



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Ciencias Naturales
Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

Situación actual y alternativas de manejo silvopastoril de la ganadería bovina
en la microcuenca Emiliano Zapata municipio de Tamuín SLP.

Opción de titulación
Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de
Maestría en Gestión Integrada de Cuencas

Presenta:
Eugenio Eibenschutz Gutiérrez

Dirigido por:
Mtra. Liliana González Erives y
Dr. Daniel Grande Cano

Mtra. Liliana González Erives
Presidente



Firma

Dr. Daniel Grande Cano
Secretario



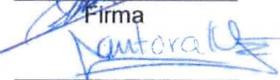
Firma

Dr. Raúl Pineda López
Vocal



Firma

Dr. Enrique Cantoral Uriza
Suplente

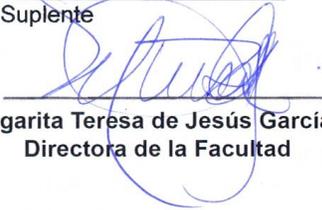


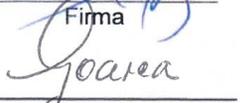
Firma

M.en C. Abel Ibáñez Huerta
Suplente



Firma


Dra. Margarita Teresa de Jesús García Gasca
Directora de la Facultad


Dra. Ma. Flavia Guadalupe Loarca Piña
Directora de Investigación y Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Noviembre 2015

Resumen

La principal actividad productiva en la microcuenca Emiliano Zapata (MEZ), municipio de Tamuín, en la porción oriental del estado de San Luis Potosí, es la ganadería bovina. La tenencia de la tierra es de tipo privado, y uno de los rasgos centrales del manejo que despierta el interés del presente trabajo, consiste en que las unidades productivas no incluyen árboles en los potreros dedicados al pastoreo. Por esta razón, se considera que la ausencia de árboles y el manejo actual de la actividad ganadera podrían deteriorar las condiciones del suelo, atentar contra la biodiversidad y reducir el alimento disponible para el ganado durante la época de estiaje, entre otras posibles consecuencias. Debido a lo anterior, se plantean estrategias a nivel de microcuenca, para integrar especies de árboles nativos con cualidades útiles para los sistemas de pastoreo. En el presente trabajo se evaluó la situación actual de los sistemas de producción ganadera en la MEZ y se presentan propuestas de manejo silvopastoril, que promueven la conservación de los recursos naturales y la biodiversidad, sin afectar la productividad, para promover una estructura y función adecuada de la microcuenca. El enfoque de análisis para este estudio se enmarca en las propuestas de manejo silvopastoril desarrolladas por diversos investigadores en la fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria CIPAV, en Colombia, así como en trabajos realizados en otras investigaciones conducidas en México, que sirvieron de fundamento para las propuestas de manejo de hato, suelo y pastizales que se presentan en relación a los resultados obtenidos por medio de la evaluación de las prácticas y condiciones actuales de las unidades productivas dedicadas al ganado bovino. Se plantean diferentes posibilidades de manejo silvopastoril que permitan incluir los saberes locales sobre distintas especies de árboles nativos con cualidades útiles para consolidar una actividad ganadera que permita conservar la estructura y función de la microcuenca.

Palabras clave: Microcuenca, Manejo, Silvopastoril, Ganadería.

Summary

The main productive activity in the Emiliano Zapata micro-watershed (EZMW), municipality of Tamuín, in the eastern portion of the State of San Luis Potosi, is livestock. Ownership of the land is private, and productive units do not include trees in the pastures dedicated to grazing. For this reason, it is considered that the absence of trees and livestock could impair the soil conditions, threatening biodiversity and reducing the forage available to the livestock during the dry season. Because of this, there are strategies to integrate native tree species with qualities useful for grazing systems. The aims of this study are to assess the current status of livestock production systems in the EZMW and propose silvopastoral management options from the watershed perspective, that promote the conservation of natural resources and biodiversity, without affecting productivity. The focus of analysis for this study, is part of the proposals for managing forestry that have been developed in the Center for Research on Sustainable Agricultural Production Systems CIPAV, Colombia, as well as work carried out in other investigations, that they served as a basis for proposals for management of herd, soil and pastures that occur in relation to the results obtained by means of the evaluation of the practices and current conditions of productive units devoted to cattle. Different management options are proposed that include local knowledge's about various native tree species that show useful qualities to consolidate a livestock activity that allows preserving the structure and function of the Micro-watershed.

.

Key words: Micro-watershed, Management, Forestry, Livestock.

Agradecimientos

Quiero agradecer a CONACYT por la beca otorgada, que permitió concluir con éxito la presente investigación.

A la Maestra Liliana Gonzales por su apoyo multifacético, al Doctor Daniel Grande por su amable atención su disposición de aportar y su paciencia. Al Doctor Raúl Pineda Por sus agudos y en ocasiones demoledores comentarios que permitieron mayor solides al trabajo. Al doctor Enrique Cantoral por sus útiles aportaciones y su gran disposición de colaborar. Al Maestro Abel Ibañez por su amabilidad, sus incisivas aportaciones y su enorme paciencia para compartirme campos del conocimiento científico completamente nuevos para mí.

A Itzel, por su inspiración, su disposición de ayudar en todos los niveles posibles, sus aportaciones críticas y por su paciencia al escuchar mis enredos.

A mis extraordinarios padres y hermanas que siempre me han apoyado en todo, son el motor de muchas aventuras.

Tabla de contenido

Resumen.....	ii
Summary.....	iii
Agradecimientos	¡Error! Marcador no definido.
Índice de figuras.....	viii
Índice de Tablas.....	viii
Índice de gráficas.....	ix
Introducción	10
Planteamiento del problema	12
Objetivos	13
Justificación	14
Antecedentes	15
Marco teórico: Ganadería y enfoque de cuencas	17
Materiales y métodos.....	19
Capítulo 1 Caracterización socioambiental de la zona de estudio	25
1.1 Introducción.....	25
1.2 Ámbito biofísico Municipio de Tamuín	25
1.2.1 Ubicación	25
1.2.2 Clima.....	26
1.2.3 Uso de suelo y vegetación.....	26
1.2.4 Edafología.....	27
1.2.5 Geología	27
1.2.6 Hidrografía	27
1.2.7 Recursos Naturales	27
1.2.8 Fauna.....	28
1.3 Ámbito socioeconómico.....	28
1.3.1 Reseña histórica	28
1.3.2 Origen de la población	30
1.3.3 Grupos indígenas.....	32
1.3.4 Desarrollo humano, pobreza y marginalidad.....	33

1.3.5 Servicios y vivienda.....	35
1.3.6 Educación	36
1.3.7 Infraestructura para la producción.....	37
1.3.8 Infraestructura de salud	37
1.3.9 Caracterización cultural.....	38
1.3.10 Actividades económicas.....	39
1.3.11 Comercio y Servicios	41
1.3.12 Población económicamente activa e inactiva.....	41
1.3.13 Transporte.....	43
1.3.14 Organización Política	44
<i>1.4 Principales Localidades.....</i>	<i>45</i>
1.5 La Microcuenca Emiliano Zapata (MEZ)	45
1.5.1 Ubicación y caracterización física	45
1.5.2 Hipsometría de la MEZ	48
1.5.3 Parámetros de la red hidrográfica.....	49
1.5.4 Zonas funcionales	50
1.5.5 Hidrografía	51
1.5.6 Uso de suelo y vegetación	52
1.5.7 Caracterización cultural.....	52
1.5.8 Breve recuento histórico de la ganadería en la región	54
1.5.9 Efecto de la Revolución Verde en la producción agropecuaria.....	61
1.5.10 La ganadería en la MEZ.....	63
1.5.11 Condición económica de las unidades productivas en la MEZ	64
1.6 Conclusiones.....	66
Capítulo 2. Evaluación del efecto de las prácticas de manejo actuales sobre el suelo.....	67
2.1 Introducción.....	67
2.2 Efectos del sistema ganadero en el suelo de la MEZ.....	68
2.2.1 Indicadores físicos de la fertilidad del suelo.....	77
2.2.1.1 Densidad aparente.....	77
2.2.1.2 Textura.....	78

2.2.2 Indicadores Químicos de la fertilidad del suelo	81
2.2.2.1 pH	81
2.2.2.2 Carbono orgánico.....	82
2.2.2.3 Intercambio catiónico	83
2.2.2.4 Análisis de las características químicas del suelo	84
2.3. Efectos en la vegetación	86
2.4 Manejo y productividad.....	88
2.5 Conclusiones.....	89
Capítulo 3. Propuesta de manejo silvopastoril para la microcuenca Emiliano Zapata	91
3.1 Introducción.....	91
3.2 Importancia del manejo silvopastoril	93
3.3 Sistemas Silvopastoriles desde otras experiencias.....	96
3.4 Especies arbóreas nativas en manejo silvopastoril para la MEZ.....	98
3.5 Modelos de SSP, en las zonas funcionales de la MEZ.	103
3.5.1 <i>Brosimum alicastrum</i> (Ojite).....	105
3.5.2 <i>Guazuma ulmifolia</i> (Guásima).....	106
3.5.3 <i>Leucaena leucocephala</i> (Huaje)	106
3.5.4 <i>Gliricidia sepium</i> (Palo de sol).....	107
3.6 Manejo de hatos, suelos y pastizales.....	107
3.7 Implementación de las aportaciones de Voisin y Savory.	111
3.7.1 Uso y manejo de los Pastos en la MEZ	113
3.7.2 Los SSP y el reciclaje de nutrientes en la MEZ	119
3.7.3 Manejo reproductivo y sanitario del hato.....	120
3.8 Otras opciones posibles para la MEZ.....	120
3.8.1 Alternativas de manejo y uso de los SSP en la MEZ	123
3.9 Conclusiones.....	125
Capítulo 4. Discusión y conclusiones generales	125
Anexo I Especies nativas con cualidades silvopastoriles.....	128
Anexo II Análisis físicos y químicos del suelo	143
Referencias.....	152

Índice de figuras

Figura 1.-Mapa de pendientes y puntos de muestreo	20
Figura 2.- Zonas funcionales de la MEZ y áreas de muestreo	50
Figura 3.- Factor R. Precipitación pluvial en la microcuenca.....	70
Figura 4.- Factor K. Mapa edafológico de la microcuenca	71
Figura 5.- Factor C. Mapa de cobertura de la microcuenca	72
Figura 6.- Factor L S. Mapa de pendientes de la microcuenca	74
Figura 7.- Mapa de erosión de la MEZ	75
Figura 8.- Cercos vivos	103
Figura 9.- Bancos de proteína	104
Figura 10.- Árboles dispersos en potreros	105
Figura 11.- Ojite.....	128
Figura 12.- Guásima.....	130
Figura 13.- Leucaena	132
Figura 14.- Palo de sol	134
Figura 15.- Orejón	136
Figura 16.- Rajador	137
Figura 17.- Ebano.....	139
Figura 18.- Palo mulato	140
Figura 19.- Chote	141
Figura 20.- Materiales para medir densidad aparente por el método de la probeta	150
Figura 21.- Procedimiento para medir densidad aparente por el método de la probeta	151

Índice de Tablas

Tabla 1.- Uso de suelo y vegetación.	26
Tabla 2.- Localidades y población del municipio.	30
Tabla 3.- Población total y por genero 2010.....	30
Tabla 4.- Crecimiento de la población 1980-2010.....	31
Tabla 5.- Tasa de crecimiento anual Tamuín.	31
Tabla 6.- Edad mediana de la población 2010	32
Tabla 7.-Población indígena 2010.....	33
Tabla 8.-Índice de desarrollo humano Tamuín.....	34
Tabla 9.-Indicadores de pobreza y rezago social Tamuín.....	34
Tabla 10.- Parámetros morfométricos de la MEZ.....	46
Tabla 11.- Tiempo de concentración	47

Tabla 12.- Áreas entre curvas de nivel.....	47
Tabla 13.- Parámetros de densidad de drenaje	49
Tabla 14.- Relación de ingresos supuesta	65
Tabla 15.- Relación de gastos y costos supuestos	66
Tabla 16.- Uso de suelo y vegetación	73
Tabla 17.- Parámetros de pérdida de suelo (Johnson, 1987)	76
Tabla 18.- Parámetros físicos del suelo en la MEZ	80
Tabla 19.- Parámetros químicos del suelo en la MEZ.....	85
Tabla 20.- Hábitos alimenticios de rumiantes.....	94
Tabla 21.- Beneficios de un sistema silvopastoril.....	96
Tabla 22.- Especies nativas con cualidades destacadas	99
Tabla 23.- Especies nativas del segundo grupo.....	100
Tabla 24.- Especies nativas del tercer grupo.	101
Tabla 25.- Comparativo de las cualidades de las especies seleccionadas.	102
Tabla 26.- Comparativo de las características sobresalientes de Botriochloa y Mulato.	116
Tabla 27.- Comparativo de las mejores especies de pasto presentes en la MEZ.	118

Índice de gráficas

Grafica 1.- Actividad económica en el municipio de Tamuín.....	42
Grafica 2.- Población económicamente activa, ocupada y por sectores productivos en el municipio de Tamuín.	43
Grafica 3.- Curva Hipsométrica	48
Grafica 4.- Frecuencia de altitudes.....	49

Introducción

La principal actividad productiva en la microcuenca Emiliano Zapata (MEZ) es la ganadería bovina. Según la información obtenida mediante entrevistas y observación directa en campo, actualmente el manejo que se implementa no incluye árboles como parte del sistema productivo, y se considera necesario eliminar cualquier tipo de vegetación que no sea pasto, para incrementar la capacidad del rancho de alimentar a un mayor número de animales.

Estas estrategias de manejo se comienzan a desarrollarse durante la segunda mitad del siglo XX con la llamada revolución verde originada por Norman Borlaug, entre 1950 y 1980, lo que generó una enorme dependencia de insumos externos para la producción, (Borlaug, 1970; Ruiz y Gil 2000) por lo que es probable que la estrategia de eliminar los árboles de los potreros en la MEZ tenga ya más de 60 años. Actualmente se utiliza maquinaria una o dos veces por año para mantener los potreros “limpios” según lo mencionan algunos de los encargados de los ranchos, que al ser entrevistados, explicaron que es necesario mantener los pastizales “limpios”, es decir eliminar árboles y arbustos, para aumentar el potencial productivo de la propiedad.

La vegetación nativa o “monte”, como se le denomina localmente, es considerada un obstáculo para la productividad de los predios. Esto se sustenta en la idea de que el ganado se alimenta exclusivamente de pasto y por tanto entre más pasto, mayor número de animales y por tanto, más ingresos. El pasto necesita de la luz solar para desarrollarse, entonces los árboles resultan indeseables pues generan sombra. Sin embargo como se plantea en un estudio del INIFAP (González, et al. 2010) sobre Sistemas Silvopastoriles en la región huasteca de San Luis Potosí, los pastizales resultan poco productivos durante la época de estiaje entre los meses de octubre y mayo, en particular en sistemas de temporal como es el caso de la MEZ, lo cual genera pérdidas a los ranchos por la necesidad de adquirir forrajes para el ganado y en ocasiones, la muerte de algunos animales por falta de alimento.

Además, la estructura y función de la MEZ se ven afectadas por cambios en la cobertura vegetal, que implican pérdida de biodiversidad e incrementan la vulnerabilidad de los suelos a la degradación. Por estas razones, el establecimiento de opciones de manejo silvopastoril resulta importante, ya que no disminuiría la capacidad de los ranchos para alimentar al ganado, y sí aportaría una serie de beneficios adicionales como sombra para los animales, menor dependencia de insumos externos, leña, materiales para construcción, la inclusión de la biodiversidad en el sistema productivo y una mayor protección para los suelos.

Un sistema silvopastoril (SSP), es un tipo de manejo en el que coexisten los árboles con capacidad forrajera u otras cualidades útiles, los pastos y los animales en pastoreo sujetos a algún tipo de explotación (González, et al. 2010). Este tipo de sistemas traen consigo una multiplicidad de beneficios para la actividad ganadera. Los animales se ven beneficiados con alimento nutritivo y sombra; el suelo se beneficia con la fijación de nitrógeno, producto de la asociación entre leguminosas y bacterias del género *Rhizobium*, los mantillos de materia orgánica y la prevención de la erosión. Además, los SSP constituyen una estrategia productiva amigable con la biodiversidad (Murgueitio, 2010).

De acuerdo con la información obtenida por medio de las entrevistas y la observación directa en campo, actualmente, en la MEZ, los productores no estiman la pertinencia de implementar dichos sistemas, porque las estrategias de manejo que aplican hoy en día, les permiten un ingreso adecuado (aun cuando no precisaron la cantidad) y el sistema no manifiesta signos claros de deterioro. Por lo que actualmente no existen estrategias concretas diseñadas para conservar los suelos, ni las especies nativas de flora y fauna.

Así, el propósito de presentar las propuestas Silvopastoriles en la MEZ, es mostrar que se puede hacer un manejo que permita conservar la estructura y función de la microcuenca, sin disminuir el potencial productivo de sus

propiedades. La estrategia no consiste en permitir que los árboles y arbustos colonicen los potreros, porque de esta forma, efectivamente se reduciría su potencial para alimentar al ganado. Más bien, es necesario diseñar SSP de aprovechamiento racional que potencialicen las capacidades de los pastizales en relación con algunas especies de árboles que presentan cualidades particulares.

En el presente trabajo se busca mostrar que la actividad ganadera en suelos con cobertura de árboles y arbustos, puede generar una productividad similar al monocultivo de pasto, pero con beneficios adicionales relacionados con los servicios ambientales, que dependen en gran medida de la presencia de árboles. Con este fin, se plantean métodos que permitan orientar al sistema de manejo actual hacia la inclusión de especies arbóreas seleccionadas especialmente por sus cualidades útiles para la actividad ganadera.

Planteamiento del problema

El problema central que se aborda en este trabajo, es el de implementar una propuesta a nivel de microcuenca, basada en la transformación de las estrategias productivas y las relaciones sociales que éstas generan. Resumiendo la perspectiva de la agroecología, los sistemas productivos, son en esencia formas de organización social que reflejan presupuestos culturales y estrategias concretas para solventar las necesidades básicas. (Altieri y Toledo 2011).

El sistema ganadero que actualmente se implementa en la MEZ, se enfoca a la cría de ganado bovino para la comercialización de becerros de destete, conservando a los vientres y los sementales. Un rasgo generalizado de la actividad ganadera en la MEZ, que constituye la problemática central de este trabajo, es la eliminación de los árboles en los predios dedicados al pastoreo, situación que podría acarrear diversas consecuencias indeseables a nivel de microcuenca, como la pérdida de biodiversidad, pérdida de cobertura vegetal y sus múltiples efectos en el suelo y en el ciclo hidrológico. Además de los impactos socioeconómicos de un sistema productivo que genera una baja oferta laboral y

simultáneamente genera gastos in necesarios por diversas causas atribuibles al manejo, entre las cuales destaca, como se mencionó líneas arriba, la eliminación de los árboles en los potreros. Pues contrario a la intención de los productores, dicha práctica podría estar repercutiendo en la falta de forraje para los animales durante la temporada de estiaje.

Durante los meses de Octubre a Mayo, debido a la falta de humedad, los pastos disminuyen su producción de biomasa, situación que obliga a los productores a comprar alimento, lo que implica gastos económicos importantes e incluso la pérdida de algunos animales por la mala alimentación. Sin embargo, como se ha señalado en un trabajo realizado en la región huasteca de San Luis Potosí, (González, et al. 2010), existen especies nativas de árboles con excelentes cualidades nutritivas que resisten mejor las condiciones de sequía debido a la profundidad de sus raíces, los cuales pueden asociarse bien con pastizales.

Ante este panorama, se pretende destacar la relevancia de considerar las especies arbóreas de la flora nativa dentro del sistema productivo, para consolidar un aprovechamiento sustentable, conservando la estructura de la cuenca, es decir la inter relación entre suelos, pendientes, escurrimientos, cobertura vegetal y otros factores físicos que permiten la función de la cuenca, que está relacionada con los servicios ambientales que esta provee. Permitiendo así, de forma simultánea el desarrollo de una actividad productiva que dé sustento económico a sus habitantes.

Objetivos

General:

Evaluar la situación actual de la ganadería bovina en la microcuenca Emiliano Zapata, para proponer alternativas de manejo silvopastoril, como instrumentos que permitan concretar beneficios para la microcuenca como un socioecosistema.

Específicos:

- Identificar las características del sistema actual en relación al manejo de hato, pasturas y suelos.
- Determinar algunas de las propiedades físicas y químicas del suelo en potreros y en predios arbolados, para evaluar la relación de la actividad ganadera, la vegetación y el suelo.
- Generar propuestas de manejo silvopastoril en la microcuenca, específicas para la problemática encontrada.

Justificación

Si bien, actualmente no existe un deterioro evidente en las condiciones de la MEZ, sí se experimentan dificultades para abastecer de alimento a los animales durante la época de estiaje. A este respecto, González, et al. 2010 explica la importancia de la implementación de SSP, enfatizando las ventajas que pueden obtenerse en la zona huasteca mediante dichos sistemas.

Los SSP, permiten al ganado complementar su alimentación con ciertas especies de árboles forrajeros durante la sequía, ya que los árboles presentan algunas ventajas sobre los pastos cuando son utilizados como alimento durante la época de estiaje, debido a que su sistema radicular es más profundo, condición que les permite obtener humedad y nutrientes para producir biomasa, mientras los pastizales mantienen un desarrollo lento entre los meses de octubre a mayo y no producen suficiente biomasa para alimentar al mismo número de animales, generando así gastos extra para alimentar al ganado e incluso la pérdida de algunos animales (González, et al. 2010).

Además, desde el enfoque de cuenca, sería importante lograr una integración entre el sistema productivo y la totalidad de los elementos de la MEZ, pues actualmente se está luchando en contra de la vegetación nativa, para lograr la prosperidad de la ganadería, sin considerar que esta estrategia pone en riesgo la estructura y función de la microcuenca.

Por todo lo anterior, resulta relevante desarrollar estrategias que permitan construir un sistema ganadero con enfoque de cuenca, integrado a la complejidad del sistema, sustentable y al mismo tiempo económicamente viable. En este contexto, la aportación del presente trabajo, consiste en incluir las experiencias derivadas de otras investigaciones realizadas en México, así como en otros países con circunstancias similares, con el conocimiento local sobre el uso de especies arbóreas nativas en los sistemas ganaderos de la MEZ, para presentarlos de forma integrada en propuestas concretas de manejo silvopastoril, que permitan consolidar beneficios socioeconómicos y ambientales a nivel de microcuenca.

Antecedentes

Actualmente los sistemas silvopastoriles están cobrando relevancia por sus contribuciones para la conservación productiva de los sistemas ganaderos (CONAFOR 2010). Algunas de sus contribuciones son la captura de carbono, la protección del suelo en contra de la erosión, permitiendo una mejora en sus condiciones de fertilidad y estructura, regular el ciclo hidrológico, proveer de alimento nutritivo y sombra para los animales (Murgueitio, 2005).

Los sistemas silvopastoriles no son una novedad en el sentido de que se han implementado desde que las primeras sociedades humanas establecieron hatos domésticos para asegurarse el abasto de alimentos de origen animal. Durante la colonia en México, los ganaderos españoles tenían una noción clara de la importancia de implementar estrategias racionales para el aprovechamiento de los recursos naturales.

En particular, conocían el manejo de los agostaderos para evitar el sobrepastoreo. Según se explica en el texto de Hernández (2001) en la alta Edad Media, ya se había formado en España una ganadería ambientalmente sustentable. De hecho, se podría concluir que durante la colonia, el impacto ambiental de la ganadería en la huasteca potosina, fue bastante moderado.

Sin embargo, la actividad ganadera es sin duda, producto de la Colonia, hoy en día ocupa gran parte del territorio nacional propiciando en muchas regiones el cambio de uso de suelo, la pérdida de biodiversidad y la degradación de los suelos por causa del sobrepastoreo (Hernández, 2001; Bassols, 1996). Este panorama tiene diferentes causas, que van desde la ambición desmedida de algunos productores que saturan los sistemas para aumentar sus ganancias de forma inmediata aunque la actividad no pueda sostenerse a largo plazo, la falta de conocimiento técnico en el manejo de los hatos, el desinterés o descuido de las diferentes instancias gubernamentales en la regulación de las prácticas de explotación pecuaria, y las ideas heredadas de la revolución verde, en las que se concibe un sistema productivo con un alto consumo de fertilizantes, pesticidas, herbicidas, alimentos industrializados, que implica un alto impacto para la biodiversidad, que pasa a considerarse como un estorbo ante la posible introducción de especies mejoradas y abonos sintéticos (Pichardo, 2006). Actualmente es claro que este tipo de explotaciones no lograron cumplir sus promesas de progreso y fundamentalmente no son sustentables por diversas razones, entre las cuales destaca una gran dependencia de insumos para la producción que se sostienen en la economía del petróleo (Altieri y Toledo, 2011).

Es en este punto, en el que se retoma el interés por encontrar un balance entre sistemas productivos y medio ambiente, para lo cual, además del conocimiento científico y técnico, es muy relevante rescatar los saberes locales, que no solo se refieren a las comunidades indígenas, sino a cualquier sociedad humana que por experiencia directa ha desarrollado estrategias particulares para el manejo de sus recursos naturales, generando significados complejos para describir su entorno natural desde la cultura. (Descola, 2012)

Marco teórico: Ganadería y enfoque de cuencas

La problemática de la ganadería en la MEZ debe abordarse desde un enfoque de Cuenca, lo que implica el estudio de un sistema complejo, que puede definirse como un socioecosistema (Pineda y Cotler, 2008). Tratando de aportar así, a la correcta interacción de los diferentes elementos de este sistema, para la conservación de la estructura y función de la cuenca. El modelo de conservación, en el enfoque de cuenca, es afín al de la agroecología. Al respecto autores como Altieri y Toledo (2011), señalan que no se pretende conservar fragmentos aislados de la actividad humana, sino integrar la actividad humana a la conservación de los agroecosistemas.

Para lograr dicho propósito, de acuerdo con lo que señala Murgueitio (2010), es importante resaltar la relevancia de los SSP como una herramienta efectiva para el manejo del ganado y como lo propone Ruiz (2006), orientar las practicas actuales hacia la consolidación de agroecosistemas sustentables.

Así, el enfoque de cuenca incluye a la agroecología con su visión integral de los ecosistemas, que abarca los aspectos socioeconómicos y productivos, dejando de lado el concepto de ecología como una forma de conservación prístina de paisajes naturales alejados de la actividad humana, para proponer el concepto de agroecosistemas, que implica el abordaje de sistemas complejos compuestos por seres humanos en interacción con su medio ambiente. Las prácticas y sistemas silvopastoriles, para los fines de este estudio, fungen como herramientas concretas para la construcción de agroecosistemas sustentables (Ruiz, 2006; Altieri y Toledo 2011).

El silvopastoralismo, una alternativa promisorio para la conservación de los recursos naturales

Actualmente, resulta evidente la degradación de los recursos naturales que la ganadería extensiva ha provocado en diversas áreas del planeta, generando una imagen incompatible entre la explotación pecuaria y la conservación de los ecosistemas. Se estima que la deforestación de las selvas por causa de la ganadería, es uno de los principales problemas ambientales de las zonas

tropicales ya que la mayor parte de las áreas deforestadas se dedican al establecimiento de pastizales; que en muchos casos se encuentran en estado de degradación (Orozco, 2009).

Sin embargo el problema no es inherente al ganado, sino que se trata de las formas de manejo y una concepción de crecimiento ilimitado, que no contempla las complejidades de cada región en términos socioeconómicos y ambientales. Así, los SSP aportan herramientas para abordar dicha problemática, con estrategias que resultan afines al enfoque de cuenca, pues contemplan la integración de la actividad productiva en un sistema complejo.

En resumen, un sistema silvopastoril consiste en un tipo de aprovechamiento pecuario que integra una diversidad de árboles y arbustos en los predios dedicados al pastoreo con un manejo sistematizado y racional que se adecúa a las capacidades del entorno para consolidar una productividad sustentable. En palabras de Muhammad Ibrahim (1998), director del Programa de Ganadería Ambiental del CATIE, un sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria donde las leñosas perenes interactúan con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales) bajo un sistema de manejo integral, con el objetivo de obtener una producción sostenible desde el punto de vista social, ecológico y económico.

Hoy en día, este tipo de estrategias productivas cobran mayor importancia, ante escenarios de sobrepastoreo y baja productividad, resultado de una visión fragmentada en la que la actividad productiva se consideraba una esfera aislada del resto del sistema socio ambiental, buscando siempre los mayores ingresos al menor costo, con una gran dependencia de insumos externos y ninguna consideración sobre los impactos generados y la viabilidad a largo plazo de las explotaciones ganaderas.

Materiales y métodos

Delimitación y alcance del estudio

Los métodos de análisis, se diseñaron con la intención de aproximarse a la identificación de las condiciones generales de la cuenca. El valor de los análisis que se realizaron, es el de aportar ciertos puntos de referencia que permiten ubicar las propuestas en un contexto.

Procedimientos concretos en relación con los objetivos del trabajo

Para considerar los objetivos 1 y 2, que consisten en evaluar el sistema de producción y las condiciones actuales del suelo en relación al manejo, se realizó la evaluación de la condición del suelo por distintos métodos, además de entrevistas abiertas a actores clave, observación participante y un cuestionario estructurado.

Para abordar el objetivo 3, que consiste en las propuestas de manejo silvopastoril, se integran los resultados y experiencias de otros trabajos, con los saberes locales, mediante los cuales se identificaron especies nativas de árboles mencionadas en las entrevistas por su potencial silvopastoril, para su uso en el sistema ganadero.

Para cumplir con los objetivos de la investigación los factores que se analizaron, están estrechamente relacionados con la productividad, que es el interés primordial de los productores y puede ser la vía para implementar cambios en el manejo que generen posteriormente un beneficio a la microcuenca.

Se implementaron tres diferentes estrategias:

- 1.- Cálculo de pérdida de suelo. Se utilizó la ecuación universal de pérdida de suelo para medir erosión desde un sistema de información geográfica.
- 2.- Pruebas de laboratorio practicadas a muestras de suelo para identificar indicadores de las condiciones físicas y químicas del suelo en relación al tipo de cobertura vegetal.

3.- La observación participante, entrevistas a actores clave, un cuestionario estructurado, así como una recopilación de los saberes locales sobre el uso de especies arbóreas en la producción ganadera. Cada uno de estos procedimientos, se explicará a detalle en la descripción metodológica.

En la siguiente imagen, se pueden apreciar los 6 puntos de muestreo a lo largo de la MEZ señalados con círculos morados. El propósito de los puntos de muestreo, fue el de hacer la comparación entre predios arbolados y potreros en distintos puntos del área destinada a la actividad ganadera.

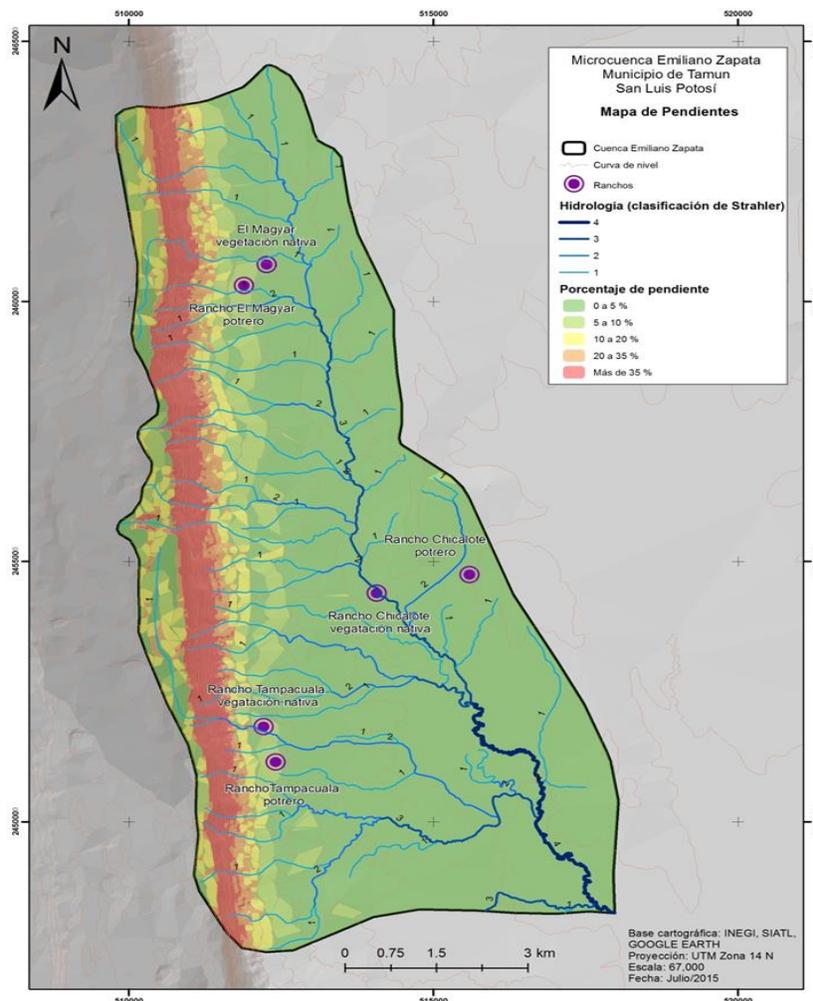


Figura 1.-Mapa de pendientes y puntos de muestreo

3. Estimación del riesgo de erosión por medio de la USLE

Para realizar un estudio de erosión, es necesario considerar todos los elementos involucrados, lo cual implica un proceso complejo que requiere de un análisis minucioso que permita entender la dinámica particular de la cuenca y cada uno de los factores que tienen influencia en los procesos erosivos, como la pendiente, la precipitación, el tipo de suelo y la cobertura vegetal entre otros.

Existen diferentes métodos para calcular la erosión en un territorio determinado, sin embargo, en este trabajo se eligió el método de la USLE, por medio de un sistema de Información Geográfica (SIG) con un software Arcgis 10.1, principalmente por su capacidad de integrar una multiplicidad de factores que influyen en los procesos erosivos en un área determinada, como lo son el tipo de suelo, la precipitación, la longitud y grado de pendiente y la cobertura vegetal. El resultado final es un mapa de erosión que permite identificar zonas específicas de la microcuenca con alto potencial para la erosión, lo cual facilita la toma de decisiones tanto para los fines que convengan a las actividades productivas, como para la conservación de la estructura y función de la cuenca.

Adicionalmente, se pueden establecer relaciones entre los resultados de este mapa de erosión, con las otras mediciones de campo y con las prácticas productivas que se implementan concretamente en cada unidad productiva. Esta ecuación puede usarse para predecir la pérdida de suelo anual, seleccionar las mejores prácticas de cultivo y estrategias de conservación de suelo para sitios específicos y estimar la pérdida de suelo en relación a las variables de la fórmula en predios agrícolas o de cualquier índole.

