Russo, 2007; Llanderal, 2007). Ante esta situación, el análisis y evaluación de los sistemas de ganado bovino presentes en la zona, utilizando la metodología de Diagnostico y Diseño propuesta por el ICRAF (Centro de Agroforestería Mundial) puede ser una herramienta que permita establecer la forma en que estos operan, sus problemas y limitantes para poder proponer soluciones tecnológicas acordes a los mismos.

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Situación de la ganadería de carne bovina internacional y nacional

A nivel mundial en el mercado de las carnes, la carne de bovino se encuentra dentro de las de mayor volumen y consumo en el mundo. Sin embargo en los últimos años los niveles de matanza se han mantenido estables, debido a las medidas restrictivas que el comercio internacional impuso a las exportaciones de EUA y Canadá por los casos de encefalopatía espongiforme bovina registrados en esos países, lo que ha motivado que la oferta se haya contraído; aunado a la restringida rentabilidad del sector pecuario a consecuencia de los bajos precios de la carne y alza de los precios de los piensos en los últimos años. Así mismo, la apertura comercial con países como Japón, Corea o China pueden representar una oportunidad de negocio para los productores nacionales de carne de bovino integrados a una cadena productiva, mediante la cual se pueda desarrollar acuerdos y convenios para abastecer un nicho de mercado con características diversificadas y muy específicas, pero que están dispuestos a pagar un gran valor por los productos que satisfagan sus necesidades y le den certidumbre de consumir productos de calidad (Gallardo *et al.*, 2006).

La producción de carne mundial se proyecta con un aumento en el índice anual de 1.9 % durante la próxima década, alcanzando un total de 179.9 millones de toneladas métricas para el año 2008. La producción mundial de carne de bovino en el 2005 registró un volumen de producción de 52.2 millones de toneladas, lo que significó un crecimiento de 1% con respecto a la producción obtenida en el año anterior. Durante el 2005 los principales mercados de las exportaciones mexicanas fueron E. U. A., Japón, Corea del Sur, Canadá, Chile, Puerto Rico, Costa Rica, Panamá y otros países no declarados. La actividad ganadera en EU productora de carne de bovino fue en el 2005 la que tuvo mayor participación en la producción mundial con 22.0 %; en orden de importancia, le sigue Brasil 16.3 %, la UE con un 15.0 %, China con 14.3 %, Argentina 6.0 %, India, México y Australia con 4.0 %, respectivamente, Rusia y Canadá con 3.0 % y otros con 9.0 %. Con esto México se posiciona como el tercer país productor latinoamericano, después de Brasil y Argentina (Gallardo *et al.*, 2006). México se encuentra inmerso en un mercado globalizado, y por ello no está excluido de las nuevas tendencias internacionales, de

preferencia de los consumidores e incluso de alternativas de producción que tendrán que ir desarrollándose cada vez en mayor volumen, como es la producción de carne orgánica, productos con rastreabilidad y carne deshuesada empacada al vacío que gracias a la disponibilidad y a un precio atractivo han ido modificando las preferencias del consumidor, ya que estas opciones dan certeza de calidad e información al consumidor, que al final de la cadena productiva es quien tiene la última palabra del consumo, así como, la posibilidad de elegir o no el producto (Sánchez y Sánchez, 2005; Gallardo *et al.*, 2006).

2.2. La ganadería de carne bovina en México

La ganadería bovina en México representa una de las principales actividades del sector agropecuario del país y es, tal vez, la actividad más diseminada en el medio rural. Hay más de un millón y medio de unidades de producción y ranchos ganaderos dispersos a lo largo y ancho de todas las regiones del país. La ganadería utiliza cerca del 53.7% de los 200 millones de hectáreas de tierra que hay en México y contribuye, aproximadamente, con el 40% del PIB (Producto Interno Bruto) del sector (SAGARPA, 2010). Así mismo, la producción de carne de bovino a lo largo de los años ha sido el eje ordenador de la producción de carnes en México, esta actividad es muy importante por ser el producto pecuario que le ha representado al país mayores ingresos del exterior. A nivel mundial México ocupa el séptimo lugar en la producción mundial de carne de bovino, aportando en el 2005, 4.1 % del volumen de esta carne mundialmente y se posiciona como el tercer productor latinoamericano, después de Brasil y Argentina (Gallardo *et al.*, 2006).

2.2.1. Características de la ganadería de carne en México

La producción de carne de bovino en México experimentó una Tasa Media de Crecimiento Anual (TMCA) en el periodo 1990-2000 de 2.4 % y en el periodo 2000-2005 ésta disminuyó a 1.8 %, esta evolución y su comportamiento ha sido el resultado del impacto de diversos factores, como son la inercia de años anteriores por problemas de bajo niveles de productividad tecnológica, limitantes en la integración de la cadena productiva, precios poco atractivos pagados al productor y la falta de inversión pública y privada, así como una disminución del hato productivo reflejado en el inventario ganadero. En el periodo de 2004-

2005 el crecimiento fue de 1.03 %, crecimiento menor al registrado en el año anterior que fue de 2.55 % (Gallardo *et al.*, 2006).

2.2.2. Regiones productoras de carne de bovino en México

En México la producción de ganado bovino para carne se desarrolla bajo diferentes contextos agro-climáticos, tecnológicos, de sistemas de manejo y por finalidad de explotación, comprendiendo principalmente la producción de novillos para abasto, la cría de becerros para la exportación y la producción de pie de cría. La producción de carne de ganado bovino, está influenciada principalmente por las condiciones climáticas regionales, lo cual repercute en una estacionalidad muy marcada de la producción y por lo tanto la vulnerabilidad del sistema. Los mayores volúmenes de producción se dan en los meses de octubre a diciembre, teniendo su punto más alto en el mes de noviembre; este punto en la producción es invariablemente por la abundante producción de forrajes, consecuencia de la época de lluvias y por un mayor consumo en ese período que tiene que ver con condiciones culturales de consumo. Los sistemas de producción van desde los más altamente tecnificados e integrados hasta los menos tecnificados y tradicionales (Sánchez y Sánchez, 2005; Gallardo *et al.*, 2006). Los principales estados productores de carne de bovino son Veracruz y Jalisco, los cuales en conjunto generan el 25.31% de la producción nacional, siguiéndolos en importancia Chiapas, Chihuahua, Baja California y Sinaloa; estos seis estados suman el 45.92% del total de la producción nacional (SAGARPA, 2010). A continuación se describen las diferentes zonas productoras de carne de bovino en México:

2.2.2.1. Zona árida y semiárida

Comprende a Baja California Sur, Durango, Zacatecas y los estados de la frontera norte. La vocación productiva de esta región es la cría de becerros de razas europeas, orientados a la exportación a los Estados Unidos. Esta zona se caracteriza por la preferencia de cortes tipo americano, lo cual ha impulsado al desarrollo de empresas engordadoras donde se aprovecha a un número importante de hembras producidas en la región (FIRA, 1993).

2.2.2.2. Zona templada

Se localiza en el centro y occidente del país, la integran los estados de Aguascalientes, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Morelos, Puebla, Querétaro, Tlaxcala y el altiplano de Michoacán. Esta zona cuenta con una fuerte vocación lechera, en donde el desarrollo y engorda de becerros de lechería constituye una oferta importante de carne. Dentro de esta región destacan los estados de Jalisco y Querétaro por la importante demanda de becerros de otras regiones del país para cubrir las necesidades de sus corrales de engorda (FIRA, 1993).

2.2.2.3. Trópico seco

Incluye Colima, Guerrero, Nayarit, Oaxaca, Sinaloa, costa de Jalisco y zona cálida de Michoacán. Esta región se caracteriza principalmente por el sistema de cría de becerros con cruza de ganado cebú, los cuales generalmente son movilizados para ser desarrollados y engordados en otras regiones del país. Presenta una estacionalidad de la producción muy marcada ocasionando la fragilidad del sistema. Dentro de esta región destaca Sinaloa que en los últimos años ha venido desarrollando una importante industria de carne, aprovechando la disponibilidad de granos y de becerros, y hoy es un importante destino de ganado para engorda de otras partes del país e inclusive de importación (FIRA, 1993).

2.2.2.4 Trópico húmedo y subhúmedo

El trópico húmedo está formado principalmente por los estados de Campeche, Chiapas, Quintana Roo, Veracruz y Tabasco. Esta región, que se caracteriza por una mayor disponibilidad de forrajes durante todo el año, tradicionalmente abastecía de ganado finalizado en praderas al Distrito Federal y zona metropolitana, pero como consecuencia de los cambios en la preferencia de los mercados por carne de ganado joven y finalizado con granos, en los últimos años se ha venido generando una diversificación en la orientación productiva de las empresas, observándose dentro de la misma región empresas dedicadas a la cría, a la producción de ganado doble propósito o a la engorda de ganado. El trópico subhúmedo incluye el sur de Tamaulipas, Este de San Luis Potosí y Norte de Veracruz, con condiciones muy favorables para el desarrollo y engorda de ganado en praderas, situación que históricamente especializó a la región en engordadora de ganado bovino (FIRA, 1993).

2.3 Problemática de la ganadería de carne en México

La dependencia externa de carne de bovino fresca o refrigerada se ha incrementado constantemente en México en los últimos años, a tal grado que en el 2005 se importaron 212,142 toneladas, 12.0 % más respecto al año anterior, así mismo en el periodo del 2007-2010 el avance de las importaciones de carne deshuesada en promedio, según el USDA (Departamento de Estados Unidos) es de 368 mil toneladas, por lo que la tendencia continua a últimos años (SAGARPA, 2010). Esto principalmente por las actuales preferencias de comercialización, las tiendas de autoservicio se fueron posicionando de los canales de venta al detalle de la carne, utilizando principalmente carne de importación deshuesada y empacada al alto vacío. La disponibilidad de carne con valor agregado además del precio atractivo fueron los incentivos de este sector comercial para crecer en el mercado de la carne, ya que las cajas redujeron los espacios de las áreas de frío en los supermercados, así como las mermas y los costos de la mano de obra especializada al no tener que procesar canales. Con el tiempo las carnicerías empezaron a comprar carne deshuesada en cajas aprovechando estas ventajas (Sánchez y Sánchez, 2005; Gallardo *et al.*, 2006).

Por lo anteriormente citado, la demanda nacional cada vez mayor de carne deshuesada empacada al vacío, seguridad sanitaria, precios mas bajos, entre otros, ha ido presionando a la industria nacional a desarrollar nuevos procesos. Por ello, es necesaria la implementación de infraestructura de sacrificio y empaque certificado por la SAGARPA y con un sistema de Tipo Inspección Federal (TIF) que estén sustentados por una capacidad productiva de acuerdo a las demandas (Sánchez y Sánchez, 2005; Gallardo *et al.*, 2006).

Actualmente, la ganadería de carne de bovino se ve restringida en la movilización de becerros hacia las principales zonas de establecimiento de corrales de engorda, esto a propiciado la demanda de grandes cantidades de alimento balanceado, pastas oleaginosas y granos, principalmente maíz amarillo y sorgo, de los cuales varias toneladas son importadas de otros países para satisfacer las demandas. En la producción de carne de bovino en corral, la alimentación juega un papel fundamental en los costos de producción, ya que representa de un 60.0 % a un 75.0 % de estos. Este tipo de alimentación conlleva al uso de granos forrajeros, concentrados, sales minerales, complementos y forrajes (Gallardo *et al.*, 2006).

Por último, la falta de integración de todos los eslabones que participan en las principales cadenas productoras de carne de bovino a nivel nacional, ha ocasionado la ruptura de los mismos y por lo tanto una menor competitividad en el mercado tanto nacional como internacional (Gallardo *et al.*, 2006).

2.4 Situación de la ganadería bovina de carne en Michoacán

La ganadería es la actividad que genera más empleos permanentes en el sector agropecuario del Estado de Michoacán, ocupando 100,608 empleos fijos, que equivale a la población económicamente activa del sector primario, que incluye la agricultura, ganadería, aprovechamientos forestales, pesca y minería. Sin embargo la ganadería está creando menos riqueza por unidad de trabajo que otras actividades agropecuarias, ya que, en valor de la producción ocupa el cuarto lugar después de la producción estatal de frutas, granos y hortalizas (INEGI e Inventario Ganadero 2004; SIACON, 2004, citado por Sánchez y Sánchez, 2005). En contraste y a pesar de que Michoacán dedica el 44% de su superficie a la ganadería y ocupa el cuarto lugar a nivel nacional en cuanto a número de cabezas de ganado bovino, sólo aporta a nivel nacional el 4.19% del ganado en pie, así como un 3.1% respecto a la producción de leche (SIAP, 2009; SAGARPA, 2010). En el caso de la ganadería de carne de bovino, el sistema que prevalece en Michoacán se caracteriza por la venta de becerros al destete o novillos (dependiendo de la disponibilidad de los forrajes) a intermediarios principalmente, que son engordados en otras regiones del estado e inclusive en otras entidades del país. La producción de carne en Michoacán se da mayoritariamente en pequeñas granjas familiares, donde las condiciones climáticas, en combinación con la falta de una agroindustria consolidada, así como el limitado acceso a mejores mercados, condicionan la rentabilidad y la competitividad (Ávila, 2007; Val *et al.*, 2006; Sánchez y Sánchez, 2005).

2.5 Situación de la ganadería bovina en la Región del Bajo Balsas de Michoacán

La ganadería de carne bovina regional se caracteriza por un sistema de cría de becerros para la venta al destete (sistema vaca-becerro) a intermediarios, para ser engordados en otras regiones del estado e inclusive en otras entidades del país (Sánchez y Sánchez, 2005) Esta

ganadería se desarrolla generalmente bajo los sistemas de producción familiar, pastoreo extensivo, ubicados en ejidos, colonias y pequeñas propiedades, donde se aprovechan los recursos forrajeros naturales o inducidos, así como esquilmos agrícolas. La suplementación se utiliza en forma estratégica principalmente en la época de sequía (Sánchez y Sánchez, 2005; Ávila, 2007; Villa *et al.*, 2008). Las razas ganaderas son de tipo cárnico, cruza de ganado cebú con razas europeas (Sánchez y Sánchez, 2005). Existe una marcada estacionalidad de la producción, debido a la corta temporada de lluvias y la temporada extensa de sequía. La fragilidad de los ecosistemas de este tipo es evidente. Los índices de erosión y deforestación son el resultado de las malas prácticas de manejo de las tierras y el ganado que han conducido a una ganadería poco sustentable (Ávila, 2007; Villa *et al.*, 2008).

2.6. Definición de los sistemas agroforestales o agroforestería

A través de los años se han dado numerosas definiciones de agroforestería o sistemas agroforestales. El International Council for Research in Agroforestry (1983) citado por Iglesias (1999), lo define como: “sistema sostenido del manejo de la tierra que aumenta su rendimiento total, combina la producción de cultivos con especies forestales y/o animales, en forma simultánea o secuencial sobre la misma superficie de terreno, y aplica prácticas de manejo que son compatibles con las prácticas culturales de la población local”.

Somarriva (1998) define la agroforestería como “una forma de cultivo múltiple en la que se cumplen tres condiciones fundamentales: 1) existen al menos dos tipos de plantas que interactúan biológicamente; 2) al menos uno de los componentes es una leñosa perenne y 3) al menos uno de los componentes es una planta manejada con fines agrícolas.

Anon (1981), utiliza el siguiente concepto de agroforestería: “sistema de uso de la tierra donde leñosos perennes interactúan bioeconómicamente en una misma área con cultivos y animales”. Estos elementos pueden estar asociados en forma simultánea o secuencial, en zonas o mezclados. Las formas de producción son aplicables tanto en ecosistemas frágiles, como estables, a escala de campo agrícola, finca o región, a nivel de subsistencia o comercial. El objetivo es diversificar la agricultura migratoria, aumentar el nivel de materia

orgánica en el suelo, fijar nitrógeno atmosférico, reciclar nutrientes, modificar el microclima y optimizar la producción del sistema, respetando el principio de rendimiento sostenido. Además, se exige una total compatibilidad con las condiciones socioculturales de la población y debe servir para mejorar las condiciones de la región.

Así mismo, Montagnini *et al.*, 1992 definen un sistema agroforestal como un sistema agropecuario cuyos componentes son los árboles, los cultivos o los animales, y que presenta los atributos de cualquier sistema: límites, componentes, ingresos y egresos, interacciones, una relación jerárquica con la organización de la finca y una dinámica. El límite define los bordes físicos del conjunto; los componentes son los elementos físicos, biológicos y socioeconómicos; los ingresos y egresos son la energía o la materia que se intercambia entre diferentes sistemas; las interacciones son la energía o la materia que se intercambia entre los componentes del sistema y la jerarquía indica la posición de este con respecto a otros sistemas y las relaciones entre ellos.

Si se hace análisis de los diferentes conceptos de agroforestería citados anteriormente, se destaca como condición indispensable la presencia del árbol o arbusto (leñosa perenne) para que el sistema agrícola sea forestal; sin embargo esta leñosa debe aparecer indistintamente asociada biológicamente a otros cultivos (perennes o anuales) y en ocasiones (no necesariamente) a animales (Iglesias, 1999).

Nair (1993) señaló que una definición estrictamente científica de la agroforestería debería enfatizar dos características comunes a todas las formas de agroforestería y separarlas de las otras formas de uso de la tierra, especialmente:

- el cultivo deliberado de perennes leñosas en la misma unidad de tierra con cultivos agrícolas y/o animales, en alguna forma de mezcla especial o secuencial;
- debe haber interacción significativa (positiva y/o negativa) ecológica y/o económica entre los componentes leñosos y no leñosos del sistema.

Se necesita acentuar que hay un concepto común para los diversos sistemas agroforestales: la retención deliberada o el cultivo intencional de árboles con cultivos y/o animales en combinaciones interactuantes, para generar productos o beneficios múltiples a partir de la misma unidad de manejo (Nair, 1993).

2.6.1. Clasificación de los sistemas agroforestales

La clasificación de los sistemas agroforestales es necesaria con el fin de proveer un marco conceptual que permita evaluarlos y desarrollar planes de acción para su mejoramiento (Iglesias, 1999).

Los sistemas agroforestales han sido clasificados de diferentes maneras: según su estructura en el espacio, su diseño a través del tiempo, la importancia relativa y la función de los diferentes componentes, los objetivos en la producción y las características sociales y económicas prevalecientes (Santana, 1998).

Nair (1985) toma en cuenta los aspectos estructurales y funcionales para definir la siguiente clasificación:

2.6.1.1. *Sistemas agrosilviculturales* (cultivos, incluyendo arbustos/ enredaderas/ cultivos de árboles y árboles)

- a) Cultivo en callejones
- b) Árboles de sombra sobre cultivos perennes
- c) Huertos caseros
- d) Barbechos mejorados
- e) Rompevientos y cercas de protección
- f) Sistemas Taungya
- g) Mezcla de perennes con otros cultivos
- h) Agroforestería para la producción de leña

2.6.1.2. *Sistemas silvopastoriles* (árboles con ganadería)

- a) Cercas vivas
- b) Pastos con árboles

- c) Bancos de proteína
- d) Integración de animales con producción de madera

2.6.1.3. *Sistemas agrosilvopastoriles (árboles con cultivos y ganadería)*

- a) Huertos caseros con animales
- b) Hileras de arbustos para alimentar animales, conservación del suelo y abono
- c) Producción integrada de cultivos, madera y animales

2.6.1.4. *Otros*

- a) Apicultura con árboles
- b) Lotes de árboles de uso múltiple
- c) Acuicultura en mangles

2.6.2. *Otras clasificaciones de sistemas agroforestales*

Otra clasificación hecha por Budowski (1990) se representa de la siguiente manera:

- a) Árboles de sombra sobre café y cacao; a veces incluyen un estrato más alto de árboles maderables.
- b) Árboles asociados con cultivos anuales o semi-perennes. Incluye el sistema secuencial conocido como Taungya.
- c) Árboles en potreros bajo diversas modalidades y cumpliendo varias funciones.
- d) Cercas vivas, establecidas principalmente por estacas grandes.
- e) Cortinas rompevientos.
- f) Huertos caseros tropicales mixtos.
- g) Mejoramiento del rastrojo en la fase de recuperación, en terrenos donde se practica la agricultura nómada o migratoria.
- h) Modalidades secuenciales donde se alternan pastos con bosques secundarios manejados para la producción de madera.
- i) Cultivo en franjas o en callejones.

Por otra parte, Montagnini *et al.* (1992) presentaron una clasificación basada en el tipo de componente incluido y la asociación entre los componentes. De este modo, los sistemas agroforestales se clasificaron como:

1.- Sistemas agroforestales secuenciales, donde se da una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos, o sea, que los cultivos y las plantaciones de árboles se suceden en el tiempo. Estos incluyen:

- a) Formas de agricultura migratoria con intervención o manejo de barbechos.
- b) Sistema Taungya.

2) Sistemas agroforestales simultáneos, son los que consisten en la integración simultanea y continua de cultivos anuales o perennes, árboles maderables, frutales o de uso múltiple y/o ganadería. Estos abarcan:

- a) Asociaciones de arboles con cultivos anuales o perennes.
- b) Huertos caseros mixtos
- c) Sistemas agrosilvopastoriles.

Fassbender (1993) llegó a un arreglo múltiple y complicado de los sistemas agroforestales, tomando en cuenta el tipo de cultivo asociado, la función principal del componente forestal y su distribución en el espacio y tiempo.

A) Sistemas silvoagrícolas

1. Sistemas Taungya o agrosilvicultura.
2. Árboles de valor en los cultivos.
3. Árboles frutales en los cultivos.
4. Árboles productores de sombra en los cultivos y/o mejoradores de la fertilidad del suelo.
5. Cercas vivas.
6. Cortinas rompevientos.
7. Cultivos en fajas o en callejones.
8. Sistemas agroforestales múltiples.
9. Huertos caseros.

B) Sistemas agrosilvopastoriles

1. Cultivos y ganadería simultánea en plantaciones.
2. Árboles asociados a los cultivos y ganadería.
3. Cercas vivas alrededor de comunidades rurales.

Existen diferentes clasificaciones de los sistemas agroforestales dependiendo del enfoque de cada autor y los criterios para su definición, sin embargo, no se pueden tomar como patrones únicos de trabajo, la clasificación de un sistema u otro entonces dependerá principalmente del propósito para el cual es destinado.

2.7. Descripción de los sistemas agro y silvopastoriles más utilizados en la ganadería bovina de Latinoamérica tropical.

2.7.1. Sistemas silvopastoriles (árboles asociados con ganadería)

Los sistemas silvopastoriles son la combinación de leñosas perennes (árboles y/o arbustos) forestales y/o frutales, los componentes tradicionales (pastizales, herbáceas, etc.) y animales, sin la presencia de cultivos anuales o de temporada, en donde todos ellos interactúan bajo un sistema de manejo integral (Murgueitio *et al.*, 1999). Se practican a diferentes niveles, desde las grandes plantaciones arbóreas comerciales con inclusión de ganado, hasta el pastoreo de animales como complemento a la agricultura de subsistencia (Navia *et al.*, 2003).

Los sistemas silvopastoriles más comunes son:

2.7.1.1. Bancos forrajeros

Los bancos forrajeros son áreas en las cuales las especies forrajeras, por ejemplo, la siembra de árboles y/o arbustos forrajeros con una alta densidad de plantas, se cultivan en bloque compacto y a una alta densidad con el objetivo de maximizar la producción de biomasa altamente nutritiva; estos pueden ser cosechados por el hombre y llevados a los animales en un sistema de corte/acarreo o pueden ser pastoreados por los animales (Llenderal, 2007).

Los bancos forrajeros se pueden dividir en tres: Proteicos, cuando la planta utilizada proporciona al menos 15 % de proteína, por ejemplo cratyliia (*Cratyliia argentea* (Desv) O. Kuntze), leucaena (*Leucaena leucocephala*) ó guácimo (*Guazuma ulmifolia*) por mencionar algunas; energéticos, cuando la planta utilizada presenta altos niveles de energía, como la caña de azúcar (*Tripsocum daqloides* L.) y banco energético-proteico, como los bancos en los cuales se siembra en forma alternada alguna especie energética y proteica (Holguín e Ibrahim, 2004). Si el forraje de la especie utilizada contiene más del 15% de proteína cruda, el sistema se denomina “banco de proteína” y si además presenta altos niveles de energía digerible, recibe el nombre de “banco energético-proteínico” (Palma, 2006; Llanderal, 2007).

Si el banco forrajero se establece exclusivamente con árboles fijadores de nitrógeno (AFN), el nitrógeno que ellos fijan y que podría ser aprovechado por otras especies forrajeras, asociadas dentro del mismo banco, es finalmente utilizado por especies vegetales no deseadas en el sitio (malezas). Por ello uno de los componentes más apropiados, en mezcla o como cobertura de los bancos forrajeros, son las gramíneas, puesto que son especies que no fijan nitrógeno, pero que si lo demandan en alta cantidad. Los bancos forrajeros en mezcla o con cobertura de gramíneas se pueden asociar también con coberturas inferiores de leguminosas herbáceas nativas o introducidas y preferiblemente no trepadoras (Ej: *Desmodium*, *Stylosanthes*, *Arachis*, *Aeschynomene*, *Cassia*, *Chamaecrista*, *Indigofera*, *Zornia*, etc.). La asociación adicional con otras especies fijadoras de nitrógeno (leguminosas herbáceas) incrementa la cantidad de nitrógeno fijado por el sistema. Esto permite incluir, en líneas alternas, otras especies herbáceas, arbustivas y/o arbóreas de alta calidad forrajera, que son altamente consumidas por bovinos, cerdos, aves, conejos, peces, etc., (Ej: morera (*Morus alba*), amapola (*Malvaviscus arboreus*), nacedero (*Trichanthera gigantea*), ramio (*Bohemeria nivea*), pringamoza (*Urera baccifera*), botón de oro (*Tithonia diversifolia*), bledo (*Ambrocia artemisaefolia*), camote (*Ipomoea batatas*), etc.) y reduce sensiblemente la necesidad de aplicación de fertilizantes nitrogenados en estas especies forrajeras que no lo fijan, pero que si lo demandan en una alta cantidad (Benavides, 1994). La mezcla de varias especies dentro del banco forrajero crea una alta biodiversidad que reduce sensiblemente el ataque de plagas y enfermedades (Botero, 1992).

2.7.1.2. Árboles y arbustos dispersos en potreros

Este sistema puede ocurrir de manera natural ya que la vegetación clímax de un sitio está constituida por la combinación de árboles y arbustos con pasturas, como en el caso de los matorrales o las sabanas, o como el resultado del proceso de sucesión vegetal tendientes a una vegetación clímax, como es el caso de los acahuals (Llanderal, 2007). Así mismo existen agostaderos con gran potencial de especies forrajeras (árboles y arbustos) que tradicionalmente han sido manejados, aunque pobremente evaluados (Palma, 2006).

Los árboles y arbustos dispersos en los potreros también pueden ser el resultado de la intervención del hombre, a través del manejo selectivo de la vegetación remanente o bien por la introducción de árboles y/o arbustos en praderas ya existentes (Llanderal, 2007). En esta combinación, los árboles están distribuidos en toda la superficie o área de pastoreo, con beneficios para la gramínea y el suelo, sobre todo si son leguminosos, además de servir como sombra para los animales (Milerá e Iglesias, 1996). El objetivo principal es la producción ganadera y el secundario la producción de madera, leña, frutas, cercos vivos y sombra (Bustamante y Romero, 1991; Clavero, 1996). Los animales consumen principalmente pasto y otras hierbas, pero también ramonean el follaje, las flores y los frutos de los árboles, este sistema es utilizado en zonas tropicales y subtropicales, por la presencia en forma nativa de árboles con potencial forrajero dentro de los potreros, como el mojo o ramón (*Brosimum alicastrum*), la guácima (*Guazuma ulmifolia*), el cacanahual o mata ratón (*Gliricidia sepium*) y el guaje (*Leucaena leucocephala*), entre otras especies (Palma y Flores, 1997).

2.7.1.3. Árboles con pastos en callejones

Este es un tipo de sistema en el cual se siembran hileras de árboles que acompañan forraje de corte o pastoreo, con el objeto de reducir la erosión y el pisoteo (FAO, 2001). Las pasturas con árboles en callejones son una modificación de los cultivos en callejones, en el cual se establecen especies forrajeras dentro de bandas o hileras de árboles o arbustos leñosos (Cerrud, 2005).

En estos sistemas, principalmente cuando son manejados bajo pastoreo, el componente leñoso (preferentemente leguminosas) hace una serie de contribuciones al sistema: a) proporciona forraje de buena calidad nutricional para el ganado; b) mejora la fertilidad del

suelo a través de la fijación y transferencia de nitrógeno, la caída de las hojas y material senescente, muerte de raíces y productos de podas esporádicas, y c) reduce las pérdidas de nutrientes por lixiviación y erosión. Para la selección de especies leñosas debe considerarse lo siguiente: Adaptación a las condiciones de suelo y clima, tolerancia a la poda y/o pastoreo, buen valor nutricional y de preferencia, que sea fijadora de nitrógeno. Algunas leguminosas como el *G. sepium*, *L. leucocephala* y *E. berteriana* pueden considerarse como buenas opciones (Ibrahim y Botero, 2001).

