



Universidad Autónoma del Estado de México



Facultad de Planeación Urbana y Regional

“Evaluación de la productividad de los pastizales
en la temporada de estiaje, en las localidades
Agua Blanca, La Peñuela (Los Lirios) y Loma Alta
ubicadas dentro del Área de Protección de Flora y Fauna
Nevado de Toluca”

T E S I S

Que para obtener el título de
Licenciado en Ciencias Ambientales

Presenta:

José Eduardo Ramírez Escamilla

Directora de Tesis:

Dra. en C. Agr. y R. N. Julieta Gertrudis Estrada Flores

Toluca de Lerdo, Estado de México; Febrero de 2016

Dedicatorias

A mis padres,

Por darme la vida y creer en mí, apoyarme en todo momento, darme valores y motivación constante que me han permitido ser una persona de bien, pero sobre todo, por su amor incondicional. Los amo.

A mis abuelos Lalo y Tere,

Por quererme tanto, ser ejemplo de perseverancia y constancia, por esos consejos que me dan siempre y por el apoyo desmedido para que tenga éxito.

A mis hermanos,

Por ser parte fundamental en mi vida, ser mi unidad familiar y darme su amor y enseñanzas.

A mis amigos,

Por haber hecho de mi vida universitaria un camino de alegrías, emociones y aventuras, siempre los recordaré.

¡Gracias a todos ustedes!

Agradecimientos

A la UAEMEX por el apoyo financiero proporcionado a través del proyecto “Evaluación de la productividad primaria para la adecuación del sistema de producción ovino en el PNNT” con clave 3564/2013CHT.

A la Dra. Julieta Gertrudis Estrada Flores por la dirección de esta tesis, además de brindarme a cada momento su amistad, confianza, apoyo, enseñanzas y ser parte de mi camino universitario.

Al personal del ICAR por su total disposición en apoyarme y resolver mis dudas al realizar este trabajo.

Les agradezco a Brenda, Juanita y Marco por compartirme sus conocimientos y pasar muy buenos momentos en las salidas de campo.

A Lizbeth por ser parte significativa de mi vida, darme apoyo incondicional y motivarme a seguir adelante.

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	7
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO-REFERENCIAL.....	12
1. Fundamento Teórico.....	13
1.1. Teoría de Manejo Holístico.....	13
1.2. Sistemas Silvopastoriles.....	14
1.3. Los sistemas silvopastoriles a nivel mundial.....	15
1.4. Producción ganadera en Áreas Naturales Protegidas.....	17
1.5. Producción ovina en México.....	18
1.6. Producción ganadera en el APFFNT.....	20
CAPÍTULO II CARACTERIZACIÓN DE LAS LOCALIDADES DE ESTUDIO.....	21
2.1. Área de Protección de Flora y Fauna “Nevado de Toluca”.....	22
2.2. Municipio de Zinacantepec.....	25
2.2.1 Deterioro ambiental en Zinacantepec.....	29
2.3. Localidades de estudio.....	29
2.3. 1. Loma Alta.....	31
2.3.2. La Peñuela.....	33
2.3.3. Agua Blanca.....	36
CAPÍTULO III MARCO LEGAL.....	39
3.1 Nivel Federal.....	40
3.2 Nivel Estatal.....	41
CAPÍTULO IV MATERIALES Y MÉTODOS	43
4.1 Fase I: Investigación y Análisis de Información Documental.....	44
4.2 Fase II: Trabajo de campo en áreas de estudio.....	45
4.2.1 Determinación de la Productividad primaria.....	45
4.2.2. Componentes de la cubierta vegetal.....	45
4.3. Fase III: Análisis de Laboratorio.....	46
4.3.2. Composición química.....	47
4.4. Fase IV: Análisis de la Información.....	48
4.4.1. Análisis estadístico.....	48
CAPÍTULO V RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	49
CAPÍTULO VI PROPUESTAS.....	62
CAPÍTULO VII CONCLUSIONES.....	67
REFERENCIAS.....	70

Índice de Figuras

Figura 1: Distribución porcentual de la población ovina en México.....	19
Figura 2: Mapa de ubicación de áreas de estudio dentro del APFFNT.....	30
Figura 3. Esquema de la Metodología realizada en el presente trabajo.....	44
Figura 4. Temperatura promedio (°C) y precipitación (mm) de las áreas de estudio.....	50
Figura 5. Acumulación Neta de Forraje (ANF).....	54

Índice de Cuadros

Cuadro 1. Características de los suelos presentes en el APFFNT.....	23
Cuadro 2. Climas presentes en el APFFNT.....	23
Cuadro 3. Restricciones al Desarrollo Urbano por la Aptitud del Suelo.....	27
Cuadro 4. Usos del Suelo del Municipio Año 2000.....	27
Cuadro 5. Población total de Loma Alta.....	31
Cuadro 6. Indicadores de Marginación Loma Alta.....	31
Cuadro 7. Indicadores de carencia de vivienda.....	32
Cuadro 8. Indicadores de rezago social Loma Alta.....	32
Cuadro 9. Población total de La Peñuela.....	33
Cuadro 10. Indicadores de carencia en viviendas de La Peñuela.....	34
Cuadro 11. Indicadores de marginación en La Peñuela.....	34
Cuadro 12. Indicadores de rezago social de La Peñuela.....	35
Cuadro 13. Población total de Agua Blanca.....	36
Cuadro 14. Indicadores de carencia de vivienda Agua Blanca.....	36
Cuadro 15. Indicadores de marginación de Agua Blanca.....	37
Cuadro 16. Indicadores de rezago social de Agua Blanca.....	37
Cuadro 17. Análisis bromatológicos de los forrajes de cada localidad de estudio.....	51
Cuadro 18. Relación Vivo/Muerto de Pastos y Hierbas de los forrajes de cada localidad de estudio.....	55
Cuadro 19. Relación Hoja/Tallo de Pastos y Hierbas de los forrajes de cada localidad de estudio.....	56
Cuadro 20. Capacidad de carga animal en localidades y meses evaluados.	64

INTRODUCCIÓN

La ganadería, a nivel mundial es fundamental ya que es fuente de alimentación para la población. Desde que el hombre se convirtió en sedentario, alrededor del mundo se han llevado a cabo sistemas de producción tanto agrícolas como ganaderos, un ejemplo de ello es que en el periodo precolonial, los ganaderos del sureste de África movían su ganado dependiendo de las temporadas del año, buscando diferentes tipos de vegetación entre cada una de ellas (O' Farrell *et al.*, 2007).