Es claro que el resultado que se obtenga, no necesariamente será idéntico a las condiciones reales de erosión en la microcuenca. Esto se debe a que existen otras variables relacionadas con la actividad antrópica como la carga animal o el uso de maquinaria pesada que no pueden calcularse en esta fórmula, pero sí representan un factor de cambio en las condiciones del suelo. El propósito de

obtener el modelo de erosión para la microcuenca es contar con un punto de referencia de las zonas más sensibles a la erosión, de acuerdo a las variables consideradas, para contrastarlo con las condiciones visibles del suelo y orientar los sitios específicos para la toma de muestras para otras pruebas que permitan determinar las condiciones del suelo en términos generales.

El factor P, se refiere a las actividades antrópicas de conservación de suelos que se realizan en el sitio de estudio y no se considerará para este trabajo pues se ha encontrado que en la microcuenca objeto del presente estudio, no existen prácticas de conservación de suelos hasta este momento, ni ninguna otra actividad organizada por parte de los pobladores, trabajadores o dueños de las unidades de producción para mejorar las condiciones físicas del suelo.

El método de la USLE empleado en esta investigación, se retomó del trabajo de Uribe (2012); la USLE fue desarrollada por Wischmeier quien fue un estadístico del servicio de conservación de suelos de los Estados Unidos en 1958. Su meta, era establecer un modelo empírico para predecir la erosión en campos de cultivo y permitir que los especialistas en control de erosión tomaran las medidas necesarias (Roose, 1996).

El modelo USLE, solo permite establecer puntos críticos para la erosión superficial, en un lapso de tiempo amplio de alrededor de 20 años y no funciona para la predicción de las consecuencias que podrían generar tormentas u otros fenómenos aislados.

La fórmula para la ecuación se implementa de la siguiente manera:

$$A=R*K*L*S*C*P$$

Donde:

A= Promedio anual de pérdida de suelo (Ton/Ha/Año)

R= Factor de erosividad de la lluvia (MJ mm/Ha/Hr/)

K= Factor de erodabilidad del suelo (Ton/Ha/Año)

L= Factor de longitud de la pendiente (Adimensional)

S= Factor de grado de pendiente (Adimensional)

C= Factor de cobertura vegetal (Adimensional)

P= Factor de prácticas de conservación de suelo (Adimensional)

Esta ecuación puede usarse para predecir en promedio, la pérdida anual de suelo de algún terreno con un uso específico, seleccionar las mejores prácticas de cultivo y estrategias de conservación de suelo para sitios específicos y estimar la pérdida de suelo en relación a las variables de la fórmula en predios agrícolas o de cualquier índole.

4. Propiedades de los suelos

Con el propósito de comparar los predios con pastizales inducidos sin presencia de árboles respecto a los predios arbolados, se tomaron 6 muestras de suelos, 3 en predios arbolados y 3 en los potreros sin presencia de árboles, con la intención de comparar las características del suelo con pastizal inducido y el suelo con cobertura arbórea. El muestreo se realizó en tres puntos de sur a norte, a lo largo de la cuenca, tratando de abarcar ranchos distintos en el área utilizada para la ganadería.

En el laboratorio certificado Calaguas, de la Universidad Autónoma de Querétaro, se realizó la determinación de las propiedades físicas y químicas de suelo: densidad aparente por el método de la probeta (Baber, 197/), textura por el método de Boyucos (Nuñez, 2006) humedad por gravimetría (Nuñez, 2006) pH con un potenciómetro MCA, (Nuñez, 2006) capacidad de intercambio catiónico por método de absorción atómica. (Nuñez, 2006) carbono orgánico total por el método combustión – oxidación (Nuñez, 2006) - (ver anexo II).

5. Entrevistas cuestionario y observación participante

Se aplicaron dos tipos de entrevistas, abiertas y estructuradas (Gillham, 2005) y (Guber, 2011). Las entrevistas abiertas se caracterizan por la ausencia de una estructura prefijada con preguntas específicas, son simplemente pláticas en las que el interlocutor es libre de comentar lo que desee, mientras que el entrevistador procura captar los aspectos de la plática que resultan relevantes para la investigación. Esta primera técnica de entrevista, tiene el propósito de permitir que surjan aspectos del conocimiento de los entrevistados, o de la misma investigación, que probablemente no se habían contemplado de antemano y por tanto no tendrían lugar en una entrevista cerrada con un guion preestablecido.

El segundo tipo, de entrevistas, consistió en la aplicación de un cuestionario estructurado que permitió profundizar en la comprensión de las prácticas de manejo ganadero que utilizan actualmente en la microcuenca, la interacción de éstas con la vegetación nativa, y la recopilación de los saberes locales en relación al uso de árboles nativos en los sistemas de producción ganadera. Las dos formas de entrevista se aplicaron a 10 actores clave que, para fines de este estudio, son los trabajadores de las distintas unidades productivas. De esta forma, se compilaron los saberes locales sobre las especies arbóreas originarias de la MEZ que tienen potencial para la implementación de sistemas silvopastoriles. Esto es de gran importancia, pues no se trata de imponer saberes externos o asumir de antemano la superioridad de las estrategias propuestas con base en trabajos académicos. Los saberes locales resumen la esencia del aprendizaje de muchas generaciones en el aprovechamiento de sus recursos naturales y es de gran importancia recuperarlos para asegurar la pertinencia de las propuestas.

6. Compilación de saberes locales

A partir de los resultados de las entrevistas y los demás aspectos de la evaluación previa, se definieron 4 especies de árboles que de acuerdo a los trabajos de Puig (1991) son nativos de la zona, y que presentan cualidades útiles para la actividad ganadera, como ser fuente nutritiva de alimento, tener un rápido desarrollo y un fácil manejo.

Estas especies son *Gliricidia sepium*, conocida en la región como Palo de Sol, *Guazuma ulmifolia*, conocida como Guazima, *Brosimum alicastrum*, conocida como Ojite y *Leucaena leucocephala* conocida como *Leucaena* o Huaje. Estos cuatro árboles son el corazón de las propuestas que consisten en diferentes formas de manejarlas e integrarlas a la actividad ganadera, con miras a generar un beneficio a nivel de cuenca. Además, se identificaron las principales especies de pastos y árboles nativos encontradas en los predios donde se realizaron las mediciones.

Capítulo 1 Caracterización socioambiental de la zona de estudio

1.1 Introducción

Es importante describir las condiciones generales del municipio de Tamuín, para contar con un contexto más amplio, y posteriormente abordar la descripción de la MEZ que constituye el interés central del trabajo. A continuación se presenta la caracterización a nivel municipal y en ese contexto se presenta posteriormente la caracterización de la MEZ. La información referente a clima, geología y edafología solo se presenta en la contextualización del municipio, para evitar la redundancia.

1.2 Ámbito biofísico Municipio de Tamuín

1.2.1 Ubicación

El municipio de Tamuín se encuentra en la planicie costera del golfo de México y pertenece a la región huasteca del estado de San Luis Potosí. Sus coordenadas geográficas son: 21°46' a 22°24' de latitud norte; 98°24' a 98°27' de longitud oeste; la altitud de la cabecera municipal es de 20 metros sobre el nivel del mar. Sus colindancias son: al norte con el estado de Tamaulipas; al este, con el municipio de Ébano; al oeste con, Ciudad Valles; al sureste con San Vicente Tancuayalab y al suroeste con Tanlajas. El municipio de Tamuín cuenta con una superficie de 1,842.70 kilómetros cuadrados, de acuerdo con el Sistema Integral de Información Geográfica y Estadística del INEGI del año 2000, lo cual

representa 3.04 por ciento del total del estado (Coordinación estatal para el fortalecimiento institucional de los municipios 2009-2015).

1.2.2 Clima

El clima es tropical, con una precipitación pluvial media anual de 882.8 milímetros. El promedio de la temperatura anual es de 25.8 °C, con una máxima absoluta de 48.5 °C y una mínima absoluta de 7 °C. La temperatura cálida comprende los meses de abril a septiembre y el frío de octubre a marzo. (Coordinación estatal para el fortalecimiento institucional de los municipios 2009-2015)

1.2.3 Uso de suelo y vegetación

En la parte central existen zonas dedicadas a la actividad agrícola de riego y temporal, también existen grandes extensiones de pastizal cultivado, selva baja caducifolia, selva media y tular (Coordinación estatal para el fortalecimiento institucional de los municipios 2009-2015). Los porcentajes precisos del uso de suelo y vegetación se expresan en la Tabla 1. El municipio cuenta con 19 km² de superficie de selva y no participa en el programa Pro Árbol (INAP2013).

Tabla 1.- Uso de suelo y vegetación.

Superficie continental total	1,842.03	100.0%
Superficie de agricultura	321.27	17.4%
Superficie de pastizal	1,420.12	77.1%
Superficie de selva	19.08	1.0%
Superficie de otros tipos de vegetación	14.87	0.8%
Superficie de vegetación secundaria	45.14	2.5%
Superficie de áreas urbanas	6.14	0.3%
Superficie de cuerpos de agua	15.40	0.8%

Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Administración Pública, A.C Fuente: INEGI, Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos, 2009

1.2.4 Edafología

Por su formación los suelos son aluviales y por su edad ligeros y moderadamente desarrollados. Predominan los suelos arcillosos, alcalinos, Rendzinas y Vertisoles¹ en su mayoría, con presencia de Litosoles en el parteaguas occidental (INIFAP y CONABIO, 2001). En términos generales es un suelo apto para el cultivo de pastizales y por tanto para la actividad pecuaria (INIFAP y CONABIO, 2001)

1.2.5 Geología

El municipio de Tamuín está asentado en una gran planicie y presenta pendientes que van de suaves a planas; sólo existe el plegamiento de la sierra Abra de Tanchipa, cuyas alturas máximas son de 200 metros sobre el nivel del mar. El resto de la superficie municipal forma parte de la Planicie del Golfo. Las formaciones rocosas son producto de la sedimentación, principalmente calizas y lutitas (Coordinación estatal para el fortalecimiento institucional de los municipios 2009-2015).

1.2.6 Hidrografía

Este municipio es atravesado en su parte central por el río Tampaón, el cual se une al río Moctezuma para formar el río Pánuco que desemboca en el Golfo de México. También se localizan en esta región las lagunas: Los Patitos, Tansey, Brasil, San José del Limón, Palmas Cortadas y Mirador (Coordinación estatal para el fortalecimiento institucional de los municipios 2009-2015).

1.2.7 Recursos Naturales

El municipio cuenta con la sierra Abra-Tanchipa que comparte con el municipio de Ciudad Valles y fue declarada Reserva de la Biosfera, según publicación en el Diario Oficial de la Federación el 6 de Junio de 1994. (Coordinación estatal para el fortalecimiento institucional de los municipios 2009-2015)

¹ La información disponible en el mapa edafológico de INEGI indica Chernozem para esta región, pero las características de este suelo no concuerdan con lo observado en campo y si concuerdan con la información de (INIFAP y CONABIO 2001).

1.2.8 Fauna

De las especies animales que se encuentran destacan: Jaguar (*Panthera onca*), Puma (*Puma concolor*), Coyote (*Canis latrans*), Ocelote (*Leopardus pardalis*), Conejo (*Sylvilagus*), Gato montés (*Lynx rufus*), Liebre (*Lepus californicus*), Puerco espín (*Sphiggurus mexicanus*), Armadillo (*Dasypus novemcinctus*), Venado (*Odocoileus virginianus*) y algunas especies de aves y serpientes como el Loro tamaulipeco (*Amazona viridigenalis*), Loro cabeza amarilla (*Amazona oratrix*), Guacamaya verde (*Ara militaris*), Víbora de cascabel (*Crotalus*) (Programa de manejo de la reserva de la biosfera Sierra del Abra Tanchipa 2014) (Coordinación estatal para el fortalecimiento institucional de los municipios 2009-2015).

1.3 Ámbito socioeconómico

1.3.1 Reseña histórica

El municipio de Tamuín se encuentra en la parte oriental del estado de San Luis Potosí, cuenta con importantes recursos naturales, una población mestiza e indígena variada y además una economía multifacética que lo distingue. En este municipio se localizan tres de los más importantes sitios de la cultura huasteca: El Consuelo que es una ranchería cerca de la ciudad cabecera del municipio, al sur, casi inmediata a la carretera Tamuín - San Vicente Tancuayalab. La zona arqueológica de Tam Tok, Tantoc, está en el potrero del Aserradero, localizada entre Taninul y el río Tampaón, cerca del límite con el municipio de Ciudad Valles.

Era en la antigüedad el mismo sitio arqueológico llamado actualmente Agua Nueva, ubicándose dentro del rancho “El Huracán”, a 18.7 kilómetros de la carretera Tamuín - San Vicente Tancuayalab. Estos tres sitios arqueológicos se señalan por su importancia. En diferentes épocas el nombre actual de Tamuín lo han escrito de diferentes maneras, algunas de ellas son las siguientes: Tamuín, Tamuche, Tamuchi, Tam-ohin, Tamo-oxxi, Tam-huinic, Tamohi, Tamuoc, entre otros.

Como en el resto de la Nueva España, fueron establecidas las encomiendas y las mercedes reales. La primera merced de tierra concedida en la

huasteca potosina fue precisamente en Tamuín. En el año de 1787, se puso en vigor el sistema de las intendencias. Se extinguió la antigua alcaldía mayor de la Villa de los Valles y pasó a formar parte de la muy extensa intendencia de S.L.P., cuyos límites, por el noreste llegaban hasta Luisiana y Tamuín; siguió teniendo categoría política de simple pueblo.

En 1824 se promulgó la Constitución de la República Mexicana, que erigió la antigua provincia como Estado Libre y Soberano. Se dictó la primera Constitución Política del Estado de S.L.P., por el Congreso Constituyente del Estado, el 16 de octubre de 1826 y casi un año después, por el decreto N° 61 promulgado el 8 de octubre de 1827, se nombraron algunos ayuntamientos del estado. El artículo 28 mencionó entre ellos el de Tamuín, que se componía de un Alcalde, dos Regidores y un Procurador Síndico. Poco después se dictó la Ley de Arreglo de Municipios y allí se mencionó también la Villa de Tamuín, como perteneciente a Ciudad Valles (Coordinación estatal para el fortalecimiento institucional de los municipios 2009-2015).

Por decreto del 30 de junio de 1845 dictado por la asamblea del departamento de S.L.P., el ayuntamiento de Tamuín pasó a depender del distrito de Valles. El pueblo de Tamuín, en aquellos años estaba ubicado al sur de donde ahora está. El nombre de aquel lugar era el de El Choyal. Para la fundación de Tamuín en el lugar denominado La Cofradía, en 1892, se tomaron de la hacienda de El Limón diecinueve mil hectáreas las cuales se repartieron en 17 ejidos, correspondiendo a cada ejidatario veinte hectáreas aproximadamente.

En 1955 la villa de Tamuín quedó totalmente inundada cerca de 3 semanas a consecuencia del temporal de lluvias provocado por los ciclones: Gladys e Hilda; durante todo este tiempo la población estuvo incomunicada, porque la carretera quedó muy destruida. Este desastre motivó que el Presidente Adolfo Ruiz Cortinez estuviera en Tamuín. Fue la primera vez que un Presidente de la República llegó hasta este lugar. El Congreso del Estado emitió su decreto N° 318, promulgado el 30 de mayo de 1963 por medio del cual erigió el municipio de Ébano con localidades que se le segregaron al municipio de Tamuín. Antes de

este decreto, el municipio de Tamuín, era el de mayor extensión territorial de la huasteca potosina, pero actualmente ha quedado en un segundo lugar después del municipio de Ciudad Valles (Coordinación estatal para el fortalecimiento institucional de los municipios 2009-2015)

1.3.2 Origen de la población

La población del municipio de Tamuín, es culturalmente diversa, es producto del mestizaje originado durante la colonia, aunque existen grupos étnicos con presencia en la zona con una continuidad histórica y cultural anterior a la llegada de los españoles. Los grupos indígenas con mayor presencia en la región son los Tének o Huastecos y grupos hablantes de lengua Náhuatl.

Las localidades del municipio y su demografía se expresan en la tabla 2. La única localidad con más de cinco mil habitantes es Tamuín, que es la cabecera municipal. En la tabla 3, se aprecia que la población femenina es un poco mayor.

Tabla 2.- Localidades y población del municipio.

Número de localidades	289
Localidades con menos de 5 mil habitantes	288
Localidades con más de 5 mil habitantes	1
Población en localidades con menos de 5 mil habitantes	21,638
Población en localidades con más de 5 mil habitantes	16,318
Densidad de población	20. 61

Elaboración propia con datos de Instituto Nacional de Administración Pública A. C. Fuente: INEGI, Anuario Estadístico de San Luis Potosí 2010 y Censo de Población y Vivienda 2010: localidades con menos de 5 mil habitantes.

Tabla 3.- Población total y por genero 2010.

Población total	37,956
Porcentaje de la población en la entidad	1.47%
Hombres	18,672
Mujeres	19,284
Relación Hombres Mujeres (1)	96.8

Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Administración Pública Fuente: INEGI, Censo de Población y Vivienda 2010. (1) Número de hombres por cada 100 mujeres.

En la Tabla 4 se puede observar el crecimiento poblacional desde 1980 hasta el último censo nacional de población en el año 2010. La tasa de crecimiento anual se ha mantenido relativamente estable, salvo un periodo en el que se detuvo el crecimiento poblacional probablemente relacionado con la crisis económica de 1994 y posteriormente fue regresando a su tendencia inicial como se aprecia en la Tabla 5.

Tabla 4.- Crecimiento de la población 1980-2010.

1980	26,384
1990	34,148
1995	36,543
2000	35,087
2005	35,446
2010	37,956

Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Administración Pública A.C. Fuente: INEGI, Censos de Población y Vivienda 1980, 1990, 2000 y 2012; Conteos de Población 1995 y 2005

Tabla 5.- Tasa de crecimiento anual Tamuín.

	1990-1995	1995-2000	2000-2005	2005-2010
Tasa de crecimiento anual Tamuín	1.4	-0.8	0.2	1.4

Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Administración Pública A.C. Fuente: Calculado a partir de la información del INEGI vertida en los Censos 1990, 2000 y 2010 y de los Conteos de Población 1995 y 2005. La fórmula es la utilizada por el INEGI para el cálculo de tasas medias de crecimiento anual, la cual se explica en el anexo técnico del Censo Nacional de Población y Vivienda 2010; y se lee de la siguiente forma: proporción en la cual crece una población anualmente en un periodo determinado.

En la Tabla 6 se puede apreciar un comparativo de edades, que da como resultado una edad mediana de la población de entre 24 y 25 años para ambos sexos, lo cual podría ser una característica positiva pues gran parte de la población se encuentra en edad productiva.

Tabla 6.- Edad mediana de la población 2010

Edad mediana	25
Edad mediana hombres	24
Edad mediana mujeres	25

Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Administración Pública A.C. Fuente: INEGI, Censo Nacional de Población y Vivienda 2010

1.3.3 Grupos indígenas

Como se menciona en el apartado anterior, los huastecos son el grupo indígena con mayor presencia en el municipio. Se llaman a sí mismos Téenek, que significa: Los que viven en el campo con su idioma, sangre y comparten la idea. El grupo sedentario de los huastecos ocupó, en el territorio hoy potosino, el oriente del estado. Hubo penetraciones huastecas que llegaron hasta el altiplano potosino como en los municipios de Santa María del Río y Guadalcázar. Actualmente los Téenek de San Luis Potosí, viven al oriente del estado en la cuenca del Pánuco.

Los huastecos son unos de los grupos llamados “mayenses” pues su lengua pertenece a la gran familia Maya. La cultura Huasteca, agrícola por excelencia y productora de un arte extraordinario tuvo su apogeo entre el año 100 a.C. y el 900 de esta era y recibió gran influencia Tolteca.

En el territorio del municipio de Tamuín existen distintas zonas arqueológicas como Tantoc, donde se encuentra la importante escultura “El Adolescente”, toda grabada. Ahí en Tamuín se descubrió una pintura o fresco que es un conjunto de figuras y personajes. Inmediatas a Tantoc se encuentran las importantes ruinas de Tamchan o Tamtzan y las de Tzitzin-tujub. Además, en toda la región huasteca hay centros ceremoniales, juegos de pelota y ruinas como en Tancanhuitz, Tanquian, Tamposoque, Ébano, etcétera.

Desde la primera mitad de siglo XV los emperadores aztecas Tizoc, Ahuizotl y Moctezuma Xocoyotzin, sojuzgaron a los huastecos imponiéndoles una situación de vasallaje, razón por la cual aún existen grupos hablantes de náhuatl en la región. Esta dominación continuó hasta que llegaron a la Huasteca los

conquistadores españoles que impusieron su dominio en esta región por medio de los encomenderos, y esclavizaron a los Tének intercambiándolos por ganado (CDI, 2009). En la tabla 7 se puede apreciar la proporción de la población indígena actual en relación al total de habitantes del municipio.

Tabla 7.-Población indígena 2010.

Población total del municipio	37,956
Población indígena	7,897
Porcentaje de la población total (%)	20.8%
Hombres	4,055
Mujeres	3,842
De 5 años y mas	7,124
De 5 años y más bilingüe	4,393
Porcentaje de la población de 5 años y más bilingüe.	61.7%

Elaboración propia con datos del instituto Nacional de Administración Publica A.C. Fuente: INEGI, Censo Nacional de Población y Vivienda 2010

1.3.4 Desarrollo humano, pobreza y marginalidad

Tamuín no está contemplado dentro de los programas de atención prioritaria de SEDESOL, sin embargo, una proporción de sus habitantes tiene carencias. El municipio suma 37,956 habitantes que viven en 289 localidades. La más grande, Tamuín, cabecera municipal, tiene 16,318 habitantes (43% del total de la población).

En el municipio, el 57.4% (20,822 personas) está situado en la pobreza y, de este porcentaje, 43.5% corresponde a pobreza moderada (15,758 personas) y 14% a pobreza extrema (5,064 personas). La población con tres o más carencias sociales es el 35% (12,710 personas) y las carencias que más afectan a la población, en orden de gravedad, son las siguientes: población con un ingreso inferior a la línea de bienestar (63.3%), carencia por acceso a los servicios básicos de la vivienda (43,6%), carencia por acceso a la alimentación (36.2%) y rezago

educativo (26.1%). Cabe señalar que la tasa de desempleo del municipio es más alta que la media estatal (6.2 contra 5.5%) (INAP con datos de INEGI 2010) Como resultado de la información antes presentada y de acuerdo con datos de CONAPO el grado de marginación en el municipio de Tamuín es Bajo (CONAPO con datos de INEGI 2010). Como se expresa en las tablas 8 y 9, los habitantes se encuentran en condiciones difíciles en materia de servicios, la mitad de la población está en una situación de pobreza y una cuarta parte percibe ingresos por debajo de la línea de bienestar.

Tabla 8.-Índice de desarrollo humano Tamuín.

Concepto	Línea basal 2005
Índice de salud	0.8760
Índice de educación	0.8182
Índice de ingreso	0.7559
Valor del índice de desarrollo humano (IDH)	0.8166
Lugar nacional de acuerdo al índice de desarrollo humano	418
Calificación de desarrollo humano	Alto

Elaboración propia con información del Instituto Nacional de Administración Pública A.C. Fuente: PNUD, IDH por municipio 2000 y 2005.

Tabla 9.-Indicadores de pobreza y rezago social Tamuín.

Concepto	Porcentaje %	Número de personas
Población en situación de pobreza	57.4%	20,822
Población en situación de pobreza extrema	14.0%	5,064
Población en situación de pobreza moderada	43.5%	15,758
Población vulnerable por carencias sociales	27.1%	9,837
Población vulnerable por ingresos	5.9%	2,123
Población no pobre y no	9.6%	3,465

vulnerable		
Rezago educativo	26.1%	9,451
Carencia por acceso a los servicios de salud	16.3%	5,924
Carencia por acceso a la seguridad social	62.8%	22,752
Carencia por calidad y espacios de la vivienda	16.7%	6,042
Carencia por acceso a los servicios básicos en la vivienda	43.6%	15,797
Carencia por acceso a la alimentación	36.2%	13,131
Población con al menos una carencia social	84.6%	30,659
Población con tres o más carencias sociales	35.1%	12,710
Población con un ingreso inferior a la línea de bienestar	63.3%	22,945
Población con un ingreso inferior a la línea de bienestar mínimo	25.0%	9,059

Elaboración propia con datos del Instituto Nacional de Administración Pública A.C. Fuente: CONEVAL, medición de la pobreza por municipio 2010

1.3.5 Servicios y vivienda

En cuanto a viviendas que carecen de calidad y espacio, 6,042 personas (16.7%) son afectadas por estas condiciones. Asimismo, de las 9,697 viviendas del municipio, en 4,067 (42%) las personas viven con algún nivel de hacinamiento (INAP con datos de INEGI 2010).

Las viviendas que no disponen de sanitario suman 317 lo que representa el 3,3% del total. Hay 1,246 viviendas con piso de tierra, lo que significa 12.9% del total de viviendas del municipio. En el año 2000, 38.9% de los hogares usaban leña o carbón para cocinar. De acuerdo a estimaciones, este porcentaje podría representar en 2012, con un margen de error de +/- 5, un rango de 3,287 a 4,256

viviendas donde se cocina con estos combustibles (INAP con datos de INEGI 2010).

También, el 11.9% de los muros de las viviendas fue calificado de "inseguro". De acuerdo a estimaciones, este porcentaje podría representar, en 2012 y con un margen de error de +/- 5, lo que equivaldría a un rango de 1,008 a 1,299 viviendas en estas condiciones (INAP con datos de INEGI 2010).

Otro dato relevante del mismo año, indica que el 32.7% de los hogares fueron clasificados con techos inseguros. De acuerdo a estimaciones, este porcentaje podría representar en 2012, con un margen de error de +/- 5.5, lo que equivaldría a un rango de 2,637 a 3,704 viviendas en condiciones de techos inseguros (INAP con datos de INEGI 2010). De acuerdo a la estadística, hay 2,977 viviendas (30.7% del total) que no cuentan con servicio de drenaje (Coordinación estatal para el fortalecimiento institucional de los municipios 2009-2015) (INAP con datos de INEGI 2010).

1.3.6 Educación

El municipio cuenta con servicios de educación básica preescolar, primaria, secundaria y bachillerato general. Cuenta con una infraestructura de: 48 jardines de niños, tanto en el área urbana como rural, 63 escuelas primarias en el área urbana y rural, 26 escuelas secundarias en el área urbana y rural. El municipio cuenta con planteles de educación media como son 5 bachilleratos generales, de la población de 15 años y más se tienen 18,763 habitantes que saben leer y escribir, contra 2,771 personas que representan el 12.85% de analfabetismo.

Entre la población de 15 años y más, 3,460 son analfabetas (9%), 11,333 (29.9%) no tienen la primaria completa y 19,613 (51.7%) no tiene educación básica completa. Asimismo, entre la población de 6 a 14 años de edad, hay 987 niños y jóvenes que no asisten a la escuela. Finalmente, el grado promedio de escolaridad del municipio es de 7.3 años, valor inferior a la media estatal (8.3 años).

La estadística señala que Tamuín tuvo 11,309 alumnos inscritos en el ciclo escolar 2010-2011 y que en el municipio se puede cursar hasta nivel medio superior (bachillerato) (Coordinación estatal para el fortalecimiento institucional de los municipios 2009-2015) (INAP con datos de INEGI 2010).

1.3.7 Infraestructura para la producción

De acuerdo a las estadísticas, la red carretera del municipio es de 307 km, de los cuales 76 km pavimentados corresponden a la red alimentadora estatal. De acuerdo a la estadística, la red de caminos rurales es de 183 km revestidos. El municipio cuenta con 1 oficina de telégrafos; 11 oficinas postales y, de las 289 localidades que lo conforman, 32 (11%) tienen servicio de telefonía rural. De 289 localidades, sólo 4 cuentan con Centro Comunitario Digital, (INAP con datos de INEGI 2010).

De 9,697 viviendas, 1,963 (20%) cuentan con servicio de telefonía fija, 1,184 (12%) tienen computadora y 839 (9%) cuenta con Internet. Asimismo, hay 478 viviendas (5%) que no disponen de ninguna tecnología de la información y la comunicación (INAP con datos de INEGI 2010) (Coordinación estatal para el fortalecimiento institucional de los municipios 2009-2015).

1.3.8 Infraestructura de salud

La demanda de servicios médicos de la población del municipio, es atendida por organismos oficiales y privados, tanto en el medio rural como urbano. El municipio cuenta con un total de 16 unidades médicas, unidades de Primer Nivel de Atención Médica S.S.A., I.S.S.S.T.E e I.M.S.S., Oportunidades, Brigada Médica Móvil 10 1 1 4.

Esta cobertura de servicios médicos alcanza al 74.3% de la población total, quedando el 25.7% de la población sin acceso a los servicios médicos. El municipio cuenta con 14 casas de salud con su respectiva auxiliar de comunidad

en donde se dan pláticas y orientaciones en materia de salud reproductiva, primeros auxilios, etc.

Las estadísticas señalan que el municipio cuenta con 14 unidades médicas de consulta externa (1er. nivel); 1 unidad de hospitalización general (2o nivel) y 18 casas de salud coordinadas por la SSA. De una población de 37,956 personas, 8,345 (22%) no cuentan con seguridad social.

En el municipio hay 24 médicos y técnicos en salud por cada 10 mil habitantes, proporción mayor a la media estatal (21 médicos y técnicos en salud por cada 10 mil habitantes) y al mínimo señalado por la Organización Mundial de la Salud para cumplir con los compromisos del Milenio (23 médicos y técnicos de salud por cada 10 mil habitantes) (INAP con datos de INEGI 2010) (Coordinación estatal para el fortalecimiento institucional de los municipios 2009-2015).

1.3.9 Caracterización cultural

El pueblo de Tamuín que constituye la cabecera municipal, es donde tienen su domicilio los pobladores con más altos ingresos, ya sean ganaderos, comerciantes, contratistas y propietarios de diferentes negocios. Esta circunstancia hace que los habitantes tengan un aspecto más urbano en contraste con el resto de las localidades en las que la mayoría de los pobladores son campesinos, ejidatarios, o empleados en los ranchos ganaderos. Los habitantes de las localidades rurales acuden a Tamuín a realizar trámites bancarios, pago de servicios, impuestos o algún asunto legal, además de abastecerse de alimentos, combustible y otros insumos. Por esta razón los días viernes y sábado se ven más personas en la calle y en el mercado. Hay un total de 37,956 habitantes en el municipio, de los cuales 16,318 viven en la cabecera municipal (INEGI2010). Muchas personas se conocen, se saludan en la calle y aunque no tengan relaciones cercanas, saben a qué se dedican o por lo menos ubican las familias a las que pertenece cada quien.

La población mestiza no tiene una vestimenta característica, sin embargo los hombres tienden a utilizar pantalón de mezclilla, sombrero y botas, o algún atuendo similar que les permita trabajar y protegerse del sol y las mujeres usan faldas y sandalias o ropa fresca y cómoda.

La mayor parte de los habitantes son católicos, y tienen su iglesia en contra esquina de la plaza central. Las fiestas populares se llevan a cabo en Semana Santa, se organizan bailes, las mujeres indígenas, usan el multicolor quetchquemitl, el morral huilab, el tocado de cabeza o petop de estambre de colores, blusa y falda de manta color blanco, los hombres indígenas camisa y calzón de manta color blanco. La música característica es el son huasteco, que se distingue del son jarocho entre otras cosas por el falsete. Existe variedad de platillos, dentro de los cuales los más representativos son: Cecina huasteca, enchiladas huastecas, barbacoa de res y catán, dulce de chayote, conserva de ciruela, vino de jobo y aguardiente de caña.

Como atracción turística se encuentran las Pirámides de Tantoc, dos moles geométricas que parecen asomarse entre los naranjales, la Pirámide cuadrangular, localizada en Tzintzin-Tajub, el Balneario Taninúl y el Río Tamuín. El Balneario de Taninul, se encuentra ubicado en el municipio de Tamuín, muy cerca del límite con el municipio de Valles, S. L. P. El balneario y el hotel allí construido, atraen centenares de turistas nacionales y extranjeros por sus manantiales sulfurosos (Observación directa en campo y entrevistas a actores clave 2014).

1.3.10 Actividades económicas

Principales Sectores, Productos y Servicios.

Agricultura: Esta actividad tiene como principales cultivos: maíz, sorgo para grano, frijol, chile y soya; como cultivos perennes que tienen importancia en la región está la caña de azúcar y los pastos. La comercialización de los productos debido a las necesidades humanas se destina al autoconsumo y cuando se tienen

excedentes se comercializa en el ámbito local o hacia la misma región. En cuanto a la producción de pasto, este se comercializa en el ámbito estatal y nacional.

Ganadería: El día 31 de diciembre de 1999, se tenía una población total de 82,080 cabezas de ganado bovino, destinado para la producción de leche, carne y para el trabajo; 8,300 cabezas de ganado porcino; 15,500 cabezas de ganado ovino; 22,317 aves de corral para carne y huevo (INAP con datos de INEGI 2010).

Silvicultura: La actividad forestal de productos maderables, así como su recolección se da con varias unidades de producción rural (INAP con datos de INEGI 2010).

Minería: El municipio de Tamuín tiene actividad minera en la extracción de cemento y arcilla, por lo que en el aspecto económico ésta actividad es muy importante (INAP con datos de INEGI 2010).

Industria manufacturera: Las diversas empresas manufactureras dentro del municipio son establecimientos industriales que dan empleo a diversas personas. La planta Tamuín de la compañía “Nestlé de México” es una de las empresas agropecuarias más importantes de la región y tiene una capacidad instalada para procesar 85,000 litros de leche diariamente. Esta empresa se abastece de materia prima y mano de obra barata que abunda en la región. Otra empresa muy importante del municipio de Tamuín es la de “Cementos Anáhuac, S.A.”, que fue instalada en el poblado de Las Palmas de este municipio y se inauguró el 15 de enero de 1967. Otra empresa importante es la de “Rastro y Frigorífico de la Huasteca, A.C.” (INAP con datos de INEGI 2010).

La actividad agrícola del municipio muestra menor productividad que la media estatal, mientras que la actividad ganadera tiene una mayor productividad que la media estatal. Las estadísticas no detectan infraestructura de apoyo para la pesca, sin embargo, el municipio cuenta con superficie de cuerpos de agua, por lo que la pesca puede ser una actividad potencial. Hay unidades de producción que reportan corte de árboles, pero no se registra volumen de producción. El municipio

no cuenta con plantaciones comerciales de árboles pero tiene una superficie importante de selvas (INAP con datos de INEGI 2010).

De acuerdo al consumo de energía eléctrica por usuarios, el sector industrial y de servicios observa un porcentaje mayor al promedio estatal, lo que indica más dinamismo económico que el promedio estatal. Las estadísticas señalan que el índice de unidades de comercio y abasto por habitante está por abajo de la media estatal, al igual que el índice de sucursales bancarias por habitante, lo que indica que, en general, el desarrollo económico del municipio no es tan dinámico. Se detecta infraestructura para el turismo con una oferta mayor que el promedio estatal. No hay personal capacitado en prestación de dicho servicio ni en el municipio ni en la entidad, de acuerdo a las estadísticas (INAP con datos de INEGI 2010).