Cuando el sistema es para corte se pueden establecer callejones de 3 m entre hileras simples ó de 6 m cuando se utilizan hileras dobles de leñosas (el distanciamiento entre la doble hilera será de 0.7 a 1.0 m). Dentro de los surcos se establecen tres o cuatro surcos donde se establece la forrajera de corte. Cuando el sistema es para pastoreo el diseño más recomendado es el de hileras alternas de 6 m de largo y 6 m entre las mismas, pero en forma alterna, después de que termina el seto se dejan 4 metros sin leñosas, para que los animales puedan pasar de un callejón al otro. Este tipo de arreglo espacial posibilita la mayor movilidad de los animales dentro del sistema y por lo tanto un consumo más homogéneo tanto de la leñosa como de la arbustiva (Ibrahim y Botero, 2001). En este y otros sistemas se debe tener en cuenta la dirección del sol para realizar la siembra: los árboles deben ser orientados en sentido este-oeste, de manera que el sol caiga sobre la línea de arboles y de esta manera, se reduzca el efecto de la sombra sobre las pasturas (Navas, 2007).

2.7.1.4. Pastoreo en plantaciones maderables y/o frutales

En el trópico mexicano es frecuente el pastoreo en plantaciones ya sean de fin maderable o huertos frutales (mangos, palmas, cítricos, etc.). Este sistema consiste, en la introducción de los animales para pastoreo dentro de las zonas donde ya se encuentran las plantaciones o cultivos establecidos de especies forestales y/o frutales, la finalidad de estas puede ser la producción de madera, leña, frutas, sombra y carbón, en donde son incluidos los animales para pastorear, los cuales consumen los zacates y otras hierbas que crecen en el estrato herbáceo. El principal objetivo de este sistema es producir los productos antes mencionados según la finalidad estructural de cada sistema, además de reducir los riesgos de incendio.

Como objetivo secundario, se obtienen ingresos económicos a corto plazo con la producción ganadera durante el período transcurrido para que los árboles alcancen una condición rentable (Palma, 2006). En los años próximos se espera que estos sistemas tomen más relevancia, ya que la reforestación se está incrementando en muchas de las áreas cubiertas por praderas degradadas (Llanderal, 2007).

2.7.1.5. Barreras vivas

Una forma de cultivo en callejones son las barreras vivas con plantas leñosas perennes. El objetivo de las barreras vivas es proteger al suelo la erosión y a su vez reducen la velocidad del descenso del agua. Estos sistemas se consideran silvopastoriles cuando el follaje de las leñosas es utilizado para la alimentación animal en sistemas de “corte y acarreo” o cuando entre las barreras se tienen pastos en lugar de cultivos de grano. Debido a que este es un sistema propio de terrenos con pendiente pronunciada es preferible que las forrajeras sean de corte y si el objetivo es utilizarlas bajo pastoreo, al menos en los primeros años de establecidas, las especies deben ser utilizadas bajo corte y acarreo, (Alas, 2007.; Llanderal, 2007).

2.7.1.6. Cercas vivas

Este tipo de sistema es conocido por los productores, aunque no se difunden aquellas especies que pudieran tener uso como forraje, con lo cual se produciría una mayor cantidad de biomasa por hectárea, optimizando la disponibilidad de alimento, en donde tiende a ser crítico en la época seca (Palma, 2006). La utilización de cercas vivas es una de las prácticas más utilizadas en las áreas tropicales, consiste en el establecimiento de árboles o arbustos para la delimitación de potreros o propiedades. Su utilización puede ser hasta en un 50% más económica que el de los cercos muertos convencionales.

Palma *et al.*, (1996) encontraron que el grosor y lo largo de la estaca, así como la profundidad y mes de siembra influyen en el porcentaje de prendimiento y por ende de sobrevivencia del cerco vivo de cacahuanal (*Gliricidia sepium*) se demostró que estacas de 3 a 4 cm de grosor, sembradas a un metro de largo como mínimo, enterradas en promedio de 20 a 30 cm, tuvieron un 75% de sobrevivencia, siendo mayo el mejor mes de siembra.

Por otro lado, las cercas reducen la presión que existe sobre el bosque para la obtención de postes y leña (Llanderal, 2007), además de que representa una forma de introducir árboles a los potreros (Ibrahim *et al.*, 1999).

Mientras se establecen las cercas vivas con árboles, recién trasplantados, se pueden proteger del consumo por parte de los animales en pastoreo con una cerca temporal de alambre de púas o con uno a dos hilos de alambre liso electrificado, paralelas o alrededor de la cerca fija (callejón o encierro). Otra opción para protegerlos consiste en sembrar a su alrededor plantas espinosas como piñuela (*Bromelia pinguin*), pitaya (*Hylocereus spp*), nopal (*Opuntia spp*), cactus (*Sereus horrispinus*), pringamoza (*Urtica urens L*), etc. o untarles a los arbustos grasa vegetal o animal (manteca, cebo) mezclada con estiércol bovino, a lo largo de los tallos (Botero, 1992).

El número de especies encontradas en las cercas vivas es muy variable, en diversos estudios de Latinoamérica citados por Pérez (2006) señaló entre 18 y 85 especies utilizadas. Sin embargo, cuando se analizó el número de especies de árboles plantados deliberadamente por los productores, se encontró un rango de dos a 28 especies solamente (Harvey *et al.* 2003). Lo que indica que los productores tienden a seleccionar y utilizar pocas especies (Pérez, 2006).

2.7.1.7. Cortinas rompevientos

Estos sistemas favorecen el bienestar de los animales por su protección contra el viento y la lluvia, pero también ayudan a contrarrestar el efecto del viento sobre los forrajes. Esto es importante en zonas con sequía estacional pues la presencia de las cortinas puede prolongar la estación de crecimiento de las plantas forrajeras. Además, en pasturas degradadas, las cortinas rompevientos pueden reducir la erosión eólica. Aparte de su acción protectora, las cortinas pueden funcionar como cercas vivas y proporcionar productos alternativos como forraje, leña, madera, frutos, postes, entre otros (Llanderal, 2007). Nair (1993) por su parte mencionó que las cortinas rompevientos modifican el microclima de la zona protegida disminuyendo la velocidad del viento. Consecuentemente, el transporte vertical del calor es reducido y la humedad es aumentada detrás de un rompevientos. Se diferencian de las cercas vivas por el mayor tamaño de los árboles que las conforman.

2.7.2. Sistemas agrosilvopastoriles

Este sistema comprende la asociación de leñosas perennes, cultivos agrícolas y pasturas con animales (Murgueitio *et al.*, 1999). Tiene una importancia relativa en la función de los diferentes componentes, es fundamental para la seguridad alimentaria y en áreas de pequeños productores (Navia *et al.*, 2003). A continuación se describen algunos tipos de sistemas:

2.7.2.1. Barbecho mejorado

Comprende sistemas de subsistencia orientados a satisfacer las necesidades básicas de alimentos, combustible y habitación; solo ocasionalmente llegan a constituir una fuente de ingresos por medio de la venta de excedentes de algunos productos. Este sistema surge por la pérdida de fertilidad a consecuencia de la tumba, roza y quema del bosque seguida de 2-3 años de cultivo. Consiste en acelerar el periodo de barbecho (descanso de la tierra) con la inclusión de árboles y/o arbustos que tienen capacidad de mejorar la fertilidad del suelo. Estos árboles son generalmente: especies leguminosas que fijan nitrógeno del aire, especies de rápido crecimiento y especies que rebrotan de raíz, cuyos tocones se dejan en el campo durante el período de cultivo (Montagnini, 1992).

2.7.2.2. Huertos caseros mixtos

Consisten en prácticas agroforestales muy antiguas. Tradicionalmente se localiza alrededor de las viviendas y consiste en el establecimiento de una diversidad de especies de todo tipo incorporando algunas veces animales domésticos. Por lo general las especies son establecidas para cubrir las necesidades básicas de familias o comunidades pequeñas; ocasionalmente se venden algunos excedentes de producción. Los huertos caseros mixtos o huertos familiares se caracterizan por su complejidad, presentando múltiples estratos, incluyendo muchas formas de vida desde enredaderas, árboles, cultivos rastreros y algunas veces, animales. Los huertos caseros tienden a mantener la producción durante todo el año y juegan el papel primordial de suplir los alimentos básicos a nivel familiar. Los agricultores más pobres tienden a sembrar una mayor proporción de tubérculos, verduras y

frutas, mientras que los de mejor posición económica se inclinan por las plantas ornamentales y productos para la venta (CATIE, 1993).

En general, se producen más cultivos de subsistencia en áreas remotas, y una mayor proporción de productos de mercado en áreas cercanas a las ciudades. Así mismo, cuando la mano de obra es escasa, se siembran más cultivos perennes, mientras que cuando esta es más abundante predominan los cultivos anuales, que requieren más cuidados.

La estructura del huerto mixto se basa principalmente en:

Piso bajo, se compone de cultivos herbáceos. Piso medio, se compone de árboles entre 3 y 12 m. como cítricos, guayabos, cacao etc. Piso alto, con árboles grandes de 6 a 25 m. mangos, aguacates, árboles de sombra y maderables y Piso emergente, con árboles muy grandes de 15 a 30 m. que sobresalen de los demás (Navia *et al.*, 2003)

2.7.2.3. Árboles en asociación con cultivos anuales – cultivo en callejones

Consiste en la asociación de árboles o arbustos (generalmente fijadores de nitrógeno) intercalados en franjas con cultivos anuales. Los árboles o arbustos se podan periódicamente para evitar que se produzca sombra sobre los cultivos, y para utilizar los residuos de la poda como abono verde para mejorar la fertilidad del suelo, y como forraje de alta calidad. Un beneficio adicional es el control de malezas.

El sistema de cultivos en callejones fue inspirado en las prácticas tendientes a la recuperación de barbechos, tales como el uso de coberturas verdes, los principales beneficios son:

1. Las prácticas de cultivo y barbecho se realizan simultáneamente.
2. Se logra un mayor período de cultivo y un uso más intensivo de la tierra.
3. Se logra una regeneración efectiva de la fertilidad del suelo con especies más eficientes para este propósito.
4. Los requerimientos de insumos externos son menores.
5. El sistema se puede utilizar en escala variable.

La práctica de combinar árboles con cultivos anuales, con la finalidad de mejorar el estado de fertilidad del suelo y obtener a la vez otros beneficios como: leña, palos para construcción y forraje, entre otros usos, es muy antigua en algunas partes del mundo. Los árboles son podados frecuentemente y las podas son depositadas en el área de los cultivos con la finalidad de proveer nutrientes. La poda de los árboles reduce la competencia por luz, favoreciendo a los cultivos. Si los árboles son leguminosos, el nitrógeno se constituye en el principal elemento aportado por las podas para los cultivos (Navia, 2001).

2.8. Experiencia de sistemas agro y silvopastoriles con ganado bovino en zonas de trópico seco de Latinoamérica y México

En el área de Latinoamérica desde hace aproximadamente 30 años se impulsa la implementación agroforestal, a través de diferentes instituciones de investigación y de educación, en diversos foros, talleres, simposios y congresos dedicados a discutir la importancia y experiencias de estos sistemas para mejorar la producción animal en la región (Ibrahim *et al.*, 1999). Sin embargo, a pesar de que existen numerosas experiencias en la utilización de árboles y arbustos con potencial forrajero para la ganadería del trópico en diversas regiones de Latinoamérica (Bolívar *et al.*, 1999; Alonzo *et al.*, 2001; Mahecha *et al.*, 2001; Russo y Botero, 2005; Ibrahim *et al.*, 2006), estas se presentan en climas tropicales húmedos principalmente donde los recursos naturales apoyan el establecimiento de dichos sistemas, contrario a los climas de trópico seco o subhúmedo que limitan la implementación y el desarrollo de los mismos. A pesar de esto existen experiencias para el trópico seco en Latinoamérica y México algunas de las cuales se presentan a continuación:

2.8.1. Experiencias en Latinoamérica Tropical

En América Central, se han utilizado desde hace siglos especies forrajeras en la alimentación del ganado, especies como *Brosimum alicastrum* (ramón), *Gliricidia sepium* (madero negro), *Erythrina spp.* (póro) y *Guazuma ulmifolia* (guácimo), son generalmente utilizadas durante la época seca como suplemento para los animales en los sistemas de producción silvopastoriles extensivos y semi-intensivos (doble propósito) (Ibrahim *et al.*, 1999).

2.8.1.1. Bancos forrajeros de proteína y/o energía

En zonas con un período seco bien definido, los resultados del uso de leñosas en bancos forrajeros para suplementación animal han sido satisfactorios en productividad. El proyecto "TROIPECHE" trabajó junto con diferentes instituciones en América Central para promover el uso de *Cratylia argentea* en zonas secas. Se espera que los bancos forrajeros sean más atractivos para los ganaderos de países como Nicaragua, Honduras y El Salvador, donde el costo de mano de obra es bajo. Los resultados muestran que el uso de *Cratylia argentea* como un suplemento para vacas de doble propósito, puede suplir un 80% de los requerimientos de proteína del animal que normalmente es suplido con gallinaza y tiene un potencial para producir entre 7 y 9 litros/vaca/día. Además, la siembra de *Cratylia* en zonas frágiles puede tener beneficios indirectos como el mejoramiento de suelo y control de erosión (Ibrahim *et al.*, 1999).

2.8.1.2. Árboles con pasturas

En un estudio dentro de un sistema con leucaena:guinea conducido durante cinco años, se observó que al 4to año de explotación con animales se incrementó el 21% de la producción de biomasa en la época de lluvia respecto al año anterior y en 37% en la época seca. Al 5to año estos incrementos fueron de 11% y 22% en épocas iguales, respectivamente. Un análisis más prolongado al comparar el 3er año vs el 5to año, este mostro incrementos de 33% en lluvias y 67 % en seca (Alonzo *et al.*, 2001).

En otro estudio, bajo sistemas de pastoreo con árboles y sin estos mostraron que con un manejo adecuado se logra baja proporción de malezas y altos valores de pasto base mejorado sin fertilizar, comparado con la gramínea no fertilizada y sin asociar. Esto muestra que no ocurre deterioro del pastizal y que se logra un equilibrio aceptable de sus componentes (Cuadro 1). La presencia del árbol asociado a la gramínea mejorada tiende a producir una mayor estabilidad de la producción de biomasa durante todo el año, en comparación con áreas sin árboles y sin fertilización (Ruiz *et al.*, 1999).

Cuadro 1. Comportamiento del rendimiento (toneladas MS/ha/año) de leucaena-pasto estrella y pasto estrella sin asociar según los años de estudio

Indicadores	3ro	4to	5to
Leucaena	5,9	6,4	7,0
Pasto asociado	9,8	11,1	12,0
Pasto más leucaena	15,7	17,5	19,0
Pasto sin asociar	8,1	7,3	6,7

Elaboración propia basado en Ruiz *et al.*, 1999.

2.8.1.3. Cercas vivas

En Colombia y otros países latinoamericanos, especies como *Gliricidia sepium* (matarraton), *Erythrina berteroana* (poró enano) y *Leucaena leucocephala* (leucaena) por mencionar algunas, indican que se pueden alcanzar rendimientos anuales superiores a 2.5 toneladas de materia seca por kilómetro de cerca viva, con 24% de proteína y cerca de 60% de digestibilidad (Simón, 1996).

2.8.2. Experiencias en México

2.8.2.1. Experiencias en el Estado de Colima

El estado de Colima, cuenta con una gran diversidad de especies arbóreas de utilidad para la implementación de sistemas agroforestales, parte de su superficie se encuentra cubierta por dos tipos de vegetación principalmente, selvas medianas y bajas caducifolias que dan como característica una ganadería establecida en trópico seco. A continuación se destacan los principales sistemas agroforestales implementados en la ganadería bovina de dicho estado:

2.8.2.1.1. Pastoreo en plantaciones de coco

En este aspecto, resaltan los resultados de Martínez (1996), en el municipio de Tecomán, en la engorda de bovinos, quien obtuvo ganancias diarias de peso (GDP) de 649 ± 52 g, y una producción anual por hectárea de 582 ± 71 kg con una carga de 2.0 ± 0.3 unidades animal/ha, sin fertilización ni complemento alimenticio para el ganado. Se generó un $94 \pm 44\%$ en la relación costo-utilidad en este sistema, en el cual, además del ganado, se

recibieron ingresos por la venta del limón y del coco. En la misma localidad pero con otro productor, se incorporo una suplementación de lento consumo (granulado) al ganado y fertilización nitrogenada anual de 300 kg/ha en el sistema cocotero-pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) y la ganancia diaria de peso fue 0.915 ± 0.226 kg, con consumo del suplemento a razón de 1.0 a 1.5 kg diarios, esta estrategia tuvo un impacto productivo favorable en este sistema (Palma y Fernández, 1999).

2.8.2.1.2. Bancos de proteína

Diversos estudios se tienen de la implementación de esta tecnología en el Estado de Colima, en un programa multi-institucional, encabezado por instituciones locales e internacionales, señalaron que la inclusión del banco de proteína con base en *Leucaena*, fueron en su mayoría favorables. En algunos casos se obtuvo un incremento de la producción de leche, de 1.3 a 2.0 litros por animal, con un efecto positivo con respecto al peso vivo de los animales, comparados con aquellos que recibieron alimentación tradicional. Por otro lado se observó que la producción de leche no varió al alternarse el uso de forraje de *L. leucocephala* con el manejo tradicional, además de mantener el peso de los animales durante la época seca. Además cuando se incluyeron 3 kg MS/vaca/día de la leguminosa en la dieta se incremento la producción de leche de 7.5 a 10 kg/vaca/día. Así mismo esta estrategia productiva, permitió un mayor beneficio económico de 26% de ganancia bruta se elevo hasta 90% sobre la inversión de alimentación (Macedo y Palma, 1998).

2.8.2.1.3. Cercas vivas

En cuanto a la utilización de cercas vivas, es común encontrarlas en los potreros en el estado de Colima; entre las especies observadas se indican las siguientes: el papelillo o cuajote (*Bursera simaruba*), el vainillo (*Sena atomaria*), el ciruelo (*Spondia mombi*), la guácima (*Guazuma umlifolia*), el guamúchil (*Pithecellobium dulce*), cuastecomate (*Crecentia alata*), asmol (*Zizypus mexicana*), brasil (*Haematoxylon brasileto*), cacanahual (*Gliricidia sepium*), colorín (*Erythrina americana*), entre otras. Para la ganadería en Colima este tipo de técnica es más un desarrollo empírico que científico; además, es aleatoria más que sistemática. Así mismo una de las especies con potencial para utilizarse como cerco

vivo en Colima es el cacanahual (*Gliricidia sepium*), árbol con múltiples funciones en los ranchos; especie que, por su riqueza genética y dispersión natural representa una opción para la ganadería de la región (Palma, 2006).

2.8.2.1.4. Árboles con forrajes en callejones

Vizcaíno *et al.*, (2001) encontraron que la asociación múltiple de cacanahual (*Gliricidia sepium*) + pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) + glicine (*Neonotonia wightii*) en este tipo de sistema aumento la cantidad de materia seca (17.5 t/ha/año) que cuando esta se presento en forma individual, otras combinaciones que presentaron resultados prometedores en cuanto a la disponibilidad de materia seca son: *G. sepium* + *C. nlemfuensis* + *Sorghum bicolor* (12.5 t/ha/año) y *G. sepium* + *Cynodon nlemfuensis* (11 t/ha/año).

Así mismo, Valle *et al.*, (2004), mostró que la combinación con pasto buffel (*Cenchrus ciliaris*), en la siembra directa con *Gliricidia sepium* que se manejó en diferentes densidades, la combinación mejoró la producción de biomasa al incorporar la arbórea leguminosa en el sistema (Cuadro 2).

Cuadro 2. Desarrollo y producción de biomasa de *Cenchrus ciliaris* - *Gliricidia sepium* sembrados en asociación

Producción de biomasa	Tratamientos			EEM
	I	II	III	
Pasto (t/ha)	2.30 ^b	3.50 ^{ab}	5.20 ^a	0.84
Leguminosa (t/ha)	—	0.05 ^a	0.18 ^b	0.07
Asociación (t/ha)	2.30 ^b	3.55 ^{ab}	5.38 ^a	0.89

Letras diferentes en filas indican diferencias significativas (P<0.05). Prueba de Tukey.

EEM = Error estándar de la media.

I = *Cenchrus ciliaris*

II = *Cenchrus ciliaris* + *Gliricidia sepium* 5,000 plantas ha⁻¹.

III = *Cenchrus ciliaris* + *Gliricidia sepium* 14,285 plantas/ha⁻¹ (Valle *et al.*, 2004).

2.8.2.1.5. Árboles en potreros

En el Estado de Colima existen en los agostaderos una serie de especies de potencial forrajero, manejados en forma tradicional y con un valor empírico alto, aunque pobremente evaluados. Este fenómeno facilita el desarrollo de los sistemas silvopastoriles, agrosilvícolas o agrosilvopastoriles; entre las especies encontradas se pueden señalar los siguientes: capomo, ramón o mojo (*Brosimum alicastrum*), cuastecomate (*Crecentia alata*), guácima (*Guazuma ulmifolia*), parota (*Enterolobium cyclocarpum*), asmol (*Zizypus mexicana*), guamúchil (*Pithecellobium dulce*), mezquite (*Prosopis juliflora*), higuera (*Ficus padifolia*), Brasil (*Haematoxylon brasileto*), panícula (*Cochlospermum vitifolium*), palo dulce (*Eysenhardtia polistachia*), huizache (*Acacia farnesiana*), espino blanco (*Acacia acatlensis*); además de haber registrado otras 25 especies arbóreas en el estado de Colima de uso ganadero en alimentación animal (Palma y Flores, 1997). En el cuadro 3 se indican los valores químico-nutricionales de algunas especies arbóreas de interés para los sistemas silvopastoriles, los cuales, son poco estudiados y representan un recurso importante, dada la gran disponibilidad y diversidad de los recursos genéticos en la región (Palma *et al.*, 1992; Palma *et al.*, 1995; Morales *et al.*, 1998).

Cuadro 3. Vegetación arbórea de importancia en los sistemas silvopastoriles

Nombre común y científico	MS (g/100g)	PC (g/100g) base seca	EM (Mcal/kg) base seca
*Cabello de ángel (<i>Calliandra calothyrsus</i>)	38.22	31.02	2.24
*Cacahual (<i>Gliricidia sepium</i>)	30.16	23.53	2.28
Cuastecomate (<i>Crecentia alata</i>)	33.00	7.88	2.64
*Guaje (<i>Leucaena leucocephala</i>)	35.89	32.23	2.32
**Guácima -hojas- (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	32.96	15.91	2.27
**Guácima -fruto- (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	94.80	9.10	2.30
**Guamúchil -hoja- (<i>Pithecellobium dulce</i>)	45.32	16.45	2.01
**Guamúchil -fruto- (<i>Pithecellobium dulce</i>)	25.70	9.93	1.57
Huizache -vainas- (<i>Acacia farnesiana</i>)	64.40	22.97	2.72
Mojo -hojas- (<i>Brosimum alicastrum</i>)	84.90	14.46	2.62
Mojo -semillas- (<i>Brosimum alicastrum</i>)	98.00	13.04	2.98
Parota -vaina- (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>)	93.45	15.44	2.89

(Palma *et al.*, 1992; Palma *et al.*, 1995; **Morales *et al.*, 1998).

2.8.2.2. Experiencias en el estado de Michoacán

En este aspecto, es de señalar diversos programas que se están implementando para la adopción de este tipo de sistemas en el estado. Fundación Produce Michoacán está incorporando sistemas silvopastoriles en diversos ranchos ganaderos de la región del Valle de Apatzingán, Michoacán, dentro del proyecto del Modelo de Consenso Silvopastoril Intensivo, prueba de esto es que en el estado existen alrededor de 248 ranchos ganaderos dispersos en 15 municipios, guiados por una Red Estatal de Núcleos Silvopastoril Intensivo en el Trópico Michoacano, que tiene como propósito el transferir las tecnologías de los sistemas silvopastoriles en el trópico. Este tipo de sistemas se encuentran principalmente estructurados con *Leucaena leucocephala* asociada a diferentes tipos de pastos, ambos sembrados en callejones, algunos de estos en combinación con árboles frutales (Mango, toronja, limón, por mencionar algunos) (Solorio, 2009).

Así mismo, algunos Grupos Ganaderos de Validación y Transferencia de Tecnología (GAVATT) en el estado han demostrado un nuevo enfoque, al utilizar buenas prácticas ganaderas y silvopastoriles para la reconversión del campo michoacano hacia una ganadería mas sustentable (Murgueitio, 2009).

Por otro lado, González *et al.*, (2006b) se dieron a la tarea de evaluar las especies arbóreas existentes en sistemas silvopastoriles tradicionales en la región de Tierra Caliente Michoacán, en donde encontraron la existencia de 80 árboles de especies arbóreas con potencial forrajero y usos alternos para los productores. El 52.23% de 67 especies evaluadas presentaron niveles bajos de taninos (menores al 2%), además del potencial de estas especies en la alimentación animal, estas tienen otros usos importantes, tales como: leña (28.3%), postes para cerca (25.2%), medicinal para humanos (15.2%), elaboración de herramientas (14.6%), consumo humano (13.5%) y medicinal para animales (3.3%). Los árboles con mayor variedad de usos son: el *Cordia alliodora* con un 64.3% (347/540 menciones), seguido del *Crescentia alata* 54.4% (294/540), *Haematoxylon brasiletto* 52.8% (285/540), *Ziziphus amole* 46.1% (249/540), *Pithecellobium acatlense* 45.6% (246/540) *Guazuma ulmifolia* 45.2 % (244/540), *Pithecellobium dulce* 42% (227/540), *Caesalpinia coriaria* 40.6% (219/540), *Acacia macilenta* 38.5% (208/540), *Leucaena*

leucocephala 36.95% (199/540), *Mastichodendron capiri* 33.7% (182/540) y *Lysiloma divaricata* 33.5% (181/540).

En otro estudio realizado por Ávila (2007), resalta la importancia de 79 especies leñosas promedio identificadas para el estrato arbóreo y arbustivo, de la selva baja caducifolia en el trópico subhúmedo del estado dentro de sistemas silvopastoriles tradicionales. Los bovinos utilizaron 59 plantas, de las cuales 49 usaron en el ramoneo y 47 como hojarasca, con solo 2 especies para usar sus frutos, además se identificó que el uso de la fitomasa fue mayor durante la temporada de estiaje en forma de hojarasca. Esto muestra la importancia de estos árboles durante la temporada de estiaje para el mantenimiento de los animales. Las especies más consumidas por el ganado tanto en ramoneo, como en hojarasca fueron en orden descendente *Randia*, *Brogniartia intermedia*, *Malpighia mexicana*, *Triunfetta sp.*, *Caesalpinia sclerocarpa*, *Cordia elaeagnoides*, *Neea sp.*, *Caesalpinia caladenia*, *Apoplanesia paniculata* y *Croton repens*, sin embargo una limitante del estudio es la falta de volúmenes de consumo y producción de biomasa.

Por último, Ávila *et al.*, (2007) evaluaron 40 especies consumidas por el ganado bovino en sistemas silvopastoriles tradicionales, durante la época de sequía en la Selva baja caducifolia del municipio de La Huacana, Michoacán. Las pruebas de taxonomía y composición química demostraron que 33 de las especies (82.5%) presentaron valores superiores al 8% de proteína, además 37 especies (92.5%) presentaron valores inferiores al 50% en cuanto a la concentración de fibra detergente neutro (FDN) y 97.5% de dichas especies presentaron niveles bajos de fibra detergente ácido entre 13.67% (*Mimosa egregia*) y 48.67% (*Bursera heteresthes*). Estas evaluaciones demuestran el gran potencial que tienen las especies forrajeras presentes en la región del trópico seco michoacano en la alimentación del ganado, no solo durante la temporada de lluvias si no en la época de sequía donde los recursos se agotan.

2.9. Ventajas de los sistemas agroforestales utilizados en la ganadería tropical

2.9.1. Conservación del recurso agua

Los sistemas agroforestales tienen gran potencial para asegurar el aprovisionamiento de agua (cantidad y calidad) lamentablemente es una de las funciones menos estudiadas dentro de estos sistemas (Beer *et al.*, 2003). Así mismo, el manejo de las cuencas hidrográficas juega un papel fundamental en la conservación del recurso agua. La presencia de árboles afecta la dinámica del agua de varias formas: actuando como barreras, las cuales controlan la escorrentía; como cobertura, la cual reduce el impacto de gota, y como mejoradores del suelo, incorporando materia orgánica, incrementando la infiltración y la retención de agua (Young, 1997; Beer *et al.*, 2003; Llanderal, 2007). Por ejemplo, Bharati *et al.*, (2002) informaron que la filtración en las zonas cultivadas con maíz y soya, o bajo pasturas, era cinco veces menos que bajo franjas ribereñas cultivadas con una variedad de especies de árboles y plantas sugiriendo que estas tenían mucho más alto potencial para evitar que el escurrimiento de la superficie (con sustancias contaminantes) alcanzara los cursos de agua. Además los árboles pueden reciclar los nutrientes de un modo conservador evitando su pérdida por medio de la filtración del nutriente (Imbach *et al.*, 1989). Por ello, los sistemas silvopastoriles pueden reducir la contaminación del agua del suelo por los nitratos y otras sustancias perjudiciales al medio y a la salud humana. Como resultado del menor escurrimiento y filtración las micro cuencas hidrográficas con cubierta forestal o sistemas agroforestales que cubren un alto porcentaje de la superficie del suelo producen agua de calidad (Stadtmüller, 1994).