Más de 1 billón de personas dependen del sector ganadero, en él, se encuentran los sistemas de producción pecuaria, mismos que son considerados como estrategia en los sectores: social, económico y cultural, puesto que son una actividad apropiada para mantener el bienestar de las comunidades, promueve la conservación de la diversidad biológica y satisface los valores, la cultura y las tradiciones (CEPAL, 2014).

En la República Mexicana, se encuentra una gran variedad de recursos naturales con los cuales, las localidades realizan diversas actividades. Una de esas actividades es la ganadería, siendo esta extensiva, intensiva o de autoconsumo, el ganado bovino se produce en mayor cantidad en el Estado de Veracruz, Jalisco y Chiapas. En relación a la producción ovina, el Estado de México ocupa el primer lugar, seguido por Hidalgo y Veracruz (INEGI, 2010).

En la República Mexicana, en la porción centro Sur del Estado de México, a 23 kilómetros al Suroeste de la ciudad de Toluca se localiza uno de los lugares en donde se llevan a cabo actividades pecuarias, el Área de Protección de Flora y Fauna "Nevado de Toluca" (APFFNT). La cual cuenta con una superficie total de 53,590.67 hectáreas, posee un volcán con el mismo nombre, es uno de los más altos del país con 4,660 msnm. En el APFFNT se encuentran los municipios de Almoloya de Juárez, Amanalco, Calimaya, Coatepec Harinas, Temascaltepec, Tenango del Valle, Toluca, Villa Guerrero, Villa Victoria y Zinacantepec todos ellos pertenecientes al Estado de México.

Ésta área fue decretada en 1936 como Parque Nacional, con los propósitos fundamentales de mantener óptima su función hidrológica y su gran belleza escénica. Indiscutiblemente desde sus inicios como Parque Nacional “Nevado de Toluca”, el decreto no tomó en cuenta la existencia de los terrenos agrícolas, cabezas de ganado y poblados que se albergan en él, con lo cual, estos desde el año de 1936 hasta el 1 de Octubre del 2013 (fecha en que se publicó en el Diario Oficial de la Federación la recategorización como Área de Protección de Flora y Fauna “Nevado de Toluca”), continuaron realizando actividades productivas que ejercen presión sobre los recursos naturales del área.

Dentro de esta área de protección se encuentran las localidades de Agua Blanca, La Peñuela y Loma Alta, dichas localidades fueron seleccionadas para llevar a cabo la investigación de este trabajo de tesis, puesto que en ellas se practica la actividad pecuaria en pastizales y en el bosque.

La actividad agropecuaria que desde hace varias décadas se desarrolla en el APFFNT, es sin duda un factor de transformación que puede producir deterioro, tanto por el cambio de vegetación, como por las prácticas de manejo y la aplicación de insumos de síntesis química (CONANP, 2014).

Por tanto la problemática que aborda esta investigación y conociendo que la época de sequía es crítica para la alimentación y subsistencia del ganado, se analizaron las áreas de estudio que abarcan estas localidades, en donde se puede apreciar un ecosistema fragmentado por las diversas actividades primarias que en cada localidad se realizan, como es el establecimiento de ganado ovino, caprino y bovino, tala para consumo personal y clandestina para comercialización, la cual abre nuevas brechas dentro del bosque, incidiendo en el deterioro ambiental de la zona. De igual manera el tener baja disponibilidad de forrajes en las cercanías de las localidades de estudio, conlleva a que los pastores busquen nuevas áreas para pastar el ganado incluido el mismo bosque.

Proteger el APFFNT en el presente, servirá para garantizar los servicios ambientales que ésta área brinda, siendo estos su gran capacidad de captación de agua y bióxido de carbono, además que el ambiente se mantenga sano y estable, pues posee una gran biodiversidad y ecosistemas. La presencia de cobertura forestal también ayuda a la disminución de erosión de los suelos y al establecimiento de flora misma que da refugio a la fauna de éste ecosistema. Dicha área no solo es afectada por cambios climáticos, sino también por actividades humanas repercutiendo directamente en la fauna, la diversidad vegetal y forestal al igual que su gran capacidad de retención de agua.

Dentro del área se encuentran zonas forestales y de pastizales, las cuales en su mayoría presentan actividades de pastoreo, estas zonas han llegado a presentar inicios de erosión la cual esta provocando pérdida de suelo y cubierta vegetal. Las zonas de pastizales aportan forraje para el desarrollo de ganado, en su mayoría ovino, bovino y en menor cantidad el caprino. Es importante tomar en consideración que si el hombre introduce ganado en un número mayor a la capacidad de carga animal, con la idea de que esto le dará mayores recursos económicos, terminará por provocar un sobrepastoreo.

La disponibilidad de agua durante la época de lluvias y sequía pueden afectar directamente el crecimiento de la vegetación, la cual se utiliza como forraje para el ganado existente en las áreas de estudio. El presente trabajo busca evaluar la acumulación neta de forraje y su calidad nutritiva durante la época de sequía, con ello conocer si es una temporada crítica para el ganado en estos dos aspectos.