1.3.11 Comercio y Servicios

La actividad comercial del municipio se lleva a cabo en establecimientos de diferentes giros y tamaños, de propiedad privada, empleando a varias personas. El sector oficial participa con establecimientos comerciales, tanto en la zona rural como urbana.

La demanda de servicios en el municipio es atendida por diversos establecimientos y la oferta es diversificada para atender necesidades personales, profesionales, de reparación y mantenimiento, de bienestar social, cultural y de recreación entre otros. Esta actividad genera empleos entre la población local (Coordinación estatal para el fortalecimiento institucional de los municipios 2009-2015).

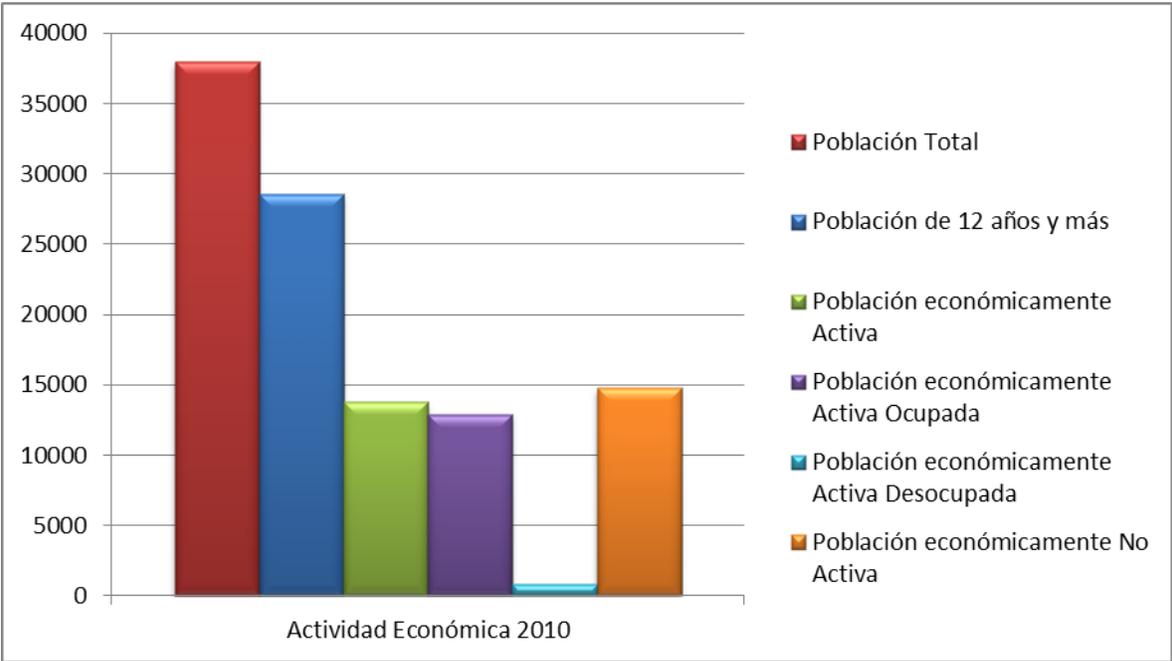
1.3.12 Población económicamente activa e inactiva

En cuanto a la población económicamente activa, como se explica en la gráfica 1 la población total del municipio es de 37,956 habitantes de los cuales 13,773 se encuentran económicamente activa. Sin embargo solo 12,921 se encuentran ocupados, lo cual implica que más de la mitad de la población no se encuentra económicamente activa, o se encuentra desocupada.

Esto significa que menos de la mitad de la población económicamente activa y ocupada, mantiene al resto de los habitantes en el municipio. Esto podría relacionarse también con cuestiones de género, pues un porcentaje importante de las mujeres se dedica a las actividades del hogar y aunque se trata de un trabajo sin lugar a dudas, no genera un ingreso monetario a las familias y no se registra como actividad económica en los censos.

Para entender con mayor profundidad la actividad económica y sobretodo las estrategias de subsistencia de los habitantes, sería necesario implementar metodologías cualitativas que permitan destacar los roles de género al interior de las familias y comunidades, así como otras muchas actividades y redes sociales que permiten el ingreso y el sustento de las familias.

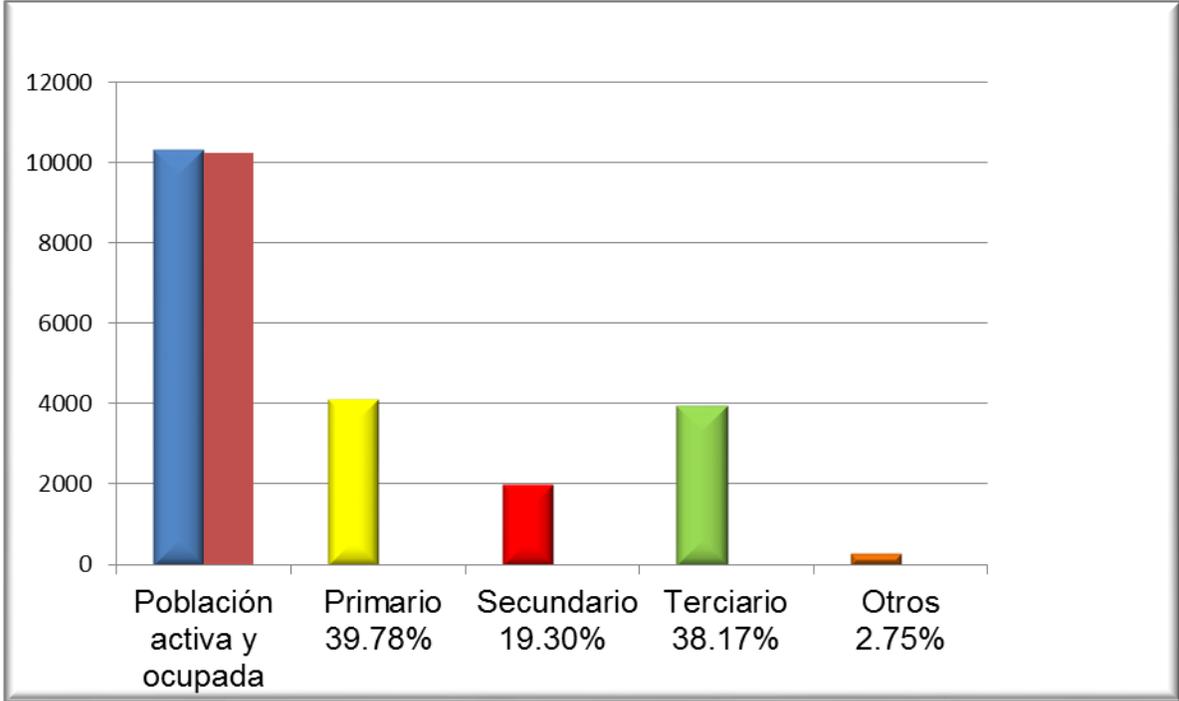
Grafica 1.- Actividad económica en el municipio de Tamuín.



Elaboración propia con datos del INEGI 2010

La población económicamente activa total del municipio asciende a 10,315 personas, mientras que la ocupada es de 10,256 y se presenta de la siguiente manera: Porcentaje Primario (Agricultura, ganadería, caza y pesca) 39.78, Secundario (Minería, petróleo, industria manufacturera, construcción y electricidad) 19.30, Terciario (Comercio, turismo y servicios) 38.17 y Otros 2.75 (Coordinación estatal para el fortalecimiento institucional de los municipios 2009-2015) (INAP con datos de INEGI 2010).

Grafica 2.- Población económicamente activa, ocupada y por sectores productivos en el municipio de Tamuín.



Elaboración propia con datos del INEGI 2010

1.3.13 Transporte

Existen autobuses que comunican a las distintas localidades con la cabecera municipal, que dan servicio aproximadamente cada hora. Como los poblados no son pequeños, la mayor parte de las personas caminan incluso en la

cabecera municipal, aunque hay quienes utilizan bicicletas y en algunas ocasiones taxis.

Lo más común es que se transporten en vehículos particulares, ya que aún en las comunidades más alejadas hay quienes cuentan con camionetas que son muy útiles para el trabajo y en ocasiones transportan ahí a otros pobladores sin vehículo (Observación directa en campo y entrevistas 2014).

1.3.14 Organización Política

El municipio de Tamuín se compone por 411 localidades, siendo el poblado de Tamuín la cabecera municipal, donde se encuentra el Ayuntamiento, que se compone por Presidente, regidor de mayoría relativa, un síndico y 5 regidores de representación proporcional. Los regidores asumen los diferentes cargos de la administración pública, la Comisión Responsable de Hacienda Municipal 1er. Regidor De Gobernación, 4o. Regidor De Policía Preventiva y Transito, 2o. Regidor De Salud Pública y Asistencia Social, 6o. Regidor De Alumbrado Público, 3er. Regidor De Educación Pública y Bibliotecas, 2o. Regidor De Mercados, Centros de Abasto y Rastro, 5o. Regidor De Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, 1er. Regidor De Desarrollo Urbano y Ecología, 6o. Regidor De Comercio, Anuncios y Espectáculos, 3er. Regidor De Desarrollo Rural y Asuntos Indígenas, 4o. Regidor De Cultura, Recreación y Deporte, y 5o. Regidor De Servicios Públicos.

Además existen los cargos de Secretario del Ayuntamiento, Tesorero Municipal, Contralor Interno, Oficial Mayor, Coordinadora de Desarrollo Social, Director Obras Públicas, Director Protección Civil, Director Desarrollo Rural. Las localidades tienen una organización similar, que se explica con mayor amplitud en el apartado de caracterización de la microcuenca, pero en esencia, está constituida por un comisariado ejidal y un representante ante el municipio (Coordinación estatal para el fortalecimiento institucional de los municipios 2009-2015).

1.4 Principales Localidades

El municipio se encuentra integrado por 289 localidades, donde la mayor concentración de población se localiza en Tamuín y en las localidades de: Nuevo Tampaón, Santa Martha, Las Palmas, Ejido los Huastecos, Nueva Primavera, Estación Tamuín, Antiguo Tamuín, Nuevo Ahuacatitla, La Fortaleza, El Centinela y Nuevo Aquismón con más de 500 habitantes (Enciclopedia de los municipios de México) (Coordinación estatal para el fortalecimiento institucional de los municipios 2009-2015)

La cabecera municipal presenta características distintas al resto de las localidades en términos de su composición social; en el pueblo de Tamuín se encuentran algunas familias de clase socioeconómica alta, que se dedican al comercio, son propietarios de hoteles, restaurantes o son ganaderos que han logrado hacer de la ganadería un negocio rentable, mientras que en las localidades la mayor parte de los pobladores son campesinos de escasos recursos, algunos tienen ganado pero al no tener grandes extensiones de tierra su hato es pequeño y solo funge como un medio de ahorro, más que como un negocio lucrativo.

1.5 La Microcuenca Emiliano Zapata (MEZ)

1.5.1 Ubicación y caracterización física

La MEZ se ubica en las coordenadas 22° 11' 46.52" LN y 98°52'01.24" LO. El poblado de La Ceiba, que es el único poblado dentro del parteaguas de la MEZ, se encuentra en las coordenadas 22°10'06" LN y 98°49'35" LO, con una población de 401 habitantes. Adicionalmente, existen 25 localidades que son en su mayor parte rancherías, 8 de estas sin habitantes, sumando un total global de 462 habitantes. (INEGI 2010).

Tabla 10.- Parámetros morfométricos de la MEZ

Rasgo	Dato
Área	84.32Km ² o 8432 Ha
Perímetro	44.08 Km
Longitud de la cuenca	17 km
Longitud del cauce principal	15.60Km
Ancho de la cuenca	6.96 km
Elevación mínima de la cuenca	40 msnm
Elevación media de la cuenca	124 msnm
Elevación máxima de la cuenca	648 msnm
Orientación de la cuenca	Norte a Sur
Coefficiente de compacidad	1.52
Índice de alargamiento	1.8
Orden del sistema de drenaje	4
Tiempo de concentración	283.60 minutos

Elaboración propia en ArcGis 10.1 con datos de INE 2004

El coeficiente de compacidad, se refiere a la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo con la misma área. Las cuencas que presentan valores cercanos a 1, se asemejan más a un círculo, mientras que los valores por encima de esta cifra, como es el caso de la MEZ que presenta un valor de 1.52, indican una forma alargada.

El índice de alargamiento relaciona la longitud máxima de la cuenca con el ancho de la misma. Cuando el resultado presenta valores mayores a 1, indica que es una cuenca alargada mientras que los valores cercanos a 1, indican una red de drenaje similar a un abanico.

El tiempo de concentración se refiere al tiempo que tarda el agua en llegar de un extremo a otro del cauce principal, sirve para determinar la torrencialidad potencial de una cuenca en función de sus características físicas.

Tabla 11.- Tiempo de concentración

Parámetros de tiempo de concentración (Minutos)	
Rangos	Clases
0-41.7	Rápido
41.8-83.2	Moderado
83.3 y más	Lento

Elaboración propia en ArcGis 10.1 con datos de INE 2004

Por lo tanto, la MEZ con 283.60 min, puede ser catalogada como una cuenca de respuesta lenta.

Tabla 12.- Áreas entre curvas de nivel

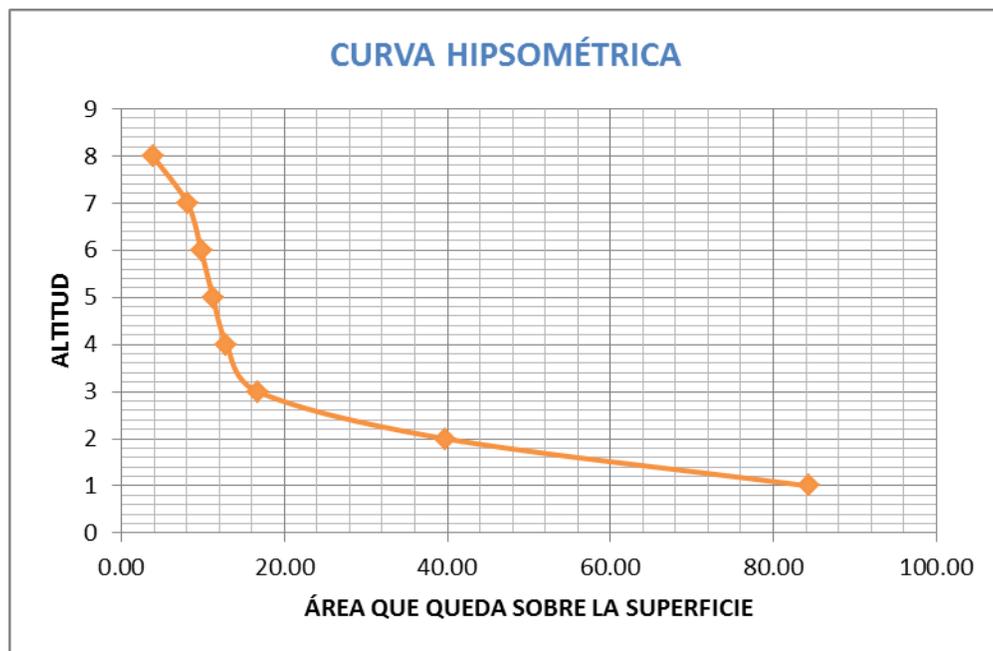
Nº ORDEN	COTA MIN	COTA MAX	Área Parcial (km ²)	Área Acumulada (km ²)	Área que queda sobre la superficie (km ²)	Porcentaje de area entre C.N.	Porcentaje de área sobre C.N.
1	40.00	80.00	44.49	44.49	84.32	52.76%	100.00%
2	80.00	160.00	23.10	67.59	39.84	27.40%	47.24%
3	160.00	240.00	3.83	71.42	16.73	4.55%	19.84%
4	240.00	320.00	1.69	73.12	12.90	2.01%	15.30%
5	320.00	400.00	1.43	74.55	11.21	1.70%	13.29%
6	400.00	480.00	1.70	76.25	9.77	2.01%	11.59%
7	480.00	580.00	4.24	80.50	8.07	5.03%	9.57%
8	580.00	648.41	3.83	84.32	3.83	4.54%	4.54%
			84.32			100%	

Elaboración propia en ArcGis 10.1 con datos de INE 2004

En la gráfica de la curva hipsométrica, la numeración de altitud deriva de la tabla anterior, es específicamente de la primera columna que indica el número de orden y se refiere a las altitudes mínimas y máximas de cada categoría. Por esta razón la curva hipsométrica en realidad expresa una altitud máxima de 648 msnm y una mínima de 40.

1.5.2 Hipsometría de la MEZ

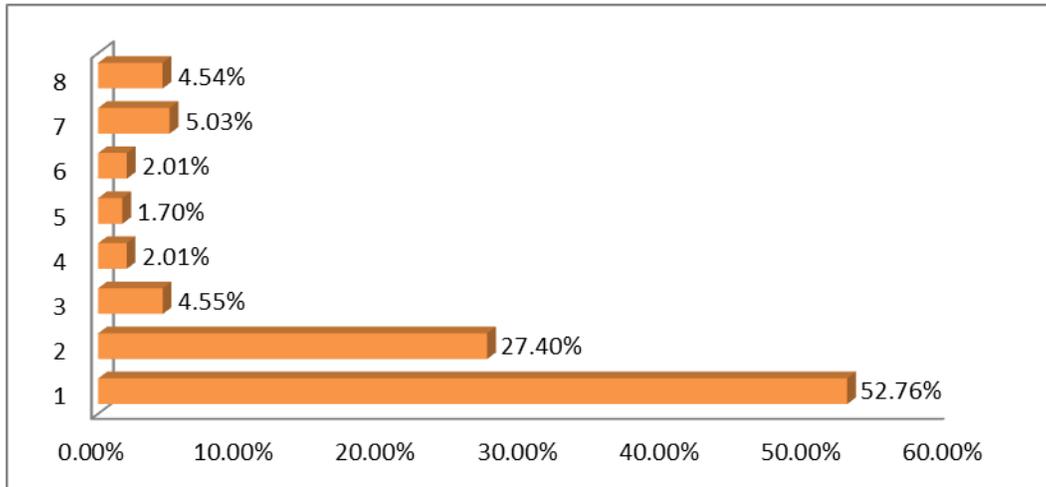
Grafica 3.- Curva Hipsométrica



Elaboración propia en ArcGis 10.1 con datos de INE 2004

La imagen anterior representa la relación entre el porcentaje de área acumulada en el eje X, y la elevación en metros sobre el nivel del mar en el eje Y. La gráfica indica una cuenca vieja, de planicie, que ha experimentado un proceso largo de erosión.

Grafica 4.- Frecuencia de altitudes



Elaboracion propia en ArcGis 10.1 con datos del INE 20

1.5.3 Parámetros de la red hidrográfica

Densidad de drenaje:

La densidad de drenaje se calcula dividiendo la longitud total de las corrientes de la microcuenca, entre el área total de la misma. El valor que arroja, permite tener una noción del nivel de complejidad de la red de drenaje. La MEZ presenta una densidad moderada de 1.93 con base en los parámetros establecidos por el INE 2004.

Tabla 13.- Parámetros de densidad de drenaje

Parámetros de densidad de drenaje	
Rangos	Clases
1-1.8	Baja
1.9-3.6	Moderada
3.7-5.6	Alta

Elaboración propia con datos de INE 2004

A continuación se presenta en la figura 2 un mapa de las zonas funcionales de la MEZ, donde se muestra la manera en que se comportan los escurrimientos y flujos de agua dentro del área de la MEZ. Los puntos morados en el mapa indican las áreas de muestreo, y a un lado aparecen los nombres de los ranchos en donde se tomaron las muestras.

1.5.4 Zonas funcionales

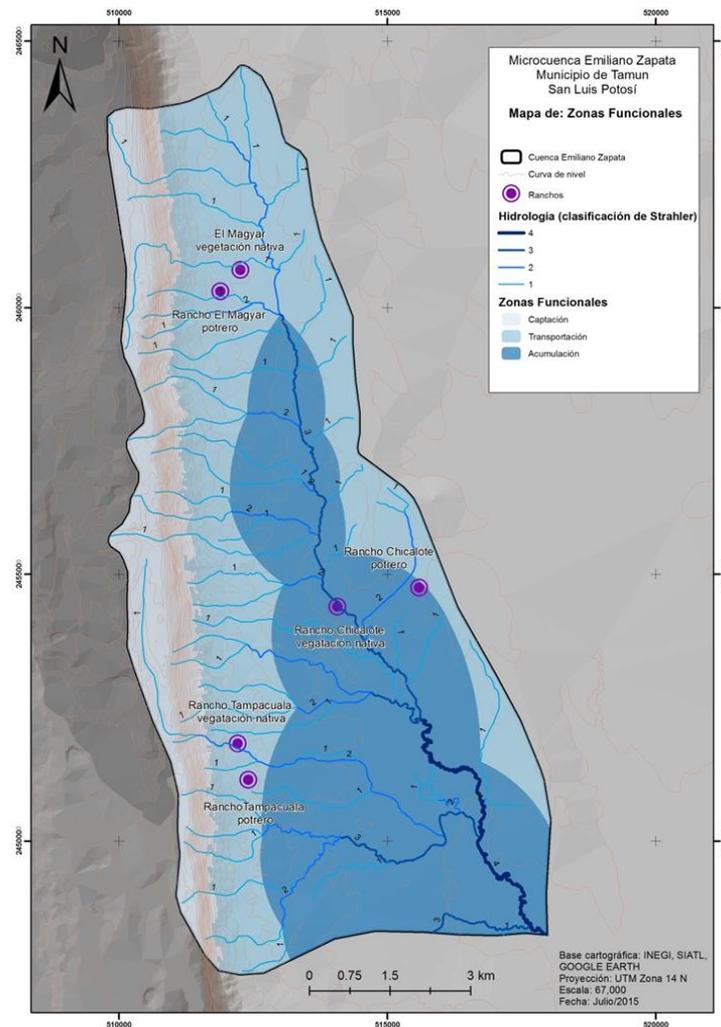


Figura 2.- Zonas funcionales de la MEZ y áreas de muestreo

Como se aprecia en la figura 2, la parte alta de la cuenca que es la zona de captación, aparece en color azul cielo, presenta pendientes muy escarpadas, dando paso a una zona media desde las faldas de la sierra, abarcando la parte norte de la MEZ y un fragmento del parteaguas oriental, que es el área de transportación, dando paso finalmente a una zona baja o de acumulación de flujos, que forma parte de la planicie del Golfo de México, y que junto con la parte media, ocupa la totalidad del área de la cuenca donde se realizan las actividades ganaderas.

Afortunadamente, la parte alta de la cuenca, se encuentra dentro de la reserva de la biosfera, lo cual resulta adecuado pues la conservación de esta área contribuye a la conservación de la estructura y función de la cuenca, facilitando la infiltración y disminuyendo así el volumen de la escorrentía superficial, además de retener el suelo de las áreas con mayor pendiente y por tanto con mayor probabilidad de erosionarse.

1.5.5 Hidrografía

La MEZ se encuentra en la región hídrica 26 en la sub cuenca con clave RH26Ca dentro de la cuenca del Pánuco. El cauce principal, que es intermitente, presenta escorrentía en los meses de julio a septiembre durante la época de lluvia. Aunque sí hay pequeños arroyos derivados de manantiales que fluyen de forma perene. A este afluente se le conoce localmente como la *raya honda*, el cual atraviesa la MEZ de norte a sur y conecta su caudal con el río Tampaón. La microcuenca que se encuentra al norte de la MEZ, deriva sus escurrimientos en el río Tantoán que se encuentra en Tamaulipas, por lo que la totalidad de la escorrentía superficial de la MEZ, se genera ahí mismo, sin contribución de otras cuencas. (Información obtenida por medio de SIATL, observación directa en campo y entrevistas 2014).

1.5.6 Uso de suelo y vegetación

El 90% del territorio de la microcuenca es propiedad privada, dedicada a la ganadería, con pequeños fragmentos que pertenecen a los ejidos, pues las tierras ejidales se encuentran fuera del parteaguas. La vegetación está constituida por selva baja caducifolia y subcaducifolia, pero se encuentra perturbada en la mayor parte del territorio de la microcuenca debido a la inducción de pastizales, por lo que se aprecia una fragmentación entre pastizales inducidos y acahual, quedando recortes de vegetación conservada en las partes con mayor pendiente del lado del parteaguas occidental (Puig, 1991) (Observación directa en campo y entrevistas).

1.5.7 Caracterización cultural

El único poblado que existe en la microcuenca, está constituido por diferentes ejidos, que anteriormente, hace no más de 30 años, eran propiedad privada, expropiada para dotar a ciertos grupos campesinos de tierra. En este poblado las diferencias económicas no son tan marcadas y existe una importante presencia de indígenas Teenek o Huastecos. Los ejidos se conocen como La Ceiba, Las Armas, El Pujal y el Movimiento Huasteco. La mayor parte de los habitantes trabaja en los ranchos que son propiedad privada, algunos tienen vacas, borregos, puercos, gallinas, siembran maíz, frijol, y calabaza para autoconsumo, aunque en muchos casos son las remesas que envían sus familiares desde los Estados Unidos de Norte América, lo que les permite a las familias solventar sus necesidades básicas.

En el poblado que es la conjunción de los ejidos antes mencionados, cuentan con luz y agua. Hay escuela primaria y telesecundaria, así como un centro de salud. La mayor parte de los habitantes son católicos (378 habitantes según el censo de INEGI 2010) y tienen su capilla, aunque también hay un templo para los protestantes que son 19 (según el censo 2010 INEGI)

La ganadería es la principal actividad económica en la microcuenca Emiliano Zapata. Existen alrededor de 19 unidades productivas que tienen una extensión de entre 200 hectáreas las más pequeñas y hasta 1000 hectáreas las

más grandes, manejando entre 100 y 800 animales por unidad productiva. Aunque algunos ranchos venden leche para la elaboración de queso, o engordan algunos animales, la finalidad que se persigue es la cría de ganado, siendo la venta de becerros la fuente de ingresos económicos.

La mayoría de los ranchos manejan mezclas de ganado cebuino con ganado europeo, que se conoce en la zona como ganado comercial, no hay ganado de registro, salvo algunos sementales de raza Beef Master o Brahman. El manejo sanitario considera dos fechas de vacunación al año, una contra rabia y otra contra enfermedades respiratorias.

También se desparasitan los animales dos veces por año y se vitaminan un vez por año. El manejo reproductivo, consiste en asignar un toro por cada 25 a 30 vacas y dejarlo pastorear con estas durante el año, no se utiliza la inseminación o implantación de embriones. La mayor parte de los potreros tienen zacate carretero (*Botriochloa pertusa*) que es la especie predominante. En algunos casos se cuenta con potreros de bermuda (*Cynodon dactylon*), algunas variedades de guinea (*Panicum maximum*) y diversas variedades de *Brachiaria*.

Los animales se rotan continuamente en potreros de entre 20 y 50 hectáreas, pero las rotaciones no consideran las etapas de desarrollo de los pastos sino solamente la presencia o ausencia de forraje. La mayor parte de las unidades productivas carecen de forraje durante la época de estiaje y lo compran a otros productores fuera de la MEZ, que se dedican a cultivar sorgo, pastos u otros forrajes para la venta.

Se percibe una cierta homogeneidad en el nivel socioeconómico de los pobladores, pues es una comunidad pequeña de no más de 401 habitantes según cifras del censo 2010 de INEGI. Existe discriminación velada hacia los habitantes indígenas que se filtra de forma sutil en ciertos comentarios o algunas posturas que se asumen de antemano. Aunque hay un número considerable de hablantes de lengua huasteca, no parecen estar organizados como comunidad. No utilizan sus trajes típicos, ni los peinados trenzados con telas de colores que son comunes

en las mujeres de otros municipios de la zona huasteca. Las organizaciones que hay, se identifican más por su pertenencia a los diferentes ejidos sin importar si son mestizos o indígenas. Sin embargo, los indígenas no suelen tener cargos importantes en los ranchos, sus labores generalmente son las de peón, dejando a los mestizos los puestos de administradores, tractoristas y vaqueros.

Las festividades son el 29 de septiembre que es el día del Santo Patrono del poblado que es San Miguel y el día 12 de diciembre para festejar a la Virgen de Guadalupe (Observación directa en campo y entrevistas a actores clave 2014).

1.5.8 Breve recuento histórico de la ganadería en la región

Los primeros esbozos de ganadería comenzaron hace diez mil años en oriente medio, con el establecimiento de grupos sedentarios, que domesticaron ciertos animales para su sustento. Esta práctica fue difundiendo gradualmente en todo el planeta, arribando al continente americano con la conquista española, cuando se trajeron nuevos mamíferos (vacas, caballos, cerdos, asnos, mulas, cabras y borregos) que a partir de entonces, han tenido profundas consecuencias en la actividad productiva de los últimos 500 años (Hernández, 2001).

Antes de la conquista los habitantes originarios no conocían la domesticación de los animales. Sin embargo la población indígena, particularmente en el centro de México, consumía una gran cantidad de alimentos de origen animal, una gran variedad de pescados y mariscos, caracol de río, una amplia gama de insectos, guajolote, faisán, perdices, codornices, patos, venado, jabalí, ardillas, liebres y conejos, topes, ratas, ranas, armadillos, monos, iguanas y tortugas entre otros, y uno de los pocos animales domésticos que criaban para su consumo, eran los perros. La propiedad de la tierra era comunitaria, pero los conquistadores sometieron a la población y establecieron la propiedad privada.

La historia de la ganadería en la huasteca potosina, comienza en 1527, cuando Nuño de Guzmán gobernador del Pánuco, decidió que la mejor forma de colonizar y explotar la región, era mediante la introducción de ganado. Así se

abocó a poblar la región de ganado proveniente de las Antillas que intercambió por esclavos que fueron sacados de la región entre 1527 y 1532 (Hernández, 2001; Bassols, 1996)

Para 1529 ya se había generado una Mesta local en la Ciudad de México, la Mesta es la organización ganadera del virreinato, que ya existía en España desde antes de la Edad Media. Para 1537 se redactaron las primeras ordenanzas virreinales que fueron el eje de la política ganadera. En la Huasteca, la Mesta se estableció en el año de 1600. La región del Pánuco, fue una de las más importantes en la cría de ganado caballar y mular y una de las reglas establecidas era la prohibición a negros y mulatos para montar. Los nobles indígenas, sin embargo, solicitaron licencia para montar y les fue concedida. Para 1620, según la información de Hernández (2001), había 10,000 caballos y mulas en la región Huasteca.

Otra de las prohibiciones establecidas fue la de desjarretar al ganado, esta era una práctica común en la que se cortaban los tendones de las patas traseras de las reses con un cuchillo afilado amarrado en la punta de una vara larga, para evitar que escaparan y con el único propósito de aprovechar su piel y su grasa.

Las dotaciones de tierra, que comenzaron en el siglo XVI, hicieron de la ganadería la forma más común de privatización de la tierra, pues la noción de propiedad se desarrolló en función del tamaño del hato. Se dice que en la zona de lo que es hoy ciudad Valles había propietarios de hatos ganaderos con más de 150,000 vacas y los que tenían 20,000 tenían pocas. Las dotaciones de tierra para ganado mayor, por ley tenían una extensión de 1747 hectáreas y una carga animal de 500 cabezas. (Hernández, 2001; Bassols, 1996)

Desde los inicios de la Colonia la ganadería se apropió de las antiguas tierras indígenas y aunque los grupos indígenas se aferraron a las tierras fértiles de Tamuín, no lograron resistir el embate ganadero y de los grupos chichimecas que los forzaron a migrar a mediados del siglo XVII. Posteriormente, las estancias

ganaderas se fueron estableciendo como dotación de mercedes que implicaban ya un derecho de propiedad, esto ocurrió entre 1550 y 1619. En total se estima un reparto de 350,000 hectáreas que constituían el 34% del territorio regional. Y de esta superficie, el 53% se dedicó a la cría de ganado bovino, 22% a la cría de caballos, mulas y burros, el 24% se utilizó como agostaderos para los grandes rebaños trashumantes de ovejas que pastaban en la región durante los 4 a 6 meses de invierno, provenientes de Querétaro y Huichapan y solo el 1% de la tierra disponible se utilizó para la agricultura, lo cual muestra claramente la enorme relevancia histórica de la actividad pecuaria en la región (Hernández, 2001).

Para el siglo XVII se dio la suspensión de las dotaciones, pero la ganadería ya se había establecido en prácticamente toda la superficie apta para esta actividad en la región del Pánuco. El desarrollo de la ganadería fue sin duda un fenómeno explosivo en la Huasteca potosina durante el siglo XVI, sin embargo la gran movilidad del ganado, los fenómenos meteorológicos y los depredadores, entre otros factores, permitieron que el hato ganadero no creciera al punto de generar fuertes repercusiones ambientales. De hecho durante todo el virreinato, el impacto ambiental de la ganadería fue moderado e incluso bajo.

Esto se explica en parte, porque la ganadería mexicana tiene su origen en la ganadería ibérica. Uno de los rasgos destacables de la ganadería ibérica, fue el equilibrio que se logró entre el ganado y los ecosistemas donde pastoreaba.

Según se afirma en el texto de Hernández (2001) en la alta Edad Media, ya se había formado en España una ganadería ambientalmente sustentable, esto resulta sorprendente, pues se ha difundido ampliamente el saqueo institucionalizado por parte de los colonizadores sobre los recursos naturales en el territorio mexicano, lo cual es cierto sin duda, e incluso la ganadería comenzó en el territorio nacional mediante la venta de esclavos, después fungió como un instrumento para la privatización de la tierra en muchos casos mediante el despojo, por lo que no podríamos afirmar que se tratara de una actividad honorable y positiva.

Sin embargo, no representaba un factor importante de degradación ambiental, de acuerdo a la información de Hernández (2001) se podría concluir que durante la colonia el impacto ambiental de la ganadería en la huasteca potosina fue moderado. No fue sino hasta fines del siglo XIX y principios del XX que la Huasteca potosina, experimentaría una dramática transformación de sus ecosistemas, mediante la introducción del alambre de púas, pastos africanos y ganado genéticamente superior.

Antes de la llegada de los españoles, los habitantes Teenek y Nahuas de la región del Pánuco se asentaban principalmente en los márgenes de los ríos, donde practicaban la caza, pesca y agricultura itinerante como medios de subsistencia (Hernández, 2001). La caza del venado y el uso de fuego para el establecimiento de cultivos modificaron de forma moderada los ecosistemas en ciertas zonas, pero es claro que la Huasteca no era un territorio prístino cuando llegaron los colonizadores españoles.