2.9.2. Conservación de la biodiversidad

La utilización de los sistemas silvopastoriles en el trópico contribuye a la rentabilidad del ganadero y a su vez pueden contribuir como refugio y alimento para algunas especies de aves (Montagnini, 1992). Aunque son limitados los estudios, se puede evidenciar que las cercas vivas, árboles dispersos en potreros y las cortinas rompevientos son utilizados por un fragmento significativo de la flora y la fauna nativa, proporcionando hábitat y sirviendo

como corredores para la fauna. Por ello es necesario mencionar que los SAF son también una alternativa para tratar de unir aquellos parches de bosques presentes en el paisaje que permitan que aquellas especies que no encuentran en estos un hábitat apropiado, se desplacen a los parches de bosques en busca de condiciones para su supervivencia y desarrollo (Correa *et al.*, 2001; Beer *et al.*, 2003; Harvey *et al.*, 2006). La importancia de la diversidad arbórea de una cerca viva está relacionada también con la posibilidad de proveer alimentos, como flores, néctar y frutas para los animales a lo largo de todo el año, mientras las cercas vivas dominadas por unas pocas especies proporcionan estos recursos solamente de forma temporal (Harvey *et al.*, 2006). Así mismo, Harvey *et al.*, (2005) mencionaron que es importante la diversidad estructural que proporciona una cerca compuesta por diferentes especies arbustivas, leñosas y herbáceas, de modo de proveer una mayor variedad de nichos para la fauna.

2.9.3. Regulación del estrés climático

La temperatura bajo los árboles en condiciones tropicales es de 2 a 3 °C por debajo de la de zonas abiertas, y en ocasiones puede ser hasta casi 10 °C menos. Esta reducción en la temperatura favorece la eliminación de calor por evaporación y reduce la carga calórica de los animales, con lo que se incrementa la productividad animal (Sánchez, 2000; Harvey *et al.*, 2006). La sombra también tiene implicaciones directas sobre el comportamiento, la reproducción y la sobrevivencia de los animales, como las siguientes:

- Mayor tiempo dedicado a pastorear y rumiar y mayor consumo de alimentos.
- Disminución en los requerimientos de agua.
- Incremento en la eficiencia de conversión alimenticia.
- Mejora en ganancia de peso y producción de leche.
- Pubertad más temprana de los animales, mayor fertilidad y regularidad en los ciclos estrales.
- Alargamiento de la vida reproductiva útil.
- Reducción de la tasa de mortalidad de animales jóvenes (Mahecha, 2002; Harvey *et al.*, 2006; Llanderal, 2007).

Por su parte Ruiz *et al.*, (2006) mencionaron que el tiempo de pastoreo aumenta, a medida que la estancia del animal bajo la sombra del árbol se prolonga, a lo cual sigue la rumia y el echado, cuando el agua esta presente en esta condición, disminuye la ingestión de la misma, lo que representa un indicador de confort ambiental para los animales.

2.9.4. Mayor cantidad y variedad de alimento

Muchos árboles y arbustos son ampliamente utilizados como forraje para los animales. La contribución de las plantas leñosas perennes a la dieta de los animales es muy alta en los ecosistemas semiáridos y en los subhúmedos, sobre todo durante el periodo seco. La biomasa comestible de las plantas perennes, en especial de las leguminosas, es rica en proteína cruda, vitaminas y la mayoría de los minerales. (Llanderal, 2007). Un estudio en el trópico mexicano reporto el uso de 14 leñosas forrajeras, entre las que destacan por su contenido en proteína cruda *Gliricidia sepium* (23.8 %) *Enterolobium cyclocarpum* (16.43%), *Leucaena leucocephala* (18.6%), *Pithecellobium dulce* (19.6%), *Acacia farnesiana* (24.0%) (Pinto *et al.*, 2003). La suplementación con follajes de leñosas en la época seca puede evitar la pérdida de peso o incluso lograr ganancias de peso. También se pueden obtener niveles aceptables de producción de leche sin que los animales hagan uso de sus reservas corporales (Harvey *et al.*, 2006; Llanderal, 2007). Forrajes de alta calidad dentro de los sistemas silvopastoriles pueden reemplazar completamente los concentrados a base de cereales y tortas de oleaginosas sin reducción de la calidad y la cantidad de leche, así como el mantenimiento y aumento del peso corporal, y por tanto logrando la sostenibilidad del sistema sin alta dependencia de insumos externos (Llanderal, 2007; Sánchez, 2000).

2.9.5. Aporte de los animales a las plantas leñosas

- Los animales actúan como dispersores de semillas, las que al pasar por el aparato digestivo, de aquellos son escarificadas y su germinación se ve favorecida.
- El consumo de la vegetación herbácea elimina un material potencialmente combustible.
- Se reducen los costos de establecimiento y manejo de árboles ya que el control de la vegetación competidora se lleva a cabo mediante el pastoreo y los animales permiten

obtener ingresos mientras los árboles alcanzan su condición explotable (Ibrahim, 2006; Llanderal, 2007).

2.9.6. Efectos positivos de las plantas leñosas sobre las pasturas

- Regulación de estrés térmico e incremento de la humedad relativa, aunque de poca relevancia una reducción de 2 a 3 °C no es significativa para el crecimiento de gramíneas y leguminosas herbáceas.
- Amortiguamiento del estrés hídrico y la protección contra el viento. Las pasturas bajo árboles tienen menores pérdidas de agua por transpiración y el suelo presenta una menor evaporación. El retraso en la incidencia del estrés hídrico adelanta el inicio del período de crecimiento (Llanderal, 2007).

2.9.7. Beneficios de las plantas sobre el suelo

Los árboles y los arbustos pueden contribuir a mejorar la productividad del suelo y con ello favorecer el desarrollo del estrato herbáceo. Este mejoramiento en la productividad del suelo puede compensar el efecto detrimental de la sombra que producen. Algunos de los mecanismos que inciden en el mejoramiento de la productividad del suelo son:

a) Fijación de nitrógeno

Las leguminosas presentes en los SSP se asocian con bacterias del género *Rhizobium* para captar nitrógeno atmosférico haciéndolo disponible para las gramíneas en el suelo.

Dentro de las especies más conocidas por su capacidad de asociarse con microorganismos fijadores de nitrógeno atmosférico, sobresalen el cocoíte (*Gliricidia sepium*), el guaje (*Leucaena leucocephala*), la casuarina (*Casuarina spp*) y el aile (*Alnus spp.*). Se ha determinado que la cantidad de nitrógeno fijado por leguminosas arbóreas puede ser hasta de 300 kg de N/ha/año, mientras que en leguminosas herbáceas es de 100 a 150 kg de N/ha/año (Llanderal, 2007).

b) Materia orgánica y reciclaje de nutrientes

El material vegetal que es podado y dejado en el campo y las excretas de los animales constituyen la principal vía para el reciclaje de nutrientes en los sistemas silvopastoriles.

En sistemas de baja productividad y en aquellos sometidos a defoliación directa por los animales, la extracción de nutrimentos es baja, por lo que el reciclaje es un mecanismo eficaz para mantener la productividad del sistema. En cambio, en sistemas intensivos como los de “corte y acarreo”, sólo se podrá mantener la productividad con adiciones de abonos (Llenderal, 2007).

c) *Eficiencia en el uso de nutrimentos*

La sombra moderada estimula la absorción de nitrógeno en las gramíneas y la inhibe en las leguminosas, por lo que el crecimiento de las gramíneas es menos afectado en condiciones de baja radiación solar. Las plantas cultivadas bajo sombra tienen un mayor contenido de proteína cruda. La temperatura del suelo puede ser 10° C menor bajo sombra que en condiciones abiertas. Esto provoca una disminución en la tasa de mineralización de la materia orgánica pero no en la cantidad total de materia orgánica mineralizada. Debido a que la tasa de liberación de los elementos más móviles, como el nitrógeno y el potasio, es más lenta, hay una mayor eficiencia en el uso de tales nutrimentos, ya que su liberación es más compatible con la capacidad de absorción de la planta (Llenderal, 2007).

d) *Control de la erosión*

En sistemas ganaderos los problemas de erosión, escorrentía y lavado de nutrimentos, regularmente están asociados a praderas degradadas, es decir, con pobre cobertura y poca productividad (Llenderal, 2007). Las pasturas de crecimiento rastrojero bien manejadas hacen una buena cobertura del suelo, previniendo pérdidas de suelo por erosión. Las especies leñosas también pueden contribuir a reducir la erosión, los barbechos de árboles plantados son una solución potencial para la fertilidad declinante del suelo debido a los periodos acortados de barbecho en las zonas donde aún se practica la corta y quema (Ganry *et al.*, 2001; Llenderal, 2007).

Las cortinas rompevientos, por ejemplo, son eficaces para contrarrestar la erosión por viento. En general, las plantas leñosas ayudan a prevenir la erosión hídrica porque su copa, si no es muy alta, atenúa el impacto de las gotas de lluvia que caen sobre el suelo, y porque el mantillo de hojas y ramas en el suelo previenen el impacto directo de las gotas. Además,

con la incorporación de la materia orgánica, el suelo mejora su estabilidad y su capacidad para retener agua (Ganry *et al.*, 2001).

2.10. Desventajas generales de los sistemas agroforestales

Las interacciones entre las plantas leñosas, pasturas, animales y el suelo también pueden presentar desventajas. A continuación se mencionan las más importantes:

2.10.1. Competencia por los nutrientes

Los árboles extraen muchos nutrientes del suelo, un árbol con raíces superficiales compite mucho más con los cultivos asociados, que un árbol con raíces profundas. Para que el balance sea adecuado para los cultivos asociados hay que seleccionar especies y distancias de siembra de las plantaciones adecuadas y practicar podas para incorporar los nutrientes de los árboles al suelo (Navia *et al.*, 2003). Así mismo, al inicio del establecimiento de los sistemas silvopastoriles, la necesidad de agua aumenta, presentándose una competencia marcada, más aún cuando la cantidad de agua es limitada (Acosta *et al.*, 2008). Una vez establecidos dichos sistemas, esta demanda se ve reducida por la potencialidad del sistema para conservar este recurso (Navia, *et al.*, 2003; Llanderal, 2007). Por último, la competencia por la luz en este tipo de sistemas también está presente, el crecimiento de las pasturas bajo la copa de los árboles es menor, las gramíneas tropicales son más afectadas que las de climas templados o las leguminosas, además, las especies forrajeras que crecen bajo la sombra presentan una actividad fotosintética menor que las que crecen a pleno sol (Musálem, 2002; Llanderal, 2007).

2.10.2. Efectos alelopáticos

La alelopatía resulta de la liberación de compuestos químicos de una especie, que afectan la germinación, el crecimiento o la sobrevivencia de otras especies (Navia *et al.*, 2003; Llanderal, 2007). Varias especies forrajeras y arbóreas presentan este tipo de actividad, lo que debe ser tomado en cuenta al momento de diseñar sistemas silvopastoriles (Llanderal, 2007). Géneros de especies como *Salvia* spp, *Amarantus*, *Eucalyptus*, *Artemisia* y *pinus* pueden presentar este tipo de alelopatías (Basu *et al*, 1987). Sin embargo, la selección de

una planta promisorio a ser utilizada bajo un sistema agroforestal debe ser evaluada con anterioridad, proporcionando si esta puede ser incorporada al sistema o no, evitando con ello cualquier tipo de alelopatía hacia los demás componentes del mismo (Musálem, 2002).

2.10.3. Presencia de metabolitos secundarios

La disponibilidad energética del follaje de muchos árboles, arbustos y especies rastreras, es similar o superior a la observada en gramíneas tropicales (Llanderal, 2007), pero debido a la presencia de algunos metabolitos secundarios son menos digestibles para los bovinos, además de que presentan un sabor amargo y una menor palatabilidad (Baldizán *et al.*, 2006). La estructura química y la concentración de estos metabolitos, pueden constituir factores antinutritivos en los herbívoros que las consumen (Aerts *et al.*, 1999). Algunos de los metabolitos secundarios de importancia en árboles y arbustos forrajeros por sus efectos antinutricionales son: fenoles, taninos condensados, saponinas, cianógenos y alcaloides (Baldizán *et al.*, 2006).

2.10.4. Posible aparición de plagas

La posible aparición de plagas asociadas al establecimiento de los árboles en el campo es una desventaja que presentan los SSP (Funes, 2002; Musálem, 2002). Russo y Botero (2005), mencionan que plantar árboles de varias especies nativas reduce el riesgo de ataque de plagas y enfermedades.

2.11. Limitantes para la adopción y establecimiento de sistemas agroforestales para la ganadería del trópico

Así como, existen diferentes tipos de sistemas agroforestales para la ganadería tropical y adaptaciones de estos para cada zona según sea el caso, también existen varias limitantes para su adopción y establecimiento en cada una de ellas, esta no es una lista exhaustiva de todas, pero si pretende mencionar algunas de las principales barreras que contribuyen al poco desarrollo de dichos sistemas. El orden de importancia de cada limitante mencionada también puede variar para cada situación:

2.11.1. Investigación, capacitación y asesoría técnica para la identificación de especies vegetales idóneas

Se requiere de investigación, consulta con campesinos (conocimiento tradicional) y un análisis de las experiencias en otros lugares con condiciones similares, para determinar las especies por incluir en los sistemas agroforestales. Debido a que la introducción de las especies arbóreas y arbustivas pueden ser considerables, así como el tiempo requerido para su desarrollo, la adecuada selección de especies toma gran importancia (Sánchez, 2000). Así mismo, la asesoría técnica juega un papel fundamental en la adopción, apropiación y multiplicación de los sistemas agroforestales por parte de todos los actores del proceso, los cuales serán determinantes para el éxito de las iniciativas planteadas (Murgueitio, 2009).

2.11.2. Tecnología para la incorporación de las especies

La factibilidad técnica y económica para el establecimiento de las diferentes especies en la pradera será determinante para la adopción de los sistemas silvopastoriles. Las técnicas tradicionales de producción de plántulas en viveros pueden no ser las más prácticas en estos casos (Sánchez, 2000).

2.11.3. Costos para el establecimiento

Los costos de establecimiento de los árboles en potreros siempre han sido un limitante para la implementación de estos sistemas, a pesar de que existen reportes en los que han encontrado mayor beneficio económico comparado con los sistemas de monocultivo (Harvey y Haber, 1999; Michelle *et al.*, 2001; Mahécha, 2002; Gobbi y Casasola, 2003). Acosta *et al.*, (2008) mencionaron que una de las principales limitantes para establecer sistemas silvopastoriles en el trópico, es el alto costo inicial, así como de operación.

Solorio y Solorio (2008), calcularon en \$MN 10,800 el costo del establecimiento de una hectárea de sistema silvopastoril intensivo (leucaena-pasto), mientras que el rango de costo para el establecimiento de una hectárea de maíz es de \$3,900.00 a \$4,900.00 MN (Tena *et al.*, 2009). Así mismo, Jansen *et al.*, (2000) estimaron el costo del establecimiento un sistema combinado de pastura y leguminosa (*Brachiaria brizantha* y *Arachis pintoii*) el cual fue \$8,651.00 MN y el costo de un sistema silvopastoril (*Brachiaria brizantha* y *Erythrina*

berteroana) el cual fue de \$11,122.00 MN, siendo 29% mayor los costos del sistema silvopastoril.

2.11.4. *Periodo de espera para el establecimiento de árboles*

Una de las principales limitantes para el establecimiento de sistemas silvopastoriles, es el largo periodo de tiempo requerido para poder pastorear los potreros recién establecidos, sin comprometer la sobrevivencia de los árboles (Mahécha, 2002). Para reducir este efecto negativo durante el establecimiento de los árboles, estos se pueden asociar con cultivos agrícolas. También pueden sembrarse simultáneamente y desde el inicio con un cultivo anual ó bianual. Al cosechar el último cultivo se siembran las especies herbáceas (gramíneas puras o asociadas con leguminosas herbáceas) como cobertura del estrato inferior del sistema silvopastoril (Mahécha, 2002). Estas asociaciones permiten obtener dinero en efectivo para el ganadero mientras se establecen los árboles (Botero, 1992).

2.11.5. *Falta de financiamiento para la inversión*

La rentabilidad de la conversión hacia sistemas silvopastoriles debe determinarse si se quiere interesar a los organismos financieros a proporcionar el crédito necesario para las inversiones. La rentabilidad debe incluir los componentes de biodiversidad, protección ambiental y perspectivas de desarrollo rural (Sánchez, 2000; Gobbi y Casasola, 2003; Russo y Botero, 2005; Acosta *et al.*, 2008).

2.11.6. *Aumento de mano de obra una vez establecido el sistema*

La intensificación de la producción que puede resultar de los sistemas silvopastoriles tendrá implicaciones sobre los requerimientos de mano de obra y/o costos operacionales. Una mayor producción, especialmente de la ganadería lechera, aumentará las necesidades de mano de obra (Sánchez, 2000; Acosta *et al.*, 2008).

2.12. Investigación y extensión en sistemas agropecuarios (IESA)

El IESA conocido como Farming Systems Research (FSR) por sus siglas en ingles, es un enfoque y metodología para el desarrollo de tecnologías agropecuarias en los países en vías

de desarrollo. Este nuevo enfoque surgió a partir de los intentos fallidos de transferir la tecnología de EE.UU. a los agricultores del Tercer Mundo. En un principio se creyó que este fracaso era porque la tecnología desarrollada para las zonas templadas no era la adecuada para la agricultura tropical y se crearon organizaciones de investigación nacionales e internacionales encargadas de modificar o desarrollar tecnologías más apropiadas a las condiciones climáticas de estos países tropicales. Sin embargo a principios de la década de 1970 se hacía cada vez más evidente que la tecnología adaptada a climas tropicales tampoco estaba llegando a los agricultores de escasos recursos, a aquellos que no contaban con los mejores recursos físicos y que tenían poco o ningún acceso a infraestructuras como mercados o el riego que eran la mayoría de los agricultores. Es así como comienza este nuevo enfoque. Es así que el IESA comienza con la identificación de las necesidades, los deseos y los recursos del agricultor y no con las ideas de los investigadores de las estaciones experimentales. El enfoque de IESA también pone mayor énfasis en la participación de los agricultores de escasos recursos, en el diagnóstico y en la evaluación de tecnologías potenciales, en sus propias fincas (Hildebrand y Bastidas, 2002).

Las ideas para la investigación en sistemas agropecuarios se han llevado a cabo alrededor de muchos años y en diferentes formas. En la era moderna hay un número de personas e instituciones quienes han jugado un rol muy importante en elevar el perfil de los valores y conceptos del pensamiento de sistemas. En Latinoamérica durante la década de 1970 hubo un número de proyectos que tuvieron componentes y perspectivas en sistemas, el Proyecto Puebla en México y el Proyecto Caqueza en Colombia. El CATIE en Costa Rica y el ICTA también fueron pioneros en esta área. Después, los centros internacionales, CIP en Perú y CIAT en Colombia, han hecho las mayores contribuciones para el desarrollo del pensamiento en sistemas y los programas de investigación en las principales necesidades de los agricultores (Dent y McGregor, 1994).

A pesar de la creación y las buenas intenciones que presenta el IESA en su estructura ha habido problemas para la conceptualización e implementación de esta, dos de los principales son: el enfoque sobre la unidad de producción familiar como la principal unidad de análisis. Aunque este es apropiado en algunas circunstancias, este no es siempre el

camino del caso. Otros grupos pueden ser apropiados y existen también diferencias importantes al interior de las unidades familiares (Hart, 1982 y Conway, 1985). Un segundo problema, es el acercamiento al área de las etapas para la implementación de la investigación en sistemas agropecuarios, el cual sigue siendo dominante en muchas de las investigaciones. Esto involucra a las cuatro o cinco etapas del proceso de diagnóstico, diseño, experimentación, pruebas y por lo tanto la diseminación de las nuevas tecnologías. Las dificultades pueden ser varias. Por ejemplo, el tiempo que transcurre desde la etapa de diagnóstico hasta la diseminación de la tecnología planteada, muchas veces se toma demasiado tiempo en las primeras etapas y en ocasiones los proyectos concluyen antes de que se puedan llevar a cabo los objetivos (Thapa *et al.*, 1988).

La investigación en sistemas siempre está en constante desarrollo e innovación, debido al constante movimiento del trasfondo de la pobreza rural y el acceso a los recursos. En este aspecto se debe dar un mayor enfoque analítico a fin de evitar aplicaciones erróneas (Dent y McGregor, 1994).

El enfoque en FSR es el resultado de una compleja interacción entre un número de componentes interdependientes; destaca que el sistema consiste básicamente en dos elementos: a) técnico, que considera los factores físicos (suelo, agua, temperatura, etc.) y los factores biológicos (cultivos, fisiología animal, enfermedades de plantas, etc.) y b) humano, este elemento es a su vez constituido por factores endógenos, que son aquellos sobre los cuales el productor tiene control (tierra, labor, capital, manejo, etc.) y los factores exógenos, que son aquellos generalmente más allá del control del productor (crédito, sistema de distribución de insumos, extensión, estructura comunitaria, normas, creencias, etc.) (Norman, 1978).

Posteriormente Norman (1983), elaboró el concepto de FSR como un enfoque por su uso, denominándolo *Farming System Approach to Research*. Este enfoque fue llamado “Estrategias de desarrollo” y consiste en 1) Farming System Research (FSR) o sistema de investigación en finca, el cual introduce prácticas y tecnologías mejoradas; y 2) Farming Systems Perspectives (FSP), o perspectivas del sistema de finca, el propósito del cual es ayudar a traer políticas apropiadas y apoyar el sistema de investigación en finca.

Por último los propósitos principales del enfoque IESA, son: 1) servir de vínculo entre la extensión y la investigación, vinculando directamente el trabajo de investigadores, extensionistas y productores (as); 2) hacer más comprensible la investigación, y por tanto más atractiva para quienes toman decisiones; 3) contribuir a la innovación tecnológica regional, aportando variables no experimentales, pero que si son reales a las condiciones de los productores; 4) adecuar mejor las recomendaciones tecnológicas a nivel finca (Hildebrand y Rusell, 1996).

2.13. Metodología de Diagnostico y Diseño (MDD)

La metodología fue desarrollada por el Consejo Internacional para la Investigación en Agroforestería (ICRAF) para el diagnóstico de los problemas de gestión de la tierra y el diseño de los sistemas agroforestales. Esta metodología ha sido usada para la agrosilvicultura, para elaborar planes e identificar prioridades de investigación, así como el diseño de tecnologías agroforestales apropiados a la zona de estudio (Raintree, 1987).

La MDD es una metodología objetiva y sistémica para iniciar, monitorear y evaluar programas agroforestales. Está basada en la filosofía de que el conocimiento de la situación existente es esencial para planear y evaluar significativa y efectivamente programas en investigación agroforestal para el desarrollo (Ávila y Minae, 2008).

La MDD se basa en el análisis de los Sistemas de Uso de la Tierra y ha sido diseñada para los siguientes objetivos:

- Describir y analizar los sistemas de uso de tierra existentes;
- Diagnosticar sus limitantes y los factores que las causan;
- Diseñar apropiadas tecnologías agroforestales para aliviar las limitaciones encontradas;
- Diseñar apropiados trabajos de investigación tales como encuestas y pruebas;

- Identificar necesidades y oportunidades para la colaboración inter-institucional

La MDD puede ser analizada en dos niveles: el Diagnóstico y Diseño Macro que es un análisis en una escala amplia de una ecozona dentro de un país o un grupo de países; y el Diagnóstico y Diseño Micro, que en contraste se enfoca sobre un sistema de uso de la tierra (LUS) dentro de una amplia ecozona que tiene especial prioridad para la intervención de la agroforestería. Este proceso es llamado investigación en sistemas agroforestales. Este es recomendado para cualquier programa de agricultura u otra área de la agroforestería. A continuación se describen seis de los principales pasos en el proceso:

- Diagnóstico y Diseño Macro (nacional y a nivel de ecozona),
- Diagnóstico y Diseño Micro (análisis de uso de la tierra a nivel de sistemas de producción),
- Diseño de tecnología,
- Componente de experimentación,
- Pruebas de tecnología,
- Adopción y diseminación de la tecnología (Ávila y Minae, 2008).

Ahora se describen con más detalle cada uno de los pasos del proceso para la investigación en sistemas agroforestales según sea el caso:

□ **D y D Macro**

- Identificación de las ecozonas de estudio
- Delineación de los Sistemas de Uso de la Tierra
- Descripción de los Sistemas de Uso de la Tierra
- Análisis de limitantes y potenciales de los Sistemas de Uso de la Tierra
- Análisis de tecnologías con potencial en agroforestería
- Definición de necesidades de investigación de agroforestería
- Coordinación Inter-institucional

□ **D y D Micro**

Los pasos del análisis micro son similares a los del análisis macro, la elección del sistema de uso de la tierra al que se pretenderá enfocar dependerá de la importancia económica y política del sistema, potencial técnico para su mejoramiento y experiencia científica u otros recursos de las instituciones nacionales que colaboren para llevar a cabo la investigación en el sistema. A continuación se muestran los pasos del D y D micro:

- Identificación de la ecozona de estudio
- Delineación del sistema de uso de tierra
- Descripción del sistema de uso de tierra
- Análisis del Sistema de uso de la tierra y sus limitantes
- Diseño y Evaluación de Tecnologías en agroforestería
- Diseño y Evaluación de Programas de Investigación

El objetivo básico de la MDD es desarrollar tecnologías para resolver los problemas que enfrentan los productores dentro de los sistemas de uso de tierra que estos practican en zonas específicas (Ávila y Minae, 2008).

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los sistemas ganaderos de producción bovina del bajo balsas en el estado de Michoacán, representan una opción de empleo para las familias de esta zona, se desarrollan en terrenos de difícil climatología y orografía, que difícilmente serían aptos para otras actividades productivas; se caracterizan principalmente por el pastoreo extensivo donde se aprovechan los recursos naturales de la selva baja caducifolia, por lo tanto, el manejo racional de los mismos juega un papel importante para la sobrevivencia y su conservación. Lamentablemente el no contar con información de cómo estos operan, limita la incorporación de posibles soluciones tecnológicas a los problemas que estos presentan, ocasionando malas prácticas ganaderas y de la agricultura de la zona, que han llevado a bajos índices productivos, baja rentabilidad y competitividad ganadera regional, reflejados

en los más altos índices de marginación del estado. Por lo cual, la identificación, análisis y diagnóstico de los sistemas de ganado bovino de la zona, proporcionará una visión más clara de los problemas que afectan al sistema, ayudando a la aplicación de opciones tecnológicas acordes a las condiciones y recursos locales, para el mejoramiento de la situación ganadera y económica regional.

4. HIPÓTESIS

La aplicación de la metodología de diagnóstico y diseño para el análisis y evaluación de los sistemas de producción bovina en la región del Bajo Balsas, Michoacán, permitirá identificar las limitantes del sistema y proponer opciones tecnológicas para la mitigación de las mismas.

5. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

5.1. Objetivo general

- Aplicar y adaptar la metodología de diagnóstico y diseño propuesta por el ICRAF (Centro de Agroforestería Mundial), a fin de identificar el tipo de tecnologías más adecuadas a las limitantes que enfrenta el sistema de ganado bovino presente en la zona del Bajo Balsas Michoacán.

5.2. Objetivos específicos

- Identificación del sistema productivo de ganado bovino presente en la zona de estudio.
- Análisis del sistema productivo de ganado bovino.
- Identificación de las limitantes que enfrenta el sistema productivo de ganado bovino.
- Diseño de posibles soluciones tecnológicas, que mitiguen las limitantes encontradas en el sistema productivo de ganado bovino evaluado.
- Realizar una evaluación económica a los productores de ganado bovino estudiados.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Descripción de la zona de estudio

El presente estudio se realizó en los municipios de Arteaga, La Huacana, Múgica y Churumuco, pertenecientes al estado de Michoacán. Los cuales se encuentran localizados en la región del Bajo Balsas de Michoacán.

6.1.1. Ubicación geográfica: Región Bajo Balsas Michoacán

El Bajo Balsas michoacano se encuentra localizado dentro de la Región IV del Balsas, está conformado de 39 municipios, tiene un área hidrológica de 35,045 km² y municipal de 38,517 km², el clima predominante en la región es de tipo semicálido y subhúmedo con un rango de temperatura de 24-26 °C. La IV región del bajo balsas incluye en su totalidad el estado de Morelos y parcialmente a los estados de Tlaxcala, Puebla, México, Oaxaca, Guerrero, Michoacán y Jalisco. Se localiza entre los paralelos 17° 13' y 20° 04' de latitud Norte y los meridianos 97° 25' y 103° 20' de longitud Oeste (Programa Hidráulico, 2002 y Comisión Nacional del Agua, 2000).

Dibujo 1. Localización de los municipios en donde se llevo a cabo el estudio, región del Bajo Balsas. Michoacán.



6.1.2. Clima y precipitación

La región del Bajo Balsas tiene una temperatura entre 30 y 31 °C, con un clima semicálido subhúmedo principalmente, la precipitación media anual es de 876 mm, con una mínima de 450 mm y una máxima de 1,647 mm (PROGRAMA HIDRÁULICO 2002 – 2006 REGIÓN IV DEL BALSAS).