La presentación de los resultados pretende evitar que se incida en la búsqueda de nuevos terrenos de pastoreo y apertura de brechas ocasionadas por la búsqueda de mayores y mejores cantidades de forraje, determinando un uso adecuado de los pastizales, estableciendo alternativas que están apoyadas en diversos estudios, mismos que muestran la eficiencia y el éxito que se ha tenido en diversos lugares del mundo.

Es por ello que el presente trabajo busca analizar la disponibilidad y calidad nutritiva de los forrajes en la época de sequía la cual se tomó a partir del mes de Noviembre 2014 al mes de Mayo 2015, para conocer si las zonas de estudio son óptimas para el pastoreo de ovinos, con respecto a la disponibilidad de forraje y su calidad nutritiva; con ello minimizar o regular la incidencia de los rebaños hacia otras áreas y disminuir las posibles afectaciones a los pastizales. De esto surge la pregunta de investigación sobre: ¿Cuáles son las alternativas a la problemática ambiental que puede surgir si la productividad y calidad nutritiva de los pastizales resulta alta o de caso contrario baja?

Por tanto, la tesis se integró por siete capítulos, en el primero se tiene un marco teórico-referencial, en él se retoma la teoría del manejo holístico la cual, se usa como sustento en los siguientes capítulos, además se explica como la ganadería y ecosistemas forestales se han conjuntado para dar lugar a los sistemas silvopastoriles, en diferentes países como en áreas naturales protegidas.

Dentro del capítulo dos, se realizó una caracterización del APFFNT, del municipio de Zinacantepec y las localidades Agua Blanca, La Peñuela y Loma Alta, donde se llevó a cabo este estudio, con el fin de conocer sus aspectos ambientales, sociales y económicos.

Tomando parte de las leyes y normas ambientales mexicanas existentes en los diferentes niveles de gobierno relacionadas con la ganadería presente en ANPs, se integró el capítulo tres de este trabajo con el fin de respaldar dicha actividad.

En el capítulo cuatro, se llevó a cabo la investigación y análisis de la información documental, asimismo, se describe el trabajo de campo realizado en las localidades de estudio obteniendo muestras de pastizales, las cuales se procesaron en laboratorio para obtener sus características nutritivas.

Los resultados obtenidos en los análisis previos, son presentados de forma gráfica y descriptiva, acompañados de una discusión de los pastizales y comparándolos con cultivos de temporada existentes en el APFFNT en base a sus niveles de fibras y proteínas, todo ello presente en el capítulo cinco.

Con base en lo descrito en los capítulos anteriores y con apoyo de la teoría del manejo holístico, se mencionan objetivos y propuestas a cumplir para dar respuesta a los problemas ambientales, integrando a la población de cada localidad con el fin de conocer las formas alternativas de manejo del ganado y tiempos de recuperación de los pastizales.

Para efectos de esta investigación se planteo el siguiente objetivo general:

- Realizar una evaluación de la productividad y calidad nutritiva de pastizales en la época de sequía y así proponer la regulación de la actividad pastoril en las zonas de estudio, con el fin de conservar los recursos naturales y no llegar a una degradación de los mismos a causa de un sobrepastoreo.

Se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Determinar la productividad primaria en las zonas de pastoreo para establecer un uso adecuado del sistema.
- Determinar la calidad nutritiva de los forrajes para adecuar la utilización de los recursos naturales en los sistemas de pastoreo.

En este trabajo de investigación se estructuró la siguiente pregunta de investigación:

- ¿Cuáles son las alternativas a la problemática ambiental que puede surgir si la productividad y calidad nutritiva de los pastizales resulta alta o de caso contrario baja?

Con el fin de dar respuesta a la pregunta de investigación se estructuró la siguiente hipótesis:

- La productividad y calidad nutritiva del forraje se verá afectada por la época de sequía, provocando una baja disponibilidad para las cabezas de ganado lo cual puede llevar a un sobrepastoreo afectando el equilibrio del sistema.

CAPÍTULO I



MARCO TEÓRICO-REFERENCIAL

1. Fundamento Teórico.

1.1. Teoría de Manejo Holístico

Para poder comprender las particularidades de la teoría de Manejo Holístico presentada por Savory (1999), es necesario empezar por el desglose de la esencia de la misma, lo cual ayudará a comprender el entorno natural con las relaciones dinámicas e integrales de la naturaleza.

Esta teoría inicia hablando acerca de la toma de decisiones, para las cuales no se requiere de tecnologías complejas o costosas, de igual forma no son necesarios conocimientos especializados, lo que es verdaderamente importante son los diferentes puntos de vista y una nueva manera en que se lleven a cabo, la cual permita diseñar el futuro al que se quiere llegar sin alterar el ambiente que se está estudiando.

Esta teoría se centra en que la naturaleza funciona como un todo, dentro del cual los seres humanos se encuentran inmersos, formando parte de una unidad. No se puede tomar una decisión sin que ésta repercuta en otra, lo cual conlleva a que sea un ciclo interminable.

Para poder identificar exactamente el tipo de ambiente que se está trabajando es importante la observación en diferentes zonas para así determinar los factores geomorfológicos, ambientales, antropogénicos y el mecanismo que tiene cada espacio, y así entender como va a reaccionar a los diferentes estímulos, tomando en consideración la preservación de la diversidad biológica y la producción del mismo.

Es importante también considerar los efectos que tiene el ganado sobre la salud de la tierra. Conociendo el ambiente y sus funciones, será más fácil determinar el proceso que las manadas deben llevar a cabo, los tiempos y las rutas. El tiempo de pastoreo, es más importante que el número de animales que pastan en el sitio, con la rotación se evitará la compactación y alteración de las propiedades del suelo, minimizando un posible sobrepastoreo, logrando la recuperación de las plantas, evitando su degradación.