Las estancias ganaderas sentaron las bases para el establecimiento de las grandes haciendas, unas de las más grandes fueron Estancias Huastecas con 450,000 hectáreas y San Ignacio del Buey con 600,000 hectáreas. Las dos dedicadas a la ganadería bovina y caballar. La hacienda como sistema de tenencia de la tierra, monopolizó el suelo de La Huasteca y cuando las grandes haciendas comenzaron a fragmentarse, se formó un sistema de ranchos, los cuales se asemejaban en su funcionamiento a las haciendas al punto en que se utilizaban los términos rancho o hacienda de forma indistinta (Hernández, 2001).

En términos generales, los grupos indígenas se mantuvieron apartados en zonas de refugio, sin embargo algunos individuos se vieron involucrados en la actividad pecuaria pues era una práctica muy extendida que fue adoptada incluso por el clero eclesiástico y las primeras misiones de la huasteca que se establecieron en el siglo XVIII siempre estuvieron ligadas a la ganadería (Hernández, 2001).

En 1819, se efectuó lo que podría considerarse el primer censo ganadero de la Región Huasteca, en el que se manifestó la existencia de un hato de 8,226 reses, que aparentemente indica un número menor de animales de los que probablemente existieron durante el siglo XVI y a pesar de que estos números fluctuaron, no hay duda de la importancia de esta actividad durante el periodo colonial en la huasteca (Hernández, 2001).

Con base en lo anterior, se puede concluir que en la región el uso del suelo y la tenencia de la tierra han estado siempre relacionados con el impacto ambiental tanto en la época de la colonia como actualmente. La introducción de la ganadería fue un instrumento clave para la privatización de las tierras y la evolución de las diferentes formas de tenencia de la tierra se dio siempre en relación a la actividad pecuaria en la región huasteca (Hernández, 2001; Bassols, 1996)

Sin embargo queda claro que las estrategias de manejo y los lineamientos planteados por la Mesta, tenían una visión clara de la importancia de la conservación de los recursos naturales, que impidió la degradación de los mismos en la zona huasteca (Hernández, 2001).

Actualmente la producción ganadera se encuentra, prácticamente, dedicada a la generación de alimentos (carne, leche, vísceras) y en ocasiones a la obtención de diversas materias primas, principalmente pieles y esquilmos. Además el ganado sirve, en las áreas campesinas, como medio de trabajo, transporte, como un instrumento para el ahorro e incluso como un símbolo de estatus social.

En México, desde la década de 1940, la ganadería bovina inició un proceso de especialización similar al del sector agrícola, y se incrementó la exportación de ganado a EUA con importantes ganancias para la economía nacional. Sin embargo, entre 1940 y 1980 se talaron, para abrir paso a la ganadería, 9 millones de hectárea de selvas de la zona tropical húmeda (50% de la superficie original) (SEMARNAT, 2010 en Dávila, M. 2013).

Calculando la media ponderada para los coeficientes de agostadero estatales, se estima que en México se requieren al menos 12.3 hectáreas de terreno por unidad animal para que la ganadería sea sostenible. Esto es, el número máximo de unidades animales que se podrían mantener en el país (cuya superficie es de 196 millones de hectáreas) sería de 15.9 millones. Considerando que en 1999 habían 28, 298, 777 cabezas de ganado bovino y 15 017 199 ovejas y cabras, suponiendo una equivalencia de 0.2 unidades animales por oveja y cabra, se pueden calcular 31.3 millones unidades animales, lo que es un 96% superior a lo que tolera el territorio nacional (SEMARNAT, 2010 en Dávila, M. 2013).

La situación es aún más grave si se toma en cuenta que la cifra anterior está basada en la superficie total de la república, que no sólo sirve a la ganadería, sino que también debe proveer de otros bienes al hombre y sostener a la fauna silvestre.

La marcada expansión espacial de la ganadería bovina halla su explicación en el hecho de que su práctica en México es fundamentalmente de carácter *extensivo y especializado*, es decir, ocupa enormes extensiones de terreno con matorrales, bosques o pastos naturales o inducidos (sólo el 5% de los predios ganaderos poseen pastos cultivados, es decir realizan una *ganadería intensiva*). Ello permite explicar su enorme rentabilidad dado el bajo, casi nulo, nivel de inversiones que requiere el mantenimiento de los potreros. Lo anterior supone el libre pastoreo de un solo tipo de animales sobre la vegetación natural, inducida (pastos) o ambas, con prácticamente ningún mejoramiento tecnológico y un bajísimo empleo de mano de obra (Challenger, 1998).

Durante el sexenio del presidente Cárdenas 1935-1940 se concretó la supresión de los últimos latifundios y la aceleración del reparto agrario (Wild, 2004).

En los siguientes periodos sexenales:

- 1941-1946 Inafectabilidad de predios ganaderos. Posta zootécnica. Mantenimiento de la estación nacional de cría. (Wild, 2004)
- 1947-1952 Fiebre aftosa. Un millón de cabezas sacrificadas por rifle sanitario. En 1949 creación del instituto de Investigaciones Pecuarias (Wild, 2004).
- 1953-1958 Infraestructura carretera e hidráulica. Revolución verde. En 1950 presencia de transnacionales como Nestle y Carnation. Apareció el capital extranjero en medicinas y alimentos. 1952 inicia la inseminación artificial. 1956 creación del FIRA. 12 abril 1954 se da por erradicada la fiebre aftosa (Wild, 2004).
- 1959-1964 Se funda la CONASUPO y la Alianza para el Progreso. La ganadería se concentra en 180-200 familias. (Wild, 2004).
- 1965-1970 El sexenio ganadero. Se crea el Consejo Nacional de Ganadería y los Comités Estatales de Fomento Ganadero. Se establecen 262 plantas de alimentos para los procesos dializadores de engorda de bovinos. La exportación de productos pecuarios pasó de 565 millones de pesos en 1964 a 2350 millones de pesos en 1965 (Wild, 2004).
- 1971-1976 Se favorece el aumento de las importaciones e insumos. Se produce una mayor concentración de la riqueza. Se acentúa la transnacionalización de la economía y se acentúa un desarrollo desigual. En 1973 se crea el Programa Nacional de Desmontes (Wild, 2004).
- 1977-1982 Se aplican acciones que implican la transformación de la pequeña producción primaria, en un sector capaz de emplear a su población, lo cual además genera excedentes de alimentos básicos (Wild, 2004).
- 1983-1988 Dentro de la política agraria el objetivo principal es la seguridad en la tenencia de la tierra y se entregan 321,326 certificados de inafectabilidad. En 1985 la Confederación Nacional Ganadera declara que la ganadería ha dejado de ser negocio (Wild, 2004).

Desde 1960 y hasta 1980 se vivió un florecimiento de la actividad ganadera en México. Sin embargo, esto no se reflejó en un mayor bienestar y equilibrio social, pues se trata de una actividad monopólica que constituye focos de tensión constante (Wild, 2004).

Sin embargo, a pesar de no haberse gestado desde las esferas políticas mexicanas, una de las estrategias agropecuarias que más han marcado las prácticas y la concepción de los productores en México, es sin duda la llamada Revolución Verde.

1.5.9 Efecto de la Revolución Verde en la producción agropecuaria

Se denomina **Revolución Verde** en los círculos internacionales al importante incremento de la productividad agrícola. Gran parte de la producción mundial de alimentos de la actualidad se ha logrado gracias a lo que se conoce como *Revolución Verde*, ocurrida entre 1940 y 1970 en Estados Unidos. Ésta consistió en utilizar variedades mejoradas de maíz, trigo y otros granos, cultivando una sola especie en un terreno durante todo el año (monocultivo), y la aplicación de grandes cantidades de agua, fertilizantes y plaguicidas.

Con estas variedades y procedimientos, la producción es de dos a cinco veces superior que con las técnicas y variedades tradicionales de cultivo. Fue iniciada por el ingeniero agrónomo estadounidense Norman Borlaug con ayuda de organizaciones agrícolas internacionales, quien durante años se dedicó a realizar cruces selectivos de plantas de maíz, arroz y trigo en países en vías de desarrollo, hasta obtener las más productivas. La motivación de Borlaug fue la baja producción agrícola con los métodos tradicionales en contraste con las perspectivas optimistas de la Revolución Verde con respecto a la erradicación del hambre y la desnutrición en los países subdesarrollados. La revolución afectó, en distintos momentos, a todos los países y puede decirse que ha cambiado casi totalmente el proceso de producción y venta de los productos agrícolas (Pichardo, 2006).

El desarrollo agrícola que se inició en Sonora, México, dirigido por Norman Borlaug en 1943, había sido juzgado como un éxito por la Fundación Rockefeller la cual trató de propagarlo a otros países. La Oficina de Estudios Especiales en México se convirtió en una institución informal de investigación internacional en 1959, y en 1963 se convirtió formalmente en el CIMMYT, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. La Revolución Verde fue muy criticada desde diversos puntos de vista que van desde el ecológico al económico, pasando por el cultural e incluso nutricional. La Revolución Verde surge sustentada en la idea errónea del hambre en el mundo y su solución con base en los insumos químicos en la agricultura, así como en las recientes leyes de Mendel sobre genética.

En realidad, el objetivo de este modelo fue introducir innovación a la agricultura para conformar un modelo industrial en la producción de alimentos. (Pichardo, 2006) Según Pichardo 2006, en México, la Revolución Verde se presentó como una vía para la modernización del país y en específico del espacio rural que era visto como un espacio desprovisto de los medios necesarios para desarrollarse respecto a lo urbano

Así, con la llegada de este nuevo modelo de desarrollo industrial, la inserción de granos y variedades en el país se hace posible gracias a los acuerdos que el gobierno mexicano realiza con la Fundación Rockefeller (impulsada y apoyada por el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional) aunados los cambios en materia legal favoreciendo a los productores agrícolas organizados sobre bases empresariales.

Inmediatamente se comenzó a resentir las consecuencias de estos cambios con la paulatina pero abrumadora marginación de los pequeños campesinos al no poder adquirir los insumos necesarios para la nueva producción agrícola, el resultado: el crecimiento de campesinos sin tierras, aunado al desplazamiento de los granos básicos por los más rentables donde la secuela fue la masiva importación de alimentos a fin de cubrir la insuficiencia alimentaria que se presentó. (Pichardo, 2006)

La ganadería, siguió los pasos de la revolución verde, ya que se basa en la misma lógica no ecosistémica sino reduccionista e industrializada. Implementa modelos productivos altamente demandantes de inversión constante. Un control cada vez mayor del agro negocio en las decisiones y en el modelo de producción ganadero. Esto se originó en parte cuando Estados Unidos comienza a generar una demanda de importación de carne desde México, acelerando el dinamismo de la actividad ganadera, la cual comenzó a utilizar nuevas formas de alimentación del ganado y mayor dependencia de insumos externos para la producción (Pichardo 2006).

1.5.10 La ganadería en la MEZ

En la microcuenca Emiliano Zapata, la ganadería es la principal actividad productiva. La mayor parte del territorio está ocupado por ranchos ganaderos de entre 200 y 700 hectáreas de propiedad privada. Las unidades de producción, son negocios pecuarios, pues su objetivo es la obtención de un beneficio económico.

En la parte alta de la microcuenca está el rancho Peña Blanca, y es a partir de este punto donde comienza la microcuenca cuyas aguas escurren hacia el río Tampaón y de este punto hacia el norte, los escurrimientos derivan en el río Tantoán en el estado de Tamaulipas.

Existen 19 unidades de producción activas en la microcuenca, que cuentan con una extensión promedio de 300 hectáreas y entre 100 a 200 vientes en producción. A continuación se enumeran de norte a sur las propiedades con actividad ganadera en la MEZ: Peña Blanca, El Ciruelo, San Pedro, Los Romero, El Encanto, El Magyar, El Paraíso, Agua Zarca, Marmolejo, Fwintepax, El Ponde, Chicalote, Tenguedo, El chapopotillo, La Pera, Tampacualá que consta de 3000 hectáreas divididas entre 4 propietarios con 750 hectáreas cada uno.

Actualmente las explotaciones en estas unidades de producción, son principalmente de ganado de cría. Estas crías se venden a los 6 u 8 meses de edad con un peso de entre 200 a 350 kg. Las razas más comunes, son mezclas de rasas cebuinas con razas como Beefmaster, Pardo Suizo o Simmental

principalmente. No hay productores en esta microcuenca que manejen razas puras con fines de comercialización por su calidad genética. Sin embargo, hay algunos productores que llevan a cabo engordas aunque no es común, no es sistemático y son pocos quienes lo hacen actualmente (entrevistas y observación directa en campo, 2015)

Durante la década de los años 70, 80 y principios de los 90, se compraban novillos castrados y el negocio consistía en engordarlos en pastoreo. Pero después de la devaluación de 1994 muchas unidades de producción se abandonaron y las que quedaron se dedicaron a la cría, pues simultáneamente comenzaron a desarrollarse unidades de engorda estabulada de ganado fuera de la microcuenca pero dentro del municipio de Tamuín. Esto hacia más eficiente el proceso de engorda y así las unidades que tenían el ganado en pastoreo preferían venderle a las engordas estabuladas la materia prima, es decir las crías en edad de ser engordadas.

Desde la devaluación, el precio del ganado cayó considerablemente y algunos productores ganaderos abandonaron sus propiedades porque no resultaba rentable. A partir del año 2014 los precios se elevaron nuevamente, lo que ha despertado una mayor demanda en la adquisición de pie de cría en la región, pues con buenos precios los ganaderos prefieren conservar sus animales reproductores (entrevistas y observación directa en campo, 2015).

1.5.11 Condición económica de las unidades productivas en la MEZ

A continuación se presenta una relación de ingresos y gastos aproximada, en una unidad productiva de 300 hectáreas, que es la extensión promedio con la que cuentan las unidades productivas ubicadas en la MEZ. Es claro que tanto los ingresos como los costos varían continuamente, además de que la dinámica del hatu es más compleja de lo que se logra expresar aquí, pues aunque se trata de negocios de cría de ganado, lo cual implica que el foco del ingreso está en la venta de becerros, también hay venta de animales de desecho, ya sean vientres o sementales improductivos, que tienen diferentes precios en el mercado en relación con su estado físico, y que no se tomaron en cuenta en este ejercicio, para

simplificar y lograr un modelo claro y concreto. La finalidad es solo ilustrar la dinámica económica que actualmente tiene lugar en una unidad productiva hipotética en la MEZ para contar con un referente que permita una mejor comprensión.

En las tablas, 14 y 15 se pueden apreciar primero, un ingreso supuesto para una unidad productiva promedio con 200 vientres en producción, después la relación hipotética de gastos y costos con una utilidad promedio supuesta. La información se obtuvo de las entrevistas a actores clave, aunque ninguno dio todos los datos completos de alguna unidad productiva en específico, lo que se presenta es una reconstrucción basada en diferentes datos de campo, que permiten especular con ciertos fundamentos, cuáles serían las cifras que se manejan en una unidad productiva promedio en la MEZ.

Tabla 14.- Relación de ingresos supuesta

Ingresos de venta de semovientes	Total de semovientes	Precio kg	Peso animal Kg	Total anual
Numero de animales pie de cría	8 machos y 200 hembras			
Partos - 3% de mortandad	190 partos - 3% = 184			
Becerra Hembras total	92			
Becerras Hembras - 20 vientres remplazo	72	\$40	250	\$720,000
Becerro Macho	92	\$50	250	\$1,150,000
Semental de desecho	0	\$35	780	0
Hembras de desecho	0	\$31	450	0
Total de ingresos de venta				\$1,870,000

Tabla 15.- Relación de gastos y costos supuestos

GASTOS Y COSTOS UNIDAD DE PRODUCCIÓN GANADERA EN LA MEZ	
Gastos Anuales	Anual
Asesoría técnica	\$24,000.00
Administrador \$6000 mensuales	\$72,000.00
Trabajadores base 4 personas con sueldo de \$4008 mensuales	\$192,384.00
Contabilidad	\$12,000.00
Aceites y combustibles	\$35,000.00
Servicios de reparación	\$15,816.00
Costos Anuales	
Programa sanitario	\$10,777.00
Marcaje	\$7,770.00
Sal mineral y Melaza	\$8,000.00
Alimentación \$25 x paca x Ua2008 x Día x4 meses	\$624,000.00
Infraestructura para el Manejo	\$12,000.00
Medicina veterinaria	\$11,200.00
Insumos y gastos imprevistos	\$15,000.00
Mantenimiento	\$33,000.00
Total gastos y costos	\$1,072,947.00

Utilidad anual: \$997,053.00

1.6 Conclusiones

Como síntesis de la caracterización, podemos mencionar algunos rasgos centrales, que constituyen el contexto general en el que se desarrolla el presente trabajo, simultáneamente marcan la pauta para un análisis más profundo en los capítulos subsecuentes. La mayor parte de la superficie en la MEZ se dedica a la actividad ganadera, sin embargo, esta actividad productiva, no genera fuentes de empleo para un porcentaje importante de los habitantes, que son fundamentalmente campesinos indígenas y mestizos, a quienes se les otorgaron tierras cerca de la MEZ, las cuales en muchos casos se encuentran abandonadas o se utilizan para criar ganado como una estrategia de ahorro, o para practicar una agricultura de autoconsumo. Por esta razón, los pobladores dependen de otras fuentes de ingreso, como el comercio, la migración, las remesas y el trabajo asalariado en otras actividades productivas fuera de la MEZ.

Según lo plantean Gobbi y Casasola: *Los sistemas ganaderos convencionales se caracterizan por una baja rentabilidad y efectos ambientales negativos, sobre todo cuando las tierras que ocupan no poseen vocación ganadera* (2003: 52). De acuerdo con el análisis de los datos económicos recabados en campo la ganadería en la MEZ resulta una actividad rentable para los dueños de las unidades productivas, sin embargo existe un problema de escases de forraje durante la época de sequía, que obliga a los productores a comprar alimento para el ganado durante este periodo. De acuerdo a la información recabada mediante las entrevistas, no existe una sobrecarga animal en la MEZ, ya que el número de animales, no sobrepasan los índices de agostadero que publica la COTECOCA para el estado de San Luis Potosí, que son de mínimo 2/ha/ua, máximo 61/ha/ua y ponderado 9/ha/ua.

Capítulo 2. Evaluación del efecto de las prácticas de manejo actuales sobre el suelo.

2.1 Introducción

En este capítulo se presenta un panorama general de las condiciones del sistema ganadero, particularmente en lo que respecta a las condiciones del suelo y la relación que este guarda con la cobertura vegetal, así como el manejo de los animales.

Los datos que se presentan en este apartado, constituyen un análisis general sobre las características del suelo en la microcuenca. El propósito de las mediciones realizadas es contar con una aproximación cuantitativa, que permita vislumbrar las condiciones del sistema ganadero como referente para dimensionar las propuestas de manejo silvopastoril, que constituye la parte central del trabajo. Los parámetros físicos y químicos del suelo que se analizaron para el presente estudio fueron los siguientes: Densidad aparente, pH, intercambio catiónico, carbono orgánico total, contenido de humedad y textura.

2.2 Efectos del sistema ganadero en el suelo de la MEZ

El suelo es un sustrato heterogéneo, integrado por tres fases, sólida, líquida y gaseosa, que constituyen la corteza terrestre. Mediante procesos meteorológicos y biológicos, se va desintegrando hasta el punto en el que sirve de sustrato para el establecimiento de plantas superiores, cuyas raíces logran penetrar en los poros del suelo. En su fase sólida, aporta nutrientes de forma directa e indirecta por medio de microorganismos, y por medio de sus poros se produce un intercambio de líquidos y gases esenciales para el desarrollo de las plantas (Aponte, 2010).

La erosión es un proceso natural en el que se arrastra la capa superficial del suelo por acción del viento, o el agua. Esto sucede normalmente en cualquier región del planeta y no necesariamente se relaciona con la actividad humana. Sin embargo, comienza a considerarse un problema cuando la velocidad a la que se pierde el suelo es mayor que la velocidad en la que el sistema puede regenerar el suelo perdido (Johnson, 1987). Si no hay suficiente tiempo para que la materia orgánica, fundamentalmente las hojas secas de la cobertura vegetal existente se descompongan, el sistema está desequilibrado, lo cual puede generar una espiral de consecuencias negativas para la estructura y función de una cuenca (Morgan, 1986).

Para identificar cuándo la erosión es un problema, lo más importante es determinar la tasa de erosión de suelo, o pérdida de suelo que podría ser tolerable a largo plazo e identificar el tipo de erosión que va más allá de este punto, generando la degradación progresiva del sistema, que implica la pérdida de la estructura del suelo y por ende de sus capacidades productivas (Johnson, 1987). Este panorama implica suelos pobres con baja disponibilidad de nutrientes, compactados, con baja capacidad de infiltración y retención de humedad, lo que a su vez implica la pérdida de la cobertura vegetal y de la biodiversidad en términos generales (Johnson, 1987).

Estos escenarios de degradación progresiva, resaltan la importancia del suelo como pieza clave en la conservación de los recursos naturales, la estructura y función de la cuenca y la viabilidad de cualquier actividad pecuaria.

Por esta razón, los productores pecuarios, necesitan conocer la función del suelo en sus sistemas productivos y su condición actual, e involucrarse activamente en su conservación, para garantizar la continuidad de su negocio.

Factores para la construcción del mapa de erosión en la microcuenca Emiliano Zapata

Factor R:

Como se expresa en el desglose de la fórmula, el factor R= Factor de erosividad de la lluvia (MJ mm/Ha/Hr/)

La información para construir el promedio de precipitación media anual, se obtuvo de tres estaciones meteorológicas que se encuentran fuera de la microcuenca, pero concentran las mediciones más cercanas a la microcuenca Emiliano Zapata.

Las estaciones son:

- El Peñón municipio de Tamuín 24107

Latitud: 22.3219, Longitud: -98.87, Altitud: 108 msnm

- El Coco municipio de Tamuín 24017

Latitud: 22.1258, Longitud: -98.73, Altitud: 59 msnm

- Ponciano Arriaga municipio de Ciudad Valles 24056

Latitud: 22.2136 Longitud: -98.98 Altitud: 304 msnm

A partir de esta información se hizo una interpolación de los datos para obtener la precipitación media en la microcuenca, lo cual se presenta en la Figura 3.

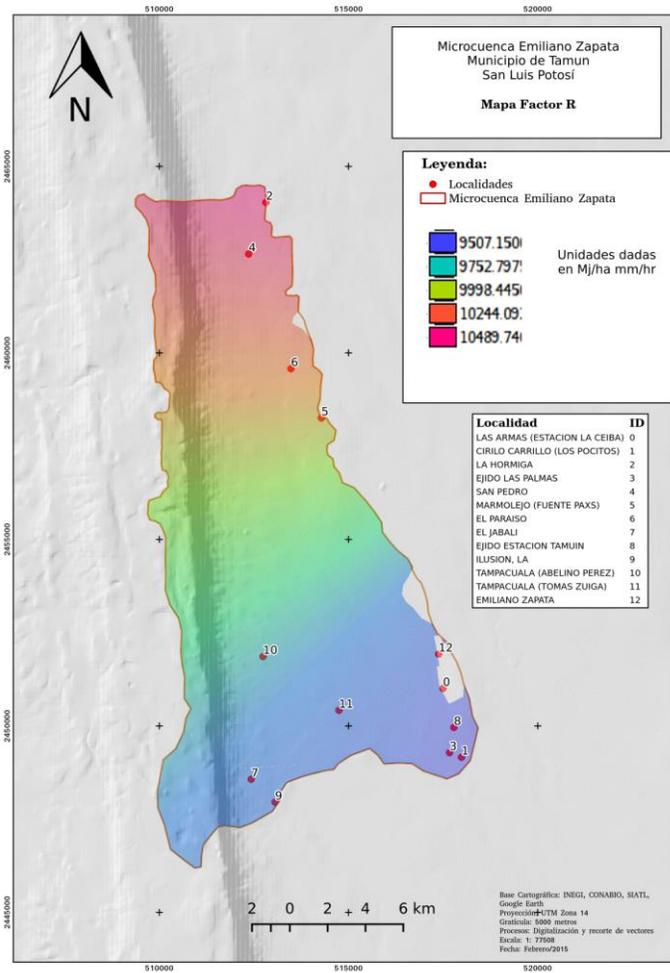


Figura 3.- Factor R. Precipitación pluvial en la microcuenca

El factor K como se explica en el desglose de la formula $K = \text{Factor de erodabilidad del suelo, o susceptibilidad a la erosión (Ton/Ha/Año)}$

Esto se determina de acuerdo al tipo de suelo y las características que este presenta, que son representadas en una tabla que expresa un valor distinto para cada tipo de suelo. Los tipos de suelo presentes en la microcuenca son Rendzina, Litosol y Vertisol. Esto se determinó con base en las cartas edafológicas del INEGI (INEGI 2007) (INIFAP y CONABIO, 2001) para esta zona y se presenta en la Figura 4.

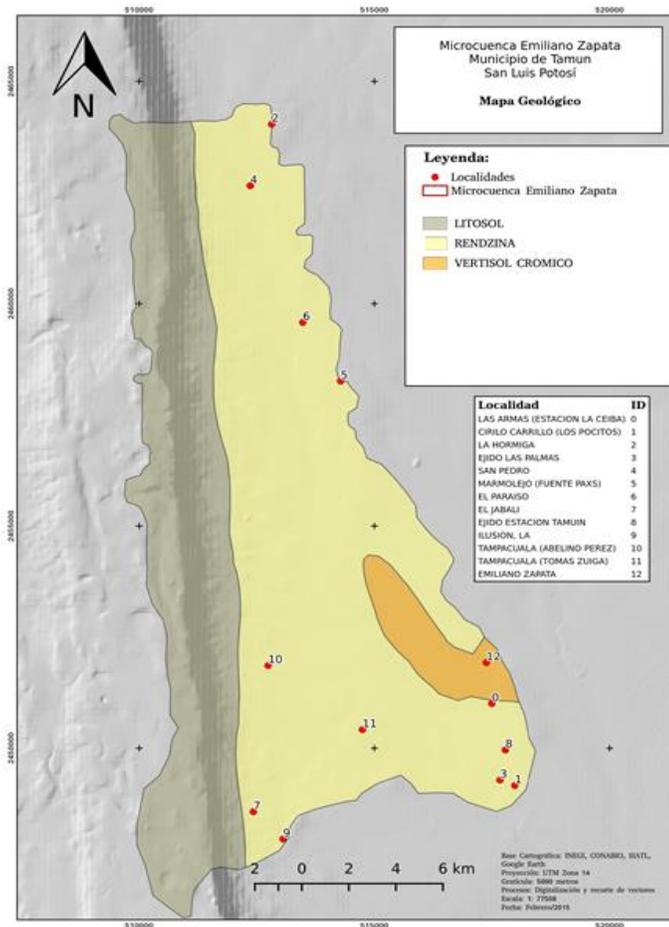


Figura 4.- Factor K. Mapa edafológico de la microcuenca

El factor C como se expresa en el desglose de la formula, es C= Factor de cobertura vegetal (Adimensional)

Esto se refiere al tipo de vegetación que existe en la microcuenca y cómo influye en los procesos erosivos por las distintas cualidades que la vegetación puede manifestar como la capacidad de retención del suelo, de promover la infiltración y de amortiguar el efecto de la lluvia.

La información de cobertura vegetal para la elaboración del factor C se obtuvo de las cartas del INEGI (INEGI 2007) (INIFAP y CONABIO, 2001) para esta zona y se presenta en la Figura 5.

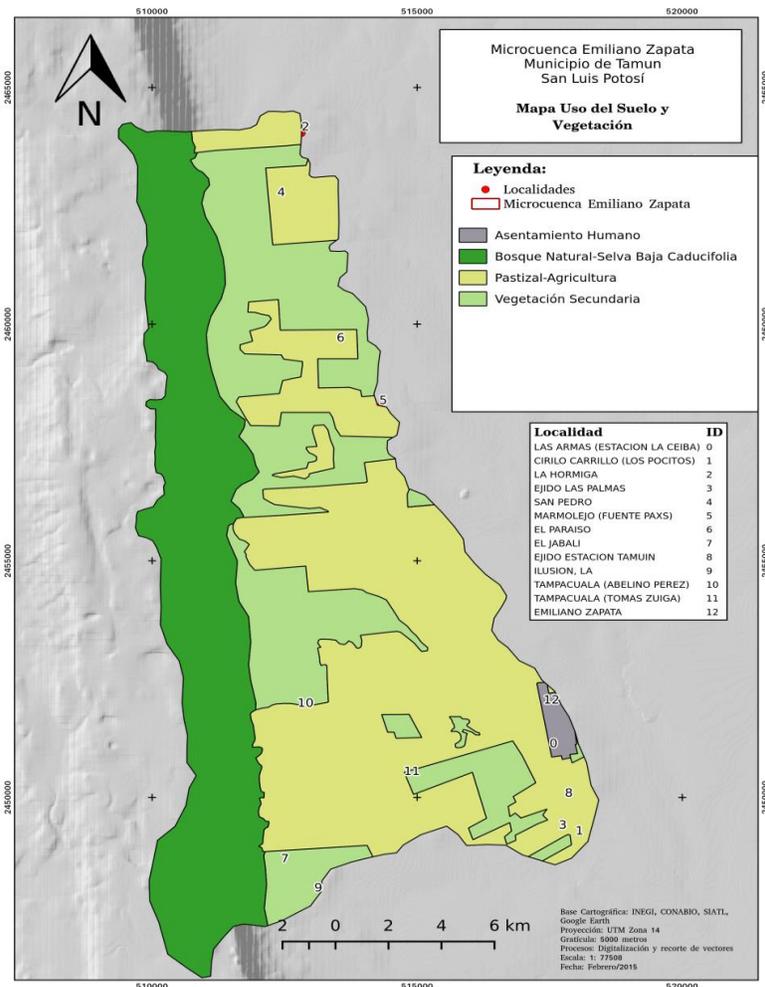


Figura 5.- Factor C. Mapa de cobertura de la microcuenca

La extensión y porcentajes de uso de suelo se expresan en la tabla 16 a continuación.

Tabla 16.- Uso de suelo y vegetación

Tipos de USV	Superficie en Ha	%
Asentamiento Humano	49	0.58
Selva baja caducifolia	1913	22.69
Pastizal	3967	47.05
Vegetación secundaria	2503	29.68
Superficie total	8432	100

De la superficie delimitada en la tabla anterior, la actividad ganadera ocupa tanto los pastizales como las áreas de vegetación secundaria, dando un total de 6202.83ha. Si tenemos 6,470 ha disponibles para el pastoreo y una carga animal aproximada de 1600 cabezas, tendríamos 4 ha /Ua. Siendo 2.4 ha/animal en pastizal y 1.5 ha/animal en vegetación secundaria.

Según los índices de agostadero que la COTECOCA prevé para el estado de San Luis Potosí, se menciona un mínimo de de 2ha/Ua Máximo 61.56ha/Ua y Ponderado 9.80 ha/Ua (SEMARNAT - COTECOCA 2009). Aunque estos parámetros son muy amplios debido a las condiciones diversas que presentan los agostaderos en diferentes regiones del estado, podemos concluir que no hay un problema de sobrecarga pues la MEZ se encuentra entre el mínimo y el ponderado. Incluso en el supuesto de que los animales solo se dejaran pastorear en los pastizales, la superficie de pastizal está por encima del mínimo que establece la COTECOCA. Por lo tanto, el problema de escasez de forraje, no es un problema de sobrecarga, sino de manejo.

El factor LS como queda representado en el desglose de la formula, L= Factor de longitud de la pendiente (Adimensional) S= Factor de grado de pendiente (Adimensional) Aunque en la formula L y S aparecen como factores separados, en realidad se calculan mediante el mismo procedimiento como si se tratara de un solo factor. Se obtuvo mediante la construcción de un modelo digital de elevaciones. (Figura 6.)

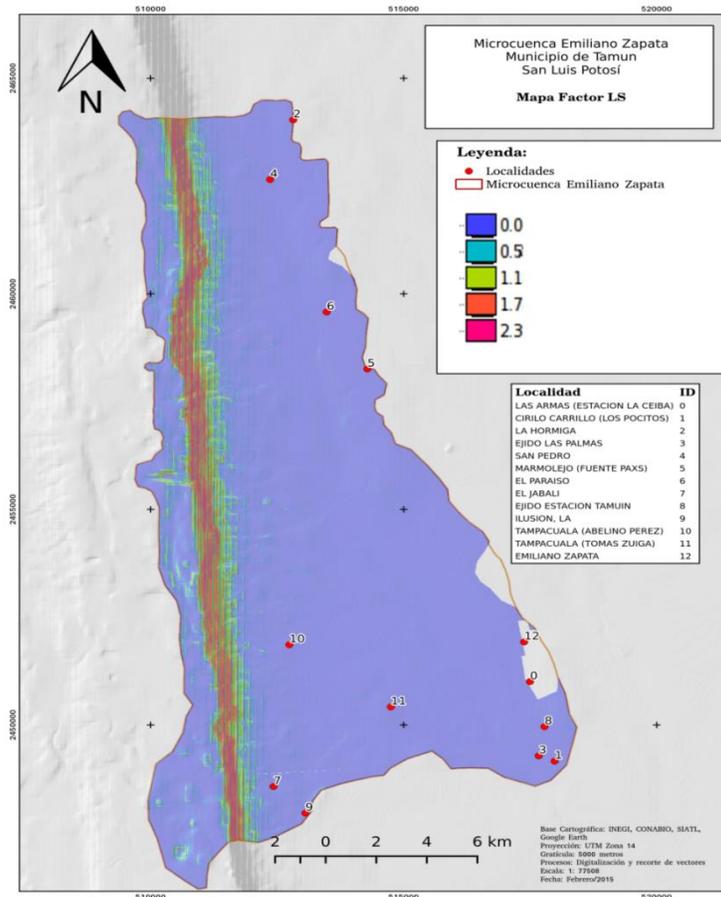


Figura 6.- Factor L S. Mapa de pendientes de la microcuenca

Una vez que se obtuvieron los diferentes factores, se rasterizaron y se procedió a realizar la multiplicación de cada uno de ellos, obteniendo como resultado un mapa de erosión que se presenta en la Figura 7.