Cuadro 4. Análisis de lluvias y precipitación media anual para las diferentes regiones del Río Balsas

SUBREGIÓN	ÁREA	PRECIPITACIÓN	PRECIPITACIÓN	PRECIPITACIÓN
	HIDROLÓGICA	MEDIA ANUAL	MÍNIMA ANUAL	MÁXIMA ANUAL
	km2	(mm)	(mm)	(mm)
Alto Balsas	50,409	897	499	1,647
Medio Balsas	31,951	1,019	479	1,619
Bajo Balsas	35,045	876	450	1,390
*Total y	*117,405	**931	**476	**1,552
**promedio				

Fuente: PROGRAMA HIDRÁULICO 2002 – 2006 REGIÓN IV DEL BALSAS.

6.1.3. Vegetación

La cuenca del Río Balsas se encuentra dominada por un bosque tropical caducifolio ó bosque tropical deciduo, cuyas características fisonómicas y estructurales varían con respecto al bosque tropical caducifolio típico. Esto debido a las condiciones de aridez que se acentúan en esta área, sobre todo en las cercanías de la presa El Infiernillo, donde el periodo de lluvia es muy corto, seguido de una larga y fuerte temporada de sequía (Fernández *et al.*, 1998). En relación a lo anterior COTECOCA (2000), identificó 13 tipos de comunidades vegetales en esta ecozona, teniendo las siguientes clasificaciones: Selva Mediana Subperennifolia, Selva Mediana Subcaducifolia, Palmares, Selva Baja Caducifolia, Selva Baja Caducifolia Espinosa, Bosque Aciculiesclerófilo, Bosque Latifoliado Esclerófilo Caducifolio, Matorral Alto Espinoso Crasicaulescente y Pastizal Inducido.

6.2. Metodología

6.1.4.1. Desarrollo de la Metodología de Diagnóstico y Diseño (MDD)

La MDD consistió en el desarrollo de la etapa de diagnóstico de los sistemas de producción bovina presentes en la zona del bajo balsas Michoacán, a fin identificar los problemas que estos enfrentan. Posteriormente, se diseñaron las posibles soluciones tecnológicas para ayudar a mitigar dichos problemas y por último, se especificara la tecnología planteada.

6.1.4.2. Etapa de diagnóstico

Se organizaron convocatorias abiertas con el apoyo de las organizaciones ganaderas locales en los municipios de Arteaga, La Huacana, Mujica y Churumuco, pertenecientes al estado de Michoacán, los cuales se encuentran localizados en la región del Bajo Balsas de Michoacán. Se realizaron reuniones en cada uno de los municipios mencionados, en el periodo comprendido entre mayo del 2008 a mayo del 2009. Una vez reunidos los productores se explico en qué consistía el estudio, posteriormente se llevó a cabo un taller de diagnóstico rural rápido participativo (DRRP) en cada uno de los municipios mencionados. Se obtuvieron indicadores de productividad ganadera y rentabilidad económica. Se aplicaron 51 encuestas semi-estructuradas, 11 en el municipio de Arteaga, 24 en el municipio de Churumuco, 10 en el municipio de La Huacana y 6 en el municipio de Múgica, aplicadas a cada uno de los productores que decidieron participar en dicho estudio. Además se realizaron observaciones directas en algunos de los ranchos evaluados en cada uno de los municipios para observar las condiciones de los mismos, así como, la forma en que estos operan. De las 51 encuestas aplicadas 47 de ellas se tomaron como base para el estudio de los sistemas de ganado bovino, las encuestas eliminadas, fueron descartadas por falta de información. La encuesta estuvo compuesta por 47 preguntas en cinco diferentes áreas (Cuadro 5) (Anexo 1).

Cuadro 5. Estructura general de las encuestas utilizadas para el análisis de los sistemas ganaderos de la región del Bajo Balsas, Michoacán

-
- 1.- Datos generales
 - 2.- Recursos
 - 3.- Insumos
 - 4.- Productos
 - 5.- Manejo de los animales
-

Se recopiló la información del DRRP y de las encuestas semi-estructuradas, la cual fue capturada en una hoja electrónica de cálculo para su posterior análisis. Con ello se pudo identificar y describir la forma en que operan los sistemas de producción bovina de la zona.

6.1.4.3. *Etapas de diseño*

Una vez identificado y descrito el sistema de producción bovina para la zona, se señalaron los principales problemas que limitan el desarrollo del mismo, tomando principal interés en aquellas limitantes en donde la agroforestería pudiera tener un potencial para la mitigación de las mismas.

6.1.4.4. *Evaluación económica*

El objetivo de la evaluación, es determinar la situación económica de la ganadería bovina de los ranchos evaluados y definir los elementos técnico económicos que permitan identificar la problemática de los mismos, a fin de tomar decisiones y planes de acción a seguir en torno a esta. Se trabajó con una muestra de 47 unidades de producción para Se utilizó un modelo presupuestal de Estado de Resultados Pro forma Anual, a fin de identificar y cuantificar los principales costos e ingresos del sistema de producción de ganado bovino, con dos modelos el primero desarrollado a precios de mercado e imputando estos a todos los productores y en todos los conceptos de costo clasificados en el Estado de Resultados y el segundo modelo desarrollado se eliminaron los costos imputados y se presupuestó el estado de resultados con base en un flujo real de efectivo. Con esto, se pudo obtener el margen bruto total (MBT), margen bruto por ha de tierra (MB/ha) y margen bruto por vaca (MB/v) para cada uno de los dos modelos e interpretar económicamente el

comportamiento del sistema bajo los dos supuestos presupuestales. Se tomaron costos de alimentación, producción de forrajes (fertilizantes, semillas, herbicidas, etc.), manejo de los animales (medicamentos, vitaminas, vacunas, etc.), mano de obra contratada, establecimiento de cercas y mantenimiento anual y se imputaron costos de destete de los becerros producidos, reemplazos y mano de obra del dueño de cada finca. Para determinar el valor de los costos imputados se tomó en cuenta lo siguiente:

- *Costo del becerro al destete.* Se determinó con base en los días que el becerro permanecía en lactancia dentro del sistema, generalmente estos terminaban el día de la venta del becerro, se tomo como promedio 5.9 litros por día con base en el estudio de Pérez *et al.*, (2006) para este tipo de sistemas en el trópico mexicano.
- *Número de reemplazos.* El número de reemplazos se determinó en un 17% anual, multiplicado por el número de vacas reproductoras en cada finca y considerando el precio local de una vaquilla de reemplazo.
- *Mano de obra del dueño.* Se imputó el costo de un jornal según el pago local para cada rancho, por cada día trabajado del dueño dentro del mismo.

Una vez obtenidos los resultados económicos, para todas las unidades productivas estudiadas, estas se clasificaron en tres subgrupos, siguiendo la metodología de Cordonnier *et al.*,(1986), dividiéndose las unidades de acuerdo a sus resultados quedando de la siguiente forma: subgrupo cabeza (donde se encuentran las unidades de producción con el margen bruto total positivo mas alto; y representado por 16 hatos); el subgrupo media (unidades de producción con los márgenes brutos intermedios o posteriores al subgrupo cabeza, representado por 16 hatos); y el subgrupo cola (15 hatos), donde se encuentran los hatos restantes (representado por los hatos con los márgenes bruto más bajos).

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1. Descripción del sistema

El sistema ganadero que caracteriza a la región en estudio, es el llamado sistema vaca-becerro. Este tipo de sistema de producción es familiar, se caracterizan por ser sistemas de pastoreo extensivo en agostaderos de tipo cerril principalmente, con el aprovechamiento de los recursos naturales. Presentan una marcada estacionalidad de la producción determinada por la estación de lluvias, disponibilidad de forraje en el agostadero (Julio-Noviembre) y empadre no controlado. Los partos se dan entre los meses de marzo-julio. La suplementación comienza en los meses de enero a junio según la disponibilidad de potreros para pastoreo. La finalidad principal de este tipo de sistemas es la de producir becerros para la venta (carne) y/o leche ya sea para autoconsumo o venta, principalmente con ordeñas estacionales en la época de lluvias. Las condiciones topográficas, ambientales, la cercanía a la población rural y la disposición de recursos (naturales y económicos) para cada una de las unidades evaluadas, influyen en la producción y diversificación de los productos obtenidos. Por ejemplo; las unidades productivas cercanas a las poblaciones rurales y con el acceso a carreteras permiten una mejor comercialización de la leche, a diferencia de aquellas unidades más alejadas y con difíciles accesos de comunicación donde la producción de becerros es más viable por el poco manejo necesario para la obtención de estos. A continuación, se describen y analizan más ampliamente las características de los sistemas de producción:

7.2. Características de uso de la tierra

De los 47 productores encuestados, el grueso de la población (57%) tiene hatos no mayores a 50 animales (Cuadro 6) esto concuerda con lo reportado por Molina (2005) quien encontró que el 78% de los hatos evaluados tenían menos de 60 cabezas de animales. Las principales razas de ganado son *Bos indicus* y sus cruza con *Bos taurus* principalmente Suizo y Simmental, mismas cruza que encontraron Molina (2005) y Canela y Salas (2008) para esta región.

Cuadro 6. Frecuencias del tamaño del hato

NÚMERO DE ANIMALES	FRECUENCIA	%
<50	27	57
51-100	12	26
101-150	5	11
151-200	1	2
>201	2	4
Total	47	100

El tamaño de agostadero varia conforme a cada unidad de producción, pero la mayor frecuencia encontrada que representa el 45% (21) de los productores tienen agostaderos que no sobrepasan las 50 ha (Cuadro 7), esto presenta una limitante para el crecimiento de los sistemas dado que, el tamaño del hato y el recurso alimenticio está determinado principalmente por el número de hectáreas disponibles (Molina, 2005). El tipo de propiedad de la tierra es ejidal. Los agostaderos son utilizados para la alimentación del ganado, aprovechando los recursos naturales del bosque tropical principalmente en la época de lluvias. Cuando comienza la época de estiaje o de falta de forraje (diciembre-junio), los animales generalmente son llevados a los agostaderos más cercanos para ser suplementados con concentrados comerciales o con los forrajes cultivados durante la época de lluvias.

Cuadro 7. Frecuencias del tamaño de la superficie de agostadero

NÚMERO DE HECTÁREAS	FRECUENCIA	%
<50	21	45
51-100	13	28
101-150	6	13
151-200	1	.02
>201	6	13

En el Cuadro 6 y 7 se observa que la mayoría de las unidades tienen menos de 50 animales y 50 hectáreas de agostadero, siendo en su mayoría pequeñas ganaderías de tipo familiar. En este tipo de sistemas, el jefe de familia es el que toma las decisiones sobre la administración, manejo y distribución de la riqueza generada, la familia constituye la mayor mano de obra para llevar a cabo las actividades dentro del sistema, cuando esta no es suficiente se contratan trabajadores temporales (Molina, 2005). El promedio de carga animal (Unidad animal/Hectáreas) de las unidades estudiadas fue de 1.02. Según Sánchez y Sánchez (2005), en las regiones estudiadas la carga animal es de más de 3 hectáreas por unidad animal (UA), que corresponde a 0.33 de promedio de carga animal, por lo que existe un claro sobrepastoreo de las unidades evaluadas, ya que están utilizando en promedio casi una hectárea de tierra por unidad animal (1/1) contra . La falta de información técnica para determinar las capacidades de carga de las unidades, conlleva a ocasionar sobrepastoreo de las praderas, que trae como consecuencia la erosión del suelo, la compactación del mismo, la invasión de malezas, entre otros problemas (Ramírez, 2008).

Cuadro 8. Promedios anuales de coeficiente de agostadero, capacidad de carga, carga animal y necesidades de forraje de los ranchos evaluados por municipio.

Municipio	Número de ranchos	Coeficiente de Agostadero (C.A)	*Capacidad de carga (C.C.)/ha	Carga animal (C.A.)/ha	Diferencia entre C.C. y C.A./ha.	Promedio total de **U.A/ha	***Déficit forraje (kg de MS)
Arteaga	9	3.1	0.32	0.58	-0.26	84	95,659
Churumuco	23	9.7	0.10	0.62	-0.52	47	107,047
La Huacana	9	5.2	0.19	0.99	-0.80	21	73,584
Múgica	6	4.0	0.25	1.92	-1.67	61	446,190

Elaboración propia basándose en datos de COTECOCA (2005) para obtener el promedio de coeficiente de agostadero en los municipios evaluados.

* 1/C.A permite obtener el promedio de C.C. en una hectárea del agostadero.

**Unidades animal por hectárea.

*** Promedio total de U.A/ha multiplicado por la diferencia entre C.C y C.A, multiplicado por 4,380 kg que es el requerimiento de materia seca (MS) de una U.A.

Como se observa en el Cuadro 8, existe una sobrecarga animal de casi una unidad por hectárea en los agostaderos de la región. Así mismo, al comparar la capacidad de carga con la carga animal de los ranchos estudiados se puede observar que existe una diferencia negativa y por lo tanto un déficit de forraje necesario para la alimentación del ganado. Esto explica porque los productores demandan mayor capital para la compra de insumos externos a sus ranchos (concentrados, esquilmos, melaza, etc.). Además, las altas presiones de pastoreo ocasionan la pérdida de la biodiversidad biológica de los potreros, por el uso inadecuado de los mismos, que aunado a la deforestación (tumba-roza y quema) y las prácticas agrícolas inapropiadas propician la erosión y desertificación de las tierras ganaderas (Ojasti, 1993).

El 89% de los productores llevan a cabo la siembra de cultivos, los cuales en su mayoría son de temporal (83%), las áreas de cultivo son pequeñas (cuadro 9 y 10) y estas se establecieron principalmente con la tumba roza y quema de la vegetación del bosque. El 27% de los productores cuenta con hectáreas de riego y el 38% de estos tienen en promedio nueve ha de mango en las cuales pastorean su ganado por cuatro meses, principalmente de diciembre-marzo cuando escasea el forraje en los agostaderos. El 66% de los cultivos son abonados con fertilizantes químicos (Cuadro 8), ningún productor señaló hacer un análisis previo de sus tierras ni recibir algún apoyo técnico para la aplicación de los mismos.

Cuadro 9. Porcentaje de productores que utilizan labor agrícola, fertilizantes y tienen acceso al riego.

Concepto	% Si	% No
Labor agrícola	89	11
Utilización de fertilizantes	66	34
Riego	27	73

En el cuadro 10, se muestran los principales cultivos en la zona. El cultivo más utilizado por los productores es el maíz (*Zea mays*) (69%), seguido del sorgo (*sorgo vulgare*) (55%) y pastos inducidos (26%). Los principales pastos son, llanero (*Andropogon guyanus*), jaragua (*Hiparrhenia rufa*), tanzania (*Panicum maximun*) y pasto estrella (*Cynodon*

nlemfuensis). Las praderas con pastos inducidos son pastoreados por el ganado libremente, utilizan una rotación de potreros basados en el conocimiento empírico de los productores, el único componente son los pastos y estos están cercados por lo general con postes muertos.

El 59% de los productores que siembran tienen más de un cultivo. Como se observa en el cuadro 10, los pastos inducidos representan las mayores áreas de superficie cultivada.

Cuadro 10. Principales cultivos en la zona, porcentaje de productores que los utilizan y promedio de la superficie cultivada.

CULTIVO	% PRODUCTORES QUE CULTIVAN	SUPERFICIE CULTIVADA POR PRODUCTOR (HA)
Maíz	61	4.9
Sorgo forrajero	49	8.5
Pasto inducido	26	11.1

Los cultivos como el maíz, son utilizados de varias formas, ya sea para la venta del elote, maíz para la alimentación de las familias y/o el ganado y el rastrojo restante sirve principalmente como alimento para los animales en la época de estiaje (Dic-Mayo), sin ningún tratamiento previo de los mismos. Las producciones van desde 1 tonelada (ton) por hectárea (ha) a 4.5 ton para el caso del maíz, con un promedio de 2.2. El cultivo del sorgo forrajero a diferencia del maíz, es utilizado solamente para la alimentación del ganado, principalmente en pastoreo, las producciones por hectárea van de 1 a 3 ton con un promedio de 2.5 ton. El rendimiento de los cultivos de maíz y sorgo, donde el 21 % de estos son de riego y el 79 % son de temporal, tienen producciones satisfactorias comparándolas con lo obtenido en la región, por ejemplo, Molina (2005) encontró rendimientos de menos de 1 ton a 4 ton por ha para los cultivos de maíz y sorgo, donde la mayoría de los productores (más del 50 %) tuvieron entre 1 a 2 toneladas promedio.

El 85% de los productores tienen que comprar algún tipo de concentrado y/o forraje para poder mantener a sus animales, generalmente durante la temporada de estiaje, que se puede prolongar hasta por 6 meses (diciembre-mayo). Esto refleja la baja disponibilidad de forraje

durante la época de sequia y la necesidad de buscar estrategias para la alimentación del ganado durante esta época.

Cuadro 11. Flujograma del sistema vaca-becerro, según la venta promedio de becerros al destete (7.7 meses).

ACTIVIDAD /	MES	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
EPOCA DE EMPADRE								X	X	X	X		
EPOCA DE PARTOS				X	X	X	X						
ORDEÑO ESTACIONAL							X	X	X	X	X		
INICIO DE LLUVIAS							X	X	X	X			
DISPONIBILIDAD DE FORRAJE EN PRADERAS							X	X	X	X	X	X	
SUPLEMENTACION		X	X	X	X	X							X
VENTA DE BECERROS DESTETADOS												X	X
DISPONIBILIDAD DE QUESOS REGIONALES							X	X	X	X	X	X	

Como se observa en el Cuadro 11, la época de empadre ocurre en los meses de mayor disponibilidad de forrajes y por lo tanto, la parición de los becerros se presenta en meses críticos donde la época de estiaje es mayor, limitando su mejor desarrollo y comercialización. Morales (1995) menciona, que el tener el semental permanentemente en el hato provoca que el empadre se agrupe en épocas del año muy restringidas. Con el control del empadre se puede lograr que la paridera sea en los meses donde hay mayor disponibilidad de forraje (junio-octubre), permitiendo un mejor desarrollo de los becerros y manutención de las vacas. Además de poder planificar la venta de animales según la oferta y la demanda en el mercado.

Una de las estrategias propuestas para aumentar la tasa de preñez del hato y mejorar el desarrollo de las crías, es establecer un corto periodo del empadre sustentado en la evaluación reproductiva de los animales (vacas y sementales), así como, el destete o control del amamantamiento, seguido de una segunda evaluación reproductiva de las hembras (diagnóstico de gestación). Este tipo de manejo permitirá programar la paridera y la cubrición de las vacas el próximo año, incrementando el número de becerros, mejores pesos al destete, mejor comercialización, menos costos de producción y pronta incorporación de becerras de reposición (Salas, 2008).

En cuanto a la obtención de ingresos (Cuadro 12), el 100% de los productores venden becerros (carne), generalmente al destete (234 kg) con un promedio de edad de 7.7 meses. Los terneros se venden principalmente en los últimos meses del año (nov-dic), principalmente a intermediarios a un precio promedio de \$17.00/ kg. El tener que vender los becerros en un periodo tan corto ocasiona que la demanda se contraiga y el precio sea bajo, además no pueden mantener a los becerros en los agostaderos, ya que la temporada de estiaje apenas comienza y el costo de suplementación para que los animales no pierdan peso es alto.

En un estudio realizado por Sánchez y Sánchez (2005), encontró que el 39% de los productores evaluados ordeñaban, menor proporción a la encontrada en este estudio (Cuadro 10), donde el 68% de los productores obtiene además del ingreso por carne, ingresos adicionales por la venta de leche.

Cuadro 12. Número de productores y porcentaje que obtienen ingresos por carne y/o leche

NÚMERO DE PRODUCTORES	CARNE	LECHE
47	100% (47)	68% (32)

De los productores que ordeñan, el 34% venden la leche a intermediarios y el 66% la venden directamente al consumidor en las comunidades rurales más cercanas. El 28% de los ganaderos ordeñan los 12 meses del año, mientras que el 62% ordeña solamente durante la temporada de lluvias (3-4 meses). La venta de leche es de \$6.00/L a intermediarios y de \$10.00/L en venta directa. El 23% de los productores que ordeñan elaboran queso.

Cuadro 13. Promedio de becerros anuales vendidos, peso y edad a la venta.

Zona del	No. Becerros	Peso	Edad
Bajo Balsas, Michoacán	vendidos	promedio venta (kg)	promedio venta (meses)
Promedio	13	234	7.7

En el Cuadro 13, se observa que la edad promedio al destete (7.7 meses) para la venta en la región del Bajo Balsas, es menor a la reportada por Molina (2005), quién encontró que una de las debilidades del sistema era, que la mayoría de estos destetaban entre los 10 y 12 meses de edad, prolongando el anestro de las vacas y evitando su inicio reproductivo. Sin embargo, en este estudio no se encontró un control del destete de los becerros, lo cual hace suponer que aunque este se lleve a cabo a una edad más temprana, el retorno del estro en las vacas podría estar siendo alargado.

El amamantamiento retrasado del becerro (por 30 a 60 min) que consiste en realizar este, 8 h después de la ordeña de la mañana (previo apoyo del becerro) a partir de los 7 días de edad de los becerros, podría ser una opción para disminuir el anestro postparto de las vacas, sin afectar negativamente la producción de leche y los cambios de peso corporal de las vacas. Sin embargo, habría que ver la disponibilidad de este manejo en los sistemas evaluados, ya que no todos lo pueden realizar por la lejanía de sus agostaderos (Pérez *et al*, 2001).

Así mismo, el peso promedio al destete en este estudio (234 kg) es mayor a lo reportado por Sánchez y Sánchez (2005) para la zona de la región de trópico subhúmedo, quien obtuvo un promedio de 193 kg de peso al destete para sistemas vaca-becerro en Michoacán. Comparando estos resultados se puede observar, que existe una diferencia mayor de 41 kg al destete para la zona del Bajo Balsas reportada en este estudio (Cuadro 13), lo cual señala que los sistemas evaluados presentan una tendencia hacia la producción cárnica, con buenos parámetros de peso al destete, sí se tiene en cuenta la similitud de las zonas.

7.3. Recursos y servicios de apoyo

El 96% de las unidades de producción utilizan mano de obra familiar y solamente el 44% de estas, se ven en la necesidad de contratar mano de obra. La mano de obra por lo general, son empleos temporales que se utilizan cuando la mano de obra familiar no es suficiente, principalmente en las labores referentes a la producción de forrajes, el pago promedio por jornal de mano de obra contratada es de \$150 M.N.

La infraestructura con la que cuentan estas unidades es poca o nula, solo el 0.6% (3 productores) de estas cuentan con tractor y el 14% (7 productores) señalaron tener molino. Los productores que no cuentan con esta maquinaria, tienen que rentarla para obtener los servicios de estas. Existen organizaciones ganaderas locales en cada uno de los municipios estudiados. Tienen acceso a crédito, pero las altas tasas de interés y la incertidumbre económica de este tipo de unidades productivas limitan la utilización del mismo.

7.4. Análisis económico

El análisis económico de los diferentes subgrupos, permite la identificación de factores de tamaño e intensidad del sistema y el sentido en que lo influyen de acuerdo a los resultados económicos, positiva o negativamente en las empresas ganaderas. Para realizar este análisis económico, a continuación, se presentan las características de cada subgrupo, considerando factores de escala de la empresa, así como indicadores de productividad y económicos; costos de producción y margen bruto para cada subgrupo.

Cuadro 14. Principales características de los diferentes subgrupos de ganado bovino identificados en la zona del Bajo Balsas, Michoacán (\$MN).

Características	SUBGRUPOS		
	CABEZA	MEDIA	COLA
No. Vacas	35.38±29.95	14.81±10.20	24.71±19.62
No. Hectáreas*	156.88±94.37	49.69±38.48	148.80±145.33
Carga animal (U.A/ha)**	0.98±0.70	0.75±0.69	0.56±0.29
No. Hectáreas agrícolas	8.76±5.49	7.12±4.13	6.20±3.62
Nº jornales***	0.50±0.32	0.68±0.27	1.23±0.41

*Incluye el total de hectáreas de agostadero y agrícolas.

**Total de unidades animal/total de hectáreas

*** Incluye solamente la mano de obra contratada diariamente, excluyéndose la mano de obra familiar que representa al dueño del hatos.

Nota: Los subgrupos cabeza, media y cola están representados por 16, 16 y 15 productores respectivamente.

En el Cuadro 14, se observa que el subgrupo cabeza presenta el mayor número de vacas por hatos, mayor número de hectáreas y la más alta carga animal dentro de los subgrupos, esto puede interpretarse como un uso más intensivo de sus tierras a diferencia del subgrupo media y cola que tienen 138 % y 43 % menos vacas, 216 % y 5 % menos hectáreas y 31% y 75 % menos carga animal respectivamente. Así mismo, se puede observar que el número de jornales es menor para el subgrupo cabeza y media en comparación con el subgrupo cola, esto se debe principalmente a que en los subgrupos cabeza y media el 38% de los hatos utilizan solamente mano de obra familiar y el 62% restante de estos contratan mano de obra, a diferencia del subgrupo cola donde la mano de obra familiar solo es suficiente para el 7% de estos y el 93% de los hatos tienen que contratar mano de obra.

Cuadro 15. Indicadores de productividad de carne de bovino de las unidades ganaderas de la región del Bajo Balsas Michoacán (\$MN).

CONCEPTO	SUBGRUPOS		
	CABEZA	MEDIA	COLA
Kg/carne/hato	4,294±3,688	1,996±1,450	2,960±5,144*
Kg/carne/vaca	149.59±85.52	242.95±184.62	85.84±34.81
Kg/carne/hectárea	93.87±72.38	55.34±48.25	25.25±19.52
Kg/carne/jornal	8,590±3,685	2,950±1,122	1,342±693

*La media y la desviación estándar se encuentran afectadas por la variabilidad de los datos, distribuyéndose como variables no paramétricas, por lo que se utilizó un análisis de frecuencia en donde se pudo observar que el 86% de los productores presentan de 1,000 a 2,500 kilogramos de carne por hato, con un promedio de 1,662±392 kilogramos de carne por hato. El 14% de los productores restantes ocasionan la curtosis vista en la desviación estándar mencionada.

Como se puede observar en el Cuadro 15, el grupo de productores cabeza presenta mayor número de kilogramos de carne por hato, 115 % y 45 % más que el subgrupo media y cola respectivamente. Así mismo, el subgrupo cabeza presenta más alta productividad de kilogramos de carne por hectárea, 67% y 45 % más que los subgrupos media y cola, lo que refleja mayor producción. Aunque el subgrupo media presenta mayor cantidad de kg/carne/vaca, la menor cantidad de vacas en comparación con el subgrupo cabeza (Cuadro 14) ocasiona menor cantidad de kg/carne/hato donde se ve rebasado por 2,298 kilos por el subgrupo cabeza.

En un estudio realizado por Ramírez y Ramírez (2006), se encontró un promedio máximo de 5,446±1,696 kg/carne/hato y un mínimo de 1,264±582.26 kg/carne/hato, como se puede observar en el cuadro 20, los índices productivos de kg/carne/hato son muy parecidos a este estudio (máximo 4,294±3,688 y mínimo 1,755±137) reflejando el potencial que tiene el sistema y la uniformidad de los indicadores.. Así mismo, los parámetros de producción de carne por vaca (máximo 242.95±184.62 y mínimo 85±34.81) y por hectárea (máximo 93.87±72.38 y mínimo 25.25±19.52) al año señalados por Ramírez y Ramírez (2006), son similares a los encontrados en este estudio, donde se observó una producción máxima y mínima de 136.83±37.73 y 85.84±34.81 kg/carne/vaca respectivamente, y una producción de carne por hectárea de 106.25±54.28 máximo y 39.67±30.30 mínimo (Cuadro 15).

Además, cabe resaltar que los kilogramos de carne por jornal son diferentes para los tres subgrupos (Cuadro 15), observándose una diferencia a favor del subgrupo cabeza quien intensifica más la mano de obra y obtiene hasta 5,640 y 7,248 kilogramos más de carne por jornal en comparación al subgrupo media y cola respectivamente. Si comparamos estos resultados para el subgrupo cabeza, media y cola con los obtenidos por Ramírez y Ramírez (2006) para los mismos subgrupos, se pueden encontrar diferencias entre estos de 5,467, 1,630 y 503 kilogramos de carne por jornal respectivamente para cada subgrupo, sin embargo, se debe considerar que en este estudio no se tomó en cuenta la mano de obra familiar (mano de obra del dueño) sino solamente la contratada.

Cuadro 16. Indicadores de productividad de leche en ganado bovino de las unidades ganaderas de la región del Bajo Balsas Michoacán (\$MN).

CONCEPTO	SUBGRUPOS		
	CABEZA	MEDIA	COLA
Lts/leche/hato	19,522±18,346	6,537±3,198	3,747±2,050
Lts/leche/vaca	661.73±459.43	649.72±348.71	227.20±216.41
Lts/leche/hectárea	369.84±343.71	120.21±73.32	29.64±15.52

Nota: Para determinar el promedio en cada uno de los subgrupos y para cada uno de los conceptos solamente se tomaron en cuenta los productores que ordeñan.

El total de litros de leche por hato, por vaca y por hectárea es mayor para el subgrupo cabeza (Cuadro 15), lo que le da ventaja sobre los otros subgrupos al obtener un mayor ingreso por este concepto, además dentro del subgrupo cabeza el 79% de los productores ordeña, mayor proporción a la de los subgrupos media y cola de 56% y 53% respectivamente. A pesar de que el subgrupo media no presenta una diferencia marcada en cuanto a litros de leche por vaca con respecto al subgrupo cabeza, si existe una diferencia mayor de 12,985 litros de leche por hato, esto principalmente por el mayor número de vacas que concentra este último (Cuadro 13).