Esta teoría menciona que es indispensable describir a donde se quiere llegar, que es lo que se tiene y que se necesita para mantener en un futuro una meta, por lo cual es propicio establecer una meta holística, la cual involucra todos los factores presentes en la zona de estudio, tales como los factores ambientales, sociales y económicos.

En cuestiones holísticas, para poder analizar y hacer las tomas correspondientes de forraje, es necesaria la utilización de ciertas herramientas, como son la creatividad, fuego, descanso, pastoreo, impacto ambiental, organismos vivos, mano de obra y dinero, aparte de las tecnologías y el equipo agrícola.

Es importante considerar indicadores, que a lo largo del estudio van a mostrar diversos cambios, los cuales pueden impactar tanto negativa como positivamente. Debe considerarse como un trabajo constante el cual genere beneficios y ayude al ambiente y a la población.

1.2 Sistemas Silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles (SSP) son una modalidad de la Agroforestería en la que se combinan en el mismo espacio plantas forrajeras como gramíneas y leguminosas con arbustos y árboles destinados a la alimentación animal y usos complementarios (Murgueitio, 2011). Entre los SSP se pueden desarrollar pasturas con árboles y/o arbustos dispersos, pastoreo en plantaciones de árboles maderables o frutales y cortinas rompevientos (Pezo e Ibrahim, 1996).

Para la SAGARPA (2000), un sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria en la cual las plantas leñosas perennes (árboles y/o arbustos) interactúan con los componentes tradicionales (animales y plantas forrajeras herbáceas) bajo un sistema de manejo integral.

Los sistemas silvopastoriles, se consideran adaptables para gran parte de las regiones forestales, ya que ayudan a obtener un medio ambiente sustentable, al igual que para la actividad ganadera, siendo un manejo atractivo para los productores (Young, 1987).

En estos sistemas, interactúan componentes como el arbóreo, ganadero, forrajero, suelo y clima. En contraste con los sistemas únicamente forestales, los sistemas silvopastoriles buscan a través de sus métodos de manejo, lograr productos de mayor valor (Luccerini *et al.*, 2013).

De acuerdo con diversas fuentes, se muestra que el sistema se logra conservar, como lo menciona Steinfeld *et al.* (1997), la actividad ganadera en dicho sistema puede tener efectos positivos al ambiente, inclusive en áreas naturales protegidas. Además de que los animales apoyan al mejoramiento de la cubierta vegetal, llevando a cabo la distribución de las semillas apoyados por sus pezuñas y excrementos, también evitan el crecimiento de arbustos no deseados, eliminando el exceso de biomasa, la cual puede contribuir con los incendios.

Para la FAO (1999), los sistemas silvopastoriles permiten:

- Conservar mejor el suelo.
- Mayor rendimiento y duración de los forrajes.
- Alimento nutricional más balanceado para los animales.
- Árboles dan sombra al ganado y reducen la pérdida de humedad.
- Producción de madera a largo plazo permitiendo ingresos económicos.

1.3. Los sistemas silvopastoriles a nivel mundial.

A nivel mundial, se llevan a cabo diferentes técnicas, en las diferentes épocas del año en cuanto a producción ganadera se refiere. Un ejemplo de ello es Brasil, país considerado con la producción ganadera más importante dentro del comercio mundial. Su producción de ganado es extensiva y los animales son criados bajo tecnologías más adecuadas a los sistemas de producción y al ambiente, es por ello que se han desarrollado con mejores niveles (Sterman y de Felício, 2010).

La calidad y disponibilidad del forraje tropical de Brasil, disminuye marcadamente en la época de sequía y la suplementación mineral es un requerimiento, los animales criados en ese sistema con dichas restricciones, pueden perder peso en esa época. Al sur de Brasil al tener baja productividad de pasturas, algunos productores usan las pasturas cultivadas en invierno a manera de rotación con tierras de cultivo, con resultados de alta calidad alimenticia (Sterman y de Felício, 2010).

Otro ejemplo de producción ganadera es Sudáfrica, ésta región posee ecosistemas y los servicios que estos ofrecen son adecuados para el manejo del ganado. La ganadería de la región es considerada como una economía primaria y a pesar de que tiene un estilo de vida sedentario enfocada en la naturaleza heterogénea, ellos han diversificado sus actividades económicas.

La vegetación primaria se considera como uno de los recursos pastoriles, la regeneración de la misma tiene una alta importancia para la continuidad de la provisión de ese servicio. Los granjeros han adoptado estrategias de pastoreo estacional, lo cual involucra el traslado del ganado entre los diferentes tipos de vegetación, durante verano y la época de lluvias (O'Farrell *et al.*, 2007).

En la Amazonia oriental, en los años 60 y 70 se talaron cerca de 53 millones de hectáreas de bosque para dar lugar a pasturas cultivadas, la adopción de este modelo de uso de la tierra se ha visto poco sustentable desde el punto de vista económico y ecológico.

Como resultado de la presión de ambientalistas se dio la creación de leyes más severas enfocadas en el deterioro que provocó la instalación de pasturas sobre áreas antes boscosas; productores de la zona han adaptado su modo de producción a los sistemas silvopastoriles, con el objetivo de atender las necesidades y exigencias de la sociedad, combinando en un mismo sitio el cultivo arbóreo con la actividad pecuaria, tomándolo como una alternativa para mejorar la rentabilidad y disminuir la degradación (Bastos y Feio, s/f).

Al contrario del ejemplo pasado, en Colombia se tiene un proyecto titulado "Ganadería Colombiana Sostenible", en donde se pretende que ésta sea una

actividad moderna, rentable, socialmente responsable y ambientalmente sostenible, para el bienestar del ganado.