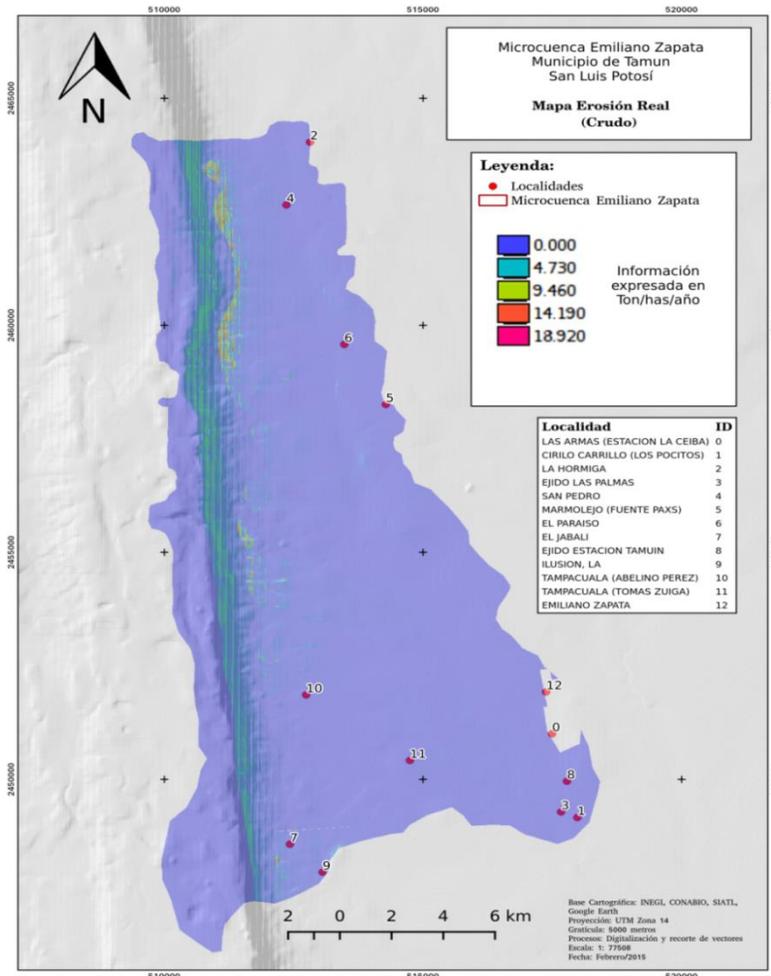


Figura 7.- Mapa de erosión de la MEZ

El mapa de erosión, muestra una pérdida de suelo superior en las áreas más elevadas de la sierra de Tanchipa, con valores máximos de hasta 18 toneladas por hectárea por año, pérdida que de acuerdo a los parámetros de Johnson, (1987) resulta normal. La parte baja de la microcuenca es más estable con pérdidas dentro del parámetro normal (Johnson, 1987) de 0 a 4.7 toneladas por hectárea por año.

La contextualización de la condición de la microcuenca Emiliano Zapata en términos de la cantidad de suelo que se está perdiendo en sus distintas áreas y el significado que tienen los números que arroja la USLE, se presenta en la tabla 17.

Tabla 17.- Parámetros de pérdida de suelo (Johnson, 1987)

Parámetro	
Normal	0-12 ton/ha/año
Serio	20-80 ton/ha/año
Alarmante	90- 120 ton/ha/año

Algunos autores plantean que en el trópico latinoamericano la tasa de erosión es naturalmente alta llegando en casos extremos a 90 ton/ha/año (Morgan, 1986) Sin embargo, lo que define la gravedad de esta pérdida es la tasa de recuperación de suelo, que para un suelo agrícola productivo tendría que ser de 1 ton/ha/año (Morgan, 1986).

Es importante comprender e identificar con precisión las causas que pueden arrojar estos resultados. Las zonas de erosión más severa en la microcuenca, se encuentran en la parte occidental que es la parte más elevada del parteaguas. Además del factor de pendiente que influye directamente en el potencial de erosión, se tiene también el tipo de suelo, que en este caso son litosoles, este suelo es muy delgado y dificulta el desarrollo de vegetación con raíces profundas que puedan contener el suelo, situación que acentúa su potencial de erosión (CONABIO 1995).

Sin embargo, aunque las pérdidas de suelo son significativas en esta área, se trata fundamentalmente de una erosión que no está directamente relacionada con la actividad antrópica, pues el grado de pendiente y el tipo de suelo impiden el acceso del ganado e incluso dificultan el acceso de las personas. El área forma parte de la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa, por lo que se

encuentra hasta cierto punto protegida, pues no puede ser deforestada o utilizada para fines productivos. En las áreas donde se han establecido pastizales, de acuerdo a los resultados obtenidos, no existen procesos erosivos severos o alarmantes, pues la medición obtenida para estas partes es de 0 a 4.7 toneladas por hectárea por año.

En conclusión, se puede afirmar que existe una condición estable en los suelos que se utilizan actualmente para la ganadería en la microcuenca. Esto permitirá contextualizar las mediciones de densidad aparente que se practicaron de forma comparativa en predios con vegetación arbórea y potreros, proporcionando la certeza de que estas mediciones no se hacen en áreas con características desiguales que pudieran influir en los resultados.

2.2.1 Indicadores físicos de la fertilidad del suelo

2.2.1.1 Densidad aparente

El hecho de que el suelo sea un medio poroso, permite establecer dos tipos de densidades, la de sus partículas minerales y orgánicas o densidad real, y la del suelo en su conjunto o densidad aparente (Aponte, 2010). La densidad aparente corresponde entonces al peso seco del suelo por unidad de volumen, en las condiciones naturales en las que se encuentra incluyendo el espacio poroso (Thompson y Troeh, 1973). La densidad aparente afecta el desarrollo de las plantas debido al efecto de la resistencia y porosidad del suelo sobre el crecimiento de las raíces.

Los valores críticos de densidad aparente para el crecimiento de las raíces varían de acuerdo a la textura y la especie vegetal de la que se trate. Los valores bajos de densidad aparente son característicos de suelos porosos, bien drenados, bien aireados y con buena penetración de raíces. Los valores altos son propios de suelos compactos, poco porosos, de infiltración lenta y aireación deficiente. En estas condiciones, las raíces no logran penetrar con facilidad el suelo para alcanzar agua y nutrientes, lo que detiene el correcto desarrollo de las plantas (Aponte, 2010).

Los valores de densidad aparente que se obtuvieron son los siguientes:

- Rancho Magyar parte alta, potrero 1.0 vegetación arbórea 0.95
- Rancho Chicalote parte media, potrero 1.0 vegetación arbórea 0.92
- Rancho Tampacualá parte baja, potrero 1.0 vegetación arbórea 0.98

Las variaciones en los resultados de la densidad aparente se deben a diferencias en el espacio total de los poros del suelo, como regla general los suelos con texturas finas tendrán mayor espacio en sus poros y por tanto menor densidad aparente. Otro factor que determina el espacio de los poros, es el grado de compactación del suelo, un suelo compactado tendrá menos espacio en sus poros y por tanto mayor densidad aparente.

Por último, la densidad aparente, también se relaciona con el contenido de materia orgánica del suelo, un suelo con altos contenidos de materia orgánica presentara una menor densidad aparente. Esto se debe a que la materia orgánica es más ligera que los minerales que componen el suelo y también permite una mayor estabilidad de los componentes del suelo (Thompson y Troeh, 1973).

2.2.1.2 Textura

La textura es la proporción en la que se distribuyen las partículas que constituyen el suelo y que se clasifican como arcilla, limo y arena dependiendo si son finas, medias o gruesas (Ruiz, 2003). La textura es importante, pues se relaciona con los diferentes parámetros del suelo como la infiltración, la densidad aparente y el intercambio catiónico.

Los resultados de textura que se obtuvieron en laboratorio por el método de Boyucos para las seis muestras son los siguientes:

- Rancho Encanto parte alta, potrero: Franco-Arena-Arcilloso. Vegetación: arbórea Arcilloso
- Rancho Tenguedó parte media, potrero: Arcilloso. Vegetación arbórea: Arcilloso
- Rancho Tampacualá parte baja, potrero: Arcilloso vegetación arbórea: Arcilloso

Cada partícula de suelo, contribuye a definir las características del suelo como un todo. La presencia de arcillas y materia orgánica es importante por su capacidad de almacenar agua y nutrientes para las plantas, mientras las partículas como el limo y arena, permiten respectivamente unificar las partículas del suelo y dar estructura como una suerte de esqueleto. (Thompson y Troeh, 1973).

En el caso de la MEZ, como lo muestran las pruebas de laboratorio, el suelo es mayormente arcilloso, esto tiene la ventaja de que son suelos con buena capacidad de retención de humedad, sin embargo, el problema podría ser una baja capacidad de aireación y drenaje. Estos suelos son difíciles para la agricultura, ya que son muy duros cuando están secos, y muy pegajosos cuando están húmedos, lo que dificulta el trabajo de los agricultores.

El componente que define la calidad de los suelos arcillosos es el contenido de materia orgánica, si los suelos presentan bajos contenidos de materia orgánica, probablemente se encuentren mal aireados y drenados. Sin embargo los suelos arcillosos con buenos contenidos de materia orgánica mejoran su estructura, permitiendo una mayor proporción de espacio entre sus poros, lo que resulta en una mejor aireación y drenaje, que, aunado a su capacidad natural de retener humedad, puede generar buenas características para el sustento de las plantas (Hontoria y Rodríguez 2004).

Tabla 18.- Parámetros físicos del suelo en la MEZ

Zona Estudio	Puntos Campo	Coordenadas		Altura	DA	TEXTURA
		Latitud N	Longitud O	m snm	Cm ³	Arena, Arcilla, Limo
Rancho Magyar	Potrero	22°14'53.6"	098°53'04.7"	103	1.0	Franco-Arena-Arcilloso 45.26% 36.35% 18.39%
Rancho Magyar	Vegetación arbórea	22°15'08.8"	098°52'50.9"	106	0.95	Arcilloso 32.76% 47.59% 19.65%
Rancho Chicalote	Potrero	22°12'04.5"	098°50'22.4"	30	1.0	Arcilloso 15.26% 61.34% 23.4%
Rancho Chicalote	Vegetación arbórea	22°11'53.5"	098°50'59.2"	58	0.92	Arcilloso 22.76% 41.34% 35.90%
Rancho Tampacuala	Potrero	22°09'56.7"	098°52'45.8"	99	1.0	Arcilloso 15.26% 51.34% 33.4%
Rancho Tampacuala	Vegetación arbórea	22°10'18.0"	098°52'53.5"	102	0.98	Arcilloso 30.25% 43.85% 25.90%

2.2.2 Indicadores Químicos de la fertilidad del suelo

2.2.2.1 pH

El pH permite determinar la acidez o alcalinidad de los suelos, en una escala numérica del 0 al 14, siendo ácidos los suelos con valores por debajo de 7 y alcalinos los que presentan cifras superiores. Esta condición de alcalinidad o acidez, influye en las diferentes interacciones químicas que pueden tener lugar en el suelo. Algunas de estas interacciones permiten definir procesos de gran importancia como la capacidad de regular la disponibilidad de nutrientes para las plantas. Aunque existen diferentes tipos de plantas que han podido adaptarse a condiciones ácidas o alcalinas del suelo, la mayor parte de las especies vegetales prefiere los valores cercanos a la neutralidad (Thompson y Troeh, 1973).

En el caso de la MEZ, el pH resultó ligeramente alcalino para todas las muestras, esto puede deberse al bajo contenido de materia orgánica, la textura arcillosa, y a la presencia de piedras calizas o de carbonato de calcio presentes en la microcuenca.

Los valores que se encontraron para las muestras analizadas en la MEZ son los siguientes:

- Rancho Encanto parte alta, potrero: 8.46. Vegetación arbórea: 8.13
- Rancho Tenguedó parte media, potrero: 8.86 Vegetación arbórea: 8.62
- Rancho Tampacualá parte baja, potrero: 8.67 Vegetación arbórea: 8.61

Estos resultados indican que el suelo en la MEZ es alcalino y aunque no se obtuvieron valores altos de alcalinidad, estos podrían incrementarse si los suelos no cuentan con suficiente contenido de materia orgánica. Un suelo con valores elevados de alcalinidad haría muy difícil el desarrollo de las plantas, debido a la falta de disponibilidad de ciertos nutrientes y al incremento de su dureza dificultando el desarrollo de las raíces (Thompson y Troeh, 1973).

2.2.2.2 Carbono orgánico

El carbono orgánico en el suelo es un componente importante del ciclo global del carbono, ocupando la mayor proporción del carbono orgánico de la biosfera. El secuestro de carbono en el suelo cumple dos propósitos, uno es el de mitigar los efectos del calentamiento global y el otro, es mejorar las condiciones de fertilidad del suelo (Hontoria y Rodríguez 2004). Por estas razones resulta significativo evaluar el contenido de carbono orgánico en el suelo, pues permite construir una interpretación fundamentada, acerca de los efectos del uso de suelo en la microcuenca.

La presencia de carbono orgánico en el suelo se relaciona también con la sustentabilidad de los sistemas agropecuarios, pues está vinculado con la cantidad y disponibilidad de nutrientes en el suelo, ya que modifica los valores de acidez o alcalinidad orientando el pH del suelo a la neutralidad, lo que aumenta la disponibilidad de algunos nutrientes. Otra de las razones por las que el carbono orgánico es relevante para los fines de este estudio, es debido a que la cantidad de carbono orgánico en el suelo no solo se debe a las condiciones ambientales, sino que se encuentra relacionado con las prácticas de manejo en los sistemas productivos, pues existen prácticas que disminuyen progresivamente el contenido de carbono orgánico en el suelo, mientras otras que permiten su acumulación (Martínez et al. 2008).

Los valores que se encontraron para las muestras analizadas en la MEZ son los siguientes:

- Rancho Encanto parte alta, potrero: 0.02 Vegetación arbórea: 8.38
- Rancho Tenguedó parte media, potrero: 0.01 Vegetación arbórea: 0.47
- Rancho Tampacualá parte baja, potrero: 0.15 Vegetación arbórea: 0.01

Los resultados anteriores, indican un bajo contenido de materia orgánica en el suelo de la MEZ, esto está relacionado con la cobertura vegetal, pues aunque la materia orgánica contenida en los suelos también es de origen animal, una mayor proporción de esta proviene de las hojas de los árboles, las raíces de las plantas,

así como la descomposición de sus flores y frutos. Como se observa en los resultados de laboratorio los puntos analizados con cobertura arbórea tienen mayor contenido de materia orgánica en dos de las tres muestras. Aunque algunos autores comentan que las raíces de los pastos se descomponen más rápido, generando un aporte continuo de materia orgánica en el suelo, es claro que este parámetro guarda una estrecha relación con la cobertura vegetal (Thompson y Troeh, 1973).

2.2.2.3 Intercambio catiónico

La capacidad de intercambio catiónico es la capacidad que tiene el suelo para retener y liberar iones positivos, en relación a su contenido de arcillas y materia orgánica que influyen directamente, pues a mayor presencia de estas, mayor capacidad de intercambio.

Un catión es un ion con carga positiva, mientras que el material coloidal tiene carga negativa. Se trata de una característica química del suelo que está relacionada también con la disponibilidad de nutrientes para las plantas (Navarrete et al. 2011).

Los valores que se encontraron para las muestras analizadas en la MEZ son los siguientes:

- Rancho Encanto parte alta, potrero: 32.65 Vegetación arbórea: 37.09
- Rancho Tenguedó parte media, potrero: 27.46 Vegetación arbórea: 20.77
- Rancho Tampacualá parte baja, potrero: 26.19 Vegetación arbórea: 32.21

De acuerdo con lo que se observa en los resultados de las pruebas de laboratorio, la capacidad de intercambio catiónico es alta en cinco de los seis puntos analizados. Se considera muy baja con valores de 5, baja entre 5-15, media 15-25, alta 25-40 y muy alta mayor de 40. Nuevamente se puede observar una mayor capacidad de intercambio catiónico en las muestras tomadas en predios arbolados en dos de las tres muestras de suelo analizadas.

Sin embargo los suelos arcillosos tienen una mejor capacidad de intercambio catiónico que los arenosos o limosos, por lo que a pesar de que el suelo en la MEZ tiene una baja proporción de materia orgánica, su alto potencial de intercambio catiónico, ayuda a suplir esta deficiencia, manteniendo cierta cantidad de nutrientes disponibles para las plantas.

2.2.2.4 Análisis de las características químicas del suelo

A continuación se presentan en la tabla 12 los resultados de los parámetros químicos del suelo de forma conjunta, para facilitar su comparación y discusión. Con excepción de una de las muestras, las cinco restantes presentan una relación entre el contenido de materia orgánica y el pH, en la que se aprecia una disminución del pH cuando la proporción de materia orgánica en el suelo es mayor.

Sin embargo, la capacidad de intercambio catiónico no parece estar ligada directamente a la mayor presencia de materia orgánica, pues en algunas muestras hay mayores capacidades de intercambio catiónico con menores proporciones de materia orgánica en el suelo.

En el caso del contenido de humedad sí se aprecia una relación con la capacidad de intercambio catiónico, pues en todos los casos el porcentaje de humedad es mayor cuando la capacidad de intercambio catiónico es alta.

Tabla 19.- Parámetros químicos del suelo en la MEZ

Zona Estudio	Puntos Campo	Coordenadas		Altura	COT	CIC	pH	Humedad
		Latitud N	Longitud O	m snm	%		0-14	%
Rancho Magyar	Potrero	22°14'53.6"	098°53'04.7"	103	0.02	32.65	8.46	19.49
Rancho Magyar	vegetación arbórea	22°15'08.8"	098°52'50.9"	106	8.38	37.09	8.13	25.47
Rancho Chicalote	Potrero	22°12'04.5"	098°50'22.4"	30	0.01	27.46	8.86	21.75
Rancho Chicalote	Vegetación arbórea	22°11'53.5"	098°50'59.2"	58	0.47	20.77	8.62	16.68
Rancho Tampacuala	Potrero	22°09'56.7"	098°52'45.8"	99	0.15	26.19	8.67	17.62
Rancho Tampacuala	Vegetación arbórea	22°10'18.0"	098°52'53.5"	102	0.01	32.21	8.61	18.80

2.3. Efectos en la vegetación

Las especies identificadas en las entrevistas y en los transectos durante el trabajo de campo, se describen a continuación de forma general. Aunque evidentemente existe una mayor variedad de especies, las que aquí se señalan son las que fueron mencionadas por los trabajadores de los ranchos durante los transectos.

Las especies de pasto más comunes son el *Brothriochloa pertusa*, conocido como zacate carretero, el *Cynodon dactylon*, denominado bermuda, en pocos casos pequeños espacios con *Panicum maximun* o Guinea y algunas especies o variedades de *Brachiarias* como el *B. brizantha*. (Entrevistas y observación directa en campo, 2015)

En cuanto a las especies arbóreas, se encontraron en el rancho Tampacualá situado en la parte baja de la cuenca: Rajador (*Lysiloma acapulscensis*), Chaca (*Bursera simaruba*), Chijol (*Piscidia communis*), Guásima (*Guazuma ulmifolia*), Tenaza (*Pithecellobium pallens*), Gabia (*Acacia pringlei* Rose), Ébano (*Pithecellobium flexicaule*), Leucaena (*Leucaena leucocephala*), Orejón (*Enterolobium cyclocarpum*). En el sotobosque hubo: Vara blanca (*Capparis incana*), Epazotillo (*Hyptis verticillata*), Soliman (*Croton soliman*). (Entrevistas y observación directa en campo, 2015)

Por su parte, en el rancho Tenguedó, situado en la parte media de la cuenca se encontraron: Rajador (*Lysiloma acapulscensis*), Guásima (*Guazuma ulmifolia*), Tenaza (*Pithecellobium pallens*), Gabia (*Acacia pringlei* Rose), Ébano (*Pithecellobium flexicaule*), Chote (*Parmentiera edulis*), Orejón (*Enterolobium cyclocarpum*), chijol (*Piscidia communis*), mientras en el sotobosque: Vara blanca (*Capparis incana*), epazotillo (*Hyptis verticillata*), Soliman (*Croton soliman*), Polote (*Simsia eurylepis*). (Entrevistas y observación directa en campo, 2015)

Por último en el rancho Magyar se encontraron: Rajador (*Lysiloma acapulscensis*), Chaca (*Bursera simaruba*), Chijol (*Piscidia communis*), Amole (*Sapinidus saponaria*), Guásima (*Guazuma ulmifolia*), Tenaza (*Pithecellobium pallens*), Barreta (*Helietta parvifolia*), Gabia (*Acacia pringlei* Rose), Chote (*Parmentiera edulis*), e higuierón (*Ficus aurea*). En el sotobosque: Vara blanca (*Capparis incana*), jacube (*Acanthocereus tetragonus*), epazotillo (*Hyptis verticillata*), soliman (*Croton soliman*), albahaca (*Ocimum basilicum*), polote (*Simsia eurylepis*), cornezuelo (*Acacia cornígera*) y Guapilla (*Hechtia glomerata*). (Entrevistas y observación directa en campo, 2015)

Existe por lo menos una especie de pastos nativo conocida en la MEZ como (Hualpichichi) *Panicum fasciculatum* con baja productividad de biomasa y un porcentaje de proteína cruda de entre el 8-14%. Sus ciclos son de 2 a 3 meses durante la época de lluvia, lo cual lo hace inviables como fuentes de alimentación para el ganado (Fournet y Hammerton 1991).

El efecto de las prácticas de manejo en la vegetación es el más evidente, pues el paisaje de la MEZ se encuentra fragmentado, con parches de pastizales entre la vegetación perturbada o acahual, si bien los efectos del tipo de cobertura sobre las condiciones del suelo son discutibles, resulta evidente que la estrategia de eliminar los árboles de los potreros atenta contra la biodiversidad, estableciendo grandes extensiones de monocultivos, con lo que no solo se pierden las especies vegetales sino los nichos que éstas generan para una gran diversidad de especies animales, entre mamíferos, reptiles e insectos.

Hasta cierto punto es verdad que la vegetación nativa de la selva baja caducifolia, ofrece un bajo potencial productivo como agostadero para los bovinos, razón por la cual es entendible que los productores busquen modificarla. Sin embargo, existe una gran diferencia entre modificar y eliminar.

Lo deseable desde luego, sería darle otros usos productivos a estos ecosistemas, como se plantea con mayor amplitud en las conclusiones del presente trabajo. Las propuestas silvopastoriles resultan una alternativa pragmática ante un escenario natural largamente modificado de su condición original, permitiendo un giro en el paradigma de la producción ganadera, que permita ver las consecuencias de esta actividad productiva a nivel de cuenca. Así, pasar de la eliminación de los árboles, a la selección de las especies que tienen una utilidad práctica para el sistema productivo, logrando un beneficio a nivel de cuenca.

2.4 Manejo y productividad

Un aspecto importante de los análisis de laboratorio, es que permiten ubicar puntos de referencia para comparar las condiciones de los predios arbolados y los pastizales inducidos. Este análisis permite ubicar puntos de referencia a partir de los cuales se puede contextualizar la MEZ.

Uno de los puntos que se pudieron observar, es que la actividad humana y el manejo de la cobertura vegetal, influyen en la calidad del suelo, lo que a su vez se relaciona con la productividad del sistema.

Esta condición contrastada entre potreros y “monte” como le llaman los habitantes de la microcuenca, es producto de estrategias de manejo derivadas de la idea de que los arboles disminuyen la productividad de sus predios, sin embargo la literatura, las experiencias de otras investigaciones y los resultados de los análisis de laboratorio muestran que los arboles tiene un efecto útil para las condiciones del suelo, que es el primer eslabón de la cadena productiva, pues permite el crecimiento del pasto que es el sustento del ganado.

Por tanto, es claro que existe una estrecha relación entre el manejo y la productividad, pues no se trata simplemente de permitir que la vegetación arbórea o “monte” colonice libremente los potreros, es necesario diseñar un manejo racional, en el que se incluyan especies seleccionadas específicamente, en acomodos espaciales precisos que generen los resultados esperados.

2.5 Conclusiones

El propósito de las diferentes mediciones, entrevistas y cuestionarios ha sido el de ilustrar ciertas generalidades del sistema, utilizando cada medición como un punto de referencia para que las propuestas de manejo se inserten en un contexto.

Como resultado de las entrevistas y la observación participante, queda claro que actualmente no existen estrategias específicas para la conservación de la estructura y función de la cuenca, así como de la enorme riqueza de la biodiversidad característica de la MEZ.

Los resultados obtenidos por las distintas mediciones expresadas en el capítulo 2, indican una escasez de materia orgánica en el suelo, situación que podría ser más grave, con escenarios de erosión y pérdida de cobertura vegetal. Sin embargo, la textura arcillosa está compensando la deficiencia de materia orgánica, al retener humedad y propiciar una alta capacidad de intercambio catiónico, lo cual permite la disponibilidad de ciertos nutrientes para las plantas y dado que las gramíneas que se cultivan para alimentar al ganado no presentan demandas altas de nutrientes, el sistema se mantiene estable y no encontramos escenarios de erosión, deforestación o deterioro generalizado de los recursos naturales.

Las zonas funcionales de la cuenca que se describieron líneas arriba, son un factor importante para comprender la dinámica de flujos e intercambios de nutrientes, las áreas prioritarias de conservación y la condición actual de la MEZ. Uno de los aspectos que ha contribuido a la estabilidad del sistema y los servicios ambientales que provee, es la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa, pues se encuentra ubicada en la mayor parte de la zona alta de la MEZ, asegurando de esta manera la protección de la vegetación arbórea, lo que permite regular el ciclo hidrológico.

La zona media de la MEZ es pedregosa y se encuentra en declive, lo que ha impedido el cambio de uso de suelo para establecer potreros en gran parte de los predios ganaderos y la zona baja, que es la más deforestada, también es la más estable al ser una planicie, concentrar los flujos de humedad y de nutrientes que mantienen los pastizales en buena condición, protegiendo el suelo de la erosión y la compactación.

A pesar de esta aparente estabilidad, en el siguiente capítulo, se sugiere que la MEZ podría implementar estrategias de conservación con buenos resultados a corto plazo, mediante sistemas silvopastoriles, impidiendo así, que la falta de estrategias de manejo sustentable, el crecimiento poblacional, y la necesidad de materias primas, alimento y empleo que este conlleva deterioren progresivamente las condiciones de la cuenca.

En un escenario así, resulta mucho más difícil implementar nuevas estrategias que permitan resolver estas problemáticas en un tiempo razonable, por lo que es importante hacerlo ahora, anticipando el posible deterioro generado por la falta de prevención y planeación en el manejo.

Los factores que podrían generar el deterioro de las condiciones de la MEZ están presentes, (crecimiento de la población, falta de empleo y ausencia de estrategias a largo plazo) solo que aún no se detonan y se mantiene un equilibrio precario, que debería ser reforzado con estrategias viables a largo plazo, que conduzcan los distintos factores de riesgo a sus posibles soluciones, antes de que comiencen a notarse las consecuencias.

Capítulo 3. Propuesta de manejo silvopastoril para la microcuenca Emiliano Zapata

3.1 Introducción

Como se describe en el apartado de caracterización, la ganadería es la principal actividad productiva en la MEZ. Por esta razón, la estrategia de intervención, a nivel de cuenca, que se utilizó en el presente trabajo es mediante un giro en las estrategias productivas que implica, también, cambios en las formas de organización social.

Así, lo que a continuación se plantea en este apartado, es en esencia un nuevo modelo ganadero con enfoque de cuenca. Esto implica lograr la conservación de la estructura y función de la cuenca, para asegurar los servicios ambientales y los recursos naturales de los cuales dependen los habitantes. Así como, procurar una mejoría en su calidad de vida mediante una mayor inclusión de los pobladores de la MEZ en los beneficios económicos que genera la ganadería, disminuyendo simultáneamente la fragmentación del paisaje y protegiendo la biodiversidad de flora y fauna.

Evidentemente, es un proceso que implica tiempo y un estrecho seguimiento para alcanzar los resultados esperados, pero lo que aquí se propone, es que el proceso inicia con un giro en el paradigma productivo de la MEZ que permita el desarrollo de un modelo ganadero con enfoque de cuenca y que integre algunas especies arbóreas en sus prácticas de manejo.

En Latinoamérica, la ganadería ocupa el 27% del paisaje agrícola y se encuentra profundamente enraizada en la cultura y la economía rural (Murgueitio 2010). Por esta razón, y a pesar de que para algunos conservacionistas la actividad ganadera es incompatible con la conservación de flora y fauna al ser responsable de gran parte de la deforestación en zonas tropicales, es poco probable que esta actividad productiva se extinga.

Por el contrario, a pesar de que la productividad de este sector no es muy significativa, es probable que siga creciendo. Ante esta realidad, lo más prudente es lograr una transformación en el paradigma productivo de la ganadería para convertir el problema en una solución y el método a seguir con base en autores como Enrique Murgueitio, que han propuesto alternativas a las estrategias convencionales de producción pecuaria, es el establecimiento de sistemas silvopastoriles, que en resumen plantean un manejo más eficiente de los hatos ganaderos integrando la vegetación originaria, deteniendo así la deforestación, y además, generando una serie de beneficios adicionales, que se presentan más adelante en este capítulo.

Desde esta perspectiva y con la intención de contribuir a una transformación del paradigma de la producción pecuaria en la MEZ, se presentan aquí, estrategias concretas para un manejo silvopastoril de los hatos ganaderos. Las propuestas que se exponen, no son las únicas posibilidades para esta microcuenca, siempre existen más opciones. Lo ideal, es ir experimentando para descubrir que resulta funcional para cada caso, mediante un manejo adaptativo.

Se trata de una recopilación de experiencias exitosas en otras cuencas con características similares y se presentan como un abanico de opciones para los tomadores de decisiones en cada una de las unidades de producción de la microcuenca Emiliano Zapata.

El objetivo es que los productores tengan a la mano opciones y puedan experimentar con algunas de ellas, de acuerdo a sus necesidades, posibilidades e intereses, para generar una estrategia de manejo adaptativo en la que puedan integrar su propia experiencia e ir mejorando sus estrategias de manejo, con el apoyo de la información que aquí se presenta.

3.2 Importancia del manejo silvopastoril

Los sistemas productivos que actualmente se implementan en la microcuenca, no integran a la vegetación originaria, considerando que a menor cantidad de vegetación originaria, hay una mayor productividad. Esta noción se sustenta en la creencia de que el ganado bovino en pastoreo se alimenta exclusivamente de gramíneas, lo cual no es estrictamente correcto; otra creencia común es que las gramíneas requieren de la mayor exposición posible al sol para su adecuado desarrollo, lo cual justifica los desmontes excesivos (entrevistas y observación directa en campo, 2015).

Como lo expresa Holguin et al. (2003) existe una nueva tendencia en Costa Rica, pues las fincas ganaderas actualmente han diversificado su producción de forraje mediante el cultivo de árboles y arbustos para suplementar las necesidades alimenticias del ganado durante la época seca.

En la tabla 20 se presentan los hábitos alimenticios de diferentes especies de rumiantes domésticos y silvestres, en donde se muestra que en ningún caso se limitan exclusivamente a las gramíneas. Algunas especies incluso prefieren las coberturas densas de matorrales o acahual como es el caso del venado cola blanca. Aunque, es evidente que la res europea prefiere los pastos, también accede a las leguminosas e incluso a coberturas de matorral ligero

Tabla 20.- Hábitos alimenticios de rumiantes

Bosques y Selvas % Cobertura arbórea				Matorral o Acahual % Cobertura arbustiva y arbórea				Pastizal % Condiciones del potrero.				Especies herbívoras.	Simbología de la tabla
													0 No consumido
													+ Poco consumido
													++ Medianamente Consumido
													+++ Muy consumido
Excelente 100	Buena 75	Regular 50	Baja 25	100	75	50	25	Gramíneas 40, Leguminosas 40 y otras hierbas 20	Gramíneas 50 y Leguminosas 50	Pastos suculentos y nutritivos 100	Pastos groseros o fibrosos 100	Rumiantes forrajeros	
0	0	0	0	0	0	0	+	++	+++	+++	+	Res Europea	
0	0	0	0	0	+	++	++	+++	+++	+++	++	Cebú	
0	0	0	0	0	0	+	++	+++	+++	+++	++	Borrego	
0	+	++	+++	+++	+++	++	++	++	+	0	0	Venado	
0	0	0	0	0	0	0	++	+++	+++	+++	+++	Búfalo	
0	0	+	++	+++	+++	+++	+++	+++	++	+	0	Cabra	

Fuente: Elaboración propia con datos de Ecozootecnia 2011.

Sin embargo, de acuerdo a los resultados que se muestran en la tabla 20, así como los trabajos realizados por Lobo (2006) se puede concluir que el ganado bovino en pastoreo no solo se alimenta de gramíneas, sino que requiere particularmente las leguminosas, pues estas son una fuente importante de proteínas.

Tomando en cuenta el hecho de que los bovinos pueden alimentarse de una gran variedad de árboles y arbustos, las propuestas se fundamentan en la implementación de sistemas silvopastoriles para el manejo integral de los recursos naturales y el sistema productivo de forma simultánea, específicamente se trata de la relación entre el hato, la cobertura vegetal y el suelo. El propósito es, en términos generales, lograr la sustentabilidad de los sistemas productivos a largo plazo, lo que implica la integración de la vegetación originaria fundamentalmente árboles y arbustos en las estrategias productivas con una multiplicidad de beneficios que se describen más adelante.

La agroecología como estrategia productiva sustentable es afín al enfoque de cuencas, pues considera también a los sistemas productivos en toda su complejidad, no solamente los aspectos técnicos, económicos, ambientales o culturales de forma aislada, sino las interacciones de todos los anteriores.

La integración de la vegetación nativa en los sistemas productivos, tiene muchos beneficios como una mejor estructura del suelo generada por las raíces profundas de árboles y arbustos, sombra, aporte de nutrientes e incluso alimento.

Los sistemas silvopastoriles bien manejados, pueden mejorar la productividad, además de generar beneficios para el medio ambiente como la captura de carbono, la conservación de suelos, así como favorecer la infiltración del agua de lluvia hacia los mantos freáticos (Rusch y Skarpe 2009). Los beneficios antes mencionados se manifiestan en relación a la cantidad de árboles y arbustos, su distribución y su especie.

3.3 Sistemas Silvopastoriles desde otras experiencias.

A continuación se presentan algunos de los beneficios concretos de la implementación de sistemas de manejo silvopastoril. La apreciación de dichos beneficios depende de qué tan de cerca y con qué precisión se está dispuesto a mirar, pues al tratarse de sistemas complejos, existe una innumerable cantidad de cambios sutiles que requerirían otro tipo de enfoque como por ejemplo los efectos en la flora bacteriana del suelo, los mantos freáticos y el clima, por mencionar unos cuantos. El enfoque de este trabajo se orienta específicamente a los beneficios relacionados con la producción pecuaria que son los que se expresan a continuación.

Algunos de los servicios ambientales que proveen los sistemas agroforestales, son el mantenimiento de la fertilidad del suelo, mediante el aporte de materia orgánica, reducción de los factores que propician la erosión, fijación de nitrógeno, reciclaje de nutrientes, conservación del agua en cantidad y calidad, al favorecer la infiltración y reducir la escorrentía superficial que puede contaminar otros cuerpos de agua, captura de carbono y conservación de la biodiversidad (Rusch y Skarpe, 2009). En la tabla 21, se enumeran las cualidades benéficas de los sistemas Silvopastoriles:

Tabla 21.- Beneficios de un sistema silvopastoril

Mayor tolerancia a la sequía de entre 3 y 5 meses
Menor vulnerabilidad a los vientos desecantes
Reducción del estrés por calor en los animales
Mayor producción de carne, 200-1500kg ha/año y 800-3000 Litros de leche/Ha/año.
Más sólidos totales en la leche
No dependencia de herbicidas y pesticidas
No dependencia de fertilizantes sintéticos
Nuevos mercados orgánicos

Producción de maderas.
Interrupción de los ciclos de los parásitos internos por la rotación rápida y la adquisición de metabolitos secundarios por la <i>Leucaena</i> y otros árboles
Disminución de algunos parásitos externos como <i>Haematobia irritans</i> por la acción de fauna benéfica que degrada el excremento del ganado.
Control biológico de garrapatas por la presencia de pájaros, hormigas y hongos.
Minimiza erosión superficial
Minimiza la compactación gracias a la presencia de raíces profundas, periodos cortos de pastoreo y largos de reposo.
Menor consumo de madera por el uso de cercos vivos y eléctricos
Mejor regulación hídrica por las raíces de árboles y arbustos que mejoran la infiltración
Mayor conectividad entre los fragmentos de bosque
Mayor presencia de biodiversidad benéfica debido a los microclimas creados
Mayores tasas reproductivas para el ganado
Retornos financieros altos. (Tasas de retorno interno de entre el 14% y el 22%)

Fuente: Elaboración propia con datos de Murgueitio y Solorio (2008).