Si comparamos los resultados obtenidos en este estudio, en cuanto a litros de leche por vaca anuales para el subgrupo cabeza (661 litros) y media (649 litros), con lo reportado con Sánchez y Sánchez (2005) para la región del trópico subhúmedo, que en promedio obtuvo

749 litros/vaca/año, se puede observar, que solamente hay una diferencia de 88 litros y 100 litros con el subgrupo cabeza y media respectivamente, lo que indica que los hatos evaluados se encuentran dentro de los estándares de la zona.

Como se puede observar, en los cuadros 14 y 15 la productividad del subgrupo cabeza es mayor para los conceptos de carne y leche, que los subgrupos media y cola, obteniendo por lo tanto mayores ingresos que le permiten tener mayores ganancias. Además, de los indicadores productivos, a continuación se analizan los indicadores económicos de los costos de producción utilizados para la generación de productos:

Cuadro 17. Principales costos de producción promedio de los subgrupos identificados en los sistemas de producción de ganado bovino, de la región del Bajo Balsas Michoacán (\$MN).

CONCEPTO	SUBGRUPOS		
	CABEZA	MEDIA	COLA
Costo cultivos/kg carne	6.82	16.60	14.91
Costo concentrados/kg carne	3.98	16.60	31.34
Costo mantenimiento praderas/kg carne	10.63	7.24	26.05
Costo cultivos/litro leche	1.50	5.07	6.26
Costo concentrados/litro de leche	0.87	1.35	1.71
Costo mantenimiento praderas/litro de leche	2.34	2.21	9.55

En el Cuadro 16, se observa que los costos de cultivos y concentrados del subgrupo cabeza para la producción carne y leche, son menores en comparación con el subgrupo media y cola. Esto puede explicarse por la mayor disposición de hectáreas de agostadero y agrícolas que presenta el subgrupo cabeza (Cuadro 14), que le permite una mayor disposición de forraje necesario para la alimentación del ganado y que en conjunto con una mayor producción para los conceptos señalados (carne y leche) obtiene mejores márgenes de costos. Esto concuerda con Ramírez y Ramírez (2006) quien define, que la rentabilidad de un sistema agropecuario está determinada en gran medida por los costos de producción. En cuanto al costo por mantenimiento de praderas por kilogramo de carne y litro de leche, el menor costo lo presenta el subgrupo media, ya que este subgrupo presenta menor número de hectáreas de agostadero en comparación con los demás subgrupos, (Cuadro 14)

reflejándose en este concepto. Por último, comparando al subgrupo cabeza con el subgrupo cola, estos solamente tienen una diferencia de ocho hectáreas de agostadero a favor al subgrupo cabeza (Cuadro 14), sin embargo, la baja producción del subgrupo cola, a diferencia del subgrupo cabeza donde el nivel productivo más elevado (Cuadro 15 y 16) permite reducir el margen de costos para la obtención de carne y/o leche (Cuadro 16).

Cuadro 18. Margen bruto por vaca, hectárea y por kilogramo de carne de los diferentes subgrupos identificados en los sistemas de producción de ganado bovino de la región del Bajo Balsas, Michoacán (\$MN).

EFFECTIVO SIN*	Subgrupo cabeza	Subgrupo media	Subgrupo cola
MB/vaca	2,555±1,473	- 1,600±983	-5,836±3,871
MB/hectárea	1,541±1,133	-611±439	-1,429±1,184
MB/kg carne	19.60±15.44	-25.13±13.51	-72.16±37.48
EFFECTIVO CON**			
MB/vaca	-3,272±2,791	-11,391±6,017	-9,738±5,397
MB/hectárea	-1,760±1,181	-5,279±1,151	-2,523±1,569
MB/kg carne	-32.47±42.58	-70.50±33.05	-116.95±57.68

*Representa los márgenes brutos por vaca, hectárea y por kilogramo de carne sin costos imputados de mano de obra familiar, destete de los becerros y costo de los reemplazos.

** Representa los márgenes brutos por vaca, hectárea y por kilogramo de carne imputando los costos de mano de obra familiar, destete de los becerros y costo de los reemplazos.

En el Cuadro 18, se muestran los beneficios económicos obtenidos por las unidades de producción, donde el mejor margen bruto por vaca, por hectárea y por kg de carne fue para el subgrupo cabeza, como lo definía su clasificación. El grupo cabeza muestra márgenes positivos, a diferencia de los subgrupos media y cola que presentan márgenes negativos para cada uno de los conceptos. Lo anterior es el resultado de varios puntos que se deben de considerar, entre ellos: 1) La mayor cantidad de kilogramos de carne por hatillo del subgrupo cabeza (Cuadro 14), quien rebaza por 2,298 kilos al subgrupo media y por 1,334 kilos al subgrupo cola, que le permiten obtener un mayor ingreso a la hora de vender los becerros, esta diferencia se debe principalmente al mayor número de vacas del subgrupo cabeza que

en promedio tiene 21 y 11 vacas más que los subgrupos media y cola respectivamente. 2) La mayor producción de litros de leche por hatillo de hasta 12,985 litros más que el subgrupo media y 15,775 litros más que el subgrupo cola, representan un ingreso diario mayor que se materializa en efectivo. 3) Los menores costos de mano de obra contratada (Cuadro 13), así como, de producción de cultivos y utilización de concentrados (Cuadro 16) para la producción de carne y leche permiten al subgrupo cabeza una mayor utilidad. Los más bajos índices productivos del subgrupo cola para cada uno de los conceptos (leche y carne), además de los más altos costos para la producción de los mismos (Cuadro 16), ocasionan que estos sean los productores que más pierden dentro de la muestra evaluada, al obtener menores ingresos y mayores egresos.

Cuando al margen bruto de todos los subgrupos se le imputan los costos de mano de obra familiar, destete de los becerros y reemplazos (costos de oportunidad), existe una pérdida en todos los subgrupos, a diferencia de los márgenes donde no se consideraron estos costos, donde el subgrupo cabeza presentaba margen bruto positivo (Cuadro 17). Esto refleja la fortaleza de este tipo de ganadería, al considerarse que: 1) La mano de obra familiar, ya que la falta de empleos presentes en la zona permite el auto empleo. 2) La cría de becerros, la utilización de la leche de las vacas que en muchas ocasiones no es posible ordeñar debido a las condiciones topográficas de los agostaderos, carencia de vías de comunicación y el clima hostil de la región, permite generar un producto (carne), a través de un recurso, (leche) que de otra manera sería casi imposible de obtener. 3) El costo de los reemplazos, donde estos no constituyen una inversión directa, sino que son criados dentro de la misma finca.

Mediante el análisis económico de los subgrupos, se pudo observar que el grupo cabeza presentaba el mayor número de productores que obtenían ingresos por concepto de la venta de leche, que en conjunto con una mayor producción de carne y los menores costos para la obtención de los mismos maximizaban su margen bruto, por lo que la diversificación de los productos en este tipo de fincas es necesaria, a fin de obtener mejores márgenes económicos. Así mismo, la producción de productos como carne y leche en las unidades, debe de ir acompañada de una eficiencia en el uso de sus recursos y bajos costos de operación para que el resultado económico sea positivo. Por ello, la utilización de sistemas

que no dependan de recursos externos a la finca y que sean sustentables, deben de ser una prioridad para el desarrollo progresivo de los ranchos ganaderos de la zona del Bajo Balsas, Michoacán.

7.5. Identificación de las limitantes con posible incorporación de sistemas agroforestales y propuestas tecnológicas para la mitigación de las mismas.

La identificación de las limitantes de los sistemas productivos de la región del Bajo Balsas Michoacán, permite identificar los sistemas agroforestales y tecnologías adecuadas para la mitigación de las mismas. A continuación, se señalan las más importantes:

Cuadro 19. Principales limitantes identificadas dentro del sistema de ganado bovino e identificación tecnológica para la mitigación de las mismas, en la zona del Bajo Balsas Michoacán.

LIMITANTES	CAUSAS	PROPUESTA
Falta de forraje durante la temporada seca	Sobrepastoreo, deforestación, temporadas largas de estiaje, tumba, roza y quema de los bosques, falta de financiamiento y asesoría para el manejo integral de los recursos y la incorporación de tecnologías	Utilización de bancos forrajeros de proteína (<i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Gliricidia sepium</i> , <i>Tithonia diversifolia</i> , entre otros) para pastoreo o corte y acarreo. Utilización de bancos forrajeros de energía (Caña de azúcar como forraje y <i>Pennisetum purpureum</i> CT-115, entre otros) para pastoreo o corte y acarreo. Optimización en el uso de residuos de cosecha y/o tipo agroindustrial. Métodos de pastoreo, apoyado con el uso de cerco eléctrico. Ajuste de carga animal. Almacenamiento de forraje, ya sea para ensilaje o henificación.
Siembra de pastos inducidos sin componente arbóreo	Desconocimiento y falta de asesoría técnica para el desarrollo de policultivos.	Desarrollo de diferentes estrategias con sistemas silvopastoriles, entre ellas: Su intensificación mediante el uso de alta densidad de siembra de especies arbóreas

		<p>asociadas a pastos ejemplo:</p> <p>Pasturas con árboles en callejones.</p> <p>Cercas vivas con especies multipropósito.</p> <p>Arboles dispersos en potreros.</p>
Monocultivos de maíz, sorgo y/o mango.	Desconocimiento y falta de asesoría técnica para el desarrollo de policultivos.	<p>Cultivo en callejones (asociación de árboles y/o arbustos con cultivos como el maíz, sorgo y mango).</p> <p>Asociación de cultivos anuales con leguminosas herbáceas.</p>
Uso y aplicación inadecuada de fertilizantes en los cultivos	Baja fertilidad de los suelos (a consecuencia de la tumba, roza y quema, el uso inadecuado de pesticidas y herbicidas, sobrepastoreo, por mencionar algunos), idiosincrasia en el manejo de fertilizantes, falta de asesoría técnica para la utilización adecuada de fertilizantes.	<p>Fertilización química adecuada.</p> <p>Fertilización con estiércol.</p> <p>Abonos verdes.</p> <p>Uso de fertilización orgánica (Tierra de diatomea).</p>
Pobre manejo de los árboles multipropósito (AMP) existentes.	Carencia de conocimiento de los beneficios de los AMP, desconocimiento de producción y manejo de los mismos.	<p>Investigación (manejo, dispersión, propiedades, arreglos, etc.) para el uso de los AMP.</p> <p>Sistemas silvopastoriles con manejo de la sucesión vegetal.</p> <p>Revaloración de la vegetación nativa a través del conocimiento tradicional y de la investigación realizada en las Universidades y Centros de investigación.</p> <p>Investigación participativa.</p> <p>Fortalecimiento de capacidades locales.</p>

* AMP= árboles multipropósito

No se plantea que los sistemas de producción evaluados lleven a cabo todas las propuestas aquí presentadas, si no que tomen de estas las más adecuadas para cada tipo de unidad productiva, dependiendo de sus necesidades y de los recursos presentes dentro de estos. Así mismo, la información técnica de las tecnologías propuestas y la selección de especies para cada sistema agroforestal, puede variar dependiendo de las condiciones de los agostaderos

y de los objetivos de cada sistema. Por ello, la investigación y evaluación (ex-ante de la tecnología, por ejemplo: productividad, viabilidad, aceptación de los productores, sustentabilidad, entre otras) de las tecnologías propuestas para cada zona y sistema debe ser una prioridad antes de tomar decisiones para su implementación a pequeña y/o gran escala.

7.6. Diseño tecnológico de los sistemas agroforestales y tecnologías propuestas para la mitigación de las limitantes encontradas en las unidades de producción bovina evaluadas.

7.6.1. Consideraciones previas antes de la instalación de sistemas agroforestales.

Antes de la instalación de sistemas agroforestales se deben de tomar en cuenta las siguientes consideraciones a fin de tener mayor éxito en la aplicación de los mismos.

7.6.1.1. Área a sembrar.

Esta dependerá del sistema que se quiera utilizar, la disponibilidad del terreno, el número de unidades animal para alimentar y el tiempo de utilización (Príncipe, 2008).

7.6.1.2. Disponibilidad de agua.

La cantidad de agua es importante para el establecimiento y mantenimiento de los sistemas agroforestales, principalmente en la primera etapa. Se deben de buscar opciones estratégicas de manejo y acopio a fin de disponer de agua durante las fases críticas del establecimiento de los sistemas implementados (Navia *et al.*, 2000; Príncipe, 2008).

7.6.1.3. Análisis de los suelos.

Este es necesario para determinar las características de fertilidad como textura, acides (pH), macro elementos y micro elementos, indispensables para la instalación de cualquier cultivo, ya que permite determinar os requerimientos de materia orgánica y fertilizantes, así como

las rectificaciones y tipos de especies de plantas que mejor se adaptarían a las condiciones de suelo identificadas (Príncipe, 2008).

7.6.1.4. Selección de especies.

La selección y evaluación de especies locales promisorias como componentes de los sistemas juega un papel muy importante. Es importante elegir especies adaptadas, según altitud, latitud, disponibilidad de agua, frecuencia de riego, objetivo de la producción animal y a las características del suelo (Navia *et al.*, 2000; Príncipe, 2008).

7.6.2. Bancos forrajeros de proteína para corte y/o pastoreo

Objetivo: Incrementar la producción de materia seca y calidad del forraje ya sea para la producción de leche y/o carne, introduciendo leguminosas arbóreas (en altas densidades) existentes o adaptables a la zona, a fin de reducir los costos de alimentación y la falta de forraje principalmente durante la temporada seca. Así mismo, la incorporación de leguminosas herbáceas a este sistema debe ser considerada para mejorar la productividad y el reciclaje de nutrimentos, no sin antes realizar ensayos de que especies utilizar y las asociaciones adecuadas.

Lugar de establecimiento: Principalmente en las áreas de cultivo, pequeñas praderas y cerca de los sitios de alimentación del ganado. Por lo general, se puede establecer en un área del 20 a 30 % del terreno utilizado para pasturas, dependiendo por su puesto de la productividad y el número de animales a suplementar.

Componentes: La utilización de *Leucaena leucocephala* como árbol multipropósito en la zona es prominente y una buena opción en el banco forrajero. Se debe de considerar también la inclusión no sólo de un tipo de especie, sino de varias, por ejemplo: *Gliricidia sepium* (Mata ratón), *Moringa oleífera* (Moringa), *Hibiscus rosasinensis* (Tulipán), *Tithonia diversifolia* (Botón de oro) y *Guacima ulmifolia* (Guácimo) por mencionar algunas.

Manejo para la siembra: En terrenos planos se recomiendan dos pases de arado y una rastrillada, en pendientes mayores al 15% se sugiere la labranza cero. Para la siembra por semilla, estas son sembradas de tres a cuatro semillas por sitio, a dos o tres centímetros de profundidad, el control de las malezas puede ser manual o mecánico, cuando el tiempo es muy seco se recomiendan dos riegos semanales, se debe de realizar un análisis del suelo antes de la siembra para garantizar la disposición de nutrientes adecuados. Posterior al establecimiento, la cantidad de abono (orgánico y/o químico) a aplicar debe ser considerado, en base a la conformación de los suelos, la extracción de nutrientes y la fuente utilizada.

Disposición de siembra: Regularmente especies como *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) se siembran a 0.8-1.0m de distancia entre hileras y de 0.25-0.5m entre plantas en dispersión por semilla, con aproximadamente 31,250 plantas por hectárea cuando esta es para corte y acarreo, para pastoreo de bancos de proteína la distancia mínima entre hileras es de 2.0 m y de 0.5-1.0 m entre plantas. Las densidades de siembra pueden ir desde las 40,000 hasta 80,000 plantas por hectárea.

Manejo del banco forrajero: El primer corte o pastoreo se realiza cuando las plantas han alcanzado una altura de 2.0 m aproximadamente, aunque la altura estará determinada por la especie o variedad, la fertilidad del suelo, las condiciones climáticas y el cuidado de la planta. Se debe de iniciar cortando solo una parte de las plantas o pastoreándola con cargas animales bajas y becerros no muy grandes, hasta que esta logre establecerse bien. Los periodos de pastoreo van de 1.5 a 2.5 horas diarias. Una vez establecido bien el banco, se realiza la poda de uniformidad entre 15 y 20 cm del suelo.

Producción aproximada: La producción estimada de materia seca (MS) de un banco de proteína va depender de muchos factores a considerar (especie o especies, altura de corte, intervalo entre cortes, región, manejo, densidad, etc.). Méndez *et al.*, (1990) reportaron producciones de *leucaena leucocephala* (variedad Cunningham) de 11.6 ton/ha/año. Macedo y Palma (1998) mencionaron, que la suplementación con tres kg MS/vaca/día de *leucaena* en la dieta tradicional de vacas en el trópico seco, incremento en 2.5 kg/vaca/día la producción de leche.

7.6.3. Banco forrajero de energía para corte y acarreo

Objetivo: Aumento en la disponibilidad de forraje con alta cantidad de energía, para mantener un equilibrio de nutrientes en conjunto con los bancos de proteína (energía-proteína) durante todo el año, para la producción de leche y/o carne.

Lugar de establecimiento: Se recomienda establecer cerca de los corrales de alimentación y bebederos de los animales. Puede ubicarse tanto en terrenos planos como en pendientes moderadas.

Componentes: La caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y el pasto *Pennisetum purpureum* (CT-115, entre otros) son de los forrajes más utilizados para este fin (Orozco, 2005).

Manejo para la siembra: Para el caso de la caña y el pasto, la preparación del terreno comienza con el arado, rastra y surcado. Para la caña se deben sembrar de dos a tres chorros de caña por surco, con buen translope entre punta y base, posteriormente hay que picar la semilla en el surco en trozos que contengan tres yemas, por último, se debe de tapar la semilla tan pronto como sea posible con una capa de tierra no mayor a 10 cm. Hay que realizar una aplicación de herbicida sistémico para posteriormente (15 días) proceder a pasar el arado para aflojar el terreno siguiendo las curvas de nivel trazadas. Para el pasto, se coloca el material vegetativo al fondo del surco a una profundidad de 0.10 a 0.15 m, traslapado para garantizar alta densidad de plantas (Orozco, 2005; Hertentains *et al.*, 2009).

Disposición de siembra: Para la caña de azúcar, se deben hacer surcos a una profundidad 50 cm. En terrenos planos la separación entre surcos debe ser de 1.5 metros, pero debe de irse disminuyendo gradualmente, conforme el terreno presente mayor pendiente. Si el terreno tiene pendiente se deben trazar las curvas de nivel conforme al contorno del terreno. Para el caso del pasto, una vez colocado el material vegetativo en los surcos este se traslapa para garantizar alta densidad de plantas, a distancia de un metro entre surcos (Orozco, 2005; Hertentains *et al.*, 2009).

Manejo del banco energético: Para ambos casos se debe de realizar un análisis del suelo para determinar el tipo y las cantidades de fertilizantes a aplicar. Para el caso de la caña, las fertilizaciones se deben de aplicar solo si son necesarias, al inicio (dependiendo del análisis de suelo), a los dos meses y a los seis meses de establecido el cultivo. En los siguientes años se recomienda fertilizar al inicio de la temporada de lluvias y tres meses después. Posterior a la primera fertilización se lleva a cabo la aporca, a fin de invertir la forma del surco, de modo que el lomo se forme en la hilera de las plantas y el fondo entre los surcos. Esto permitirá que los tallos desarrollen mejor sus raíces y que el amacollamiento sea más vigoroso (Orozco, 2005; Hertentains *et al.*, 2009). En el caso del pasto, es recomendable realizar dos cortes anuales cada 120-140 días para almacenarlo durante la temporada seca y dejarlo descansar durante la época de lluvias (aproximadamente cinco meses). Si se realiza el pastoreo rotacional este se recomienda hacer con el uso de cerco eléctrico y dejando un periodo de descanso para la recuperación del pasto, especialmente durante la temporada seca (Martínez, 2008).

Producción aproximada: La producción aproximada dependerá del manejo, las condiciones de los suelos y de las precipitaciones y/o riegos. Para el caso de la caña de azúcar, el rango de producción de material verde por hectárea por año oscila entre 60 y 100 toneladas. Así mismo, el contenido de materia seca de las diferentes variedades oscila entre 28 y 34% (Orozco, 2005). El pasto *Pennisetum purpureum* CT-115 llega a producir 36.1 toneladas de materia seca por hectárea al año, con un porcentaje de proteína de aproximadamente 7.9 (Hertentains *et al.*, 2009).

7.6.4. Optimización en el uso de residuos de cosecha y/o tipo agroindustrial

Objetivo: Aumentar el aprovechamiento y la calidad de la alimentación ofrecida con esquilmos agrícolas y/o de tipo agroindustrial a los animales, para mejorar la productividad principalmente durante la época de estiaje.

Componentes: Se pueden utilizar los residuos de las cosechas como el maíz (rastroy y/o olote), sorgo (paja de sorgo), pastos y residuos agroindustriales como la caña (bagazo de caña, punta de caña y melaza residual).

Tipos de tratamientos: Existen diversos tipos de tratamientos para el mejor mejorar el aprovechamiento de los residuos agrícolas, la finalidad de estos consiste en hacer mas disponible el material para el animal, además de reducir y/o modificar el contenido ligninolítico de los vegetales para aumentar su digestibilidad. Los tratamientos pueden ser físicos (molienda, cocción a presión, molido y peletizado) químicos (hidróxido de sodio, amoniaco anhidro, hidróxido de calcio, hidróxido de potasio y urea) y biológicos (utilización de hongos que degradan la lignina). Cada uno de los procesos tienen sus pro y sus contras y su utilización dependerá de las condiciones (ambientales, económicas, sociales, etc.) de cada sistema de producción. Se ha demostrado la efectividad de tratamientos alcalinos a partir de hidróxido de sodio y de amoniaco para mejorar el valor nutricional de los forrajes de baja calidad, sin embargo, ambos son de difícil manejo (Haddad *et al.*, 1995).

El tratamiento con NaOH y/o amoniaco vía hidrólisis de la urea es uno de los mas recomendados para las zonas tropicales y de fácil manejo a nivel granja, puede aumentar hasta en un 35 % la degradación ruminal de la materia seca (MS) y la fibra neutro detergente (FND). Además, la mayoría de los productores de este estudio utilizan la suplementación del rastrojo de maíz (molido), con lo cual el tratamiento con urea puede ser una estrategia viable para aumentar la aprovechamiento de este recurso, así mismo los rastrojos del sorgo y pastos utilizados en la zona también pueden ser tratados con urea. Otra opción es el acopio de los residuos de caña, ya que cerca de esta zona se puede obtener el material.

Manejo del tratamiento con urea: Para hacer una mezcla con 100 kg de rastrojo molido y/o bagazo de caña, molidos a 25 mm y tratado a una solución de urea al 4% se necesitan, 4 kg de urea, 40 litros de agua, una pala y un plástico para tapar el material. Se coloca el rastrojo sobre el piso (cemento o ladrillo), se mezcla la urea con el agua, posteriormente se rocía poco a poco y se va mezclando con la pala, una vez que se termina de humedecer el rastrojo con los 40 litros de agua este se amontona y se tapa perfectamente con un plástico, colocando piedras o cosas pesadas alrededor. El rastrojo debe permanecer tapado por tres semanas, después de este tiempo se destapa por un día para que este pierda el olor a amoniaco, después de esto está listo para usarse como alimento (Chávez, 2004).

Normalmente la digestibilidad de la materia seca y orgánica se elevan hasta en un 25% en los residuos tratados, sin embargo estos deben de ir acompañados con compuestos como la melaza y sal mineral con fosforo, calcio, potasio, magnesio, azufre, cloruro de sodio (sal común), cobre, cobalto, yodo y zinc (González, 2002).

El uso de hongos de pudrición blanca (*Pleurotus ostreatus*) para el mejoramiento de los esquilmos que los productores almacenan, podría ser también una opción para el mejor aprovechamiento de los residuos de cosecha, con lo cual además de la deslignificación del material utilizado y el aumento nutricional del mismo, se obtendría otro producto para comercializar como son los hongos comestibles (champiñones o setas).

7.6.5. Métodos de pastoreo, apoyado con el uso de cerco eléctrico

Objetivo: Aprovechar al máximo los agostaderos haciendo un uso intensivo de los mismos, para aumentar la disponibilidad de forraje y lograr mayores cargas animales y por ende una mejor productividad por hectárea.

Pastoreo rotacional: Este método es comúnmente utilizado para el manejo de pastizales. Consiste en lograr un uso más intensivo de los agostaderos. Para ello, estos se deben de dividir con el apoyo de cerco eléctrico según el área de pastoreo disponible. Cada superficie será pastoreada por un periodo de tiempo (tres días máximos) según la carga animal, la tasa de crecimiento del pasto y del forraje disponible (Baldomero, 2008). Si se quiere determinar el número de divisiones o potreros a construir se aplica la siguiente fórmula:

NP= TR/TE+NG en donde:

NP= Número de potreros

TR= Tiempo de reposo del pasto

TE= Tiempo de estancia

NG= Número de grupos por pastorear.

Ahora, para determinar la superficie de cada uno de los potreros, se emplea la siguiente fórmula:

SP= ST/NP en donde:

SP= Superficie del potrero.

ST= Superficie total.

NP= Número de potreros.

Una vez teniendo estos parámetros finalmente se determina la capacidad de carga para cada potrero (dependiendo de la época del año) y se establece el número de U.A. capaces de mantener en cada uno de estos (Baldomero, 2008).

Pastoreo diferido: Es un método de pastoreo extensivo, aunque algunos lo consideran una variante del sistema rotacional. Bajo este manejo ya existe una división de los que permite atenuar los múltiples inconvenientes del pastoreo continuo, alternando con periodos de reposo que permitan la recuperación de la pradera. Se debe de diferir o suspender por lo menos un potrero anualmente del programa de pastoreo, para una adecuada recuperación y que las plantas deseables tengan la oportunidad de producir semilla y reproducirse. Este método se surgió originalmente como un recurso para aumentar el vigor o regenerar el pastizal. Se recomienda que no se prolongue demasiado el tiempo de segregación, ya que las plantas pierden palatabilidad y cualidades nutritivas (Baldomero, 2008).. Se puede combinar el pastoreo diferido con el pastoreo rotacional aprovechando las ventajas de cada uno de estos.

Nota: Una vez establecido el sistema y con la experiencia del manejo de los potreros, se pueden ir incorporando paulatinamente cercas vivas en las divisiones de los mismos, con especies forrajeras locales que produzcan sombra y permitan la incorporación de materia seca principalmente durante la temporada de estiaje.

7.6.6. Ajuste de carga animal

Objetivo: Uso apropiado de los agostaderos para evitar el sobrepastoreo, cumplir con los requerimientos nutricionales de los animales y mejorar la producción del sistema.

Capacidad de carga del potrero: La capacidad de carga animal de un potrero indica el número de unidades animal (U.A) o el número de cabezas de ganado en una unidad de superficie (Ha) por unidad de tiempo (año). Para realizar entonces el ajuste de la carga animal, tenemos que conocer la capacidad de carga del potrero y esta varía según la época del año, las condiciones edáficas, topográficas, climáticas del terreno, así como su biodiversidad biológica (pastos inducidos, praderas naturales, combinación de leguminosas herbáceas con pastizales, etc.) y el manejo que se lleve en el agostadero. Así mismo, las técnicas para el muestreo varían según las condiciones anteriormente señaladas (Solorio, 2008; Zalapa, 2009).

Manejo del potrero (pastoreo continuo): A pesar de las dificultades para saber la capacidad de carga de un potrero en pastoreo continuo, existen bases para determinarla, en primer lugar debemos de saber cuánto forraje produce el predio en base a materia seca (MS). En climas tropicales subhúmedos como es el caso de la zona estudiada, la producción de forraje se da primordialmente durante la temporada de lluvias (70-80 %) y en menor proporción durante la época de sequía (20-30%). Para manejar esta estacionalidad, y lograr el suministro estable de forraje durante todo el año se debe de elegir entre el 20 y 25% (rotándolo cada año) del total del predio para separarla y dedicarla a la producción de forraje para conservación (ensilaje y/o henificación) el cual se suministrara en época de sequía. Esta área se mantendrá sin animales y se aprovechará para rehabilitar el terreno (corte inicial o quema al principio de la época lluviosa, fertilizar, control de plagas, cortes de conservación, etc.) durante la época lluviosa, ya entrada la sequía se utilizará todo el predio completo (Zalapa, 2009).

Capacidad de U.A: Una vez estimada la producción de MS durante el año, para el total de hectáreas disponibles para el pastoreo continuo y utilizando la regla de que solamente se aprovecha el 50% del forraje disponible, se determinaran las U.A que pueden ser

alimentadas en dicho predio, tomando en cuenta que cada U.A requiere de 12 kg de MS diariamente, por lo que al año requiere, aproximadamente 4.380 ton/MS (Zalapa, 2009).