En ese proyecto se tomaron en cuenta las condiciones ambientales, los efectos de diferentes sistemas y la realización de análisis en diferentes escenarios ganaderos con el fin de identificar puntos críticos donde existan emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), con el propósito de contribuir al entendimiento de cómo diversos sistemas de producción pueden estar relacionados estrechamente con la ganadería en Colombia y con las emisiones de GEI (Naranjo *et al.*, 2012).

1.4. Producción ganadera en Áreas Naturales Protegidas

Dentro de las áreas naturales protegidas que se pueden encontrar alrededor del mundo, se llevan a cabo sistemas silvopastoriles, en Italia, se considera como identidad nacional un enorme patrimonio agrario y alimentario, las áreas protegidas de este país alcanzan más de 3 millones de hectáreas, cerca del 10 por ciento del territorio nacional. Mismas que se caracterizan por la presencia de zonas utilizadas para la agricultura y ganadería, siendo esta última de tipo intensivo.

Es por eso que su población no solamente se preocupa por la conservación de la diversidad biológica, sino también por los recursos genéticos (variedades, razas) al igual que por los paisajes que son creados por el hombre en su relación con la naturaleza, formando parte de la identidad cultural de este país (Grandi y Triantafyllidis, 2010).

En Senegal, se tienen recursos naturales que presentan una gran presión por la presencia de ganado, considerado como pastoreo extensivo, sumado a una tala ilegal de especies leñosas para utilizarlas como forraje durante la estación seca, es por ello que se intenta legislar la prohibición del pastoreo de rebaños de rumiantes en los parques nacionales.

Ante esta problemática el Gobierno de Senegal estableció el Proyecto de ordenación integrada de ecosistemas (PGIES) por sus siglas en Francés, promoviendo la intensificación y diversificación de la producción ganadera,

con ello se pretende lograr que esta actividad sea menos perjudicial para el ambiente, logrando un reordenamiento de los sistemas de producción y un ordenamiento de los recursos naturales (Ba Diao, 2006).

En Perú, dentro de la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas, se tiene una estrategia de gestión participativa mediante un taller en el que pequeños ganaderos de la comunidad mencionada, se les capacitó en relación al manejo y conservación de pastos naturales y cultivados dentro de los ecosistemas de montaña que posee la reserva, como estrategia de adaptación al cambio climático, ayudándoles a disminuir el riesgo de escasez de pastos y mejorar la producción sin tener degradación ambiental (SERNANP, 2015).

En México, dentro del Área de Protección de Flora y Fauna Sierra de Álamos-Río Cuchujaqui, Sonora, la ganadería es considerada como una actividad de suma importancia ya que abarca más de un tercio de la población económicamente activa y ocupa el 93% del territorio; sin embargo, se ha observado un exceso de carga animal.

Los estudios sobre el aumento del hato ganadero, las grandes masas de superficie desmontada y la casi nula existencia de cobertura del suelo, indica que la actividad ganadera está incidiendo fuertemente sobre los recursos naturales, provocando deterioros al suelo, agua y cubierta vegetal. Este problema tiene su origen en la necesidad de aumentar los ingresos de los ganaderos (Zárate Valdez, 2012).

1.5. Producción ovina en México

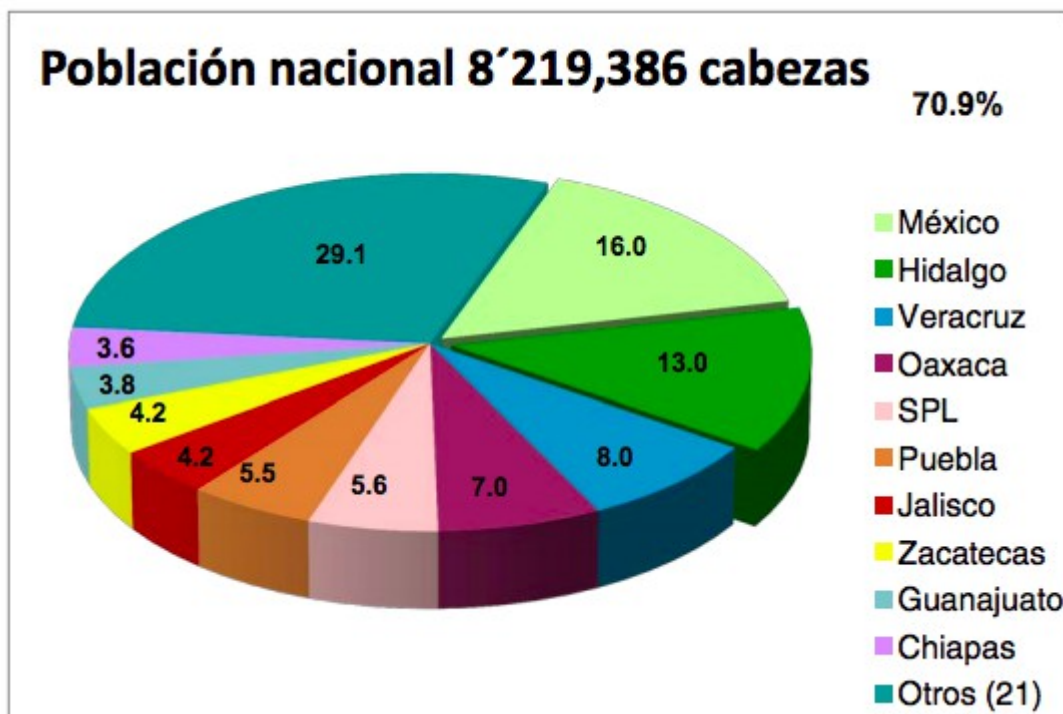
México posee una orografía muy accidentada y heterogénea, con diferentes tipos de suelo (INEGI, 2007). Estas características sumado a los diversos tipos de clima del país hace que se presenten sistemas de producción ovina muy variados, con características propias de cada región, los cuales como en toda producción dependen de la disponibilidad de recursos y por los hábitos o tradiciones en el consumo de productos ovinos (SAGARPA, 2013).