Los beneficios concretos más representativos con una utilidad directa en la actividad pecuaria son:

Mejor estructura del suelo:

Esto favorece la infiltración, la flora bacteriana que permite degradar la materia orgánica para que esté disponible como nutriente para las plantas que servirán de alimento al ganado. Retiene la humedad e impide el arrastre de sedimento por la lluvia

Sombra:

Ayuda a que el ganado este más confortable y relajado, lo que incrementa su productividad (Betancourt et al., 2003). Además fomenta el desarrollo de

microorganismos en la tierra pues impide que la luz solar eleve demasiado la temperatura. Adicionalmente reduce la fuerza de impacto que tiene el agua de lluvia y evita así el arrastre de sedimento.

Nutrientes:

Muchos árboles con raíces profundas extraen nutrientes que se encuentran a mayor profundidad de la que logran penetrar las raíces del pasto, facilitando así que éste último acceda. En el caso de las leguminosas, estas tienen la capacidad de fijar nitrógeno en el suelo lo cual resulta nutritivo para las gramíneas. Por último las hojas secas de estos árboles caen al suelo y le aportan materia orgánica.

Ahorro en compra de forraje, fertilizantes:

Con la introducción de nuevas fuentes de forraje en los sistemas silvopastoriles, se puede limitar la compra de alimento para el ganado durante la época de estiaje, lo que implica un ahorro considerable.

Además de esto, al incorporar especies nativas se está fomentando la conservación de la biodiversidad de la flora originaria y se generan nichos para especies nativas de animales.

3.4 Especies arbóreas nativas en manejo silvopastoril para la MEZ

La columna vertebral de las propuestas de manejo silvopastoril se constituye por las especies de árboles originarios que resultan útiles (en los aspectos mencionados líneas arriba) para la producción pecuaria en la microcuenca Emiliano Zapata. Sobre esta selección de especies originarias, se construirán los manejos específicos de hatos, suelos y pasturas.

Las especies nativas que se describen más adelante como parte de las propuestas, se obtuvieron mediante la compilación de los saberes locales, que resultan centrales en la construcción de alternativas de manejo silvopastoril. Como lo expresan Muñoz et al. : *Este conocimiento local podría ser de gran interés para proyectos agroforestales, puesto que permitiría mejorar el diseño agroforestal mediante estrategias culturalmente apropiadas* (2003: 61).

Además de las especies seleccionadas para este trabajo, cuyas características y cualidades se presentan más adelante, es probable que existan muchas otras especies con características útiles para el establecimiento de SSP. La clasificación que se realizó en este trabajo, está fundamentada en criterios para la selección de árboles de uso múltiple, como su rápido crecimiento, el hecho de que son árboles nativos, se reproducen con facilidad, resultan palatables para el ganado y presentan cualidades nutritivas.

Asimismo, mediante la observación de campo, ha sido posible identificar que los habitantes de la microcuenca Emiliano Zapata están familiarizados con las especies que se proponen. Existe un reconocimiento claro de cada especie y algunas de sus cualidades, lo cual facilita su asimilación como un elemento de su actividad productiva. De hecho en algunos casos, los vaqueros o encargados de los ranchos llegan a utilizar alguna de estas especies como alimento para el ganado.

Las alternativas de manejo silvopastoril sugeridas en este texto, consisten en la sistematización de los conocimientos y saberes ya existentes en la MEZ y en otras cuencas cuyos saberes se rescatan en las diferentes investigaciones de las que se nutren las propuestas, con la intención de resaltar los beneficios que las especies nativas pueden traer a los sistemas de producción pecuaria con bovinos, así como alentar a los productores a darles un lugar dentro de sus estrategias de manejo, situación que no ocurre hoy en día.

Las plantas nativas de la MEZ que se han considerado para recomendar como eje de las propuestas en este trabajo se dividen en tres categorías de acuerdo a sus cualidades nutricionales, rápido desarrollo, fácil manejo y familiaridad con los usos y el conocimiento local de los productores.

Las especies que presentan mejores cualidades se enumeran a continuación en la tabla 22.

Tabla 22.- Especies nativas con cualidades destacadas

Nombre común	Nombre científico	Familia
--------------	-------------------	---------

Ojite	<i>Brosimum alicastrum</i> Swartz	Moraceae
Guásima	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae
Leucaena	<u><i>Leucaena leucocephala</i></u>	Fabaceae
Palo de sol	<i>Gliricidia sepium</i>	Fabaceae

Estas especies son muy conocidas en la MEZ, tienen un crecimiento rápido, una fácil reproducción y manejo, son nativas de la región, tienen excelentes cualidades nutricionales, a excepción de la Guásima, tienen la habilidad de fijar nitrógeno en el suelo mediante su asociación con bacterias del género *Rhizobium*, característica que resulta útil al asociarse con gramíneas en sistemas de pastoreo.

Las especies que a continuación se presentan en la tabla 23 integran la segunda categoría, tienen la ventaja de ser leguminosas, pero su desarrollo es más lento y su manejo es más difícil:

Tabla 23.- Especies nativas del segundo grupo.

Nombre común	Nombre científico	Familia
Orejón	<i>Enterolobium</i> <i>cyclocarpum</i>	Fabaceae
Rajador	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	Fabaceae
Ébano	<i>Pithecellobium flexicaule</i>	Fabacea

Las leguminosas identificadas en la tabla 23, fijan nitrógeno en el suelo en asociación con bacterias del género *Rhizobium* y presentan buenas propiedades nutricionales. Sin embargo, son más difíciles de manejar como forrajes, sus ciclos biológicos son más lentos y no son tan apetecibles para el ganado.

En la tabla 24 se muestran las especies de la tercera categoría que tienen ciertas cualidades, pero no son tan versátiles, ni son leguminosas como las de la tabla anterior.

Tabla 24.- Especies nativas del tercer grupo.

Nombre común	Nombre científico	Familia
Chaca o palo mulato	<i>Bursera simaruba</i>	Burseraceae
Chote	<i>Parmentiera edulis</i>	Bignoniaceae

Estas especies, no son leguminosas, no son buena fuente de forraje, pero si tienen utilidad y son bastante conocidas en la microcuenca. El árbol de chote da frutos que el ganado e incluso la gente consume ocasionalmente y su madera se utiliza para construir mangos para algunos utensilios y herramientas de trabajo. El palo mulato o chaca, no tiene propiedades forrajeras, pero su corteza presenta un color característico que resulta agradable a la vista, lo que constituye una cualidad ornamental. Además, su madera se utiliza con diferentes fines y se reproduce fácilmente cortando y resembrando los brotes, por lo que se puede utilizar como cerco vivo.

A continuación se analizan de forma comparada, en la tabla 25, las características de cada una de las especies antes mencionadas. La intención es mostrar sus cualidades y sus posibles usos, así como los criterios que fueron el fundamento para su selección en los diferentes grupos. En las celdas de la extrema derecha de la tabla 25, aparece la calificación de cada especie, que es la sumatoria de 8 criterios de selección directamente relacionados con su utilidad para la implementación de sistemas Silvopastoriles.

Tabla 25.- Comparativo de las cualidades de las especies seleccionadas.

Nombres		Cualidades								
Común	Científico	Abono	Cerco vivo	Madera o leña	Rápido desarrollo	Forraje	Sombra	Fácil propagación	Nutrición palatabilidad	Calificación
Ojite	<i>Brosimum alicastrum</i>		X	X	X	X	X	X	X	7
Guasima	<i>Guazuma ulmifolia</i>		X	X	X	X	X	X	X	7
Huaje	<i>Leucaena leucocephala</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	8
Palo de sol	<i>Gliricidia sepium</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	8
Orejón	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	X		X		X	X	X	X	6
Rajador	<i>Lysiloma acapulcensis</i>	X		X		X	X		X	5
Chaca	<i>Bursera simaruba</i>		X	X	X		X	X		5
Ebano	<i>Pithecellobium flexicaule</i>	X	X	X		X	X			5
Chote	<i>Parmentiera edulis</i>		X	X		X	X			4

Elaboración propia con información de entrevistas en campo 2015, (World Agroforestry Centre, 2015) y (Rzedowski, 2006)

3.5 Modelos de SSP, en las zonas funcionales de la MEZ.

Existen muchos diseños diferentes que podrían plantearse para el establecimiento de especies arbóreas en los predios dedicados al pastoreo, aquí se proponen tres esquemas concretos en relación a la zonas funcionales pues si bien la cobertura vegetal es siempre importante en cualquier zona, existen áreas prioritarias para la conservación por su importancia para los servicios ambientales, que debieran ser las que mantengan la cobertura arbórea integra. A continuación se presentan tres modelos tomando en cuenta las zonas funcionales de la MEZ:

Cercos vivos:

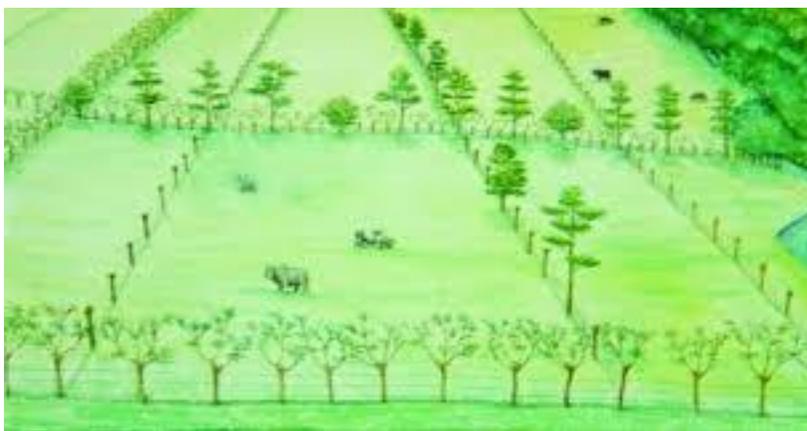


Figura 8.- Cercos vivos

El propósito es aprovechar los árboles para delimitar los potreros y simultáneamente aportar sombra para los animales, alimento adicional, así como beneficios para la estructura y función de la microcuenca. Este diseño se recomienda para la parte baja de la cuenca, por ser la de menor pendiente, porque los suelos son más estables y hay mejores pastizales.

Por lo tanto, hay un menor riesgo de erosión o degradación del suelo por falta de cobertura vegetal, situación que puede ser aprovechada con una mayor proporción de pastizales, enmarcados por árboles en barreras vivas.

Bancos de proteína:

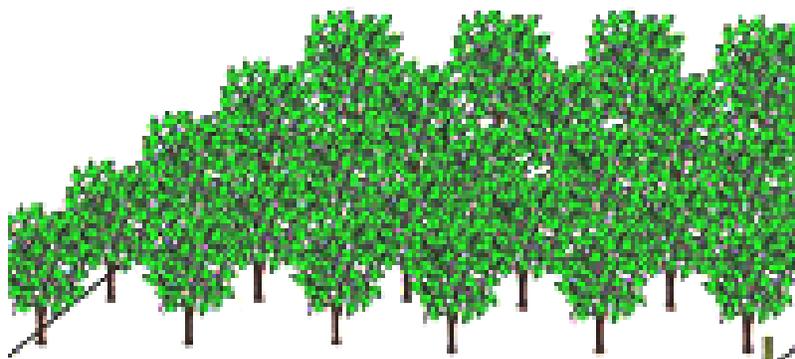


Figura 9.- Bancos de proteína

Los bancos de proteína implican densidades altas de siembra, que tienen el propósito de suplementar la alimentación del ganado durante la temporada de estiaje. Es importante recordar que algunas leguminosas como la leucaena, contienen algunos compuestos antinutricionales, por lo que solo deben constituir el 30% de la dieta de los animales. Este diseño de SSP, se sugieren en zonas con pendientes pronunciadas, que sean más propensas a la erosión, como en la parte media de la MEZ, para aportar a la continuidad del paisaje y retener el suelo.

Árboles dispersos en los potreros:

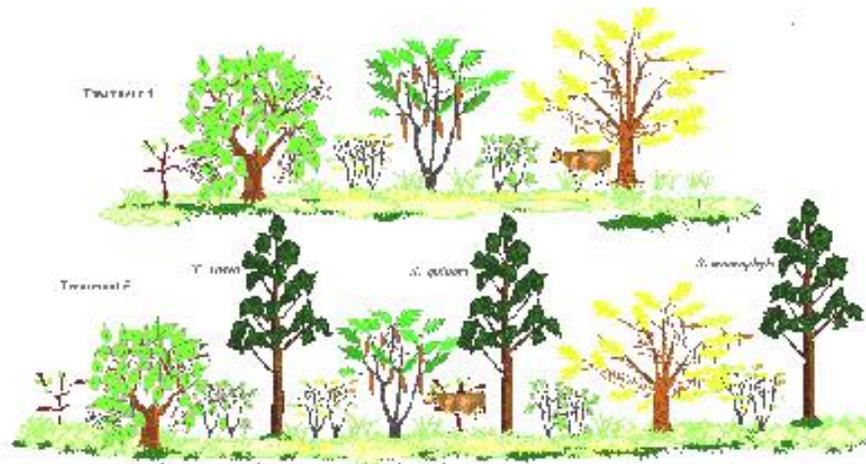


Figura 10.- Árboles dispersos en potreros

Este diseño de SSP es útil para aportar sombra y fuentes adicionales de alimento al ganado, además de beneficios para la conservación de la estructura y función de la MEZ, los árboles deben permitir la entrada de luz solar para el correcto desarrollo del pasto. Se recomienda en la parte media de la MEZ para disminuir los efectos de la pendiente, retener el suelo y mejorar la infiltración.

Para implementar correctamente los diseños de SSP antes mencionados, es necesario considerar las características particulares de cada especie y sus interacciones específicas con el sistema productivo que a continuación se presentan.

3.5.1 *Brosimum alicastrum* (Ojite)

Este árbol, puede crecer hasta 40 metros de altura, por lo que no es funcional como forraje si se le deja crecer en los pastizales en altas densidades o sin un manejo adecuado. Puede ser útil como fuente de alimento en la época seca, por sus excelentes cualidades nutricionales. Presenta buenas

concentraciones de proteína digestible en sus hojas, en sus frutos (materia seca) y en sus semillas. Los bovinos lo consumen en cualquiera de estas fases.

Se recomienda sembrarlo con espacio de 3 metros entre cada planta y podarlo continuamente impidiendo que crezca más allá de los tres metros de altura, para después acarrear este follaje recolectado a los animales como un suplemento alimenticio. Esta especie presenta la ventaja particular de ser tolerante a la sombra por lo que no es necesario eliminar por completo la vegetación para su cultivo (Berg, 1972).

3.5.2 *Guazuma ulmifolia* (Guásima)

Este árbol, puede utilizarse en los sistemas de producción silvopastoriles, como alimento en la época seca, pues presenta buenas cualidades nutricionales y de digestibilidad (Urdaneta, et al. 1997). También se le utiliza como sombra y barreras vivas.

El modo de empleo sugerido para la microcuenca Emiliano Zapata es en pequeños grupos de 8 a 10 árboles con separación de 3 metros entre sí, ubicados en los corrales o áreas de manejo, los comederos, bebederos, saladeros o áreas de reposo, para que generen sombra y alimento ocasional, fungiendo como un elemento de confort en el hábitat del ganado.

3.5.3 *Leucaena leucocephala* (Huaje)

Esta leguminosa, tiene un gran potencial en los sistemas silvopastoriles por sus cualidades como árbol forrajero y abono verde principalmente. Su contenido de proteína es alto, y es fácilmente digerida por los animales. Se sugiere utilizar de dos formas, como cerco vivo o como banco de proteínas. A pesar de su alto contenido de proteínas y digestibilidad, contiene algunos compuestos como la mimosina que podrían resultar tóxicos, por lo que se recomienda que no exceda el 30% de la dieta del animal. (Petit, et al. 2010).

3.5.4 *Gliricidia sepium* (Palo de sol)

Esta especie es muy útil como cerco vivo o barrera viva, por su facilidad de propagación y su belleza. Pero además de estas cualidades, al ser una leguminosa, fija nitrógeno en el suelo y resulta ser un forraje de calidad para el ganado con un buen aporte proteico.

Se recomienda como cerco vivo a una distancia de 3 metros entre cada árbol y como barrera viva a 40-50 cm de distancia entre plantas. Con el fin de establecer barreras vivas, se siembran ya sea sobre las curvas de nivel o en línea recta de forma perpendicular a la dirección de la pendiente. Esto retiene el suelo impidiendo deslizamientos, mejora la infiltración e incluso genera microclimas al aportar sombra y cortar las corrientes de aire, que pueden secar los potreros o incomodar al ganado. (Radulovich, 1994)

3.6 Manejo de hatos, suelos y pastizales.

Otro aspecto de la propuesta consiste en el manejo de suelos, la vegetación que se encuentra en el potrero y el ganado. Para esto, se retoma el trabajo de André Voisin y las propuestas que Allan Savory construyó basándose en Voisin, conocidas como manejo holístico.

André Marcel Voisin el creador de las Cuatro Leyes Universales del Pastoreo Racional, fue un químico francés, a quien le fue heredada una finca lechera en 1940. En las siguientes dos décadas, se dedicó a hacer una serie de mediciones y observaciones que después sirvieron de fundamento para construir cuatro leyes para un manejo adecuado de pasturas, hato y suelo (Voisin, 1963).

Estas cuatro leyes, se les llama universales, ya que pueden ser aplicadas en cualquier parte del mundo, en cualquier clima, en donde haya crecimiento de pasturas, por mínimo que este sea. De estas cuatro leyes, dos se refieren al pasto y dos al ganado (cualquier especie). Las Leyes Universales del Pastoreo Racional son las siguientes:

1.-Ley de reposo

“Para que un pasto pueda dar su máxima productividad, es necesario que, entre dos cortes sucesivos haya pasado el tiempo suficiente, que permita al pasto almacenar en sus raíces las reservas necesarias para un inicio de rebrote vigoroso (Voisin, 1963).

2.- Ley de Ocupación.

“El tiempo de ocupación de una parcela debe ser lo suficientemente corto como para que un pasto cortado el primer día (o al comienzo) de la ocupación, no sea cortado nuevamente, antes de que los animales dejen la parcela” (Voisin, 1963).

3.-Ley de rendimientos máximos.

“Es necesario ayudar a los animales a obtener las aportaciones alimenticias más elevadas para que puedan cosechar la mayor cantidad de pasto, y para que éste sea de la mejor calidad posible” (Voisin, 1963).

4.-Ley de rendimiento regular

“Para que una vaca pueda dar rendimientos regulares es necesario que no permanezca más de tres días en una misma parcela. Los rendimientos serán máximos, si la vaca no permanece más de un día en una misma parcela” (Voisin, 1963).

El modelo Voisin, fue retomado y complementado más tarde por Allan Savory, quien fue un biólogo originario de Zimbawe África. En 1955 Savory comenzó a trabajar con problemas de degradación de suelos y desertificación. Esta situación, lo llevó a concluir que, no es el ganado en sí mismo el que produce

efectos nocivos en los ecosistemas, sino que es el mal manejo que se les da a estos animales el responsable de estos efectos (Savory, 1999).

A partir de estas conclusiones, Savory propone el manejo holístico como una estrategia integral de manejo ecosistémico, que se expresa de forma resumida en cuatro conceptos clave, que a continuación se presentan.

1.-No existen las partes aisladas en la naturaleza y por esta razón es indispensable asumir una perspectiva holística en el manejo de los recursos naturales.

2.- No todos los ecosistemas responden de la misma manera, existen dos grandes categorías que pueden distinguirlos como ambientes vulnerables y no vulnerables. Esto se determina por la forma en la que se distribuye la humedad a lo largo del año. En los ambientes no vulnerables, descansar la tierra puede ser una herramienta útil en la conservación de los recursos, pero en los ambientes vulnerables no necesariamente sucede así.

3.- Existe una relación muy estrecha entre los hábitos y necesidades de las especies forrajeras y las de los herbívoros que las consumen. Normalmente las manadas en pastoreo se agrupan en grandes bloques para defenderse de los depredadores y se mueven rápidamente buscando las mejores pasturas. Este comportamiento permite que los pastos cuenten con el tiempo necesario para regenerarse antes de ser pastoreados nuevamente además la gran concentración de animales en áreas pequeñas por tiempos cortos, permite que los pastos se desarrollen mejor, pues los nuevos brotes no son obstruidos por materia seca de brotes viejos, lo cual sucede en escenarios de sobre descanso.

Por estas razones es importante manejar al ganado en grandes bloques que pasten por periodos cortos de tiempo en áreas definidas cuyos pastizales se encuentren en un estado óptimo de desarrollo. De esta forma se logra mediar

entre el sobre pastoreo y el sobre reposo, pues ambos tienen consecuencias negativas.

4.- El sobre pastoreo y los daños ocasionados en el suelo por el pisoteo del ganado están más relacionados con el tiempo que con la cantidad de animales. Si son muchos animales en periodos cortos de tiempo, traerán beneficios al ecosistema, estimulando el desarrollo de las pasturas y el reciclaje de nutrientes, pero estos tiempos no pueden determinarse en una receta externa, es necesario observar el comportamiento del sistema y el tiempo que le toma regenerarse. Si se regenera rápido hay que mover rápido al ganado, si no es así entonces hay que moverlo cuando comience a regenerarse.

El manejo holístico propuesto por Allan Savory, se enfoca al mejoramiento del estado de salud de los ecosistemas y no a un aspecto aislado de estos que por razones productivas resulte de particular interés. El manejo holístico incluye el ciclo del agua, el ciclo de los minerales, el flujo de energía y la dinámica de poblaciones.

Para tener certeza de que el manejo que se ha implementado funciona, es necesario encontrar indicadores que nos permitan evaluar el estado de salud del ecosistema, lo cual puede hacerse con monitoreo biológico (Savory, 1999).

Las aportaciones de Voisin (1963) y Savory (1999), son un referente obligado para abordar temas de manejo de hatos y pastizales. Por esta razón se expusieron en resumen sus aportaciones centrales, que son el fundamento de las estrategias de manejo para la microcuenca Emiliano Zapata.

3.7 Implementación de las aportaciones de Voisin y Savory.

1.- El primer paso es determinar la capacidad de carga del sistema, por dos posibles métodos, a) calcular el forraje disponible en el potrero y el consumo diario de los animales. Para esto es necesario cortar la biomasa forrajera que se tiene en un metro cuadrado, pesarla y multiplicarla por la cantidad de metros cuadrados que hay en el potrero, después, considerando que un animal consume entre el 3% y el 4% de su peso diariamente, se calcula cuanto forraje necesitan todos los animales que pastorean en el potrero y se determina si el forraje es suficiente para todos. Otra método: b) Consultar los coeficientes de agostadero calculados por la COTECOCA para cada región del país. Esta última opción, aplica en los casos en donde el pastoreo se realiza sobre la vegetación nativa, pues si esta se modifica con pastizales inducidos es necesario recurrir al primer método. La MEZ tiene 6470 ha entre pastizal y vegetación perturbada que es el área disponible para el pastoreo del ganado. Considerando el coeficiente de agostadero mínimo señalado por la COTECOCA para el estado de SLP que es de 2/ha/ua, la capacidad de carga sería de alrededor de 3235 unidades animal. Sin embargo esto no es un dato preciso, pues existen muchas variables que no se están calculando y que podrían influir en la cantidad de forraje disponible. La forma más precisa es calcular el forraje disponible en cada unidad productiva y determinar así la capacidad de carga.

2.- Una vez establecida la capacidad de carga, se ingresa en el potrero el número de animales que de acuerdo a los cálculos anteriores son viables para esa extensión de tierra y cantidad de forraje. Lo importante aquí es el tiempo que los animales permanecen en el potrero y esto dependerá de la velocidad con la que los pastos se regeneren.

La clave que menciona Voisin (1963), para estar seguro de no sobrepastorear, es evitar que el pasto cortado por el diente del animal en pastoreo, vuelva a ser cortado cuando apenas está regenerando su follaje.

En otras palabras los animales deben moverse a otro potrero antes de que el pasto manifieste sus nuevos brotes. El tema central, en relación al correcto aprovechamiento de los pastos, es proponer un pastoreo intensivo, con rotación continua de los animales en los potreros. El ideal es que exista una carga animal alta, pero que no exceda la capacidad del terreno durante periodos muy cortos de tiempo para maximizar el aprovechamiento del forraje disponible.

Una forma de implementar esta estrategia, consiste en establecer muchos potreros pequeños mediante el uso de cerco eléctrico, para delimitar áreas adecuadas a la carga animal e ir rotando a los animales según lo demande el desarrollo de las pasturas, pues no necesariamente se tiene que pasar un animal del potrero 1 al 2 y luego al 3. Esto dependerá de cuál es el estado de desarrollo de los pastos en cada potrero, de acuerdo a lo que propone Voisin (1963) en la ley de rendimientos máximos habrá que meter a los animales en el potrero que tenga pastos en su mejor momento de desarrollo para que puedan aprovechar mejor sus cualidades nutritivas aunque esto implique, por dar un ejemplo hipotético, que del potrero 1 pasen al 4, luego al 2 y luego a 6.

Esta estrategia de manejo no es característica de los sistemas silvopastoriles. El propósito es mejorar la eficiencia en el aprovechamiento de forrajes, para poder alimentar bien un mayor número de animales, lo cual resulta más rentable. Sin embargo, esto también trae ciertos beneficios para el medio ambiente, pues si se maneja adecuadamente el pasto, que es la cobertura del suelo, tendremos menos problemas de erosión, se podrá capturar carbono y la rotación constante de los animales reduce la incidencia de las plagas e impide la compactación del suelo. (Savory, 1999).

El eje de estas propuestas es manejar los recursos disponibles de forma racional e integrar la biodiversidad existente al sistema productivo con el propósito de hacerlo sustentable.

3.7.1 Uso y manejo de los Pastos en la MEZ

El propósito de este apartado es analizar la relación de los pastos con la vegetación original y la productividad de la actividad pecuaria en la microcuenca.

No se está proponiendo la introducción de ninguna especie de gramínea, sino solamente la selección y el manejo de las que presentan mejores características.

Las gramíneas, son indispensables como recurso forrajero para la alimentación de bovinos en pastoreo, sin embargo no es el único tipo de forraje que ingieren estos animales, los pastizales pueden asociarse con otras especies vegetales en particular leguminosas, y presentar ventajas ecológicas, alimenticias y productivas derivadas de esta asociación.

La única especie de pasto nativo que se identificó en campo, fue el Hualpichichi como se le denomina comúnmente en la MEZ. Su nombre científico es *Panicum fasciculatum*; presenta una baja productividad de biomasa y un porcentaje de proteína cruda de entre el 8-14% (Fournet, y Hammerton 1991). Sus ciclos son de 2 a 3 meses durante la época de lluvia, lo cual lo hace inviable como fuente de alimentación para el ganado (Entrevistas a actores clave). La cobertura vegetal en la MEZ era originalmente selva baja caducifolia, por lo que anteriormente, no existían propiamente pastizales, los pastos nativos podrían crecer en algunos claros de selva en ciertas épocas del año, pero no cumplían con las necesidades de un sistema ganadero como el actual.

El problema con la especie antes mencionada, *Panicum fasciculatum*, que aún se observa en campo durante la época de lluvia, es que evolucionó en otras condiciones. Por esta razón, presenta características inviables para un sistema de pastoreo, como su baja producción de biomasa y un ciclo muy corto de apenas 2 a 3 meses, por lo que no es útil como sustento en sistemas ganaderos, aunque es importante conservarlo por su valor como parte de la biodiversidad nativa.

El área que comprende la MEZ esta principalmente poblada por *Bothriochloa pertusa* o zacate carretero como se le nombra localmente. Dicha especie, constituye un problema importante para los productores, porque sus cualidades nutricionales y su producción de biomasa no son buenas.

Sin embargo, la especie es una excelente colonizadora acabando con otras variedades de pasto que resultan más productivas pero que son más delicadas en su manejo, su necesidad de nutrientes, su resistencia al pastoreo intenso y a las plagas.

Por esta razón, gran parte de los productores en la microcuenca, han decidido dejar el *Bothriochloa pertusa*, situación que reduce la capacidad forrajera de su unidad productiva, y aumenta la capacidad de propagación de esta especie.

Este pasto fue introducido en la región y es originario de Asia, por lo que se le considera una especie exótica invasiva y es un ejemplo concreto de por qué es importante utilizar en la medida de lo posible especies nativas. Pues ahora es necesario combatirla para aumentar la capacidad productiva de los diferentes predios ganaderos, realizando un esfuerzo y una inversión considerable.

Sin embargo, es interesante notar que esta especie invasiva, solo ha colonizado los potreros y áreas libres de vegetación arbórea. En el área más conservada con vegetación de selva baja, e incluso los acahuales o áreas de vegetación perturbada no han sido invadidas, pues la densidad del follaje, impide el desarrollo de los pastos.

En este contexto se plantea la selección y el uso de variedades de gramíneas que logren competir con el *Bothriochloa pertusa*, supliendo sus deficiencias productivas al mejorar la cantidad, digestibilidad y nivel nutricional del forraje disponible, además de generar de forma simultanea beneficios

ambientales, como la retención del suelo y sus propiedades físicas, la retención de humedad y la fijación de una mayor proporción de carbono en su biomasa.

Desde luego, lo mejor sería utilizar especies nativas para asegurar que el sistema productivo no compita o deteriore la biodiversidad local, pero estamos hablando de un sistema ampliamente modificado desde hace casi 500 años, cuya dinámica socioambiental dista mucho de lo ideal. Sin embargo, requiere soluciones a problemáticas muy concretas como la escasez de forraje, que no es solamente un problema económico sino ambiental, pues podría derivar en la pérdida de la cobertura vegetal y la degradación del suelo.

Por estas razones, se considera que mientras continúe un sistema de explotación ganadera en la MEZ, la mejor opción, tanto en términos de la productividad de las fincas como de la conservación de los recursos naturales, es el uso racional y acotado de gramíneas mejoradas de origen africano que han sido objeto de un amplio proceso de selección y aclimatación a las necesidades del trópico americano, y que ya están presentes en algunas unidades productivas de la MEZ desde hace más de 30 años.

Los pastos mejorados africanos, particularmente los híbridos de *Brachiaria* como el Mulato II, que ya existen en la MEZ, han demostrado una gran cantidad de ventajas, entre las que destacan mejor resistencia a los climas del trópico y sus plagas como la mosca pinta o salivazo cuyo nombre científico es: (*Aeneolamia contigua Walker*), además de resistencia a la sequía, mayor porcentaje de proteínas entre el 18 y 21%, mayor digestibilidad de 55 a 66% (Argel et al. 2005).

Otra cualidad interesante, consiste en su extenso sistema radicular, ya que éste retienen el suelo, por su alta producción de biomasa fijan una mayor proporción de carbono en comparación con otras especies de pastos y se reproducen fácilmente en potreros, mas no en predios con cobertura arbórea

densa como lo es la selva baja que caracteriza la MEZ, por lo que no existe peligro de que sustituya a la vegetación nativa. (Argel et al. 2005).

Además, los científicos del Centro Internacional de Investigación para las Ciencias Agrícolas de Japón (JIRCAS), que ha investigado la Inhibición de la Nitrificación Biológica (INB) junto con el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), patentaron este mecanismo como *Brachialactone* y desarrollaron métodos para potenciarlo mediante el fitomejoramiento de diferentes especies de *Brachiaria*. Los científicos del CIAT posteriormente validaron el concepto de INB en el campo, demostrando que la gramínea *Brachiaria* suprime la nitrificación y las emisiones de óxido nitroso, en comparación con la soya, que carece de esta habilidad (CIAT 2004).

En cuanto a los riesgos potenciales que esta especie podría representar, el único riesgo visible es que la especie logre extenderse en todos los terrenos dedicados al pastoreo aportando las cualidades antes mencionadas, pues como se señaló líneas arriba, esta especie no representa un riesgo para las áreas de vegetación nativa al interior de la Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa, pues la cobertura arbórea le impide propagarse ya que no le permite suficiente luz solar.

Tabla 26.- Comparativo de las características sobresalientes de *Botriochloa* y *Mulato*.

Variedades	% Proteína	% Digestibilidad	Biomasa	Raíces	Resistencia a Plagas y sequia
Botriochloa	6-12	45-60	1-5 T/ha	Cortas	Baja
Mulatoll	18-21	55-66	25-30 T/ha	Extensas	Resistente

Elaboración propia con datos de (Argel, et al. 2005) (Fournet, y Hammerton 1991)

Como se aprecia en la tabla 26, el *Brachiaria híbrido* presenta cualidades superiores al *Botriochloa pertusa*, ambas especies se encuentran ya en la microcuenca, por lo que solamente se sugiere un mejor manejo que permita la subsistencia y propagación de la que presenta mejores características.

Las especies africanas representan una alternativa viable para mejorar la alimentación animal, pues evolucionaron bajo condiciones de pastoreo y son plantas que presentan una gran amplitud ecológica. Se suelen encontrar formando parte de la vegetación natural, ornamental o agronómica. Tienen características de adaptación a las condiciones tropicales, ya que es un género de crecimiento rápido, con respuesta a la fertilización y, de ser manejado de manera racional, presentan altos niveles de proteína y digestibilidad. Además, mediante un adecuado manejo son resistentes a las plagas y a las enfermedades con gran adaptabilidad a distintos tipos de suelo. Según estudios del CIAT y la FAO, el uso de alimentos de mejor calidad reduciría la cantidad de metano que los rumiantes emiten durante la digestión así como la cantidad de óxido nitroso y dióxido de carbono liberado por la descomposición del estiércol. (CIAT 2004).

Contemplando estas circunstancias y reconociendo las desventajas que las especies exóticas representan en principio, se considera que en este momento, las gramíneas africanas que ya se emplean hace tiempo en la MEZ constituyen la mejor opción para mantener la productividad y la sustentabilidad de la actividad pecuaria, tomando en cuenta que la especie de gramínea predominante hoy en día es exótica, que el sistema está completamente modificado y que las especies animales sujetas a explotación no son originarias tampoco.