7.6.7. Almacenamiento de forraje (ensilaje y/o henificación)

Dependiendo de las necesidades de cada productor y de la factibilidad económica de cada uno de estos, las técnicas de ensilaje y/o henificación serán las más adecuadas. A pesar de que muchas de las veces el factor económico juega un papel limitante en la aplicación de las técnicas de conservación de forrajes, se ha visto que la unión de los ganaderos para llevar a cabo estas prácticas, pueden abaratar los costos de elaboración y ser una tecnología disponible, reduciendo los costos de producción.; así, sistemas enfocados a la producción de leche y con la disponibilidad de recursos económicos, parcelas para cultivo y equipo podrían optar por ensilar. Aquellos productores con menos recursos (económicos y de maquinaria), pueden implementar la henificación por ser una estrategia más sencilla y económica, aunque de el producto obtenido es de baja calidad nutritiva en comparación con el ensilado. Así mismo, el almacenamiento de residuos de cosecha podría ser otra opción viable para aquellos campesinos que puedan hacer esta inversión.

Los cultivos con amplias posibilidades para el ensilaje y/o henificación por su calidad nutricional, adaptación y producción en la zona, son el maíz, el sorgo y algunos pastos:

7.6.7.1. Maíz

Objetivo: Almacenamiento de forraje con alto valor nutritivo, principalmente para la temporada de estiaje.

Cosecha de la planta: Se debe hacer cuando el grano se encuentra completamente desarrollado y tiene un estado lechoso-masoso. Cuando se va ensilar, el corte o picado de la planta debe de realizarse en partículas menores a 2 cm y con una compactación por cada 30 cm de forraje. Para la henificación, el corte de la planta se debe hacer cuando el riesgo de lluvias allá disminuido. Una vez que se corto el forraje, se debe de dejar secar por uno o dos días con buen sol (hasta que quede entre 15 y 18 % de humedad), se recomienda dar varias volteadas (las veces que sean necesarias) al forraje después del primer día de asoleado, para

evitar el enmohecimiento y eliminar la humedad. El corte se lleva a cabo después del medio día tratando de evitar el rocío y aprovechando que la planta se encuentra más deshidratada.

Almacenamiento: Cuando se va ensilar el maíz, este debe de picarse a un tamaño de partícula entre 1.5 a 2.0 cm de longitud (Wheaton, 1993). Posteriormente se debe de llenar el silo esparciendo capas de maíz picado de una altura no mayor a 30 cm y apisonarla para extraer el aire. Una vez que se ha llenado el silo este se debe de tapar con un plástico y sobre el se coloca una capa de tierra de 3 a 5 cm (Tovar *et al*, 2009). El tamaño del silo varia, dependiendo de los animales que se van alimentar, el consumo de estos y el número de días. El tipo de silo dependerá de las necesidades de cada productor y la disponibilidad económica, generalmente, grandes ranchos requieren silos de concreto y/o trinchera. En ranchos pequeños y con pocos animales, se pueden utilizar recipientes de hasta 200 litros que se llenan manualmente y son muy eficaces. Para el caso de heno, puede hacerse en forma de pacas o “en greña”, es decir, el heno suelto a granel, esto dependerá de la maquinaria con que cuente el productor. El heno debe de proteger de la humedad y de los animales, ya sea en campo y/o en una bodega, lo que se requiere es que el producto este protegido de la lluvia, roedores, brisa, robos, etc., pero que al mismo tiempo tenga una buena aireación para evitar el enmohecimiento. Si se quiere dejar el material en el campo, debe ser en un lugar elevado, cercado y cubrirse con un plástico (Ojeda, 2005).

Producción aproximada: Puede producir en promedio de 1.7 a 3.4 ton/ha toneladas de grano, pero el rendimiento potencial puede ser de 6-10 ton/ha si este es cultivado con la mejor tecnología disponible (Semilla, cultivo, fertilización, maquinaria y equipo) y la asesoría técnica adecuada (Martín y Palma, 1999). Una vez ensilado se pueden obtener de 45 a 55 toneladas de materia verde por hectárea (ton/Mv/ha) (Aguilera y López, 1997). Además, se lograrían realizar hasta tres cosechas anuales con disponibilidad de riego y una en condiciones de temporal. Por lo tanto, podrían alcanzarse de 135 a 165 ton/Mv/ha.

Con el rendimiento potencial del maíz ensilado en una hectárea (45-50 ton/ha), se pueden mantener aproximadamente 25 vacas de 500 kg con producciones de seis litros de leche al día durante tres meses. Con base a los requerimientos nutricionales de este tipo de animales (Cuadro 20), se debe proporcionar aproximadamente 17 kg de ensilado de maíz, 1.8 kg de

DDGs (granos secos de destilería) 75 g de carbonato de calcio y 61 g de mezcla mineral con 12 % de fosforo por animal (Aguilera y López, 2001).

Cuadro 20. Requerimientos diarios de una vaca doble propósito de aproximadamente 500 kg.

Nutrimento	Requerimiento diario
Consumo Materia Seca (kg)	8.32
Energía Metabolizable (Mcal)	18.6
Proteína Cruda (g)	911
Ca (g)	27.4
P (g)	20.2

Fuente: Beef Cattle Requirements, NRC 1984.

7.6.7.2. Sorgo

Objetivo: Almacenamiento de forraje principalmente para la temporada de estiaje.

Componentes: *Sorghum vulgare* o *Sorghum bicolor*. La siembra de sorgo forrajero ha sido investigada por su potencial uso para el ensilaje, por ser un cultivo resistente a la sequía y producir altos rendimientos y con buenos resultados generales (Mhere *et al.*, 1999).

Cosecha de la planta: Ya sea para ensilar o henificar, el sorgo forrajero se cosecha, cuando los granos se encuentran en estado lechosos-pastosos y el contenido de materia seca (MS) este entre 18 y 27%, y de 6 a 8 % de proteína cruda cosechando de forma directa la planta entera. En caso de no tener el contenido de materia seca (25%) al momento del corte, se recomienda un presecado hasta lograr esta condición (Mhere *et al.*, 1999).

Almacenamiento: El almacenamiento se realiza de la misma forma que el maíz ya sea en forma de ensilaje o henificación.

Producción aproximada: La producción potencial puede ser de entre 40 y 60 t/ha/corte de forraje verde cada 60 días, con un rendimiento de 5-6 ton/ha de grano. El número de cortes

varía en función al manejo o mantenimiento del cultivo, en el caso de cosechas en el trópico se pueden alcanzar de 2 a 3 cortes anuales (Martín y Palma, 1999; De Gracia y Gordón, 2006). El contenido de materia seca/ha oscila alrededor de 5 a 9 ton (Titterton y Maasdorp, 1997).

7.6.7.3. Pastos

Objetivo: Almacenamiento de forraje principalmente para la temporada de estiaje.

Componentes: Los pastos sembrados en la región son, llanero (*Andropogon guyanus*), jaragua (*Hiparrhenia rufa*), tanzania (*Panicum maximum*) y pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). También existen algunos pastos nativos que se pueden utilizar. Todos estos se pueden almacenar en forma de heno y/o ensilaje, sin embargo se deben de realizar estudios para ver la calidad del forraje y decidir la mejor forma de almacenamiento.

Cosecha de la planta: El momento ideal para el corte del pasto es cuando este está a mediados de la etapa de floración (prefloración), esta etapa varía según la época del año, la especie y las condiciones agroclimáticas. Cuando el pasto se corta para henificar el tiempo de secado si el clima lo permite, debe de ser entre 3 a 4 días con buen sol. Se debe de voltear dos veces durante el secado. Para el ensilado el tamaño de partícula debe de estar entre 2-5 cm aproximadamente. La calidad nutricional del pasto ensilado dependerán de factores como la edad al corte, tamaño de partícula, compactación del material, tapado del silo y aditivos agregados (Caraballo *et al.*, 2007).

Almacenamiento: El almacenamiento se realiza de la misma forma que el maíz ya sea en forma de ensilaje o henificación.

Producción aproximada: Estudios en la producción de heno por Carbajal y Lara (2003) en el trópico subhúmedo, obtuvieron en promedio 15.0 (pasto fertilizado) y 8.8 (pasto sin fertilizar) ton/ha de pasto llanero y 15.7 (pasto fertilizado) y 8.4 (pasto sin fertilizar) ton/ha para el pasto tanzania. Se realizaron 5 cortes durante el año a 125, 140127,82 y 65 cm respectivamente y las fertilización anual fue de 120-60 kg de N y P respectivamente, el

material permaneció tres días en el campo para a deshidratación al sol hasta una humedad de 20%.

7.6.8. Pasturas con árboles en callejones

El manejo es muy similar al de los bancos forrajeros pero las distancias de siembra varían para permitir la entrada de luz a las pasturas, siendo el pastoreo la principal forma de utilización.

Objetivo: Incrementar la producción de materia seca y calidad del forraje ya sea para la producción de leche y/o carne, introduciendo árboles forrajeros (en altas densidades) existentes o adaptables a la zona, en combinación con gramíneas (pastos) para su pastoreo, a fin de reducir los costos de alimentación y la falta de forraje.

Lugar de establecimiento: Principalmente en áreas de cultivo, pequeñas praderas y los agostaderos, preferentemente en donde se pueda disponer de agua para el establecimiento.

Componentes: La utilización de *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia* Lam y *Gliricidia sepium* como árboles y/o arbustos forrajeros son prominentes en la zona. Las pasturas que se pueden asociar a las leguminosas herbáceas pueden ser, tanzania (*Panicum máximum*) y pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*) por ser los pastos adaptados a las zona.

Disposición de siembra: La distancia entre surcos es de 1.5 a 1.6 metros con distancia entre plantas de 15 a 25 cm para la especie leñosa, para lograr esto se siembran 15 semillas/metro lineal aproximadamente. El pasto inducido se siembra 30-50 días después de la siembra de la arbórea (procurando que esta no sobresalga de la leguminosa) con igual número de hileras entre surcos.

Manejo de la siembra: Es muy similar a la siembra del banco forrajero. En terrenos planos se recomiendan dos pases de arado y una rastrillada, en pendientes mayores al 15% labranza cero. Para la siembra por semilla, se puede realizar con un tractor y una sembradora mecánica de cadena o movida con la toma de fuerza, se siembran de tres a cuatro semillas por sitio, según la densidad de siembra que se quiera efectuar, a dos o tres

centímetros de profundidad, el control de las malezas puede ser manual o mecánico, cuando el tiempo es muy seco se recomiendan dos riegos semanales.

Producción aproximada: La asociación de *Gliricidia sepium* con *Cynodon nlemfuensis* proporciono 25.4 toneladas de materia fresca por hectárea anual (Vízcaíno *et al.*, 2001). En otro sistema de *Leucaena* (*Leucaena leucocephala*) asociada a pasto Estrella (*Cynodon plectostachyus*) y Algarrobo (*Prosopis juliflora*) se produjeron 39.4 ton/MS/ha anuales, con una capacidad de hasta 5 U.A/ha, sin necesidad de fertilización química, el pasto estrella y la leucaena produjeron 39.1 toneladas MS/ha/año (Mahecha *et al.*, 2001). En cuanto a la producción de carne de los bovinos, se han reportado ganancias de peso de hasta 560g/día/animal en pastoreo rotacional con pasto estrella y leucaena (Armendáriz, 1998). La producción de leche también se ve aumentada en sistemas silvopastoriles intensivos con base en *Leucaena leucocephala* asociada a gramíneas. En este sentido Sánchez *et al.*, (2008) señalaron producciones de 6-9 litros/día comparadas contra 3-4 litros/día en sistemas convencionales.

Nota: Existen especies locales que pueden ser mejores que las señaladas, pero el manejo y su producción en pasturas con árboles en callejones es desconocido. Por ello, la investigación en este aspecto debe ser inmediata. Además, se deben de utilizar varias especies arbóreas multipropósito dentro de este sistema, con arreglos espaciales adecuados que permitan la diversificación de los productos para la obtención no solamente de carne y/o leche.

7.6.9. Cercas vivas

Objetivo: Producción de forraje, disminución de los costos de cercas muertas, mejoramiento del suelo, productos maderables y frutos ya sea para la alimentación animal y/o venta.

Lugar de establecimiento: En las divisiones entre propiedades y parcelas según los diferentes usos del suelo (cultivos anuales o perennes, potreros, bosques, etc.) sustituyendo los postes muertos por cercas vivas.

Componentes: Existe gran variedad de especies que funcionan como cercos vivos, sin embargo, estas se deben de seleccionar con base en los productos que se requieran obtener. Especies como *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Tithonia diversifolia* son ampliamente utilizados en climas de trópico seco para la producción de forraje (Villanueva, 2005). Palma¹ menciona que otra especie con amplias posibilidades es *Caesalpinia platyloba* (palo colorado), la cual en condiciones de trópico seco está presentando una amplia aceptación, por la calidad del árbol como cerca viva y por su escaso consumo por los rumiantes, permitiendo que este se establezca más fácilmente. Ernestina *et al.*, (2010) mencionan que árboles como cueramo, matarraton, guaje, caulote, parota, guazima, albizia, mezquite, pinzan, tamarindo, mango y ciruela pueden funcionar como cercas vivos por las funciones que desempeñan. Por otro lado, el género *Bursera*, con sus diferentes especies, son recomendables por su dispersión con material vegetativo y su alta tasa de sobrevivencia.

¹Comunicación personal

Disposición de siembra: La disposición puede variar dependiendo de la especie utilizada, pero generalmente se pueden sembrar a una distancia entre plantas entre 1.5 y 2.5 m (100 a 125 árboles por kilometro lineal). La orientación mas recomendada es de este a oeste para reducir el efecto de las sombra sobre las pasturas.

Manejo de la siembra: La siembra se debe realizar al inicio de la época de lluvias, es preferible plantar las estacas el mismo día de cortadas. Una vez plantadas las estacas, en caso de ser necesario estos deben de protegerse en forma individual (en forma de triangulo con alambre de púas) o por medio de una cerca muerta paralela a la cerca viva. A los 30 días del establecimiento de los postes, examinar la sobrevivencia de los mismos y replantar los que sean necesarios.

Manejo de las cercas vivas: Se deben realizar podas de las ramas de las copas de los árboles, la primera poda puede realizarse aproximadamente a los dos años después de la siembra de la estaca, la poda debe ser parcial eliminando ramas enfermas y/o estacones, las podas se pueden realizar cada seis meses al inicio de la estación seca y de preferencia cuando la luna este en el cuarto menguante (Otárola, 1995).

Producción aproximada: Especies como matarraton (*Gliricidia sepium*) y leucaena (*Leucaena leucocephala*) pueden alcanzar producciones de hasta 2.5 toneladas de MS/ha/año con un régimen de poda cada seis meses (Simón, 1996). En cuanto a la producción de leña se pueden alcanzar producciones de 55 toneladas/km anuales (Camacho, 1992).

Nota: Se deben de investigar recursos arbóreos locales, así como, su propagación, espaciamiento y densidad, a fin de utilizarlos adecuadamente dentro de esta estrategia, para diversificar los productos obtenidos.

7.6.10. Árboles dispersos en potreros

Objetivo: Producción de forraje para el ganado, producción de leña, frutos y sombra.

Lugar de establecimiento: Dentro de los agostaderos con y sin pastizales para lograr una combinación racional.

Componentes: Las especies como *Enterolobium cyclocarpum* (parota), *Tabebuia rosea* (roble) y *Swietenia macrophylla* (caoba), pueden utilizarse como árboles para producir madera. El mango (*Mangifera Indica*) y la guayaba (*Psidium guajava*) se pueden utilizar para sombra y frutos. *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Guazuma ulmifolia* podrán utilizarse como fijadores de nitrógeno, forraje, sombra, leña y frutos para el ganado.

Disposición de siembra: En una hectárea se deberán sembrar de 15 a 20 árboles para sombra, de 25 a 40 árboles para frutos tanto para el ganado como para consumo humano, 20 a 30 árboles para la producción de forraje y 25 árboles para madera. Estos deben de estar bien distribuidos dentro del potrero.

Manejo de la siembra: Los árboles se deben de obtener en viveros preferiblemente de semillas seleccionadas y de preferencia con germoplasma local, cuando estos tengan una altura de aproximadamente 30 cm es el momento ideal para sembrarlos, se deben de proteger durante los primeros meses, no se deben de aplicar herbicidas, realizar control de malezas y podas cuando sea necesario, se deben de proteger del ganado en forma individual

(tres estacones en forma de triangulo cubiertos con alambre de púas), por lo menos hasta que alcancen 1.5 metros de altura.

Producción aproximada: Se ha observado que cuando las vacas pastorean en potreros con árboles que les dan bienestar (sombra) y forraje, principalmente durante la temporada seca, estas producen más leche (1.5 litros mas). Además, de que los frutos y forraje de los árboles presentan mejores valores nutricionales que los pastos. También, se demostró que cuando el número de árboles por hectárea es alrededor de 25 a 30, la ganancia de peso en novillas es mayor que cuando hay menos de 10 árboles por hectárea.

Nota: Existen en los agostaderos una serie de especies arbóreas multipropósito, que tienen potencial para la producción de forraje, frutos, leña, medicinas, entre otros, manejados en una forma tradicional y pobremente evaluados. Por esto, es de vital importancia el estudio de estas especies, a fin de utilizarlos de una manera sistemática para su mayor aprovechamiento.

7.6.11. Cultivo en callejones (asociación de árboles y/o arbustos con cultivos de maíz y/o mango)

Objetivo: Diversificación de la producción (granos, forraje y leña), regeneración de la fertilidad del suelo y mayor productividad por unidad de superficie.

Lugar de establecimiento: En las parcelas utilizadas para la agricultura de cultivos anuales (maíz, sorgo, etc.) y/o perennes (mangos, toronja, limón, etc.).

Componentes: Se deben establecer preferentemente especies fijadoras de nitrógeno. Algunas de las más utilizadas son *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Moringa oleífera* y *Erythrina poeppigiana* (Jiménez y Vargas, 1998).

Establecimiento: El establecimiento del componente arbóreo se puede realizar por semillas o en forma asexual, pero es más recomendable el segundo método. Para ello, se utilizan estacas de 1,5 m de largo y un diámetro mínimo que varía según la especie escogida, pero normalmente es entre 4 a 8 cm. En caso de utilizar semilla, se establece dentro de las hileras del cultivo, esto tienen la ventaja de que inicialmente el árbol no dificulta las labores del agrícola y que el primero se ve favorecido por los beneficios que normalmente recibe

un cultivo en sus etapas de crecimiento (deshierbes, fertilización, combate de plagas y enfermedades, etc. Una vez cosechado el cultivo agrícola, el árbol continúa su crecimiento y será podado hasta que alcance el tamaño adecuado para ello y este en capacidad de poseer un tocón de aproximadamente un metro de altura (Jiménez y Vargas, 1998)..

Disposición de siembra: Las distancias varían según la especie o especies utilizadas, así como el cultivo agrícola y el manejo agronómico que este requiere (preparación del terreno, sistemas de siembra, duración del ciclo, etc.). La disposición del cultivo para el caso del maíz, puede establecerse en el primer surco a 0.5 m de la hilera de árboles. En el cuadro se anotan algunos espaciamientos utilizados para especies arbóreas como *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Erythrina poeppigiana* (Nair, 1993; Jiménez y Vargas, 1998).

Cuadro 21. Distancias frecuentemente utilizadas entre hileras y entre árboles para cultivo en callejones.

Especie arbórea	Distancia entre hileras	Distancia entre árboles
<i>Leucaena leucocephala</i>	2.0 m a 7.5 m	0.5 m a 1.5 m
<i>Gliricidia sepium</i>	2.5 m a 9.0 m	0.5 m a 2.0 m
<i>Erythrina poeppigiana.</i>	6 m	1.0 m a 4.0 m

(Jiménez y Vargas, 1998).

Para el caso de la asociación del cultivo de mango, se estableció *Leucaena leucocephala* asociada con pasto Tanzania a una densidad de 52,000 plantas por hectárea entre las hileras de mangos a una distancia aproximada de 2.5 metros, sembrada en forma directa con semilla (Fundación Produce Michoacán, 2011).

Manejo del cultivo: El programa de podas es lo más importante para el manejo de un cultivo en callejones. Se pretende que el árbol sea aprovechado al máximo para beneficio del cultivo agrícola, pero a la vez minimizando la competencia que el primero pudiera tener sobre el cultivo. La práctica de la poda es muy sencilla, los brotes (ramas) se cortan con machete y se pican esparciendo uniformemente el material sobre el suelo. Se puede usar el material no degradado como leña (Nair, 1993). En el caso de la asociación de mango, una

vez establecido el sistema, este se divide en potreros de 15 metros de ancho por 190 de largo con el apoyo de cerco eléctrico, el periodo de ocupación de cada uno de estos es de un día al año, el tiempo de pastoreo es de 20 horas, retirando a los animales al momento de la ordeña. El riego se proporciona cada 15-20 días solamente en la época de secas (Fundación Produce, 2011).

Producción aproximada: Para el caso del maíz espaciado a 0.7 m entre surcos, la reducción de plantas por hectárea (dependiendo del espaciamiento entre hileras de árboles) podría tener una reducción de 5 a 8 % lo cual es bastante razonable teniendo en cuenta el mejoramiento del suelo y la aportación de nitrógeno al mismo (Jiménez y Vargas, 1998). En el caso del mago en asociación se han obtenido, 1,308 kg MS/ha en pastoreo (hojas y tallos comestibles) en época de secas. En relación al pasto Tanzania la mayor producción de forraje comestible se encontró en la época de lluvias con 1,988 kg/MS/ha.

7.6.12. Asociación de cultivos anuales con leguminosas herbáceas

Objetivo: Mejoramiento de la fertilidad de los suelos utilizados para la agricultura, fijación de nitrógeno (N) de la atmosfera, producción de forraje y control de arvenses y plagas.

Lugar de establecimiento: En las tierras utilizadas para la siembra de cultivos anuales (maíz y sorgo), en combinación con los mismos.

Componentes: Existen diferentes especies y variedades de leguminosas herbáceas que se pueden utilizar. En el caso de usarse para coberturas del suelo estas deben de evaluarse en cuanto a la interferencia (competencia y alelopatía), producción de biomasa, reciclaje de nutrientes y calidad del suelo entre otras cosas. En el trópico y subtropico los frijoles terciopelo (*mucuna sp.*) y espada (*Canavalia ensiformis*) han sido muy utilizados (Kessler, 1990; Buckles y Triomphe, 1999), sin embargo se deben de utilizar las especies locales ya adaptadas a cada zona.

Disposición de siembra: La distancia de siembra puede ser de un metro entre hileras y posturas; una densidad de aproximadamente 40,000 semillas/ha para el maíz. Las leguminosas se establecen de 25 a 35 días después de la siembra del maíz (DDS), según la

disponibilidad del maíz, la distancia será de 1,0 m entre hileras y 0,50 m dentro de las hileras, con dos semillas por postura (Castillo *et al.*, 2010)..

Manejo del cultivo: Se deben de realizar dos deshierbes entre los 25 y 35 DDS y entre los 70 y 75 DDS. El maíz se cosechara después del secado de la mazorca (Castillo *et al.*, 2010). Si es posible, se debe hacer una rotación del cultivo para permitir la descomposición de la biomasa producida por la leguminosa (Buckles y Triomphe, 1999). La distribución estacional de la humedad y su acumulación anual debe de considerarse al momento de establecer la siembra, esto determinara si el manejo de la cobertura será rotacional, de intercalación o relevo (Buckles y Barreto, 1996).

Producción aproximada: La producción biomasa registrada en promedio de este tipo de leguminosas es de 2000 kg/ha (Lobo *et al.*, 1992).

7.6.13. Fertilización química adecuada.

El análisis químico de los suelos determinara el nivel de nutrientes disponibles para la planta, la salinidad y los elementos tóxicos del suelo. Con esto se puede manejar la cantidad de fertilización y la enmiendas adecuadas de los cultivos en la zona, principalmente del maíz (*Zea mays*) y el sorgo (*sorgo vulgare*), a fin de aportar los requerimientos óptimos para un mejor desarrollo del cultivo. Sin embargo, existen otros factores incontrolables (luz, temperatura, el viento, la duración del día y concentración de CO₂ en la atmosfera), parcialmente controlables (humedad, cultivos mejorados contra enfermedades y pestes y algunas propiedades físicas) y controlables (espaciamiento entre surcos, densidad de plantas, época de siembra, tipo de cultivo y rotación) que limitaran la producción máxima (Sumner, 2010). Por ello, se deben de hacer pruebas experimentales, para mejorar el manejo de aquellos factores controlables y parcialmente controlables que limitan la máxima producción en los diferentes agroecosistemas de la zona.

Tiempo de muestreo del suelo: En el caso de cultivos anuales, tales como maíz, soja, trigo o girasol, las muestras deben ser tomadas por lo menos unos meses antes del cultivo, para dejar suficiente tiempo para hacer las determinaciones, interpretar los resultados, formular las recomendaciones de fertilización, comprar los fertilizantes y/o enmiendas y finalmente

aplicarlos en el lote. En sistemas intensivos, las muestras deben de ser tomadas preferentemente una vez al año o al menos una vez cada dos años (Sumner, 2010).

7.6.14. Fertilización con estiércol

Manejo y almacenamiento del estiércol: Para lograr un buen aprovechamiento del estiércol producido en el potrero, este debe de tener un buen almacenamiento, con una adecuada compactación del material solido, fracción liquida y protección contra el viento, la lluvia y el escurrimiento; inclusive se pueden utilizar aditivos minerales como el superfosfato, roca fosfórica, ácidos, etc., para que sea más asimilable para las plantas (Núñez, 1990). También si es posible se deben de colocar una capa de 10 a 20 cm de espesor de paja, rastrojo o aserrín en el suelo, que funcione como cama para los animales y que permita retener parte del orín y a su vez coleccionar las excretas, esta mezcla es rica en nutrientes y microorganismos. Para definir el área de almacenamiento, se debe de tener en cuenta el volumen de desecho que se acumulara semanalmente. Se recomienda un lugar donde no se inunde y de preferencia que tenga piso (Martínez, 2003).

Aplicación del estiércol: Una vez almacenado, este no debe de durar más de una semana (7 días) antes de ser aplicado en las parcelas de cultivo. El estiércol se debe de aplicar en otoño antes o después de las labores agrícolas. Si se aplica antes debe de enterrarse al arar faltando un mes para el cultivo. Normalmente se pueden aplicar cantidades entre 35 a 45 toneladas por hectárea, dependiendo de la calidad del estiércol y del análisis químico del suelo que planteará las necesidades nutricionales de la parcela. Es importante aplicar el estiércol en dosis acordes a su contenido de nitrógeno (N) disponible, para reducir gastos en fertilizantes y los riesgos de contaminación del agua subterránea por lixiviación de nitratos. Una tonelada de estiércol contiene, 5.4 a 7.2 kg de nitrógeno, de 1.8 a 3.6 kg de ácido fosfórico y de 11.2 a 7.2 kg de potasio, la concentraciones variaran según el manejo de lo estiércoles. Generalmente el estiércol debe de aplicarse en los terrenos de cultivo cada 3 o 4 años (Figuroa *et al.*, 2010). A continuación se recomiendan las cantidades de estiércol a aplicar.

Cuadro 22. Dosis de estiércol propuestas para diferentes tipos de suelo y las frecuencias de aplicación.

Clase de suelo	Dosis de conservación	Dosis de conservación mas corrección
Arenosos	15 a 20 ton/ha (cada 2 años)	20 a 25 ton/ha (cada 3 años)
Francos	25 a 35 ton/ha (cada 3 años)	30 a 35 ton/ha (cada 3 años)
Arcillosos	30 a 35 ton/ha (cada 3 años)	40 a 50 ton/ha (cada 3 años)

Fuente: Labrador, 1997.

Utilización del estiércol para la obtención de abonos orgánicos: Si el estiércol es procesado bajo un proceso de composteo aeróbico, este puede ser mejor aprovechado por las plantas, sin embargo el manejo representa una mayor dificultad para el ganadero, mayormente en los sistemas extensivos estudiados. Aun así, el alto valor del producto generado a base de las compostas, lo plantea como una práctica necesaria para la reducción de los altos costos por fertilizantes que los productores emplean. Así mismo, el lombricompostaje es otra técnica a tomar en cuenta para la transformación de los estiércoles de bovino producidos en los sistemas evaluados y la capacitación técnica para la realización de estas tecnologías se hace necesaria.

7.6.15. Abonos verdes

Objetivo: Abono verde para la fertilización y mejoramiento de las tierras de cultivo.

Lugar de establecimiento: Cerca de las tierras de cultivo para facilitar la incorporación o inclusive

Componentes: La especie seleccionada para este diseño será, *Tithonia diversifolia* por sus cualidades como abono verde. Se señalan que especies como *Gliricidia sepium*, *leucaena leucocephala*, *Mucuna sp*, *Psidium guajava*, *Zea maíz*, *Sorgo vulgaris*, *Pennisetum typhoides*, por mencionar algunos, pueden ser utilizados como abonos verdes.

Disposición de siembra: Para el caso de *Tithonia* la distancia entre plantas será de 75 cm entre una y otra planta x 75 cm entre una hilera y otra (Gómez *et al.*, 2000).

Manejo de la siembra: La siembra debe ser a partir de estacas, procurando el primer tercio de material vegetativo. No se debe demorar mucho la siembra después de obtenidas las estacas.

Manejo de la planta: Para el caso de la *Tithonia diversifolia* se debe de cortar a una altura de 20 cm arriba del nivel del suelo, antes de la floración y posteriormente un corte cada 50 días. Las aplicaciones de forraje verde pueden ser de 10-20 t/ha dependiendo de las condiciones del terreno y el cultivo. Para cultivos de maíz se pueden aplicar a razón de 8-10 t/ha (Gómez *et al.*, 2000).

Producción aproximada: Puede producir en promedio 31 toneladas de forraje verde por hectárea (Gómez *et al.*, 2000).