Actualmente, aunque México ha ido avanzando en aumentar su productividad de ovinos sólo obtiene el 70% de la carne ovina que su población consume, se estima que tiene un mercado interno potencial de unas 30,000 toneladas anuales. Además, el país ha recibido la petición de exportar carne y animales a países como Jordania, Turquía, Libia, India y Corea del sur, además de Centroamérica (Arteaga Jordán, 2012).

En México se tienen registradas alrededor de 53,000 unidades de producción ovina, distribuidas de la siguiente forma: 53% en el centro, 24% en el sureste y 23% en el norte (PROGAN, 2010).

Con base en estadísticas realizadas en México, este cuenta con casi 8, 220, 000 cabezas ovinas, de ellas el 70.9% se localiza en diez estados de la República Mexicana y sólo el 29.1% se ubica en las 21 entidades federativas restantes (SAGARPA, 2013).

Figura 1: Distribución porcentual de la población ovina en México



Fuente: SAGARPA (2013).

El Estado de México destaca con el 16% del total de la población ovina nacional en el cual se realizan actividades de producción, comercialización y transformación de la carne.

Por ejemplo, en Capulhuac, Estado de México, se sacrifican entre 40 y 60 mil animales por mes, provenientes de Querétaro, Guanajuato, Jalisco, San Luis Potosí, Zacatecas, Chihuahua, Coahuila y del mismo Estado de México (SAGARPA, 2013).

1.6. Producción ganadera en el APFFNT

Dentro del APFF Nevado de Toluca, se han identificado entre 8,000 y 14,000 hectáreas utilizadas en actividades agropecuarias. En cuanto a la actividad ganadera, ésta es practicada dentro de bosques y pastizales, de la misma área protegida (CONANP, 2014).

A partir de los datos agropecuarios reportados por el Sistema de Consulta de Información Geoestadística Agropecuaria (SCIGA, 2015), se encuentran un total de 9,368 registros de unidades de producción con actividad agropecuaria al interior del área protegida y en la zona inmediata a los límites de la misma, de los cuales 6,948 son agrícolas y 2,420 pecuarios.

En cuanto a las unidades pecuarias, los ovinos registran 676 unidades de producción y los bovinos registran 191 unidades de producción. Dentro de los 10 municipios que poseen parte del APFFNT, el Municipio de Zinacantepec concentra proporciones importantes de los registros de ovinos y bovinos. Esto es, el 29.7% de las unidades de producción con ovinos, y entre el 30% y el 36% de las de bovinos (CONANP, 2014).

CAPÍTULO II



CARACTERIZACIÓN DE LAS LOCALIDADES DE ESTUDIO

2.1. Área de Protección de Flora y Fauna “Nevado de Toluca”

El Área de Protección de Flora y Fauna “Nevado de Toluca” (APFFNT), obtiene dicho nombre de la elevación volcánica Xinantécatl mejor conocida como Nevado de Toluca, siendo éste uno de los más altos del país con 4,660 msnm, dicha altura del volcán se debe a la provincia fisiográfica Faja Volcánica Transmexicana que atraviesa el país de oriente a poniente, y constituye un corredor biológico donde convergen componentes de la flora y fauna neártica y neotropical, de la cual forma parte.

Cuenta con una superficie total de 53,590.67 hectáreas, la mayor parte de su territorio, se encuentra en la porción centro Sur del Estado de México, a 23 kilómetros al Suroeste de la ciudad de Toluca, dentro del cual se encuentran los municipios pertenecientes al Estado de México como lo son Almoloya de Juárez, Amanalco, Calimaya, Coatepec Harinas, Temascaltepec, Tenango del Valle, Toluca, Villa Guerrero, Villa Victoria y Zinacantepec (CONANP, 2013).

En cuanto a suelos del APFFNT se refiere, es el Andosol el de mayor presencia en el área llegando a ocupar hasta un 90%, seguidos en menor cantidades el Feozem, Regosol, Cambisol y Litosol, producto de la presencia de rocas ígneas extrusivas del terciario- cuaternario: andesitas, basaltos, pómez, tobas y brechas. Dichos suelos al estar bajo la presión constante del sobrepastoreo, cambios de uso de suelo y deforestaciones, se provoca mayor escorrentía superficial, dando paso a la erosión, dejando en el suelo cárcavas y zonas de hundimiento. El cuadro 1 muestra algunas características de los suelos antes mencionados.

Cuadro 1. Características de los suelos presentes en el APFFNT

Tipos de suelo	Características
Andosol	Suelo más importante para el área, se deriva de cenizas volcánicas, con un pH ácido y alta capacidad de intercambio catiónico, bajo en sales y gran retención de agua y nutrientes, gran abundancia de materia orgánica (MO).
Feozem	Ubicado en la parte Nor-Noreste del área, posee capa superficial oscura, suave, rica en MO y nutrientes. Su ocupación actualmente es para la agricultura de temporal antes forestal.
Regosol	Se forma a partir de cenizas volcánicas. Son suelos pobres en MO y nutrientes se suelen encontrar en áreas de material arenoso, gravoso o pedregoso.
Cambisol	Ubicado en el Noroeste del área, son suelos con mayor desarrollo, son pobres en nutrientes pero aptos para el uso forestal.
Litosol	Mínima presencia en el área menos de 10 cm de profundidad, pues son limitados por la roca, tepetate o caliche duro, se encuentran en la zona plana al interior del cráter y al Este del área.
Fluvisol	Con menor presencia en el área, su origen es aluvial, la textura depende del material depositado, fertilidad variable, nutricionalmente bajo, ubicado igualmente al este del área.