Los pastos que aquí se mencionan, solo estarían aportando características positivas al sistema, sin propiciar una mayor modificación. De acuerdo a la experiencia de algunos productores, las especies de gramíneas más recomendables para el pastoreo en las condiciones propias de la MEZ y con fines de cría de ganado que es el principal objetivo de las unidades productivas en la

microcuenca, son: El mulato II, *Brachiaria hibrido*, y el bermuda, *Cynodon dactylon*, aunque pueden utilizarse también pastos de corte como el Maralfalfa.

Tabla 27.- Comparativo de las mejores especies de pasto presentes en la MEZ.

Nombre	%Proteína Cruda	%Digestibilidad	Resistencia a sequía, plagas, corte.
Mulatoll <i>Brachiaria hibrido</i> .	18 a 21%	55 a 66%	Muy buena
Bermuda <i>Cynodon dactylon</i>	8 a 13%	50 a 55%	Buena
Maralfalfa <i>Pennisetum spp</i>	12 a 16%	60 a 70%	Muy Buena

Elaboración propia con información de (Argel, et al. 2005) (Fournet, y Hammerton 1991)

El pasto Mulato II es el resultado de muchos años de investigación por parte del CIAT con el género *Brachiaria* y presenta muchas cualidades positivas para la producción pecuaria en el trópico, como lo es la resistencia a la sequía, a las altas temperaturas, a las plagas y su tolerancia a suelos de fertilidad media y baja. Se ha utilizado en la MEZ con buenos resultados, aunque no se encuentra muy extendido.

El Bermuda (*Cynodon dactylon*) ha sido utilizado desde hace tiempo en la microcuenca, aunque existen variedades con mejores cualidades nutricionales, este pasto resulta una de las opciones más factibles por su rusticidad y su fácil propagación que le permiten competir con el zacate carretero *Botriochloa pertusa*, si se le da un manejo adecuado.

El Maralfalfa es una de las especies más conocidas del genero *Pennisetum* que se utilizan como forraje de corte, aunque existen otras variedades más recientes que podrían tener mejores cualidades nutricionales, el Maralfalfa es

conocido en la microcuenca y ha demostrado ser una opción factible como reserva de forraje para la época de estiaje.

3.7.2 Los SSP y el reciclaje de nutrientes en la MEZ

El reciclaje de nutrientes es un aspecto importante pues las praderas que no obtienen suficientes nutrientes, se ven afectadas en su productividad, y desgraciadamente en términos generales, las unidades productivas que comprenden la microcuenca Emiliano Zapata, no implementan ningún tipo de estrategia para retribuirle a la tierra los nutrientes que se extraen mediante la explotación ganadera.

Al respecto, la inclusión de árboles en los potreros que se plantea en este trabajo, entre otros beneficios que ya se han mencionado, ayuda a reducir la erosión del suelo, amortiguando el efecto erosivo del agua de lluvia por medio de su follaje, mejorando la infiltración por medio de sus raíces y reduciendo la lixiviación de nutrientes al atenuar el flujo de los escurrimientos. Además de esto, algunas de las especies arbóreas recomendadas son leguminosas que se caracterizan por su habilidad de fijar el nitrógeno atmosférico en el suelo, lo cual incrementa la fertilidad, permitiendo un mejor desarrollo de las gramíneas, una menor dependencia de insumos externos y un menor gasto monetario.

Adicionalmente, los árboles y arbustos que se integran a los potreros, ayudan a la acumulación de materia orgánica en los suelos a través de sus hojas. Sin embargo, a pesar de que la sola inclusión de árboles y arbustos en los sistemas productivos acarrea todos estos beneficios, es útil hacer compostas para incrementar la velocidad en la que se degrada esta materia orgánica, quedando así disponible como nutriente para los pastos.

Para esto es necesario acumular la hojarasca, la hierba cortada durante el chapoleo de los potreros, el rastreo del maíz o de cualquier otro cultivo así como cualquier tipo de materia orgánica de origen vegetal que se tenga disponible.

También se puede agregar el estiércol del ganado que se junta en los corrales de manejo, lo cual tiene el beneficio adicional de reducir la emisión de metano a la atmósfera mediante el proceso de compostaje. Aunque existen diferentes técnicas para la elaboración de composta, los elementos centrales del proceso consisten en asegurarse de que exista suficiente aireación y humedad, para que la descomposición de la materia orgánica se produzca de manera eficiente, sin generar organismos patógenos.

Una vez elaborada la composta, se esparce directamente en los potreros, ayudando a mantener la fertilidad de los suelos, la productividad de los pastos y de este modo asegurar la sustentabilidad de la actividad pecuaria.

3.7.3 Manejo reproductivo y sanitario del hato

Si bien este es un rubro de gran importancia en la actividad pecuaria, no constituye el foco de estas propuestas que se centran en el aprovechamiento de árboles y arbustos en los sistemas productivos con ganado bovino, así como en conseguir una mayor eficiencia en la adaptación de esta actividad productiva a su agroecosistema en la microcuenca Emiliano Zapata. Por esta razón no se considera necesario profundizar en los manejos reproductivos y sanitarios pues los productores ya tienen experiencia en estos rubros (observación directa en campo 2015).

Sin embargo, dichas variables influyen en los resultados de la explotación ganadera, y deben diseñarse con cuidado y practicarse con disciplina, no se contraponen o se afectan en forma alguna con las propuestas que se presentan en este trabajo. Es así que los productores que decidan implementar las estrategias que aquí se describen, podrán hacerlo sin modificar necesariamente los estilos de manejo sanitario y reproductivo que encuentren más convenientes.

3.8 Otras opciones posibles para la MEZ

En este apartado se mencionan otras posibles alternativas productivas para la MEZ, que podrían traer beneficios ecológicos, económicos y sociales, es decir en todos los aspectos del sistema que constituye la microcuenca. Después de

analizar las estrategias de manejo, las condiciones del suelo y las características generales del sistema ganadero en la MEZ, podemos concluir que no estamos ante un panorama alarmante, que nos indique un deterioro evidente de los recursos naturales, o la estructura y función de la cuenca.

La ganadería resulta una actividad adecuada hasta cierto punto, pues los suelos son ligeros, con afloramientos rocosos, escaso contenido de materia orgánica, el clima es extremoso presentando severas sequías con altas temperaturas, fuertes lluvias en pocos meses e incluso heladas durante la temporada invernal. Estas condiciones aunadas a la presencia de fauna silvestre como Pecaríes, Coatíes, Mapaches y una gran variedad de insectos, hacen muy difícil la agricultura con fines comerciales a gran escala. Sin embargo los pastizales se mantienen bien en estas condiciones y permiten sustentar a un número considerable de animales como para establecer una actividad rentable, que ha estado presente en la región desde el año de 1527 (Hernández, 2001) al punto de convertirse en parte del imaginario, las tradiciones y la identidad culturales de los pobladores de esta región.

No hay que perder de vista el hecho de que la ganadería es una actividad productiva que fue establecida durante la conquista, introduciendo especies exóticas de fauna (Bovinos) y de flora (pastos mejorados), que ha propiciado la destrucción de grandes extensiones de selva en la región, además de ser una herramienta para consolidar el despojo por parte de los españoles sobre la tierra de los pobladores indígenas.

La actividad pecuaria a lo largo de su historia en nuestro país, se ha caracterizado por ser una actividad de elites, que trae pocos beneficios a la clase trabajadora. Adicionalmente, las condiciones de falta de oportunidades, marginación y pobreza en que se encuentran ciertos sectores de la población en la MEZ, los han orillado a sostener un comportamiento predatorio de los recursos de

la cuenca, haciendo uso irracional de los arboles maderables, capturando aves y otras especies para su comercialización, y de esta forma deteriorar progresivamente los recursos de la cuenca. Incluso algunos pobladores han encontrado en la cacería furtiva una fuente adicional de ingresos, pero debido a que no se trata de una actividad regulada y organizada, solo genera ingresos para unos cuantos que invaden las propiedades de los ranchos en las noches con el riesgo de herir al ganado. Además deterioran progresivamente el estado de las poblaciones de animales silvestres, pues no consideran sus ciclos reproductivos, ni existe el menor respeto por diferencias de sexo o edad de los ejemplares cazados.

Por todo lo antes mencionado, se consideró relevante plantear nuevas formas de aprovechamiento ganadero, que permitan un mayor beneficio social, y que aseguren el aprovechamiento sustentable de los recursos de la cuenca para conservar su estructura y función.

Los resultados del presente estudio permiten concluir que la MEZ no se encuentra en una situación crítica de deterioro, con problemas de degradación de suelos y sobrecarga animal, por lo que probablemente se podría continuar con el mismo sistema de manejo sin comprometer la productividad del negocio a corto plazo. Sin embargo, la relevancia de las propuestas de manejo silvopastoril radica en beneficios adicionales a largo plazo. Por ejemplo, en los aspectos alimenticios y de abasto de forrajes durante la época seca, de fertilidad de los suelos, conservación de la biodiversidad, insumos adicionales como leña y frutos.

Además, se incrementaría el valor estético del paisaje dando pie al desarrollo de actividades complementarias como el turismo ecológico, que permitirían ampliar el beneficio social de la actividad ganadera.

Así, de acuerdo a las experiencias que se reportan en trabajos como los de Murgueitio, 2010 las propuestas silvopastoriles pueden permitir la conservación de la biodiversidad en beneficio de los habitantes de la cuenca. Se trata de iniciar un

cambio en el paradigma de la producción pecuaria, en el que se asuma a los predios ganaderos como agroecosistemas que operan tomando en cuenta los procesos a nivel de microcuenca, y que se destaque la importancia de considerar la sustentabilidad de los sistemas productivos, con estrategias que permitan producir conservando.

Las estrategias de manejo para la producción ganadera que actualmente se implementan en la MEZ, se han podido adaptar a los múltiples cambios socioeconómicos y ambientales que históricamente se han presentado en esta región, desde la llegada de los primeros hatos de ganado bovino en 1527 (Hernández, 2001). Es claro el valor que tienen sus prácticas, estrategias y conocimientos, pues han permitido el funcionamiento de un negocio rentable con una evolución de casi 500 años, y alrededor de 40 años con un sistema similar al actual. Sin embargo es cierto también, que existen alternativas para el sistema de producción ganadera en la MEZ, más allá del manejo silvopastoril, que podrían asegurar mejores condiciones para la microcuenca.

3.8.1 Alternativas de manejo y uso de los SSP en la MEZ

Una de estas alternativas podría ser la constitución de Unidades de Manejo Ambiental (UMA) para la conservación de la vida silvestre, que podrían tener diferentes finalidades para el aprovechamiento de la biodiversidad en la microcuenca. Actualmente existe un rancho cinegético denominado Rancho El Peñasco que ofrece hospedaje a los cazadores, además de vender los animales sujetos al interés cinegético como trofeos de caza. Este rancho se encuentra fuera del parteaguas de la microcuenca Emiliano Zapata, sin embargo, las condiciones son similares. Por tanto, constituye un ejemplo concreto de una forma de aprovechamiento que tiene la ventaja particular de que no es necesario modificar el ecosistema induciendo pastizales, pues los animales se alimentan de la vegetación nativa.

Las especies que podrían estar sujetas al aprovechamiento como el venado cola blanca *Odocoileus virginianus*, se encuentran adaptadas al ecosistema, consumen la vegetación nativa, están adaptados al clima, las enfermedades y su carne tiene mejor precio que la de los bovinos por lo que podría constituirse un mercado alternativo a la carne de bovino.

Así se logra el objetivo central en el manejo de cuencas que es satisfacer las necesidades humanas de forma sustentable, o en otras palabras conservar produciendo. Este tipo de esquemas podrían incluir el avistamiento de aves, el turismo de aventura, y una amplia gama de actividades que generarían productividad de manera sustentable con un beneficio más amplio para los habitantes de la MEZ.

Aunado a lo anterior, se podrían desarrollar viveros comunitarios para el cultivo y propagación de las especies arbóreas nativas que se identificaron en este trabajo como potencialmente útiles para la implementación de sistema Silvopastoriles. El funcionamiento de estos viveros, permitiría la integración de una mayor proporción de los habitantes de la cuenca en las actividades productivas. Incluso podrían cultivarse otras especies con fines comerciales como el palo de rosa (*Tabebuia rosea*) ampliamente apreciado por su floración y la *Beaucarnea gracilis* conocida como pata de elefante que es también muy demandada por sus cualidades ornamentales.

El primer paso para lograr el establecimiento de este tipo de proyectos productivos, es sin duda la organización de los habitantes de la MEZ para hacer un uso racional y sustentable de los recursos de la microcuenca, en beneficio de los habitantes de la microcuenca.

Esperamos que el presente trabajo pueda contribuir motivando a los habitantes de la MEZ a descubrir e implementar nuevas formas de organización

que mejoren sus condiciones de vida, conservando de forma simultanea los recursos de la cuenca.

3.9 Conclusiones

Las propuestas para establecer un sistema silvopastoril, no solo aportan ventajas como estrategias integradas en el sistema productivo para la conservación de la estructura y función de la MEZ, así como de la fauna y flora nativa, sino que permiten resolver problemas concretos identificados en los capítulos anteriores, como la escasez de forraje durante la época seca, el bajo contenido de materia orgánica en el suelo, la baja oferta laboral derivada de la actividad ganadera en la MEZ.

Si se logra consolidar un sistema ganadero más productivo, con mayor oferta laboral y más rentable, esto no solo traerá beneficio a los dueños de los ranchos, sino al ecosistema y a los habitantes de la MEZ, ya que una parte importante de un sistema productivo es la sustentabilidad económica, y en la medida en que los propietarios de los ranchos comprueben que el cuidado de la microcuenca, su biodiversidad y la calidad de vida de sus habitantes, les permite una actividad productiva rentable, que perdura y que puede seguir beneficiando a las siguientes generaciones, se irán involucrando en el perfeccionamiento del agro ecosistema.

Capítulo 4. Discusión y conclusiones generales

Desde la perspectiva del presente estudio, son claros los múltiples beneficios de la implementación de sistemas silvopastoriles, que derivan de una visión integral de las prácticas productivas. No es posible una producción sustentable sin tomar en cuenta el socioecosistema de manera integral y sus distintas problemáticas interrelacionadas.

El presente trabajo logra identificar algunas problemáticas de la MEZ en el desarrollo de los capítulos 1 y 2. En el capítulo 3 se presentan las propuestas para la implementación de estrategias que permiten la inclusión de especies arbóreas

silvestres en los sistemas de manejo ganadero como respuesta a la problemática encontrada, razón por la cual se les denomina sistemas silvopastoriles.

Sin embargo lo que se propone en el trabajo, no es solamente un sistema silvopastoril, sino una ganadería con enfoque de cuenca, en la que los sistemas silvopastoriles son herramientas concretas que permiten resolver problemáticas concretas, desde este enfoque socioecosistémico.

Así, la inclusión de especies arbóreas nativas, aunada a un manejo más eficiente de hatos, pasturas y suelos, con estrategias que permitan ampliar la cantidad y calidad de los empleos generados por esta actividad productiva, con un uso del suelo que contemple las zonas funcionales de la microcuenca, conforma una estrategia que pretende abordar la complejidad del sistema y no un solo punto o problemática.

En este contexto, la aportación del trabajo consiste en presentar opciones distintas para obtener resultados distintos, pero retomando el conocimiento y la experiencia local en conjunción con otras experiencias en otras cuencas y los resultados de investigaciones académicas.

El alcance de lo que aquí se propone, no se plantea la restauración íntegra de la vegetación y la fauna nativa; ya que la MEZ ha sido ampliamente modificada y resultaría inviable una propuesta con este tipo de pretensiones. Sin embargo, la paradoja de resolver un problema concreto como la escasez de forraje y la conservación de la biodiversidad surge sin una solución clara a corto plazo, fundamentalmente porque el ecosistema no era originalmente un pastizal y fue modificada retirando la cobertura arbórea para inducir pastizales.

Parte central de lo que se encuentra en el apartado de propuestas en el capítulo 3, consiste en recobrar cierta proporción de la cobertura original arbórea en una asociación estratégica, que permita fomentar sinergias entre las especies arbóreas y los pastos.

En la medida de lo posible habría que evitar la introducción de especies exóticas en la MEZ e ir conduciendo el sistema gradualmente a formas de aprovechamiento como las UMA cuyas ventajas se explican en el capítulo anterior y que podrían considerarse como una imagen objetivo, que puede obtenerse a través de los sistemas silvopastoriles como un primer paso en esta dirección, pues extendiendo la cobertura arbórea, habrá nichos para otras especies de fauna lo cual va incrementando el potencial de la MEZ para un aprovechamiento de la vida silvestre como estrategia productiva.

Anexo I Especies nativas con cualidades silvopastoriles

Especies arbóreas con cualidades útiles para la actividad ganadera desde los conocimientos locales².

Árboles nativos con cualidades importantes para el silvopastoreo.



Figura 11.- Ojite

Nombre común: Ojite

Nombre científico: *Brosimum alicastrum* **Familia:** Moraceae

Descripción

El árbol es perennifolio o sub perennifolio, la copa es piramidal, densa e irregular.

Crece a una altura de 20-40 metros; el troco puede alcanzar un diámetro de 1-1.5m; la corteza es delgada, contiene un látex blanco y pegajoso.

Las hojas son verdes brillantes por el anverso y opacas por el reverso, midiendo 4-15 cm de largo y 2-8 cm de ancho. Posee flores unisexuales y solitarias. Los frutos

² Elaboración propia con información de entrevistas en campo 2015, (World Agroforestry Centre, 2015) y (Rzedowski, 2006)

miden de 2-3 cm de diámetro con un pericarpio carnoso amarillento o naranja que se torna rojo en plena madures. Su sexualidad cambia del estado femenino al masculino en cierta etapa de su desarrollo.

Ecología

Se encuentra en:

Bosque espinoso, bosque tropical perennifolio, caducifolio, subperennifolio, subcaducifolio y matorral xerófilo. Aunque es originario de bosques húmedos, tolera bastante bien la sequía.

Lugar de origen

Belice, Cuba, República Dominicana, El Salvador, Guatemala, Jamaica, México, Nicaragua, Puerto Rico.

Usos

El árbol tiene diferentes usos, las hojas y semillas se utilizan como forraje para el ganado particularmente durante la época de sequía, presentando un 60% de digestibilidad y un 13% de proteína. Los antiguos mayas utilizaban la semilla para hacer un tipo de pan cuando sus reservas de maíz eran bajas. La madera es útil para la construcción y la estructura del árbol provee de sombra y sirve de barrera rompe vientos.

Manejo

Las semillas se germinan y se transplantan a bolsas de plástico a una altura de 10 cm. Posteriormente cuando alcanzan los 50cm de altura se plantan en forma definitiva a una distancia mínima de 3 por 3 metros. El follaje de los arboles puede cosecharse entre los 4 y 6 años de edad de una a 5 veces por año, con el fin de alimentar al ganado, respondiendo bien a las podas con brotes vigorosos.



Figura 12.- Guásima

Nombre común: Guásima

Nombre científico: *Guazuma ulmifolia*. **Familia:** Malvaceae

Descripción

Es un árbol de hasta 30 metros de altura, con un diámetro de 30-40 cm con una copa redondeada. La corteza es café-grisácea y de textura rugosa. Las hojas crecen en dos filas alineadas de forma aplanada, son ovaladas, miden 6 a 13 cm de largo y 2.5 – 6cm de ancho

Ecología

Está ampliamente adaptada, creciendo en suelos aluviales y arcillosos y en climas secos y húmedos. Es una especie que crece mejor a plena luz del sol y coloniza áreas recientemente perturbadas, aunque crece también en las orillas de los ríos y en pastizales.

Lugar de origen

Argentina, Bahamas, Barbados, Bolivia, Brasil, Colombia, Cuba, Ecuador, Guatemala, Haití, Honduras, Jamaica, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, Perú, Puerto Rico, Trinidad y Tobago.

Manejo

La guasima puede establecerse por semillas o fragmentos de raíz trasplantada.

Las semillas requieren escarificación antes de plantarse, es necesario sumergirlas en agua hirviendo por 30 segundos y luego exprimirlas.

La germinación ocurre de 7 a 14 días y están listas para trasplantarse cuando alcanzan los 30-40 cm en 15 semanas aproximadamente. Si se hace con fragmentos de raíz, las plantas se deben dejar 5-8 meses antes de ser trasplantadas.

Si se le poda con regularidad, la planta producirá más brotes vigorosos incrementando la producción de forraje.

Usos

Se utiliza como alimento para el ganado, particularmente durante la época de sequía, tanto las hojas como los frutos son comestibles, con una digestibilidad del 50-58% y un contenido proteico de entre 16-23%.

También se utiliza en la apicultura pues sus flores atraen a las abejas, como leña, como madera para construcción ligera, sillas o herramientas, como sombra y como medicamento para algunos padecimientos como la diarrea.



Figura 13.- Leucaena

Nombre común: Leucaena o Huaje

Nombre científico: *Leucaena leucocephala* **Familia:** Fabaceae

Descripción

Árbol perenne de 3 a 10 m de alto, de raíz pivotante, algunas variedades maderables alcanzan 20 m, hojas compuestas bipinnadas de 20 a 40 folíolos lanceolados de 7 a 12 mm, color verde oscuro, flores axilares en forma de cabezuelas compuestas de color blanco amarillento, vaina casi aplanada que contiene de 4 a 6 semilla color café oscuro. Presenta autopolinización, producción abundante de semilla con alto porcentaje de dormancia los primeros 3 meses, semilla aplanada, dura y color café.

Ecología

Se trata de una especie tropical que requiere de temperaturas cálidas para su óptimo crecimiento, presentando una baja tolerancia a climas fríos o heladas, e incluso en lugares con climas tropicales reduce el ritmo de su crecimiento durante los meses de invierno.

Requiere también de climas húmedos o sub húmedos que no presenten periodos de sequía mayores de 6 o 7 meses. Sin embargo, es tolerante al fuego y se regenera con rapidez cuando es sometida a podas o pastoreo.

La especie puede convertirse en una colonizadora agresiva debido a su rápido desarrollo de flores y semillas que le permiten dominar áreas perturbadas compitiendo exitosamente con otras especies.

Lugar de origen

México, península de Yucatán.

Manejo

Establecimiento: Siembra directa, trasplante o estaca, si es sembrado en vivero, las plántulas se trasplantan cuando tengan altura de 20 a 50 cm y cuidando las raíces. Distancia de siembra de 1.5 m entre surcos y 1 m entre plantas. Se debe podar en intervalos de 2 meses y durante el primer año de establecimiento solo se puede pastorear ligeramente si la planta mide más de 1m.

Establecimiento lento, contenido de mimosina, susceptibilidad al insecto Psyllidy, hormigas, no tolera saturación de aluminio, salinidad, bajos contenidos de calcio, suelos compactados o encharcamiento.

Se adapta bien a suelos con pH 5.7 a 8.0. y de mediana a alta fertilidad No tolera saturación de aluminio ni suelos ácidos, ni encharcamiento.

Es demandante de luz.

Usos

Valor forrajero y silvopastoril, en banco de proteína, leña, abono verde, sistemas agroforestales, concentrado para aves, cerdos, bovinos, pastoreo, barreras vivas, cercas vivas, rompevientos y ensilaje. Tolerancia a sequía, aunque se defolia en sequías prolongadas.

Calidad nutricional

Proteína Cruda 12 - 25% y Digestibilidad 65 - 85%.

Toxicidad: Presenta mimosina, un aminoácido tóxico no proteico, por lo que se recomienda limitar el consumo de *Leucaena* solo al 30% de la ración de suministro.

Potencial de Producción

Forraje: Rango de producción de 7 a 25 t MS/ha/año.

Animal: Ganancias de hasta 700g/a/d.



Figura 14.- Palo de sol

Nombre común: Palo de sol

Nombre científico: *Gliricidia sepium* **Familia:** Fabaceae

Descripción

Es una leguminosa arbórea perenne que crece hasta 10 metros de altura y puede alcanzar los 40cm de diámetro en su tallo, el cual produce numerosas ramificaciones. Sus hojas miden de 2 a 6 cm de largo, son de forma elíptica y de color verde en la superficie.

Ecología

Naturalmente crece en zonas costeras, bancos de los ríos, áreas propensas a la inundación y zonas perturbadas. El árbol pierde sus hojas a temperaturas menores a 15 grados.

Lugar de Origen

El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, EUA.

Manejo

Este árbol reacciona bien a las podas, generando brotes vigorosos y gran producción de hojas. Se establece por semilla y/o por estaca, sin embargo, el establecimiento a partir de estacas es más rápido, se recomienda que estas tengan de 5 a 6 meses, de 1.5 metros de largo y de 4 cm de diámetro. Para banco de proteínas se utilizan estacas de 50 centímetros.

Usos

Gliricidia es un buen forraje, las hojas son ricas en proteínas, presentan un alto porcentaje de digestibilidad, son bajas en fibras y en taninos. Existe evidencia de mejorías en la productividad animal tanto en producción de carne como en leche en rumiantes pequeños y grandes.

Sus limitaciones son que las hojas y semillas son tóxicas para equinos y otros monogástricos, los no rumiantes, alimentados con *gliricidia sepium* han mostrado signos claros de envenenamiento. Susceptibilidad a plagas en climas más húmedos, algunos problemas de palatabilidad.

Su palatabilidad varía en diferentes regiones hay reportes de que los animales no se la comen en ciertas partes del mundo como India e Indonesia, sin embargo en Colombia no existe este problema y es un forraje importante para la época seca.

También se usa en la apicultura, como madera, como sombra, como medicina, para fijar nitrógeno, mejoramiento del suelo y cercas vivas.

Plantas nativas del segundo grupo



Figura 15.- Orejón

Nombre común: Orejon.

Nombre científico: *Enterolobium cyclocarpum*. **Familia:** Fabaceae.

Descripción

Es un árbol caducifolio grande y llamativo con alturas de 20 a 30 metros y un diámetro de hasta 3 metros. La copa es redondeada con mucho follaje. El tronco es de color gris, con una textura que puede ser lisa o granulosa y en algunos casos agrietada.

Ecología

Crece en zonas perturbadas, en climas cálidos y húmedos, generalmente en selvas medianas o altas. Es un componente común de la vegetación perturbada en zonas tropicales. Florece de febrero a junio y la polinización se efectúa por palomillas y otros insectos nocturnos.

Lugar de Origen

Se encuentra distribuida desde México hasta Sudamérica y el Caribe.

Manejo

La semilla puede sembrarse directamente en el suelo, la planta es muy vigorosa con muy buena capacidad de rebrote, no requiere cuidados especiales y puede utilizarse como forraje para el ganado aunque para este fin es indispensable mantener las plantas podadas, pues su altura dificulta el aprovechamiento del follaje.

Usos

Su madera se utiliza para hacer artesanías o juguetes, normalmente se usa para hacer carbón, sus semillas son comestibles y contienen altos porcentajes de proteína como los frijoles. También se usa para restaurar suelos y recuperar áreas degradadas.



Figura 16.- Rajador

Nombre común: Rajador o Wayal

Nombre científico: *Lysiloma acapulcensis* **Familia:** Fabaceae

Descripción

Es un árbol que llega a alcanzar los 20 metros de altura, con copa redondeada, el tronco puede presentar ligeras desviaciones con un diámetro de hasta 75cm. La corteza es de color café oscura y presenta una textura rugosa con grietas longitudinales. Cuando el árbol llega a su etapa de madurez presenta un exudado gomoso. Las hojas son doblemente compuestas, midiendo entre 15 y 25 cm de longitud. Las flores son espigas de hasta 10 cm de largo y los frutos son vainas de 10 a 20 cm de largo que abren cuando aún se encuentran colgando.

Ecología

Es una planta de climas tropicales y altitudes por debajo de los 800 msnm. Resiste condiciones de sequía durante algunos meses, pero no prospera en zonas áridas prefiriendo las planicies costeras donde se mantiene una mayor humedad.

Lugar de Origen

Es nativa de México y Centroamérica.

Manejo

La especie es abundante y no requiere cuidados especiales porque se encuentra bien adaptada, su madera es regularmente buena para ciertas labores de construcción rústica si se le protege de la intemperie. El tiempo para poder aprovechar este árbol es desde los 6 - 10 años con alturas hasta de 20 m y diámetros de 25 cm.

Usos

Sus usos locales son para construcciones rurales y como leña, se utiliza también como cerca viva. Su madera es muy dura y se utiliza en la fabricación de horcones, postes, mazos y manufactura de pequeñas piezas de construcción. Se emplea en la medicina tradicional para tratar la diarrea.



Figura 17.- Ebano

Nombre común: Ébano, Ajcte en lengua Huasteca

Nombre científico: *Pithecellobium flexicaule* **Familia:** Fabaceae

Descripción

Es un árbol que llega a crecer hasta 15 metros de altura, con un diámetro de hasta 80 cm. La corteza del árbol es bien marcada de color café oscuro con una textura escamosa. Las ramas presentan espinas en las áreas donde crecen las hojas, las cuales crecen en forma de espiral por encima de las espinas. Las flores crecen en forma de estrellas y los frutos son vainas alargadas.

Ecología

La especie prospera desde Texas en los Estado Unidos de América, hasta la península de Yucatán, aunque sus poblaciones han sido diezmadas por la explotación de su madera. Es una especie dominante de la selva baja caducifolia.

Lugar de Origen

Es originaria de Norte y Centro América.

Manejo

La especie requiere de por lo menos 6 años para que su madera pueda ser aprovechada, está muy bien adaptada a las condiciones del trópico y no requiere cuidados especiales. Si se utiliza la semilla para su propagación, es importante asegurarse de que proviene de individuos sanos y que no contiene plagas.

Usos

Principalmente se utiliza su madera, para cercas y construcciones rústicas, aunque también se usa para hacer carbón de alta calidad y mangos de algunos utensilios. En algunos lugares se utilizan sus semillas como complemento alimenticio. Puede usarse como guía y sombra de algunas especies, pues crece en condiciones de sol y sombra.

Plantas del tercer grupo



Figura 18.- Palo mulato

Nombre común: Chaca o palo mulato.

Nombre científico: *Bursaria simaruba*. **Familia:** Burseraceae.

Descripción

Es un árbol caducifolio que llega a medir 20 o 30 metros de altura, con un diámetro desde 40cm hasta un metro. La copa es irregular, con follaje disperso y el tronco tiende a crecer en forma ligeramente sinuosa. La corteza es lisa con tonos rojizos que se desprenden, dejando un color verde oscuro debajo.

Ecología

Es un árbol frecuente e incluso codominante en los bosques tropicales caducifolios y subcadusifolios.

Lugar de Origen

Se encuentra desde Tamaulipas hasta Yucatán.

Manejo

No requiere de cuidados especiales, es una especie muy vigorosa, de fácil propagación por estacas, que compite muy bien con las malezas, tolerando las podas y mostrando rebrotes vigorosos.

Usos

Como cerca viva, postes, carbón, madera para juguetes y algunas herramientas. La madera es muy ligera, pero es poco resistente si se mantiene a la intemperie.



Figura 19.- Chote

Nombre común: Chote.

Nombre científico: *Parmentiera edulis*. **Familia:** Bignoniaceae.

Descripción

Es un árbol de 4 a 15 metros de altura, de tronco grueso y leñoso con ramas numerosas, las hojas son de color verde claro y se encuentran subdivididas en cinco, presentando en la base de cada hoja dos espinas. Las flores son de color crema verdosos y se desprenden directamente del tronco. Los frutos son de entre 20 y 30 cm de largo similares a los pepinos, pero más delgados y puntiagudos

Ecología

Es una especie nativa de los bosques tropicales, cadusifolios, perenifolios, matorral xerófilo e incluso bosque mesófilo de montaña y bosque de pino – encino.

Lugar de Origen

Es originaria de México y Guatemala creciendo únicamente en climas calidos. Aunque se le encuentra en algunos países al sur de Guatemala.

Manejo

Es una especie bien adaptada a las condiciones del trópico que no requiere cuidados especiales, pero no prospera en climas fríos.

Usos

Tiene diferentes usos medicinales, para la diabetes y la gripa principalmente, algunos productores usan el fruto como alimento para el ganado y los cerdos. Incluso se puede utilizar la madera en ocasiones para hacer mangos de algunos utensilios.