Nota: En México la aplicación de abonos verdes y las especies utilizadas para este fin es poco conocida y requiere de ser investigada. Las cantidades a incorporar, la forma de incorporación y los beneficios que estos proporcionan a los cultivos son aspectos relevantes de investigación.

7.6.16. Uso de fertilización orgánica (*Tierra de diatomea*)

Objetivo: Mejorar las condiciones físicas y químicas del suelo deterioradas por la aplicación inadecuada de pesticidas y fertilizantes químicos, mejorando la fertilidad y retención del agua manteniendo los nutrientes en forma disponible para las plantas.

Descripción de la tierra de diatomea: Las diatomeas son algas microscópicas fosilizadas (compuestas por una pared celular transparente de sílice y una capa interna de pectina); de composición unicelular, forma y tamaños variados, provenientes de aguas dulces o marinas y con aproximadamente 5.000 especies conocidas. Este producto, elementalmente reconocido como antibacteriano (liberadora de plagas), reemplaza con grandes ventajas, en la desinfección del suelo, al bromuro de metilo, por ser éste muy tóxico e inestable. La diatomea es natural, no ha sufrido ninguna alteración ni transformación, es un producto que

se encuentra listo para brindar a las plantas toda su capacidad nutritiva y sanitaria (Coria *et al.*, 2010).

Aplicación en los cultivos: Para aplicaciones directas al suelo se deben de aplicar entre 6 a 8 kilos por hectárea (teniendo la misma precaución debida en el manejo de polvos químicos, como uso de tapabocas para evitar su inhalación, uso de guantes plásticos, etc.). En el riego de cultivos ya implantados se diluye la diatomita en agua a razón de 1 a 2 kg por cada 100 a 200 litros de agua (1 a 2 %) (Coria *et al.*, 2010).

8. CONCLUSIONES

El análisis de las unidades de producción de ganado bovino en la Región del Bajo Balsas permitió identificar la forma en que estos operan, mostrando que es un sistema muy complejo y que en general es manejado de una forma tradicional, con falta de incorporación de tecnologías que le permitan una mayor producción y eficiencia económica.

Mediante el análisis económico se pudo observar que el grupo cabeza presentaba el mayor número de productores que obtenían ingresos por concepto de la venta de leche, que en conjunto con el ingreso de carne (becerras) y bajos costos de operación, le permite tener las mejores ganancias respecto a los demás grupos (media y cola). Por lo que la diversificación de los productos obtenidos en este tipo de sistemas de producción es necesaria a fin de obtener índices económicos positivos.

El grupo cabeza presenta mejor margen económico, al contar con mayor número de cabezas de ganado, mayor número de hectáreas para alimentar a las mismas y mayor número de hectáreas de cultivos para la suplementación del ganado, esto permite obtener una mejor producción de carne y leche, favoreciendo la obtención de márgenes económicos positivos.

A pesar de que el grupo cabeza dentro del análisis económico realizado presenta en promedio una ganancia económica positiva, los grupos media y cola que representan el 66% de los productores evaluados tienen números negativos en cuanto a margen bruto, esto hace necesario evaluar y modificar las prácticas productivas como el manejo inadecuado del potrero, la tumba, roza y quema del bosque, los monocultivos de pastos, los altos costos de suplementación, la poca diversificación de productos, entre otros, a fin de obtener mejores ingresos de una manera sustentable con el medio ambiente que los rodea.

Con la aplicación de la metodología de diagnóstico y diseño se pudieron identificar los principales problemas de las unidades de producción evaluadas con posible incorporación de sistemas agroforestales (agro y silvopastoriles) y/o tecnológicos para la mitigación de los mismos. Por lo que la metodología demostró ser una herramienta útil para el análisis y evaluación de las unidades de producción, así como, para la selección de propuestas tecnológicas que conlleven hacia un desarrollo sustentable de las mismas.

La implementación de sistemas agroforestales en las unidades de producción bovina, se plantean como una solución a los problemas que presentan este tipo de sistemas, pero estos deben de ir acompañados de otras tecnologías como la conservación de forraje, uso del cerco eléctrico para un mejor pastoreo, ajuste de carga animal en los potreros, tratamiento del estiércol producido dentro del sistema, por mencionar algunos, que complementen el uso racional de todos los recursos de la finca.

El uso o implementación de prácticas agroforestales y/o tecnológicas deben ser evaluadas no solo en lo productivo o económico, también por los beneficios ambientales que estos conllevan.

Además, la utilización de árboles y/o arbustos dentro de la finca, para los ganaderos que intenten entrar o ya estén inscritos a programas del PROGAN (Producción Pecuaria Sustentable y Ordenamiento Ganadero y Apícola) se verán en la necesidad de proteger, revegetar o reforestar hasta 30 plantas por unidad animal apoyada (SAGARPA e Inifap, 2010), por lo que las técnicas agroforestales pueden plantear opciones útiles para una adecuada distribución, selección y aprovechamiento de las mismas.

Se debe de continuar con el desarrollo de los pasos de la metodología de diagnóstico y diseño (MDD), a fin de:

- 1) Analizar la factibilidad técnica, socioeconómica y de adopción por parte de los productores de las tecnologías propuestas. Esto planteará escenarios realistas para el desarrollo de las tecnologías y permitirá hacer adecuaciones a estas para lograr su implementación o declinar su uso. Por ejemplo, un análisis ex-ante de la utilización tecnológica dentro de los sistemas productivos, como la incorporación de cercos vivos que permita una mayor disponibilidad de materia seca en el potrero y reducir los gastos que se tienen por los cercos muertos y/o la incorporación de bancos energéticos-proteicos, que reducirían el costo de los suplementos, permitirá analizar la viabilidad y sustentabilidad de las mismas.
- 2) Así mismo, se deben plantear las principales necesidades para la investigación de las tecnologías propuestas y otras que puedan surgir durante el proceso. Por

ejemplo: identificación, selección y evaluación especies locales, evaluación y análisis de sistemas silvopastoriles tradicionales e intensivos existentes en cada zona, entre otras.

- 3) Por último, la coordinación inter-institucional entre las partes relacionadas a estos temas tecnológicos de investigación, permitirán intercambiar diferentes puntos de vista para complementar y mejorar las propuestas mencionadas.

9. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Acosta, Z.; Guevara, G. y Plasencia, J. M. 2008. Evaluación de impacto ambiental del establecimiento de sistemas silvopastoriles en la cuenca del río San Pedro, Camagüey, Cuba. [En línea]. http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt260/pdf/acosta_z.pdf. Centro de Investigaciones de Medio Ambiente de Camagüey, Cuba. Universidad de Camagüey, Facultad de Ciencias Agropecuarias Camagüey, Cuba. [Consulta: 25/Mayo/2009].

Aerts, R. J.; T. Barry, T. N y McNabb, W. C. 1999. Polyphenols and agriculture: beneficial effect of proanthocyanidins in forages. *Agric., Ecosys. Environ.*, 75:1-12.

Alanís, G.J. 1990. Los desmontes mal planificados, su efecto en el deterioro de los recursos naturales en el norte de la República mexicana. *Revista Manejo de Pastizales*. 4 (1): 23-26.

Alonzo, M. Y.; Ibrahim, M.; Gomez, M. y Prins, K. 2001. Potencial y limitaciones para la adopción de sistemas silvopastoriles para la producción de leche en cayo, Belice. *Agroforestería en las Américas*. Vol. 8. N° 30. 2001.

Alas, M. J. 2007. Barreras para la implementación de sistemas silvopastoriles y usos del suelo amigables con la biodiversidad en Matiguás, Nicaragua. *Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza*. 11: 18-19.

Anon. 1981. What is agroforestry?. Ed. *Agroforestry Systems*. 1-7.

Ávila, N.A. 2007. Árboles y arbustos con potencial forrajero de la selva baja caducifolia en el municipio de La Huacana, Michoacán México. (Tesis de doctorado). Universidad de San Nicolás de Hidalgo, Facultad de Medicina Veterinaria y zootecnia. Morelia, Michoacán, México.

Ávila, N. A.; Ayala, A.; Gutiérrez, E.; Herrera, J. Madrigal, X. y Ontiveros, S. 2007. Taxonomía y composición química de la necromasa foliar de las especies arbóreas y arbustivas consumidas durante la época de sequía en la selva baja caducifolia en el municipio de La Huacana, Michoacán. Archivos de Livestock Research for Rural Development. Published by CIPAV, Cali, Colombia. [En línea]. <http://www.lrrd.org/lrrd19/6/avil19073.htm>. [Consulta: 28/dic/2009].

Avila, M. y Minae, S. 2008. Diagnosis and design methodology. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Livestock policy analysis. Technical Paper 4. [En línea]. <http://www.fao.org/Wairdocs/ILRI/x5546E/x5546e07.htm>. [Consulta: 28/Mayo/2009].

Baldizán, A.; Domínguez, C.; García, D. E.; Chacón, E. y Aguilar, L. 2006. Metabolitos secundarios y patrón de selección de dietas en el bosque deciduo tropical de los llanos centrales venezolanos. Instituto para el Desarrollo de Sistemas Agrosustentables. Unidad Nacional Experimental “Rómulo Gallegos”. Guárico, Venezuela. [En línea]. http://www.sian.inia.gob.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt2403/arti/baldizan_a.htm. [Consulta: 15/Mayo/2009].

Basu, P.K.; Kapoor, K.S.; Nath, S. y Banerjee, S.K. 1987. Allelopathic influence: and assessment on the response of agricultural crops growing near *Eucalyptus tereticornis*. Indian Journal of Forestry 10:367-271.

Bharati, L.; Lee, K. H.; Isenhardt, T. M. y Schultz, R. C. 2002. Soil-water infiltration undercrops, pasture and established riparian buffer un Midwestern USA. *Agroforestry Systems*. 56: 249-257.

Beer, J.; Harvey, C. A.; Ibrahim, M.; Harmand, J. M.; Somarriba, E. y Jiménez, F. 2003. Funciones de servicio de los sistemas de agroforestería. [En línea]. <http://www.fao.org/DOCREP/ARTICLE/WFC/XII/MS20-S.HTM>. XII World Forestry Congreso, 2003, Québec City, Canadá. [Consulta: 22/mayo/2009].

Bolívar, D; Ibrahim, M. y Jiménez, F. 1999. Producción de *Brachiaria humidicola* Bajo un Sistema Silvopastoril con *Acacia mangium* en el Trópico Húmedo. CATIE, Costa Rica. En: Memorias VI Seminario Internacional sobre sistemas agropecuarios sostenibles. 28-30 de Octubre 1999. Realizado por la Fundación CIPAV y LA FAO. Cali, Colombia.

Botero R. 1992. Estrategias para la alimentación de rumiantes con forrajes tropicales en sistemas de producción sostenible. In: Memorias del foro sobre "Estrategias para la Producción Animal en el Proceso de Integración Colombo-Venezolana". Asociación Venezolana de Producción Animal (AVPA), Universidad Nacional Experimental del Táchira y Universidad Francisco de Paula Santander. San Cristóbal, Venezuela. 1992. pp. 18.

Botero, R y Russo, R. O. 2007. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. Escuela de agricultura de la región tropical húmeda. San José de Costa Rica. pp. 121-142.

Buckles, D; Barreto, H. J. 1996. Intensificación de sistemas de agricultura tropical mediante leguminosas de cobertura: Un Marco conceptual. CIMYT/CIAT. Documento 96-06 Es. 13 p.

Buckles, D; Triomphe, B. 1999. Adoption of mucuna in the farming system of northern Honduras. *Agroforestry Systems* 47:67-91.

Budowski, G. 1990. Agroforestería en Costa Rica y su relación con el manejo de suelos. Conferencia. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 5 p.

Bustamante, J. y Romero, F. 1991. Producción ganadera en un contexto agroforestal. *Sistemas agropastoriles*. Casta de Rispa. No. 20 Turrialba, Costa Rica. pp 3-11.

Camacho, Y. 1992. Mediciones del componente arbóreo en cercas vivas y cortinas rompevientos. Conferencia. Curso Internacional "Desarrollo de Sistemas Agroforestales". CATIE. Turrialba, Costa Rica. 56 p.

Canela, T. J. A. y Salas, R. G. 2008. Indicadores reproductivos de la ganadería bovina en dos municipios de la región de Tierra Caliente Michoacán. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. Presentación Conferencia, Área Reproducción.

Caraballo, A.; Betancourt, M. y Florio, J. 2007. Efecto de la melaza, estado fisiológico del pasto y tamaño del material cosechado sobre el ensilado de pasto (*Panicum maximum*, Jacq). Ciencia, mar. 2007, vol. 15, No 1, p. 35-46. ISSN. [En línea]. http://www2.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-20762007000100005&lng=es&nrm=iso [Consulta: 3/mayo/2011].

Carbajal, A. J. y Lara, R. M. 2003. Producción de heno de gramíneas y leguminosas forrajeras. INIFAP. Campeche, México. [En línea]. http://www.ammveb.net/xxIx%20NCB/memorias/car/car_nut12.doc. [Consulta: 20/jun/2011].

Castillo, J. B.; Caamal, J. A.; Jiménez, J. J. M.; Bautista, F.; Amaya, M. J. y Rodríguez, R. 2010. Evaluación de tres leguminosas como coberturas asociadas con maíz en el trópico subhúmedo. AGRONOMIA MESOAMERICANA. 21 (1): 39-50- 2010. Mérida, Yucatán, México. [En línea]. http://www.mag.go.cr/rev_meso/v21n01_039.pdf. [Consulta: 20/jun/2009].

CATIE, 1993. Curso Internacional "Desarrollo de Sistemas Agroforestales". Documento JICA. Turrialba, CR. 210 p.

Cerrud, R. A. 2002. Caracterización de los sistemas silvopastoriles tradicionales en el distrito de Bugaba, Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 95 p.

Cerrud, H. 2005. Efecto del pago por servicios ambientales y otros variables socioeconómicas en la adopción de usos del suelo amigables con el ambiente en zonas ganaderas de Esparza, Costa Rica y Matiguás, Nicaragua. Tesis Ph.D. Turrialba, CR, CATIE.77 p.

Chávez, R. 2004. Características y procesamiento de los esquilmos agrícolas. Programa Especial para la Seguridad Alimentaria. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

Clavero, T. 1996. Las leguminosas forrajeras arbóreas: Sus perspectivas para el trópico americano. En leguminosas forrajeras arbóreas en agricultura tropical. Ed. Tyrone, Clavero. Universidad de Zulia, Maracaibo, Venezuela. pp 49-63.

Clavero T. y J. Suárez. 2006. Limitaciones en la adopción de los sistemas silvopastoriles en Latinoamérica. Pastos y Forrajes, 29(3): 303- 317.

Conway, G. 1985. Agroecosystem analysis. *Agricultural Administration* 20.

Coria, V. M.; Vázquez, I. y Muñoz, H. J. Impacto de tierra de diatomeas sobre *Arceuthabium globosum* Hawksworth y Wiens subsp. *Grandicuale*. 2010. Centro de Investigación Pacífico Centro. (CIR-PAC). Uruapan, Michoacán, México. [En línea]. <http://www.revistascientificas.inifap.gob.mx>. [Consulta: 20/jun/2011].

Correa, A; Finegan, B; Harvey, C. 2001. Evaluación y diseño de un paisaje fragmentado para la conservación de la biodiversidad. *Revista Forestal Centroamericana*. (34): pp. 35-41.

COTECOCA. 2005. Coberturas de los municipios de Michoacán, México, coeficientes de agostadero y capacidad de carga. Formato electrónico, hoja de cálculo (Excel).

Dent, J. B. y McGregor, M. J. 1994. Rural an farming systems analysis. European Perspectives. Institute of Ecology and Resource Management University of Edinburgh, UK. Wallingford, Oxon.UK. pp. 24-28.

Enciclopedia de los municipios de Michoacán, 2000. Centro Estatal de Desarrollo Municipal. Gobierno del Estado de Michoacán. [En línea]. <http://www.municipiosmich.gob.mx>. Portal de los municipios del estado de Michoacán. [Consulta: 28/Mayo/2009].

En pos del desarrollo competitivo y sustentable de la ganadería en la región del Bajo Balsas de Michoacán. *La Voz de Michoacán*. Morelia, Michoacán. México. 11 de julio del 2007. p. 4-5 (En sección: Identidad).

FAO (Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación). 2001. Consulta de expertos: protección de los recursos naturales en sistemas ganaderos: Los sistemas agroforestales pecuarios en América latina. Roma, IT. 38 p.

Fassbender, H. W. 1993. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. Segunda edición. Proyecto agroforestal CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. Serie de Materiales de Enseñanza. No 29. pp. 491.

Fernández, N. R.; Rodríguez, J. C.; Arreguín, S.M.L. y Rodríguez, J.A. 1998. Listado florístico de la cuenca del Río Balsas, México. Laboratorio de Botánica Fanerogámica, Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto politécnico Nacional. POLIBOTANICA, 9: 1-151.

Fernández, R.; Jaramillo, V.; Zúñiga, I.; Sánchez, J.; Quintana, I. L. y Solórzano, L. 2000. COTECOCA. Los coeficientes de agostadero del Estado de Michoacán. Secretaria de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Morelia, Michoacán, México. Formato PDF. [Consulta: 8/enero/2010].

Figuroa, U.; Cueto, J. A.; Delgado, J. A.; Núñez, G.; Reta, D. y Márquez, J. L. 2010. Estiércol de bovino lechero sobre el rendimiento y recuperación aparente de nitrógeno en maíz forrajero. Campo Experimental La Laguna, INIFAP. Matamoros, Coahuila, México. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro-UL Torreón, Coahuila, México. Publicado

en Terra Latinoamericana 28: 361-369. [En línea].
<http://www.smcs.org.mx/pdf/terra/28numero4/361-369.pdf>. [Consulta: 15/mayo/2011].

FIRA, 1993. Análisis de Rentabilidad y competitividad de las Principales Actividades Ganaderas Financiadas por FIRA. Boletín Informativo. Morelia. Michoacán. México.

Fundación Produce Michoacán, A. C. 2011. III Congresos sobre sistemas silvopastoriles intensivos. Memorias, Marzo, 2011. Morelia y Tepalcatepec, Michoacán México

Funes F. 2002. Potencialidades de los sistemas silvopastoriles en el contexto de la agricultura orgánica. Memorias V Taller Internacional Silvopastoril y I Reunión Regional de Morera. Matanzas, Cuba. CD.

Gallardo, N. J. L.; Luna, M. E. y Albarrán, D. M. 2006. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de bovino en México 2006. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. [En línea]. <http://www-sagarpa.gob.mx/Dgg>. [Consulta: 20/Enero/2009].

Ganry F., Feller, C., Harmand, J.M. & Guibert, H. 2001. Management of soil organic matter in semiarid Africa for annual cropping systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* 61: 105-118.

Gobbi, J. A y Casasola, F. 2003. Comportamiento financiero de la inversión en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de Esparza, Costa Rica. [En línea]. <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A2282E/A2282E.PDF>. Agroforestería en las Américas. Vol. 10 N° 39-40. Avances de Investigación. [Consulta: 25/Mayo/2009].

Gómez, M. E.; Rodríguez, L.; Murgueitio, E.; Ríos, C. I.; Rosales, M.; Molina, C. H.; Molina, C. H.; Molina, E. y Molina, J. P. 2000. Árboles y arbustos utilizados en la alimentación animal como fuente proteica. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuarias. Cali, Colombia. [En línea].

http://201.234.78.28:8080/dspace/bitstream/123456789/664/1/20061024152517_Arboles%20y%20arbustos%20%20forrajeros%20alimentacion%20animal.pdf. [Consulta: 6/Mayo/2011].

González, S. Aprovechamiento de esquilmos y subproductos en la alimentación del ganado. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). [En línea]. <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasaapt/Aprovechamiento%20de%20esquilmos.pdf>. [Consulta: 16/Mayo/2011].

González, J. C.; Ayala, A. y Gutiérrez, E. 2006a. Determinación de fenoles totales y taninos condensados en especies arbóreas con potencial forrajero de la Región de Tierra Caliente Michoacán, México. Archivos de Livestock Research for Rural Development. Published by CIPAV, Cali, Colombia. [En línea]. <http://www.lrrd.org/lrrd18/11/guti18152.htm>. [Consulta: 4/nov/2009].

González, J. C.; Madrigal, X.; Ayala, A.; Juárez, A.; y Gutiérrez, E. 2006b. Especies arbóreas de uso múltiple para la ganadería en la región de Tierra Caliente del Estado de Michoacán, México. Archivos de Livestock Research for Rural Development. Published by CIPAV, Cali, Colombia. [En línea]. <http://www.lrrd.org/lrrd18/8/gonz18109.htm>. [Consulta: 28/dic/2009].

Hadad, S. G.; Grant, R. J. y Klopffstein, T. J. 1995. Digestibility of alkali treated wheat measure *in vitro* ao *in vivo* using Holstein heifers.

Hart, R. D. 1982. An ecological systems conceptual framework for agricultural research an development. In: Shaner, W.W., Philip, P. F. and Schmehl, W. R. (eds) *Farming Systems Research and Development: Guidelines for Developing Countries*. CID for USAID, World Bank, Washington, DC, pp. 272-274.

Harvey, C y Haber, W. A. 1999. Remnant trees and the conservation of biodiversity in Costa Rican pastures. *Agroforestry Systems* 44:37-68.

Harvey, C.; Villanueva, C; Villacís, J; Chacón, M; Muñoz, D; López, M; Ibrahim, M; Gómez, R; Taylor, R; Martínez, J; Navas, A; Sáenz, J; Sánchez, D; Medina, A; Vilchez, S; Hernández, B; Pérez, A; Ruiz, F; López, F; Lang, I; Kunth, S; Sinclair, F.L. 2003. Contribución de las cercas vivas a la productividad e integridad ecológica de los paisajes agrícolas en América Central. *Agroforestería de las Américas*. 10 (39-40):4-5.

Harvey, C.; Villanueva, C.; Villacís, J.; Chacón, M.; Muñoz, D.; López, M.; Ibrahim, M.; Gómez, R.; Taylor, R.; Martínez, J.; Navasa, A.; Saenz, J.; Sánchez, D.; Medina, A.; Vilchez, S.; 2005. Contribution of live fences to the ecological integrity of agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 111: pp. 200-230.

Harvey, C.; Medina, A.; Merlo, D.; Vilchez, S.; Hernandez, B.; Saenz, J.; Maes, J.; Casanoves, F.; Sinclair, F. 2006. Patterns of animal diversity in different forms of tree cover in agricultural landscapes. *VI semana científica*. Turrialba, CR. pp. 14.

Hertentains, L. A.; Troetsch, O. y Santamaría, E. Manejo y utilización de cultivares *pennisetum purpureum* en fincas lecheras de las tierras altas de Chiriquí. 2009. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. [En línea]. <http://www.reddelcampo.net/redcampo/files/guiatecnica/Pecuarias/Manejo%20y%20Utilizaci%C3%B3n%20de%20Cultivares%20Pennisetum>. [Consulta: 13/mayo/2011].

Hildebrand, P. E y Bastidas E. 2002. Enfocando la difusión de tecnología a partir de la investigación coordinada a nivel finca: IFAS, University of Florida. Gainesville, Florida. 32611-0282, USA. p. 6.

Hildebrand, P. E. y Rusell, J. T. 1996. Adaptability Analysis: A method for the design, analysis and interpretation of on-farm research extension. University of Florida.

Holguín, V e Ibrahim, M. 2004. Bancos Forrajeros. Enfoques silvopastoriles integrados para el manejo de ecosistemas. CATIE, Turrialba, CR. Pp. 26.

Huxley, P. A. and P. J. Wood, undate. Technology and Research Considerationes in ICRAF's "Diagnosis and Design" Procedures. ICRAF Working Paper 26, Nairobi.

Ibrahim, M.; Camero, A.; Camargo, J.C. y Andrade, H. J. 1999. Sistemas silvopastoriles en América central. Experiencias del CATIE. [En línea]. <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/ibrahimM.htm> [Consulta: 8/enero/2008].

Ibrahim y Botero, 2001. Pasturas en callejones. Como Hacerlo. Deposito de la FAO. [en línea]. <ftp://ftp.fao.org/docrep/nonfao/LEAD/X6314S/X6314S00.pdf>. [Consulta: 5/Nov/2009].

Ibrahim, M.; Mora, D. J. y Rosales, M. 2006. Potencialidades de los sistemas silvopastoriles para la generación de servicios ambientales. Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza Turrialba, C. R. ; CATIE 2006.

Iglesias, J. M. 1999. Sistemas de producción agroforestales. Conceptos generales y definiciones. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey Matanzas, Cuba. Vol. 27. No 4, pp. 287-300.

Imbach, A.C.; Fassbender, H.W.; Borel, R.; Beer, J. y Bonnemann, A. 1989. Modeling agroforestry systems of cacao (*Theobroma cacao*) with laurel (*Cordia alliodora*) and *Erythrina poeppigiana* in Costa Rica. Water balances, nutrient inputs and leaching. *Agroforestry Systems*, 8: 267-287.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2009. Mapa digital de México. II Censo de Población y Vivienda 2005. [en línea] <http://galileo.inegi.gob.mx/CubexConnector/validaDatos.do?geograficaE=16010>. Sistema Nacional de Información Geográfica, México. [Consulta: 27/mayo/2008].

Inventario Ganadero, 2007. INEGI. [en línea] <http://www.inegi.org.mx/sistemas/TabuladosBasicos/Default.aspx?c=17177&s=est>.

Jansen, H; Nieuwenhuys, A; Ibrahim, M. y Abarca, S. 2000. Evaluación económica de la incorporación en pasturas mejoradas comparado con sistemas tradicionales de alimentación en la zona atlántica de Costa Rica.

Jiménez, F. y Vargas, A. Sistemas agroforestales. Centro agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. CATIE. 1998. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Manual Técnico No 32. Turrialba, Costa Rica. [en línea] <http://intranet.catie.ac.cr/intranet/posgrado/Agrof-Cult yP/Curso%20SAF%20A%20y%20P%202010/K.%20Cultivo%20en%20callejones/Lecturas%20obligatorias/EI%20cultivo%20en%20callejones%20Jimenez%20y%20Vargas.pdf>. [Consulta: 20/jun/2011].

Kessler, DJ. 1990. An agronomica evaluation of jackbean (*Canavalia ensiformis*) in Yucatan, Mexico. II. Defoliation and time of sowing. *Experimental Agriculture* 26:23-30.

Labrador, J. 1997. La materia orgánica en los agrosistemas. Ministerio de Agricultura y Pesca. Mundi-Prensa. Madrid, España. 174 p.

Llanderal, T. 2007. Sistemas silvopastoriles. [en línea] <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrollorural/publicaciones/fichas/listafichas/T-12-01.pdf>. 2007. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. [Consulta: 5/julio/2008].

Lobo, M; Suhet, A. R; Pereira, J; Resk, D.V; José, R. R; Cravo, M. S; Bowen, W; Bouldin, D. R; Lathwell, D. J. 1992. Legume green manures (dry-season survival and the effect on succeeding Maize Crops. *Soil Management CRSP Bulletin Number 92-04*. 35 p

López, T. G. 2003. Sistemas agroforestales. SAGARPA. Subsecretaria de Desarrollo Rural. Dirección General de Apoyos para el Desarrollo Rural. . [en línea] <http://www.sagarpa.gob.mx/desarrolloRural/Documents/fichasCOUSSA/Sistemas%20Agroforestales.pdf>. [Consulta: 19/Mayo/2009].

Macedo, R., y J.M. Palma. 1998. Evaluación productiva y económica del manejo de bancos de proteína *Leucaena leucocephala* en Colima, México. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 15:460-471.

Mahecha, L; Rosales, M; Molina, C. H y Molina, E. J. 2001. Experiencias en un sistema silvopastoril de *Leucaena leucocephala-Cynodon plectostachyus-Prosopis juliflora* en el Valle del Cauca, Colombia. 2001. CIPAV. Reserva Natural El Hatico. Cali, Colombia.

Mahécha, L. 2002. El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina. [en línea]. http://rccp.udea.edu.co/v_anteriores/15-2/pdf/15-2-10.pdf . Facultad de Ciencias Agrarias. Vol. 15:2. [Consulta: 22/mayo/2009].

Martínez, F. 1996. Ganadería bajo frutales, Sistema silvopastoril en el rancho “El Destino”, Tecmán, Col., México. En pastoreo intensivo en zonas tropicales. 1er. Foro Internacional. FIRA-Banco de México. 7 al 9 de noviembre. Veracruz, México.

Martínez, C. 2003. Abonos orgánicos: origen, usos y aplicación. Secretaria de Desarrollo Social del Gobierno del Estado de Chiapas, Dirección de Promoción Social, Chiapas México. 50 p.

Martínez, R. O. Un modelo de manejo del pasto en el trópico seco para la producción de leche. 2008. Departamento de Pastos, Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. XI Seminario de Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. [en línea]. http://www.avpa.ula.ve/eventos/xi_seminario/Conferencias/Articulo-3.pdf. [Consulta: 15/mayo/2011].

Michelle, Y; Ibrahim, M; Gómez, M. y Prins, K. 2001. Potencial y limitaciones para la adopción de sistemas silvopastoriles para la producción de leche en Cayo, Belice. Versión electrónica. Agroforestería de las Américas. CATIE. 2001.