Fuente: Elaboración propia con base en CONANP (2014).

En relación al clima de esta zona, el cuadro 2 describe los tipos de clima que predominan en la misma.

Cuadro 2. Climas presentes en el APFFNT

Tipos de clima	Descripción
Clima frío de tundra E(T)H wig	Con temperatura media anual entre -2°C y 5°C , el mes más frío alcanza una temperatura menor a los 0°C y en el mes más cálido asciende de 0°C a 6.5°C , siendo un clima frío de tundra con lluvias en verano con oscilación isotermal y marcha tipo Ganges. En el Nevado de Toluca se iguala este clima a los 3,700 metros de altitud.
Clima semifrío subhúmedo C(E)wig	Con temperatura media anual entre -2°C y 7°C , la temperatura más alta, se registra en el solsticio de verano, es un clima semifrío subhúmedo con lluvias en verano con oscilación isotermal y marcha tipo Ganges. Para el volcán, este clima se iguala entre los 2,800 y 3,700 metros de altitud.

Fuente: Elaboración propia con base en CONANP (2014).

Las características climáticas y meteorológicas del área natural protegida son particulares a consecuencia de la diferencia de altitud entre el Nevado de Toluca y las zonas cercanas. Al norte se registran las temperaturas más bajas en comparación con el sur. Las precipitaciones pueden presentarse cualquier día del año; sin embargo, la temporada de lluvias va del mes de mayo a octubre, en donde julio se caracteriza por ser el mes más lluvioso. El granizo, se tiene un registro anualmente que en promedio se acumulan 59.5 días de granizo, en donde mayo y octubre se consideran los meses de mayor frecuencia, con un intervalo de 5.6 a 9.8 días de granizo.

En relación a la hidrología dentro del APFFNT las elevaciones dan origen a gran cantidad de arroyos las cuales contribuyen a la formación de las Regiones Hidrológicas Lerma-Santiago (RH12) y la del Balsas (RH18). Por otro parte La Gavia y Tejalpa son subcuencas, las cuales favorecen la infiltración y escurrimiento del agua hacia los acuíferos beneficiando a la Ciudad de Toluca y su zona conurbada, así mismo a la Ciudad de México.

Como ya se hizo mención el APFFNT pertenece a la provincia fisiográfica Faja Volcánica Transmexicana, en donde se conjuntan las regiones Neártica y Neotropical las cuales dan origen a características climáticas y de vegetación favoreciendo la existencia de cobertura forestal con especies tales como bosques de pino (*Pinus*), oyamel (*Abies religiosa*), encino (*Quercus*), pino-encino (*Pinus-Quercus*), oyamel-pino (*Abies- Pinus*), pastizal o zacatonal alpino, sumado a ello la presencia de flora la cual asciende a 742 especies de pteridofitas y plantas afines, gimnospermas y angiospermas, además de 120 taxa de hongos macromicetos que incluyen numerosas especies de hongos comestibles, todo ello constituye el hábitat de 227 especies de invertebrados y vertebrados que representan la diversidad faunística, principalmente en grupos de mamíferos, rotíferos, artrópodos, aves, reptiles, peces y anfibios. Esta diversidad biológica es influida por la conjunción de los tipos de suelo, la altitud del área, su ubicación geográfica entre otras.

Dichos hábitats sufren alteraciones ocasionadas por impactos negativos debido a actividades antropogénicas, como el cambio de uso de suelo

forestal a agrícola y ganadero, así como la extracción de productos forestales maderables y no maderables, además de la presencia en la zona de fenómenos meteorológicos, plagas, enfermedades forestales y la ocurrencia de incendios lo cual modifica y fragmenta la cobertura vegetal natural.

Opuesto a los impactos negativos que se pueden detectar, el APFFNT posee diversos servicios ambientales, destacando entre ellos la captura de gases de efecto invernadero, regulación climática, captación de agua, hábitat para las especies de flora y fauna, recursos paisajísticos y gran biodiversidad.

Es por ello que los recursos naturales de los cuales es poseedora el área, deben ser protegidos para su aprovechamiento de forma racional y la preservación de la diversidad biológica existente, obteniendo un equilibrio hombre-naturaleza, junto a un desarrollo económico favorable.

Dentro de esta zona se localiza el municipio de Zinacantepec, donde se tomaron las muestras para verificar la productividad de forrajes, el cual se menciona a continuación.

2.2. Municipio de Zinacantepec

Cuenta con una extensión de 30,918.10 hectáreas, que representa el 1.42% del territorio estatal; sin embargo, según datos de la Comisión de Límites del Gobierno del Estado de México, la superficie municipal es de 31,323 hectáreas (Plan de Desarrollo Municipal, 2013-2015).

Este municipio se encuentra ubicado en la parte occidental del Estado de México, limitando al norte con Almoloya de Juárez, al sur con Texcaltitlán, al este con Toluca y Calimaya y al oeste con Temascaltepec y Amanalco de Becerra, finalmente al sureste colinda con Villa Guerrero y Coatepec Harinas (INAFED, 2010).

El tipo de clima predominante es el templado subhúmedo con lluvias en verano y con poca oscilación $C(w_2)(w)b(i')$, siendo su temperatura anual entre los 11° y 16°C, los meses en donde se tiene más calor es en mayo, junio y julio, llegando a ser su temperatura hasta los 25°C. Por el lado contrario, la temperatura mínima varía de -10° a 4°C, esto en la temporada

invernal y por la cercanía que tiene al Nevado de Toluca (García-Amaro, 1986).

Otro factor que altera esta cercanía, es la humedad combinada con las bajas temperaturas trayendo consigo heladas, impactando negativamente a las localidades rurales de la zona sur de Zinacantepec. En cuanto a la precipitación total anual, se superan los 800 milímetros, estando presente en los meses de junio a septiembre. Los vientos predominantes, provienen de oriente a poniente de enero a marzo (Plan de Desarrollo Municipal, 2013-2015).