Anexo II Análisis físicos y químicos del suelo



LABORATORIO DE CALIDAD DE AGUA Y SUELOS

Lab-Cataguas

INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

NO. DE REGISTRO:	FQS-018-0215
FECHA DE EMISION INFORME:	MAR-2015
CLAVE DE LA MUESTRA:	M1-L-P.A. V. MAGYAR

CLIENTE:	Eugenio Eibenschutz Gutiérrez				
DIRECCIÓN:	Calle Luisa, Nro206. Col Nativita. México. DF				
TELEFONO:	55323072				
ATENCIÓN A:	Eugenio Eibenschutz Gutiérrez				
LUGAR MUESTREO:	-	TIPO DE MUESTREO:	SIMPLE	FECHA RECEPCION:	06-FEB-2015
RESPONSABLE MUESTREO:	CLIENTE	BITACORA	----	DESCRIPCION. MUESTRA	SUELO

FERTILIDAD DEL SUELO

PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES	METODO	OBSERVACIONES
pH(1:2agua)	8.13	-----	Electroquímico	-
Textura	Arcilloso	%	Bouyoucos	-
Arena: 32.76% Arcilla: 47.59% Limo: 19.65%				
Contenido de humedad	25.47	%	Gravimetría	-
Densidad aparente	0.82	g/cm ³	Cilindro	-
Materia orgánica (COT)	8.38	%	Combustión-oxidación	-
MICRONUTRIENTES (ABSORCION ATOMICA)				
Elementos	Fe	Mn	Zn	Cu
Resultados	-	-	-	-
Unidades	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
METALES CONTAMINANTES(ABSORCION ATOMICA)				
Metales	Pb	Cd	Ni	Hg
Resultados	-	-	-	-
Unidades	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BASES DE CAMBIO (EXTRACCION CON ACETATO DE AMONIO 1N y pH 7, CUANTIFICADO POR ABSORCION ATOMICA)				
Cationes	Na	k	Ca	Mg
Resultados	0.83	2.56	29.6	4.10
Unidades	meq/100gr	meq/100gr	meq/100gr	meq/100gr
Sugerido	-	-	-	-
Muy baja	---	<0.2	<2	<0.5
Baja	----	0.2-0.3	2-5	0.5-1.3
Media	-----	0.3-0.6	5-10	1.3-3.0
Alta	-----	>0.6	>10	>3
Capacidad de intercambio catiónico: CIC (Cmol(+) Kg ⁻¹)	37.09			
Sugerido	muy alta	alta	media	baja
	> 40	25-40	15-25	5-15
				muy baja
				>5
SALINIDAD DEL SUELO(EXTRACTO DE SATURACION)				
Conductividad eléctrica	-----			
Relaciones de cambio	Ca/Mg	Mg/K	Ca +Mg/K	Ca/K
Resultados	7.22	1.60	31.2	11.56

Atentamente

I.Q. Blanca Ramírez Labastida

Universidad Autónoma de Querétaro
 Centro Académico Multidisciplinario
 Carr. A. Chichimequillas S/N Col. Terrenos Ejidales Bolaños
 C.P. 76140 Querétaro, Qro.
 Tel. (442) 192 12 00 Ext. 65435

RG-63
1-1



Campus UAQ Aeropuerto



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

NO. DE REGISTRO:	FQS-018-0215
FECHA DE EMISION INFORME:	MAR-2015
CLAVE DE LA MUESTRA:	M6-L-P.A. p. MAGYAR

CLIENTE:	Eugenio Eibenschutz Gutiérrez				
DIRECCIÓN:	Calle Luisa, Nro206. Col Nativita. México. DF				
TELEFONO:	55323072				
ATENCION A:	Eugenio Eibenschutz Gutiérrez				
LUGAR MUESTREO:	-	TIPO DE MUESTREO:	SIMPLE	FECHA RECEPCION:	06-FEB-2015
RESPONSABLE MUESTREO:	CLIENTE	BITACORA	----	DESCRIPCION. MUESTRA	SUELO



FERTILIDAD DEL SUELO				
PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES	METODO	OBSERVACIONES
pH (1:2agua)	8.46	-----	Electroquímico	-
Textura	Franco-Arena-Arcilloso	%	Bouyoucos	-
Arena: 45.26% Arcilla: 36.35% Limo: 18.39%				
Contenido de humedad	19.49	%	Gravimetría	-
Densidad aparente	0.90	g/cm ³	Cilindro	-
Materia orgánica(COT)	0.02	%	Combustión-oxidación	-
MICRONUTRIENTES (ABSORCION ATOMICA)				
Elementos	Fe	Mn	Zn	Cu
Resultados	-	-	-	-
Unidades	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
METALES CONTAMINANTES(ABSORCION ATOMICA)				
Metales	Pb	Cd	Ni	Hg
Resultados	-	-	-	-
Unidades	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BASES DE CAMBIO (EXTRACCION CON ACETATO DE AMONIO 1N y pH 7, CUANTIFICADO POR ABSORCION ATOMICA)				
Cationes	Na	k	Ca	Mg
Resultados	0.47	4.14	23.16	4.85
Unidades	meq/100gr	meq/100gr	meq/100gr	meq/100gr
Sugerido	-	-	-	-
Muy baja	---	<0.2	<2	<0.5
Baja	----	0.2-0.3	2-5	0.5-1.3
Media	-----	0.3-0.6	5-10	1.3-3.0
Alta	-----	>0.6	>10	>3
Capacidad de intercambio cationico: CIC (Cmol(+) Kg ⁻¹)	32.65			
Sugerido	muy alta	alta	media	baja
	>40	25-40	15-25	5-15
				muy baja
				>5
SALINIDAD DEL SUELO(EXTRACTO DE SATURACION)				
Conductividad eléctrica	-----			
Relaciones de cambio	Ca/Mg	Mg/K	Ca +Mg/K	Ca/K
Resultados	4.78	1.17	24.33	5.59



Atentamente

I.Q. Blanca Ramírez Labastida

Universidad Autónoma de Querétaro
 Centro Académico Multidisciplinario
 Carr. A Chichimequillas S/N Col. Terrenos Ejidales Bolaños
 C.P. 76140 Querétaro, Qro.
 Tel. (442) 192 12 00 Ext. 65435

RG-63
1-1

Campus UAQ Aeropuerto



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

NO. DE REGISTRO:	FQS-018-0215
FECHA DE EMISION INFORME:	MAR-2015
CLAVE DE LA MUESTRA:	M-3L-P.M.P.CHICALOTE

CLIENTE:	Eugenio Eibenschutz Gutiérrez				
DIRECCIÓN:	Calle Luisa, Nro206. Col Nativita. México. DF				
TELEFONO:	55323072				
ATENCION A:	Eugenio Eibenschutz Gutiérrez				
LUGAR MUESTREO:		TIPO DE MUESTREO:	SIMPLE	FECHA RECEPCION:	06-FEB-2015
RESPONSABLE MUESTREO:	CLIENTE	BITACORA	----	DESCRIPCION. MUESTRA	SUELO

FERTILIDAD DEL SUELO				
PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES	METODO	OBSERVACIONES
pH(1:2agua)	8.86	-----	Electroquímico	-
Textura	Arcilloso	%	Bouyoucos	-
		Arena: 15.26%	Arcilla: 61.34%	Limo: 23.4%
Contenido de humedad	21.75	%	Gravimetría	-
Densidad aparente	0.79	g/cm ³	Cilindro	-
Materia orgánica(COT)	0.01	%	Combustión-oxidación	-
MICRONUTRIENTES (ABSORCION ATOMICA)				
Elementos	Fe	Mn	Zn	Cu
Resultados	-	-	-	-
Unidades	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
METALES CONTAMINANTES(ABSORCION ATOMICA)				
Metales	Pb	Cd	Ni	Hg
Resultados	-	-	-	-
Unidades	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/lkg
BASES DE CAMBIO (EXTRACCION CON ACETATO DE AMONIO 1N y pH 7, CUANTIFICADO POR ABSORCION ATOMICA)				
Cationes	Na	k	Ca	Mg
Resultados	0.65	2.90	20.44	3.47
Unidades	meq/100gr	meq/100gr	meq/100gr	meq/100gr
Sugerido	-	-	-	-
Muy baja	---	<0.2	<2	<0.5
Baja	----	0.2 -0.3	2 - 5	0.5 - 1.3
Media	----	0.3 - 0.6	5 - 10	1.3- 3.0
Alta	-----	>0.6	>10	>3
Capacidad de intercambio cationico: CIC (Cmol(+) Kg ⁻¹)	27.46			
Sugerido	muy alta	alta	media	baja
	> 40	25-40	15-25	5-15
				muy baja
				>5
SALINIDAD DEL SUELO(EXTRACTO DE SATURACION)				
Conductividad eléctrica	-----			
Relaciones de cambio	Ca/Mg	Mg/K	Ca +Mg/K	Ca/K
Resultados	5.89	1.20	21.64	7.05

Atentamente

I.Q. Blanca Ramírez Labastida

Universidad Autónoma de Querétaro
 Centro Académico Multidisciplinario
 Carr. A Chichimequillas S/N Col. Terrenos Ejidales Bolaños
 C.P. 76140 Querétaro, Qro.
 Tel. (442) 192 12 00 Ext. 65435

RG-63
 1-1



Campus UAQ Aeropuerto



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

NO. DE REGISTRO:	FQS-018-0215
FECHA DE EMISION INFORME:	MAR-2015
CLAVE DE LA MUESTRA:	M4-L-P.M. V. CHICALOTE

CLIENTE:	Eugenio Eibenschutz Gutiérrez				
DIRECCIÓN:	Calle Luisa, Nro206. Col Nativita. México. DF				
TELEFONO:	55323072				
ATENCION A:	Eugenio Eibenschutz Gutiérrez				
LUGAR MUESTREO:		TIPO DE MUESTREO:	SIMPLE	FECHA RECEPCION:	06-FEB-2015
RESPONSABLE MUESTREO:	CLIENTE	BITACORA	----	DESCRIPCION. MUESTRA	SUELO

FERTILIDAD DEL SUELO					
PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES	METODO	OBSERVACIONES	
pH(1:2agua)	8.62	-----	Electroquímico	-	
Textura	Arcilloso	%	Bouyoucos	-	
Arena: 22.76%		Arcilla: 41.34%	Limo: 35.90%		
Contenido de humedad	16.68	%	Gravimetría	-	
Densidad aparente	0.99	g/cm ³	Cilindro	-	
Materia orgánica(COT)	0.47	%	Combustión-oxidación	-	
MICRONUTRIENTES (ABSORCION ATOMICA)					
Elementos	Fe	Mn	Zn	Cu	
Resultados	-	-	-	-	
Unidades	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	
METALES CONTAMINANTES(ABSORCION ATOMICA)					
Metales	Pb	Cd	Ni	Hg	
Resultados	-	-	-	-	
Unidades	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/lkg	
BASES DE CAMBIO (EXTRACCION CON ACETATO DE AMONIO 1N y pH 7. CUANTIFICADO POR ABSORCION ATOMICA)					
Cationes	Na	k	Ca	Mg	
Resultados	0.57	1.80	14.15	4.25	
Unidades	meq/100gr	meq/100gr	meq/100gr	meq/100gr	
Sugerido	-	-	-	-	
Muy baja	---	<0.2	<2	<0.5	
Baja	----	0.2 -0.3	2 - 5	0.5 - 1.3	
Media	-----	0.3 - 0.6	5 - 10	1.3- 3.0	
Alta	-----	>0.6	>10	>3	
Capacidad de intercambio cationico: CIC (Cmol(+) Kg ⁻¹)	20.77				
Sugerido	muy alta	alta	media	baja	muy baja
	> 40	25-40	15-25	5-15	>5
SALINIDAD DEL SUELO(EXTRACTO DE SATURACION)					
Conductividad eléctrica	-----				
Relaciones de cambio	Ca/Mg	Mg/K	Ca +Mg/K	Ca/K	
Resultados	3.33	2.36	16.51	7.86	

Atentamente

I.Q. Blanca Ramírez Labastida

Universidad Autónoma de Querétaro
 Centro Académico Multidisciplinario
 Carr. A. Chichimequillas S/N Col. Terrenos Ejidales Bolaños
 C.P. 76140 Querétaro, Qro.
 Tel. (442) 192 12 00 Ext. 65435

RG-63
1-1

Campus UAQ Aeropuerto



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

NO. DE REGISTRO:	FQS-018-0215
FECHA DE EMISION INFORME:	MAR-2015
CLAVE DE LA MUESTRA:	M-2 L-P.B. V. TAMPACUALA

CLIENTE:	Eugenio Eibenschutz Gutiérrez				
DIRECCIÓN:	Calle Luisa, Nro206. Col Nativita, México. DF				
TELEFONO:	55323072				
ATENCION A:	Eugenio Eibenschutz Gutiérrez				
LUGAR MUESTREO:	-	TIPO DE MUESTREO:	SIMPLE	FECHA RECEPCION:	06-FEB-2015
RESPONSABLE MUESTREO:	CLIENTE	BITACORA	----	DESCRIPCION. MUESTRA	SUELO



FERTILIDAD DEL SUELO				
PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES	METODO	OBSERVACIONES
pH(1:2agua)	8.61	-----	Electroquímico	-
Textura	Arcilloso	%	Bouyoucos	-
Arena: 30.25% Arcilla: 43.85% Limo: 25.90%				
Contenido de humedad	18.80	%	Gravimetría	-
Densidad aparente	0.73	g/cm ³	Cilindro	-
Materia orgánica(COT)	0.01	%	Combustión-oxidación	-
MICRONUTRIENTES (ABSORCION ATOMICA)				
Elementos	Fe	Mn	Zn	Cu
Resultados	-	-	-	-
Unidades	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
METALES CONTAMINANTES(ABSORCION ATOMICA)				
Metales	Pb	Cd	Ni	Hg
Resultados	-	-	-	-
Unidades	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
BASES DE CAMBIO (EXTRACCION CON ACETATO DE AMONIO 1N y pH 7, CUANTIFICADO POR ABSORCION ATOMICA)				
Cationes	Na	k	Ca	Mg
Resultados	0.93	2.16	25.96	3.16
Unidades	meq/100gr	meq/100gr	meq/100gr	meq/100gr
Sugerido	-	-	-	-
Muy baja	---	<0.2	<2	<0.5
Baja	----	0.2 -0.3	2 - 5	0.5 - 1.3
Media	----	0.3 - 0.6	5 - 10	1.3- 3.0
Alta	----	>0.6	>10	>3
Capacidad de intercambio cationico: CIC (Cmol(+) Kg ⁻¹)	32.21			
Sugerido	muy alta	alta	media	baja
	> 40	25-40	15-25	5-15
				muy baja
				>5
SALINIDAD DEL SUELO(EXTRACTO DE SATURACION)				
Conductividad eléctrica	-----			
Relaciones de cambio	Ca/Mg	Mg/K	Ca +Mg/K	Ca/K
Resultados	8.21	1.46	27.42	12.02



Atentamente

I.Q. Blanca Ramírez Labastida

Universidad Autónoma de Querétaro
 Centro Académico Multidisciplinario
 Carr. A. Chichimequillas S/N Col. Terrenos Ejidales Bolaños
 C.P. 76140 Querétaro, Qro.
 Tel. (442) 192 12 00 Ext. 65435

RG-63
 1-1



Campus UAQ Aeropuerto



INFORME DE RESULTADOS DE ENSAYOS

NO. DE REGISTRO:	FQS-018-0215
FECHA DE EMISION INFORME:	MAR-2015
CLAVE DE LA MUESTRA:	M5.-L.-P.B. P. TAMPACUALA

CLIENTE:	Eugenio Eibenschutz Gutiérrez				
DIRECCIÓN:	Calle Luisa, Nro206. Col Nativita. México. DF				
TELÉFONO:	55323072				
ATENCIÓN A:	Eugenio Eibenschutz Gutiérrez				
LUGAR MUESTREO:		TIPO DE MUESTREO:	SIMPLE	FECHA RECEPCION:	06-FEB-2015
RESPONSABLE MUESTREO:	CLIENTE	BITACORA	----	DESCRIPCION. MUESTRA	SUELO



FERTILIDAD DEL SUELO				
PARAMETRO	RESULTADO	UNIDADES	METODO	OBSERVACIONES
pH(1:2agua)	8.67	-----	Electroquímico	-
Textura	Arcilloso	%	Bouyoucos	-
Arena: 15.26%		Arcilla: 51.34%	Limo: 33.4%	
Contenido de humedad	17.62	%	Gravimetría	-
Densidad aparente	0.99	g/cm ³	Cilindro	-
Materia orgánica(COT)	0.15	%	Combustión-oxidación	-
MICRONUTRIENTES (ABSORCION ATOMICA)				
Elementos	Fe	Mn	Zn	Cu
Resultados	-	-	-	-
Unidades	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
METALES CONTAMINANTES(ABSORCION ATOMICA)				
Metales	Pb	Cd	Ni	Hg
Resultados	-	-	-	-
Unidades	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/lkg
BASES DE CAMBIO (EXTRACCION CON ACETATO DE AMONIO 1N y pH 7, CUANTIFICADO POR ABSORCION ATOMICA)				
Cationes	Na	k	Ca	Mg
Resultados	0.44	2.10	20.19	3.46
Unidades	meq/100gr	meq/100gr	meq/100gr	meq/100gr
Sugerido	-	-	-	-
Muy baja	---	<0.2	<2	<0.5
Baja	----	0.2 -0.3	2 - 5	0.5 - 1.3
Media	----	0.3 - 0.6	5 - 10	1.3- 3.0
Alta	-----	>0.6	>10	>3
Capacidad de intercambio cationico: CIC (Cmol(+) Kg ⁻¹)	26.19			
Sugerido	muy alta	alta	media	baja
	> 40	25-40	15-25	5-15
				muy baja
				>5
SALINIDAD DEL SUELO(EXTRACTO DE SATURACION)				
Conductividad eléctrica	-----			
Relaciones de cambio	Ca/Mg	Mg/K	Ca +Mg/K	Ca/K
Resultados	5.84	1.65	21.84	9.61



Atentamente

I.Q. Blanca Ramírez Labastida

Universidad Autónoma de Querétaro
 Centro Académico Multidisciplinario
 Carr. A. Chichimequillas S/N Col. Terrenos Ejidales Bolaños
 C.P. 76140 Querétaro, Qro.
 Tel. (442) 192 12 00 Ext. 65435

RG-63
 1-1



Campus UAQ Aeropuerto

Densidad aparente.

La densidad aparente se refiere al peso de los sólidos del suelo por unidad de volumen en una muestra determinada, define la relación entre sólidos y espacio poroso (Thompson y Troeh, 1973). La densidad aparente se relaciona con la infiltración, que es el proceso de entrada de agua en el suelo en forma vertical desde la superficie (Porta1999). Estas variables se consideran importantes porque mantienen una relación directa con las propiedades del suelo que se midieron en laboratorio y presentan una relación recíproca entre sí. Ya que cuando la densidad aparente es mayor, la velocidad de infiltración es menor, porque el espacio en los poros del suelo es menor y dificulta el flujo del agua.

También existe una relación entre el manejo del suelo y estas dos variables, ya que el uso de maquinaria pesada para la labranza o el pisoteo continuo de los animales en pastoreo, pueden aumentar la densidad aparente del suelo al reducir su espacio poroso, y por tanto, dificultar la infiltración.

Método de la probeta

Para medir la densidad aparente se utilizó el método de la probeta, que consiste en medir la relación peso-volumen de cada muestra mediante un sencillo procedimiento en el laboratorio.

Materiales:

Probeta de 10ml, Embudo, Cuchara, Balanza Granataria, Trapo como amortiguador y papel para limpiar la probeta entre cada muestra.



Figura 20.- Materiales para medir densidad aparente por el método de la probeta

Procedimiento:

Se vierte el suelo de cada muestra en la probeta hasta los 10ml, posteriormente se golpea 10 veces sobre el trapo y se añade la porción de suelo faltante para completar los 10ml en caso de que por efecto de los golpes el nivel haya descendido. Por último se pesa la probeta con la muestra y al resultado se le resta el peso de la probeta vacía, para obtener el peso de la muestra. Se realizó este procedimiento 3 veces para cada muestra, lo que da un total de 18 repeticiones para sacar el peso promedio. El resultado de peso promedio de cada muestra se divide entre el volumen y así se obtiene la densidad aparente.



Figura 21.- Procedimiento para medir densidad aparente por el método de la probeta

Referencias

Alemán-Santillán, T., Ferguson, B.G., Medina-Jonapá, F.J. y Pezo, D. (ed.), (2007). *Ganadería, desarrollo y ambiente: una visión para Chiapas*. México: ECOSUR.

Altieri, M. y Toledo, V. (2011). *La revolución agroecológica en América Latina*. Sociedad Científica Latinoamericana de Agroecología (SOCLA), 1-34. En: <https://www.socla.co/publicaciones/>

Aparicio, F. (1992). *Fundamentos de hidrología de superficie*. México: LIMUSA

Aponte, C. (2010). *La densidad aparente en suelos forestales del parque natural Los Alcornocales*. España: Escuela de Ingeniería Técnica Agrícola/ Universidad de Sevilla.

Argel P, Miles, J., Guiot, J., Lascano, C. (2005). *Cultivar mulato (Brachiaria híbrido CIAT 36061). Gramínea de alta producción y calidad forrajera para los trópicos*. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)/Grupo PapalotlaCali, 1-24.

Arriaga L., Espinoza J.M., Aguilar C., Martínez E., Gómez L. y Loa E. (2000). *Sierra de Abra- Tanchipa*, Regiones terrestres prioritarias de México. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, 392-394.

Bassols, N. (1996). Los orígenes de la ganadería en México. *Ciencias* 44, México, 14-27.

Baver, L. D. (1956). *Soil physics*. Nueva York: John Wiley and Sons Inc.

Berg. C.C. (1972). *Brosimum alicastrum Sw. subsp. Alicastrum*. *Flora Neotropica Monograph* 7, 170-171. Disponible en internet:

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/47-morac1m.pdf Consultado el 7 noviembre de 2014.

Bentacourt K., Ibrahim M., Harvey C. y Vargas B. (2003). *Efectos de la cobertura arbórea sobre el comportamiento animal en fincas ganaderas de doble propósito en Matiguás, Matagalpa Nicaragua*. *Agroforestería en las Américas* 10 (39-40), 47-51 p.

Blanco R. (1999). *El infiltrómetro de cilindro simple como método de cálculo de la conductividad hidráulica de los suelos*. *Revista Beatica* 21, 9-34 p.

_____ (2008). *La evaluación de la vulnerabilidad del suelo a la degradación por uso ganadero en espacios montañosos*. *Revista Estudios Geográficos* 69 (264), 51-80 p.

Borlaug, N. (1970). *The Green Revolution Revisited and The Road Ahead*. *Nobelprize.org*. Nobel Media AB 2014. Web. Recuperado el 24 de noviembre 2015. Disponible en:
<http://www.nobelprize.org/nobel_prizes/peace/laureates/1970/borlaug-article.html>

Camero, A., Camargo, J.C., Ibrahim, M. y Schlönvoigt, A. (2000). *Agroforestería y Sistemas de Producción Animal en América Central*. En: Pomareda C. y Steinfeld H.(Eds.). *Intensificación de la Ganadería en Centroamérica. Beneficios Económicos y Ambientales*. San José: CATIE, FAO y SIDE, 177-198 p.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). (2004) *Tropical Grasses and Legumes: Optimizing Genetic Diversity for Multipurpose Use*. Cali: CIAT.

Comité Técnico Consultivo de Coeficientes de Agostadero (COTECOCA). (2010) *Coeficientes de agostadero por entidad 2002. Compendio de estadísticas ambientales*. Disponible en:
http://aplicaciones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/10.100.13.5_8080/ibi_apps/WFServlet77fe.html

Challenger, A. (1998). *Utilización y Conservación de los Ecosistemas Terrestres de México: Pasado, Presente y Futuro*. México: UNAM, Agrupación Sierra Madre. S.C.

Chará, J., Giraldo, C., Zuluaga, A. y Murgueitio, E. (2011). *Evaluación Ambiental: Proyecto Ganadería Colombiana Sostenible. Mainstreaming biodiversity in sustainable cattle ranching*, Colombia: CIPAV. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/noticias/noticias-n4.html>.

Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP). (2014). *Programa de Manejo Reserva de la Biosfera Sierra del Abra Tanchipa*. México.

Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. (2009) *Monografía de Huastecos de San Luis Potosí- Teenek*. Disponible en: http://www.cdi.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=593:huastecos-de-san-luis-potosi-teenek&catid=54:monografias-de-los-pueblos-indigenas&Itemid=62. Consultado el 7/02/2015.

Consejo Nacional de Población (CONAPO). (2014). *México en cifras*. Disponible en: http://www.conapo.gob.mx/es/CONAPO/Mexico_en_cifras.

Coordinación Estatal para el Fortalecimiento Institucional de los Municipios (CEFIM). (2009-2015). *Monografías de los municipios de México. San Luis Potosí: Tamuín*. Disponible en: http://cefimslp.gob.mx/monografias_municipales/2012/tamuin/index.html

Cotler H. (2007). *El manejo integral de cuencas en México*, 2da Edición. México: Instituto Nacional de Ecología, 347p.

_____ Pineda, R (2008). *Manejo integral de cuencas en México ¿Hacia dónde vamos?*. Boletín del Archivo Histórico del Agua 13 (39), 16-21 p.

Dávila, M. (2013). *Dos miradas de la ganadería: Lo general y lo particular. Reflexiones sobre la producción y el consumo de carne*. TESISTECATL 5 (14).

Disponible en: <http://www.eumed.net/rev/tecsistecat/n14/produccion-consumo-carne.html>

Descola, P. (2012) *Más allá de naturaleza y cultura*. Buenos aires: Amorrortu.

Enciclopedia de los municipios de México. (1987) Tamuín Los Municipios de San Luis Potosí, México: Talleres Gráficos de la Nación.

Food and Agriculture Organization (FAO). (2007). *Las repercusiones del ganado en el medio ambiente*, Enfoques, Disponible en: <http://www.fao.org/ag/esp/revista/0612sp1.htm> Consultado 15 de Enero de 2014.

Fournet, J. y Hammerton, J. (1991) *Weeds of the lesser antilles (Techniques et pratiques)* Francia: QUAE

García, B. (1994). *Los primeros pasos del ganado en México*. Estudios de Historia y Sociedad, XV (59), 11-44 p.

Gillham, B. (2005) *Research Interviewing, the range of techniques*. New York: U.E.A. Open University Press.

Goobi J. y Casasol F. (2003). *Comportamiento financiero de la inversión en sistemas silvopastoriles en fincas ganaderas de Esparza Costa Rica*. Agroforestería en las Américas 10 (39-40), 52-60 p.

González, A., Urrutia, J. y Pérez, L. (2010) *Establecimiento de Sistema Silvopastoril Intensivo en la Planicie Huasteca Potosina*. México: Centro Experimental Regional del Noreste, Campo Experimental las Huastecas, INIFAP.

Grande, D. y Maldonado, M. (2011). *Los sistemas silvopastoriles del estado de Tabasco*. En: Palma, J.M., Nahed, J. y Sanginés, L. (Coords.). Alternativas para una reconversión ganadera sustentable. Agroforestería Pecuaria en México 1. México: Universidad de Colima, El Colegio de la Frontera Sur e Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición "Salvador Zubirán". 15-40 p.

Guber, R. (2011). *La etnografía. Método, campo y reflexividad*. Buenos Aires: Siglo XXI.

Hernández, L. (Comp) 2001. *Historia Ambiental de la Ganadería en México*. México: Instituto de Ecología, A.C., Xalapa, 276 p.

Hofmann, R.R. (1989). *Evolutionary steps of ecophysiological adaptation and diversification of ruminants: a comparative view of their digestive system*. *Oecologia* 78, 443-457

Holguín V., Ibrahim M., Mora J. y Rojas A. (2003) *Caracterización de sistemas de manejo nutricional en ganaderías de doble propósito en la región Pacífico Central de Costa Rica*. *Agroforestería en las Américas* 10 (39-40), 40-46 p.

Hontoria, C. y Rodríguez-Murillo, A. (2004) *Contenido de materia orgánica en el suelo y factores de control en la España peninsular*. *EDAFOLOGIA* 11(2), 149-157 pp.

Hudson, N.W. (1997) *Medición sobre el Terreno de la Erosión del Suelo y de la Escorrentía*. Boletín de Suelos de la FAO 68. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/t0848s/t0848s00.HTM> Consultado el 18 de Enero de 2014

Instituto Nacional de Administración Pública (INAP). (2013). *Diagnósticos municipales: Entidad: San Luis Potosí (24) Municipio: Tamuín (040)*. México: PACMA.

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2007). *Conjunto de Datos Vectorial Edafológico, Escala 1:250 000 Serie II (Continuo Nacional) Mapa Datos Geoespaciales*. México.

_____ (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos: Tamuín, San Luis Potosí* Clave geo estadística 24040. México: INEGI

_____ (2010). *Censo de Población y Vivienda 2010, Principales resultados por localidad ITER*. México.

INIFAP-CONABIO. (1995). *Mapa edafológico*, Escalas 1:250000 y 1:1000000, México, Instituto Nacional de investigaciones Forestales y Agropecuarias-Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.

_____ (2001). *Edafología*. Escalas 1:250000 y 1:1000000. México.

Instituto Nacional de Ecología (INE). (2004). *Análisis morfométrico de cuencas: Caso de estudio del Parque Nacional Pico de Tancítaro*. México.

Jiménez-Ferrer, J.G. (2002). *Agroforestería pecuaria: una opción para la ganadería bovina en la selva Lacandona, Chiapas, México*. México: UACH-Ecosur-Ambio.

Johnson, L. (1987). *Soil loss tolerance: Fact or myth?*. Journal of Soil and Water Conservation 42, 155-160 p.

Krishnamurthy, L. y Ávila, M. (1999). *Agroforestería básica. Textos básicos para la formación ambiental 3*. México: PNUD-FAO-RFA.

Lobo, M. (2006) *Leguminosas forrajeras arbustivas en sistemas de producción bovina*. Costa Rica: INTA.

Mahecha L. (2002). *El silvopastoreo: una alternativa de producción que disminuye el impacto ambiental de la ganadería bovina*. Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias 15(2), 226-231.

Marinidou, E. y Jiménez, G. (2010). *Sistemas silvopastoriles. Uso de árboles en potreros de Chiapas. Paquetes de Transferencia Tecnológica*. México: CONAFOR y ECOSUR.

Martín, G., Milera, M., Iglesias, J., Simón, L. y Hernández, H. (2000). *Sistemas Silvopastoriles para la Producción ganadera en Cuba*. En: C. Pomareda y H.

Steinfeld. (Eds.) Intensificación de la Ganadería en Centroamérica. Beneficios Económicos y Ambientales. San José: CATIE, FAO y SIDE. 247-266 p.

Martínez, E., Fuentes, J. y Acevedo, E. (2008) *Carbono orgánico y propiedades del suelo*. Revista de la Ciencia del Suelo y Nutrición Vegetal 8 (1), 68-96 p.

Morgan, R. (1986) *Soil Erosion and Conservation*. New York: Longman.

Murgueitio, E. (2000). *Sistemas Agroforestales para la Producción Ganadera en Colombia*. En: C. Pomareda y H. Steinfeld. (Eds.) Intensificación de la Ganadería en Centroamérica. Beneficios Económicos y Ambientales. San José, Costa Rica: CATIE, FAO y SIDE, 219-243 p.

_____ (2004). *Sistemas silvopastoriles, establecimiento y manejo*. Colombia: CIPAV.

_____ (2005). *Silvopastoral systems in the neotropics*. En Mosquera-Losada M.R., Rigueiro-Rodríguez A. y McAdam J. (eds.), *Silvopastoralism and sustainable land management: proceedings of an international congress on silvopastoralism and sustainable management held in Lugo, Spain, in April 2004*. London: Cromwell Press, 24–29 p.

_____ e Ibrahim, M. (2008). *Ganadería y medio ambiente en América Latina*. En E. Murgueitio, C. Cuartas y J.F. Naranjo (eds.). *Ganadería del futuro: investigación para el desarrollo*. Cali: CIPAV, 19-40 p. Disponible en: www.cipav.org.co/pdf/noticias/PaginasSSPCiPAV.pdf.

_____ Cuartas, C. y Naranjo, J. (2009) *Ganadería del futuro, investigación para el desarrollo*. Colombia: CIPAV

_____ Cuartas, C., Narango, J.F., Murgueitio, M.M., Córdoba, C.P., Uribe, F., Molina, C.H. y Solarte, L.H. (2010). *Manual de establecimiento y manejo de los SSPi*. Bogotá: Fedegán, SENA y CIPAV.

_____ Calle, Z. Uribe, F. Calle, A. y Solorio, B. (2011) *Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands*. ELSEVIER 261 (10), 1654-1663 p.

_____ e Ibrahim, M. (2000). *Agroforestería pecuaria para la reconversión de la ganadería en Latinoamérica*. *Livestock Research for Rural Development* 13(3). Disponible en la dirección: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/3/murg133.htm>, consultada el 9 de mayo de 2009

_____ y Gómez, M. (2001). *Agroforestaría para la producción animal*. Colombia: CIPAV.

Nair, P.K.R. (1997). *Agroforestería*. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. México: Universidad Autónoma Chapingo.

Navarrete, A., Vela, G., López, J., y Rodríguez, M.L. (2011). *Naturaleza y utilidad de los indicadores de calidad del suelo*. *Contactos* 80, 29-37 p.

Núñez, J. (2006). *Manual de laboratorio de edafología*. Costa Rica: EUNED.

Orozco, W. (2009) *Una perspectiva agroforestal participativa para la ganadería en Tatahuicapan: Propuesta silvopastoril*. *EntreVerAndo* 3, 91-95 p.

Página oficial del municipio de Tamuín S.L.P. Disponible en: <http://www.tamuinslp.gob.mx> Consultado el 15 de Enero de 2014.

Palma, J. (2006). *Los sistemas silvopastoriles en el trópico seco Mexicano*. *Archivo Latinoamericano de Producción Animal* 14 (3), 95-104 p .

Petit, et al., (2010). *Rendimiento de forraje de Leucaena Leucocephala, Guazuma Ulmifolia y Moringa Oleífera asociadas y en monocultivo en un banco de forraje*. *Revista Forestal Venezolana*, Año XLIV, 54(2), 161-167 p.

Pezo, D. e Ibrahim, M. (1998). *Sistemas Silvopastoriles*. Módulo de Enseñanza Agroforestal, 2. Proyecto agroforestal. Costa Rica: CATIE/GTZ. Turrialba, 258 p.

- Pichardo, B. (2006). *La revolución verde en México*. AGRÁRIA 4, 40-68 p.
- Pinheiro, L. (2004). *Pastoreo Racional VOISIN. Tecnología Agropecuaria para el Tercer Milenio*. Hemisferio Sur Editorial
- Porta, J., López, M. y Roquero, C. (2003). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Madrid: Mundi-Prensa libros S.A.
- Preston, T R. y Murgueitio, E. (1994). *Strategy for sustainable livestock production in the tropics*. (2da ed.), Colombia: CIPAV.
- Puig, H. (1991) *Vegetación de la huasteca, México: estudio fitogeográfico y ecológico*. México: CEMCA, ORSTOM, Instituto de ecología.
- Puig, H. y Lacaze D. (2004) *La Huasteca, un recorrido por su diversidad*. México: CIESAS, El Colegio de San Luis, A.C., El Colegio de Tamaulipas.
- Radulovich, R. (Ed). (1994) *Tecnologías productivas para sistemas agrosilvopecuarios de ladera con sequía estacional*. Costa rica: CATIE.
- Rojas, J.M. (2012). *Efecto de rotaciones con algodón como cultivo principal en propiedades del suelo*. XIX Congreso Latinoamericano y XXIII Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo- Mar del Plata.
- Roose, E. (1996). *Land Husbandry. Components and strategy*. FAO SOILS BULLETIN 70. Roma: FAO.
- Rubalcava, J. y Herrera, O. (Coord). (2004). *La huasteca un recorrido por su diversidad*. México: CIESAS
- Ruiz, M. y Gil, J. (2000). *La maquinaria Agrícola en el siglo XX*. PHYTOMA España 121, 49- 53 p.
- Ruiz, R. (2006). *Agroecología: una disciplina que tiende a la transdisciplina*. Interciencia, 31(2), 140-145 pp.

Ruiz, U. (2003) *Clasificación de texturas y parámetros mecánicos de suelos*. México: SEMARNAT.

Rusch, G. y Skarpe, C. (2009). *Procesos ecológicos asociados con el silvo-pastoreo y su aplicación en sistemas silvopastoriles*. *Agroforestería en las Américas* 47, 12-17

Rzedowski, J. (2006) *La vegetación de México*, 1a. ed. digital, Comisión para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: http://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf

Savory, A y Butterfield J. (1999). *Holistic management: A new framework for decision making*. Washington: Island Press.

Thompson, L. y Troeh, F. (1973) *Soils and soil fertility*. Nueva York: Mc Grawhill

Toledo, V., Carabias, J., Mapes, C. y Toledo, C. (2000) *Ecología y autosuficiencia alimentaria*. (5ta. Ed.) México: Siglo XXI.

Urdaneta, et al. (1997) *Composición química y digestibilidad de nuevas especies arbustivas utilizando dos métodos de secado*. *FCV-LUZ* 7 (1) 17-22 p.

Voisin, A. (1963). *Productividad de la hierba*. España: Tecnos S.A.

Wild, C. (2004). *El oficio de Ganadero*. Tampico: Servicios Gráficos.

World Agroforestry Centre, Species Index. Recuperado el 7 de julio de 2015
En: <http://www.worldagroforestry.org/treedb2/speciesprofile.php?letter=B>.