Milera, M. e Iglesias, J. 1996. Los sistemas silvopastoriles para la producción bovina. IX Reunión de avances de investigación agropecuaria. 25 al 26 de sep.1996. Universidad de Colima, Manzanillo, Colima, México. 131-136.

Molina, V. M. 2005. Caracterización de los sistemas de producción de Ganado bovino de Tierra Caliente del estado de Michoacán. Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México.

Molina, M.; Gutiérrez, V E. y Herrera, C. J. 2006. Caracterización de la ganadería bovina en la región de Tierra Caliente, Michoacán: resultados preliminares. Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán, México.

Montagnini, F.; Preveti, L; Thrupp, L.A.; Beer, J; Borel, R.; Budowski, G.; Espinoza, L.; Heuveldop, J.; Reiche, C.; Russo, R.; Salazar, R.; Alfaro, M.; Rojas, I.; Berstch, F.; Fernández, E.; González, M.; Alvim, R.; Shaheduzzaman, M.; Nichols, D. 1992. Sistemas Agroforestales: Principios y aplicaciones en los trópicos. Organización para estudios Tropicales (OET). San José Costa Rica. 622 p.

Morales, J. C. F. 1995. La fertilidad de toros seleccionados para monta natural. Congreso Brasileiro de reproducción animal.

Morales, A. 1998. Composición química-nutricional de algunos árboles como alternativa alimentaria para rumiantes en el trópico seco. Tesis Licenciatura. FESC-UNAM.

Murgueitio, E. Incentivos para los sistemas silvopastoriles en América Latina. 2009. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria, CIPAV, Colombia.[en línea]
<http://www.ucol.mx/revaia/antiores/PDF%20DE%20REVISTA/2009/ene/1.pdf>.Consulta: 22/oct/2010].

Murgueitio, E.; Rosales, M. y Gómez, M. 1999. Agroforestería para la producción animal sostenible. Fundación CIPAV, Cali, Colombia. 67 p.

Musálem, M. A. 2002. Sistemas agrosilvopastoriles: una alternativa de desarrollo sustentable para el trópico mexicano. Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente, julio-diciembre, año/vol. 8, número 002. Universidad Autónoma, Chapingo, México. pp. 91-100.

Nair, P. K. R. 1985. Classification of agroforestry systems. *Agroforestry Systems*. 3:97.

Nair, P. K. R. 1993. An introduction to agroforestry. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands. Pp. 85.

National Research Council (NRC) .1984. Nutrient requirements of beef cattle. 6th ed. Washington, D.C. National Academy of Sciences. 90 pp.

Navas, A. 2007. Sistemas silvopastoriles para el diseño de fincas ganaderas sostenibles. Asociación Colombiana de Médicos Veterinarios. Revista ACOVEZ. 16. Agroforestería Tropical. [en línea] http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/manejo%20silvopastoril/85-sistemas.pdf. [Consulta: 22/oct/2009].

Navia, J. F. Agroforestería, actualización profesional en manejo de recursos naturales, agricultura sostenible y pobreza rural. Hernández, A. y Gómez, J. Coordinación de la producción de documentos originales. Ed. D./ Cali, Colombia. 182 p. [en línea] <http://cedaf.org.do>. [Consulta: 19/jun/2011].

Navia, E. 2001. Comportamiento del maíz bajo un arreglo agroforestal en el Valle del Cauca. Revista de Ciencias Agrícolas – Universidad de Nariño. Vol XVIII (1): 114-124.

Navia, J. F.; Restrepo, J. M.; Villada, D. E. y Ojeda, P. A. 2003. Agroforestería: Opción tecnológica para el manejo de los suelos en zonas de ladera. Programa Nacional de Transferencia de Tecnología (PRONATTA). Santiago de Cali, Valle del Cauca, Colombia. Pp. 20-25.

Norman, D. 1978. Farming system research to improve the livelihood of small farmers. *American Journal of Agricultural Economics*. 60: 813-818.

Norman, D. 1983. Some problems in the implementation of agricultural research projects with a farming system perspective. Paper prepared for the Farming System Research and Extension short course, FSSP, Gainesville. University of Florida. July 18-23.

NRC, 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh Revised Edition, 2001. National Academy Press. www.nap.edu.

Núñez, E. R. 1990. Principios de fertilización agrícola con abonos orgánicos. En *biotecnología para el aprovechamiento de los desperdicios orgánicos*. Ed. AGAT EDITOR, S. A. Primera reimpresión, México. 18 D. F. pp. 57-63.

Ojasti, J. 1993. Utilización de la fauna silvestre: situación y perspectivas para un manejo sostenible. *Food and Agriculture Org. Google libros*. pp 248. [En línea]. books.google.com.mx/books?isbn=9253033169. [Consulta: 13 de marzo, 2011].

Ojeda, G. F. Técnicas de cosecha y ensilado. 2006. Departamento de agricultura, FAO. Uso del ensilaje en el trópico privilegiando opciones para pequeños campesinos. [En línea]. <http://www.fao.org/DOCREP/005/X8486S/x8486s00.htm#Contents>. [Consulta: 5 de mayo, 2011].

Orozco, E. B. Bancos forrajeros; un componente tecnológico indispensable para la producción intensiva en fincas ganaderas. 2005. Ministerio de Agricultura y Ganadería. [En línea]. http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/manual_b_forrajeros_creditos.pdf. [Consulta: 6 de mayo, 2011].

Otárola, A. 1995. Cercas vivas de madero negro: práctica agroforestal para sitios con estación seca marcada. 1995 *Agro-forestería en las Américas*. 2 (5):24.

Palma, J.M.; Topete, A. y Galina, M. A. 1992. Tablas de valor nutritivo de los alimentos para bovinos en el trópico seco. V Reunión de avances en investigación agropecuaria.

Colima, México. pp. 82-87.

Palma, J. M.; Delgado, C.; Rodríguez, A. y Aguirre, M. A. 1995. Composición química y digestibilidad de tres leguminosas arbóreas. 1er. Simposium Estatal de Ciencia y Tecnología. U. de Colima. Colima, México, pp. 6.

Palma, J.M. y Flores, R. 1997. Aproximación al estudio de la vegetación arbórea del estado de Colima. Décimo Aniversario de Avances de Investigación. Trópico 97. Barra de Navidad, Jalisco. 89-91.

Palma, J.M., y J.A. Fernández. 1999. Una estrategia revolucionaria en la engorda de bovinos en pastoreo. 1er Seminario Internacional de Producción Pecuaria. SIPPEC'99. Jalisco, México.

Palma, J. M.; Ruíz, T. y Jordán, H. 2000. Banco de proteína con *Leucaena leucocephala* "Una experiencia de transferencia de tecnología en sistemas silvopastoriles en México". Ed. AgroSystems Editing. Colima, México. 58 pp.

Palma, J.M. 2005. Los árboles en la ganadería del trópico seco. Avances en Investigación Agropecuaria. 9(1):4.

Palma, J. M. 2006. Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco mexicano. CUIDA, Universidad de Colima, México. Archivos latinoamericanos, producción animal, 2006. vol. 14 (3): 93-104.

Pedrique, C. y Medina, A. 2006. Desarrollo de un sistema agrosilvopastoril en los municipios Guanarito y Sucre del estado de Portuguesa. Instituto nacional de Investigaciones del estado Portuguesa. INIA Portuguesa, Venezuela. Simposio-taller: Experiencias en agroforestería ejecutadas o en proceso por el INIA. Pp. 24-33.

Pérez, P.; Sánchez, C. y Gallegos, J. 2001. Anestro postparto y alternativas de manejo del amamantamiento en vacas de doble propósito en trópico. Colegio de Posgraduados, Especialidad de Ganadería. Montecillo, Edo, de México. Universidad Autónoma

Chapingo. [en línea] http://www.inia.es/gcontrec/pub/perez_1161096003796.pdf. [Consulta: 22/marzo/2011].

Pérez, E. 2006. Caracterización de sistemas silvopastoriles y su contribución socioeconómica a productores ganaderos de Copán, Honduras. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). Turrialba, Costa Rica, 2006. Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación, Escuela de Posgraduados.

Pinto, R.; Gómez, H.; Hernández, A.; Medina, F.; Martínez, B.; Aguilar, V.; Villalobos, I.; Nahed, J. y Carmona, J. 2003 Preferencia ovina de árboles forrajeros del centro de Chiapas, México. *Pastos y Forrajes* 26(4):329-334.

PROGRAMA HIDRÁULICO 2002 – 2006, REGIÓN IV DEL BALSAS. El agua, un recurso estratégico y de seguridad nacional. Formato Adobe Reader - [RIV_4_b.pdf].

Raintree, J. B. 1987. The state of the art of agroforestry diagnosis and design. *Agroforestry Systems* 5, 219-250. Martinus Nijhoff Publishers, Dordrecht-printed in the Netherlands. [Consulta: 17 de septiembre, 2009].

Ramírez, H. 1997. Evaluación de dos sistemas silvopastoriles integrados por *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora*. Memorias en disquette del V Seminario-Taller Internacional “Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria” y I Seminario Internacional sobre “Palmas en Sistemas de Producción Agropecuaria para el Trópico” Cali, Colombia. 31 de julio al 3 de agosto de 1997.

Ramírez, L.R. 2003. Nutrición de rumiantes: sistemas extensivos. Trillas. México. 131-140.

Ramírez, P. B. Caracterización del sistema ganadero de doble propósito en la Amazonia intervenida del departamento de la Coqueta, en el marco del desarrollo sostenible. 2008. Universidad de la Amazonia. Centro Latinoamericano para el desarrollo rural. [En línea]. <http://www.rimisp.org/inicio/index.php>. [Consulta: 17 de marzo, 2010].

Ruíz, T. E. y Febles, G. 1999. Sistemas silvopastoriles. Conceptos y tecnologías

desarrolladas en el Instituto de Ciencia Animal de Cuba. ICA. La Habana. Pg. 34.

Ruiz, T. E.; Castillo, E.; Jatnel, A. y Gustavo, F. 2006. Factores del manejo para estabilizar la producción de biomasa en sistemas ganaderos. Instituto de Ciencia Animal, Cuba. X Seminario de Pastos y Forrajes. Pp. 95-98.

Russo, R. O. y Botero, R. 2005. El componente arbóreo como recurso forrajero en los sistemas silvopastoriles. [en línea]. http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/manejo%20silvopastoril/42-componente_arboreo.pdf. Escuela de Agricultura de la Región Tropical húmeda, HERAT, San José, Costa Rica. [Consulta: 25/Mayo/2009].

Rutsch, M. 1984. Coeficientes de agostadero. En La Ganadería Capitalista en México. Ed. Línca pp. 128.

Rzedowski, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. 432 pp.

SAGARPA, 2008. Ganadería. Producción pecuaria de los municipios del estado de Michoacán. [En línea]. <http://www.sagarpa.gob.mx/>. [Consulta: 19/Mayo/2009].

SAGARPA, 2010. El mercado ganadero internacional. [En línea]. <http://www.infoaserca.gob.mx/fichas/ficha32-GanadoBovino201009.pdf>. [Consulta: 19/Mayo/2010].

Salas, R. G. 2007. Niveles séricos de colesterol en bovinos indobrasil mantenidos en sistemas silvopastoriles en el trópico seco de Michoacán, México. [en línea]. [.http://64.233.179.104/scholar?hl=es&lr=&q=cache:NZBADrstkJ:dict.isch.edu.cu/dict/publicacionesdeeventos/agroforesteria%25202007/data/posters/3lossistemassilvopastoriles/guillermosalasniveles.pdf+niveles+sericos++de+colesterol+en+bovinos](http://64.233.179.104/scholar?hl=es&lr=&q=cache:NZBADrstkJ:dict.isch.edu.cu/dict/publicacionesdeeventos/agroforesteria%25202007/data/posters/3lossistemassilvopastoriles/guillermosalasniveles.pdf+niveles+sericos++de+colesterol+en+bovinos). [Consulta: 6/junio/2008].

Sánchez, M. D. 2000. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical. [En línea].

<http://www.agroforesteria.cl/menu/publicaciones/Publicaciones%20internacionales/Manuel%20Sanchez%20%20Roma.pdf>. Dirección de Producción y Sanidad Animal, FAO. Roma. [Consulta: 22/Mayo/2009].

Sánchez, G y Sánchez, A. 2005. La ganadería bovina del Estado de Michoacán. (1ra ed.). Fundación Produce Michoacán, A. C. Programa de Innovación y Transferencia de Tecnología, 2005. pp. 1-165.

Santana, M. 1998. Sistemas agroforestales y su clasificación. I Seminario de Producción Ganadera Sostenible. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Universidad Nacional de Colombia Seccional Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. [en línea]. http://web.me.com/mventanas/BTTEN/Resources_files/Silvopastoreo%2002.pdf. Consulta: 2/Nov/2009].

Saucedo, G. Perspectivas de la red Carne de Bovino. 2003. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura. [En línea]. <http://fira.gob.mx//publicaciones/perspectivas2003.pdf>. [Consulta: 2/dic/2007].

SIAP, 2008. Sistema de información agroalimentaria y pesquera de consulta. [En línea]. <http://www.siap.gob.mx/ventana.php?idLiga=1038&tipo=1>. Avance de siembras y cosechas, Michoacán por municipio. [Consulta: 22/junio/2009].

SIACON, 2004. Sistema de Información Agropecuaria de la SAGARPA.

Simón, L. 1996. Utilización de árboles leguminosos en cercas vivas y pastoreo. SEMINARIO INTERNACIONAL SISTEMAS SILVOPASTORILES: ALTERNATIVA PARA UNA PRODUCCION GANADERA MODERNA Y COMPETITIVA. Memorias. Santafé de Bogotá. pp. 31-42.

Solorio, B. 2008. Taller curso teórico práctico: forrajes y sistemas silvopastoriles en la producción animal. Fundación Produce Michoacán, A.C. Memorias del Proyecto Estratégico de Transferencia de Tecnología. Modelo de Consenso Silvopastoril Intensivo.

Solorio, S.F.J y Solorio, S.B. 2002. Integrating fodder trees in to animal production systems in the tropics. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 1:1-1.

Solorio, S. F. J. y Solorio, S. B. 2008. Manual de manejo agronómico de la *Leucaena leucocephala*. Fundación Produce. Morelia, Michoacán.

Solorio, S. B. 2009. Estrategia regional del modelo de consenso silvopastoril intensivo para la ganadería sostenible del trópico michoacano. II Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos. Fundación Produce Michoacán. [En línea]. http://201.120.157.239/comunidades/download/Base%20de%20Nucleos%20SSPi_Baldomero%20Solorio.pdf [Consulta: 19/octubre/2009].

Somarriba, E. 1998. ¿Qué es agroforestería? *El Chasqui*. 24: 3.

Stadtmüller, T. 1994. Impacto hidrológico del Manejo Forestal en bosques naturales tropicales: medidas para mitigarlo. Turrialba, C.R., CATIE. pp. 62-63.

Sumner, M. 2010. Diagnostico de los requerimientos de fertilización de cultivos extensivos. Departamento of Crop and Soil Sciencies, University of Georgia. Atehens, GA 30622, EE.UU. [En línea]. <http://www.slideshare.net/MANEJOjulio2010/diagnstico-de-los-requerimientos-de-fertilizacin-de-cultivos-extensivos>. [Consulta: 3/mayo/2011].

Tena, M. M. J; Alanís, S.A; González, R. R. A; Martínez, B. I; Tzintzun, R. R; Salas, G. B y Val, A. D. 2009. Diagnóstico rural rápido participativo de las empresas ganaderas del bajo balsas. 5to Congreso Estatal de Ciencia y Tecnología. Morelia, Michoacán, México. pp. 86.

Thapa, H.; Green, T. y Gibbon, D. 1988. *Agricultural extensión in the hills of Nepal: Ten Years of experience from PAC*. AARE Network Paper No. 4, ODI, London.

Val-Arreola, D.; Tzintzun-Rascón, R.; Tena-Martínez, M. J.; Martínez-Beiza, I. y Méndez-y-Cazarín, M. D. 2006. Modelo que reoriente el manejo de los hatos ganaderos para propiciar un desarrollo ganadero competitivo que este en armonía con el entorno biótico.

2do Congreso IDEAR para el futuro de Michoacán. 2006. [En línea]. <http://coecyt.michoacan.gob.mx/pdf/IDEAR/Carteles%20Conv2006-02.pdf>. [Consulta: 22/septiembre/2009].

Valle, J. L.; Palma, J. M. y Ruiz, T. 2004. Biomasa y composición nutricional de la asociación *Cenchrus ciliaris-Gliricidia sepium* al establecimiento. Avances de Investigación Agropecuaria. 8 (2): 79-85.

Villa, A.; Nava, M. E.; Lopez, S.; Vargas, S.; Ortega, E. y Gallardo, F. 2009. Utilización del Guácimo (*Guacima ulmifolia*. Lam.) como fuente de forraje en la ganadería bovina extensiva del trópico mexicano. Tropical and Subtropical Agroecosystems. Vol. 10, pp. 253-261. [En línea]. <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/939/93912989012.pdf>. [Consulta: 17/septiembre/2010].

Villa, C. I.; Tena, M. J.; Tzintzun, R. y Val, D. 2008. Caracterización de los sistemas ganaderos en dos comunidades del municipio de Tuzantla de la región de Tierra Caliente, Michoacán. Avances en Investigación Agropecuaria. Universidad de Colima. Vol. 12. pp. 45-58.

Vizcaíno, A., J.M.; Palma., y T.E. Ruiz. 2001. Asociación de *Gliricidia sepium* con gramíneas y leguminosas en el trópico seco de México. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 35(2): 175-181.

Young, A. 1997. Agroforestry systems for soil management. 2nd. ed. England, CAB International. 320 p.

Zalapa, A. De pastoreo usual semicontinuo a apastoreo rotacional. Engormix. Com, área: Agricultura. México. 2009. [En línea]. <http://artigoo.com/como-estimar-la-carga-animal-en-su-finca>. [Consulta: 17/junio/2011].

10. ANEXOS

ANEXO 1

Formato de:

PRESUPUESTO DE:

Teléfono:

CASO DE:

Ejido

RECURSOS	Tipo y días de uso	Cantidad ha	rendimiento estimado /ha	costo/cabeza	cabezas
Área de Agostadero:					
Área 1					
Área 2					
Área 3					
Área 4					
Área 5 otra(especificque)					
Sub-total, área agostadero		0	0		0
Área Agrícola	Tipo y época de siembra	Cantidad ha	Ton de rendimiento estimado /ha	total	Unidades animal
Cultivo 1: Maíz					
Cultivo 2: Sorgo					
Cultivo 3: pasto					
Cultivo 4					
Cultivo 5					
Sub-total, área agrícola		0			
Sub-total, área forrajera		0			0

Carga animal sobre el área forrajera	unidad/ha
Numero de lactaciones por vaca	num.
Intervalo entre partos	días
Tasa de parición	%
Tasa de extracción	%
Remplazos	%
	0.0

Desechos

%

0

Maquinaria	Cantidad	Propio	Rentado	Costo de renta
------------	----------	--------	---------	----------------

Bomba de mochila

Tractor

Otras

ANEXO 2

INSUMOS	Unidad	Cantidad anual	Precio Unitario/kg	Monto en Efectivo, \$
Alimentos comprados (especificque)				
Concentrado	bultos			
rastrojo	kg			
Grano 1 mazorca	kg			
Grano 2	kg			
Otros ingredientes (piedras de sal)	kg			
Otros insumos (renta agostadero)	ha			

sub-total, alimentos comprados

Costo del Reemplazo

Costo de reemplazos e INSUMOS

Insumos para siembra de forrajes

Tipo de forraje.1:Maiz

Área

Barbecho

Rastrojo

Surcado

Semilla

Unidad	Cantidad	Precio unitario	costo/ha	\$Monto total
ha	0			
ha	0		0.00	0.00
ha	0		0.00	0.00
ha	0		0.00	0.00
kg/ha	0		0.00	0.00

	0.00			
	0.0	6,000.00		0
				0.00

Fertilizante (Sulfato)	kg/ha	0	0.00	0.00	0.00
Herbicida, pesticida, plaguicida(Tordon y hierbamina)	fumigadas veces	0	0.00	0.00	0.00
Riego		0	0.00	0.00	0.00
Servicios tractor		0	0.00	0.00	0.00
Corte, acarreo, etc.		0	0.00	0.00	0.00
Otros (Costo renta)	ha	0	0.00	0.00	0.00
sub-total forraje establecimiento			0.00	0.00	0.00
sub-total forraje anual					

Tipo de forraje.2: Sorgo	Unidad	Cantidad	Precio unitario	costo/ha	\$Monto total
Área	ha				
Barbecho	ha	0	0.00	0.00	0.00
Rastreo	ha	0	0.00	0.00	0.00
Semilla	kg/ha				
Fertilizante	kg/ha				
Herbicida, pesticida, plaguicida	veces	0	0.00	0.00	0.00
Riego	veces	0	0.00	0.00	0.00
Servicios tractor					
Corte, acarreo, etc.					
Otros					
sub-total forraje			0.00	0.00	0.00

Tipo de forraje.3: Pasto	Unidad	Cantidad	Precio unitario	costo/ha	\$Monto total
Área					
Mano de obra familiar		0	0	0	0
Mano de obra contratada o eventual					
Preparación del terreno					
Semilla					
Fertilizante					
Herbicida, pesticida, plaguicida					

Riego	0	0
Servicios tractor	0	0
Corte, acarreo, etc.	0	0
costo de establecimiento anual	0	0
sub-total forraje	0	0

TOTAL COSTO DE FORRAJES 0.00

Mano de obra	Personas	Días laborando	Costo/jornal	TOTAL MANO DE OBRA	
				Cantidad anual	Monto\$
Familiar		0	150.00	0	0.00
Contratada		0	150.00	0	0.00
Contratada eventual		0	0	0	0.00

Manejo de los animales	unidad	Cantidad anual	Costo por unidad	Monto\$	Frecuencia/época
Vacunas		0	69.00	0.00	una vez al año
Antibióticos	frascos	0	300.00	0.00	cuando se enferman
Baño garrapaticida	baños	0	200.00	0.00	una vez al mes
Castración	"	0	0.00	0.00	
Descorné	"	0	300.00	0.00	anual
Destetes	becerro	0	0.00	0.00	9 meses
Inseminación artificial	"	0	0.00	0.00	
Diagnostico de preñez	"	0	0.00	0.00	
Pesaje	cabezas	0	0.00	0.00	cuando se venden
Embarque	"	0	0.00	0.00	
Otros	frascos	0	0.00	0.00	cuando se enferman

Total costo manejo de los animales	0.00
Total costo manejo d los animales sin destetes	0
TOTAL COSTOS INSUMOS VARIABLES	0.00
Total costos variables sin destetes,mano de obra y remplazos	0

RETORNOS

Unidad	Cantidad	Periodo (anual, mensual)	Costo por kg	Peso de animales kg	Edad venta
Cabezas	0	anual	15.0	250	
Desechos	0.0	anual	8	350	

SUB-TOTAL DE INGRESOS POR CARNE

Leche	Unidad	Cantidad	periodo días	costo por unidad	total anual	\$ Monto
Producción diaria aprox	litros	0		0.00	0	-
Queso	pieza	0		0.00	0	-
Otros (especifique):						-
Total retornos leche, queso y otros						-

TOTAL RETORNOS

Medidas Sumarias	Total	Por ha de forraje	Por vaca	Por litro de leche	Por kg becerro
Margen Bruto (Retornos - Costos Var.)	# REF!	# REF!	# REF!	# REF!	# DIV 0!
					# REF!

MB sin costo destetes y mano d obra

#jREF!

#iREF!

#iREF!

ANEXO 2

Municipio	1. COMPOSICIÓN DEL HATO						2. COMPOSICIÓN DEL ÁREA FORRAJERA				3.CARGA ANIMAL
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	2.3	2.4	3.1
PRODUCTOR (A)	TOTAL DE VACAS REPRODUCTORAS	TOTAL DE ANIMALES	TOTAL UNIDADES ANIMAL (U.A)	TASA DE EXTRACCIÓN %	% TASA DE CRECIMIENTO	REEMPLAZOS Y DESECHOS (No. DE ANIMALES)	AREA DE AGOSTADERO (HA)	AREA AGRICOLA (HA)	LO QUE CULTIVA	TOTAL AREA FORRAJERA HA (AREA AGOSTADERO+ AREA AGRICOLA)	CARGA ANIMAL (U.A. / Ha)
PROME											
MÁXIMO											
MÍNIMO											

1.1 Vacas de primer parto en adelante

1.2 Total de vacas reproductoras, vaquillas, reemplazos, becerros (as) en engorda y sementales

1.3 Las medidas de U.A son Vaca mayor 500 kg 1 U.A, Vaquilla 0.8 U.A, becerros (as) 0.6 U.A y sementales 1.25 U.A

1.4 Cantidad de becerros anuales vendidos entre el numero de vacas de vientre divididas entre dos

1.5 Total de animales(1.2) - Total de vacas reproductoras(1.1)/Total de vacas reproductoras X 100

2.1 Areas extensas con pastos nativos principalmente (aceitilla, gramma,zacatillos,etc.) en donde el ganado es pastoreado

2.2 Superficie de tierra para la siembra de cultivos (maíz y pastos inducidos) principalmente de temporal

3.- Total de unidades animal(1.3)/Num. Total de Ha de area forrajera(2.4)

3.1 Total de U.A.(1.3)/total Hectáreas de área forrajera(2.4)

4. COSTOS						5. COSTOS IMPUTADOS			6. TOTAL COSTOS	
4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	5.1	5.2	5.3	6.1	6.2	
ALIMENTOS	ALIMENTOS QUE COMPRA	SIEMBRA DE FORRAJES	COSTO ESTABLECIMIENTO Y MANTENIMIENTO CERCAS	MANO DE OBRA	COSTO MANEJO ANIMALES	DESTETE BECERROS (AS)	COSTO REEMPLAZOS	MANO OBRA DEL DUEÑO	TOTAL COSTOS SIN IMPUTACIONES	TOTAL COSTOS CON IMPUTACIONES
PROME										
MÁXIMO										
MÍNIMO										

4.2 Costos para siembra de forrajes como, la preparacion del terreno, fertilizantes, herbicidas,semillas, mano de obra, etc

4.3 Se determino el costo de postes (madera) y alambre por ha de tierra en cada rancho divididos a 20 años(vida util),asi como el costo de mantenimiento anual

4.5 Costos por desparasitación, vacunación, baños garrapaticidas, antibioticos, etc.

5.1 Consumo promedio de leche durante la lactancia (5.9 litros según Pérez et al., 2006) hasta destete del becerro x el precio leche internacional (2008-2009).

5.2 Se determino un 17% de reemplazos anual, multiplicado por el numero de vacas reproducoras en cada finca y considerando el precio local de una vaquilla de reemplazo

5.3 Se imputo el costo de un jornal de la zona por día trabajado del dueño en el rancho

* celdas en cero no presentan costos por ese concepto

ANEXO 2

7. INGRESOS									
7.1	7.2	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	7.10
No BECERROS (AS) VENDIDOS	PESO A LA VENTA DE LOS BECERROS (AS)	\$ BECERROS (AS)	KG. DE BECERROS	\$ VACAS DE DESECHO	TOTAL LITROS DE LECHE	\$ LECHE	\$ QUESO	TOTAL LECHE Y/O QUESO	TOTAL INGRESOS LECHE, QUESO, BECERROS Y DESECHOS
PROME									
MÁXIMO									
MÍNIMO									

7.7 Suma de por venta de litros de leche(7.5)+ venta de quesos(7.6)

7.8.- Suma de ingresos leche(7.5)+ingresos queso(7.2)+ingresos becerros(7.1)+ingresos vacas desecho(7.5)

* celdas en cero no presentasn ingresos por ese concepto

8. MARGEN B. CON COSTOS IMPUTADOS					9. MARGEN B. CON COSTOS IMPUTADOS				
8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5
M. B. SIN COSTOS MANO DE OBRA DUEÑO, DESTETES Y REPLAZOS	M. B. HA / FORRAJE	M. B. POR VACA	M. B. POR LITRO LECHE (Y/O QUESO)	M. B. POR KG /BECERRO	M. B. CON COSTOS MANO DE OBRA TOTAL, DESTETES Y REEMPLAZOS	M. B. HA / FORRAJE	M. B. POR VACA	M. B. POR LT / LECHE (Y/O QUESO)	M. B. POR KG /BECERRO
PROMEDIO									
MÁXIMO									
MÍNIMO									

8.1.- Total de los ingresos(7.7) menos el total de costos(6.2) de cada finca, sin tomar en cuentas los costos de destetes, mano obra del dueño y remplazos

8.2.- M.B (8.1) /total area forrajera(2.4)

8.3.- M.B (8.1) / total de vacas reproductoras(1.1)

8.4.- M.B (8.1) / total de litros de leche(7.3)

8.5.- M.B. (8.1) /total de kg. de becerro vendidos(7.2)

9.1 Se determino restandole el total de ingresos(7.8)- total de costos(6.1) tomando en cuenta los costos de destete, mano de obra del dueño y remplazos

9.2.- M.B(9.1)/total de área forrajera(2.4)

9.3.- M.B. /total de vacas reproductoras(1.1)

9.4.- M.B.(9.1)/total litros de leche(7.5)

9.5.- M.B.(9.1)/total de kg. becerros(7.2)

*Aquellas celdas que no presentan ningun valor es por que el productor no ordeña y por lo tanto no obtienen ganancias por concepto de la leche y/o queso