En cuanto a su orografía, éste municipio se encuentra dentro del Eje Neovolcánico y en la subprovincia llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo, integrando sus tropoformas en la Gran Sierra Volcánica, Lomeríos de Colinas Redondeadas y una Zona Lacustre, las alturas oscilan entre los 2,750 msnm hasta los 4,680 msnm, concentrando pendientes de 6% a 25%. Los terrenos con planicies, se localizan al norte y oriente siendo el 35% de la superficie del territorio, en la parte sur y poniente del municipio se pueden encontrar los terrenos más accidentados con el 65% de territorio del municipio (Plan de Desarrollo Municipal, 2013-2015).

Geomorfológicamente, el municipio de Zinacantepec forma parte del Valle de Xinantécatl, concentrando elevaciones y zonas accidentadas, de ellas la más importante es el Nevado de Toluca ubicado en el APFFNT en donde el municipio, ocupa el 34.732% de su superficie (Plan de Desarrollo Municipal, 2013-2015).

Los tipos de suelo que se pueden identificar dentro del municipio de Zinacantepec de acuerdo al Plan de Desarrollo Municipal (2013-2015), representados en el cuadro 3 son: Feozem, abarcando 21,642.67 hectáreas, su potencial es apto para desarrollo agrícola, se tienen dificultades por el drenaje interno lento. Otro tipo de suelo es el Vertisol, abarcando 9,275.43 hectáreas, éste es recomendable para la agricultura en terrenos planos.

Cuadro 3. Restricciones al Desarrollo Urbano por la Aptitud del Suelo

Zona	Superficie	Tipo	Vocación
Zona Urbana actual (Todas las delegaciones urbanas, excepto San Luis Mextepec)	21,642.67 hectáreas	Feozem	Presenta aptitud para la agricultura y el desarrollo urbano.
Zona forestal zonas altas San Luis Mextepec	9,275.43 hectáreas	Vertisol	Es apto para el uso agrícola. No presenta aptitud para el desarrollo urbano

Fuente: GEM (2003).

Dentro de los usos del suelo, la mayor parte del territorio municipal presenta diversas actividades como lo son; agropecuarias con una superficie de 9,222.9 ha, en dicha superficie se llega a sembrar maíz, papa, avena y alfalfa. Asimismo la actividad pecuaria es muy valorada en la zona y se destina principalmente a la cría de aves, ganado bovino, porcino, ovino y conejo, mismas que son principalmente destinadas para comercializar.

El uso forestal posee 18,933.79 ha, representando el 61.24% de la superficie del municipio ya que lo comparte con el Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca y con otros municipios, sumando una pequeña área del Parque Estatal Sierra Morelos.

El suelo urbano consta de una superficie de 2,708.4 ha, tomando en cuenta el área urbana consolidada de la cabecera municipal, San Luis Mextepec, San Cristóbal Tecolít, San Antonio Acahualco, Santa Cruz Cuauhtenco y San Juan de las Huertas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Usos del Suelo del Municipio Año 2000

Uso del Suelo	Superficie (ha)	%
Agropecuario	9,222.9	29.83
Forestal	18,933.79	61.24
Urbano	2,708.4	8.76
Cuerpo de Agua	53.00	0.17
Superficie Total	30,918.1	100

Fuente: GEM (2003).

En relación a la hidrología, se tienen datos de que está integrada a la Región Hidrológica No. 12 “Lerma Santiago” subcuenca “Río Tejalpa”. Los ríos más importantes del municipio son: Tejalpa, Terrerillos, La Hortaliza, La Fábrica, La Siervita, Pichontagüi, Cano, Buenavista, La Garrapata, San Miguel, tata Merced, La Cuchilla, Paso de Vázquez, Las Juntas, Oyamel, Xati, San Pedro, El Molino. Se encuentran bordos que constituyen los cuerpos de agua existentes, estos bordos son: Cuatro Árboles en San Cristobal Tecolilt, los de San Miguel, Largo, en medio y de Barbabosa al sur de Zinacantepec, el de Los Patos al Oriente de San Antonio Acahualco, el de San Lorenzo al norte del Cerro Murciélago, el de La Venta, El Capón y San Calixto al Norte de San Luis Mextepec, el de Serratón y Chiquito al Nororiente de San Luis Mextepec y el de Ojuelos al oriente del municipio; también se cuenta con un manantial y seis pozos profundos (Plan de Desarrollo Municipal, 2013-2015).

Dentro de la diversidad biológica que se tiene en el municipio de Zinacantepec, se puede encontrar en la flora: una vegetación boscosa principalmente de pinos, cedros, oyameles, sauce llorón, encinos y robles. En relación a la fauna, se cuenta con ardillas, tlacuache, zorrillos, gato montés, coyote, tejón, cacomixtle, águila real, cuervos, buitres, búhos y culebra de agua (INAFED, 2010).

En relación a los datos demográficos, el Plan de Desarrollo Municipal de Zinacantepec (2013-2015), indica que en el año 2010 se contaba con una población total de 167,759 habitantes, representa el 1.39% de la población total del Estado de México, su tasa de crecimiento media anual es de 3.52% de 1990 al 2010. La población de este municipio representa el 8.6% del total de la Zona Metropolitana del Valle de Toluca, de seguir con esta tendencia de crecimiento para el año 2015, se espera una población mayor a los 187 mil habitantes.

Del total de habitantes en el año 2010 de Zinacantepec, el 49% son hombres y el 51% mujeres. La densidad poblacional del municipio es de 535 habitantes por km² comparada con la densidad en el área urbana que es de 7,100 habitantes por km² (PACMA, 2014).

2.2.1 Deterioro ambiental en Zinacantepec

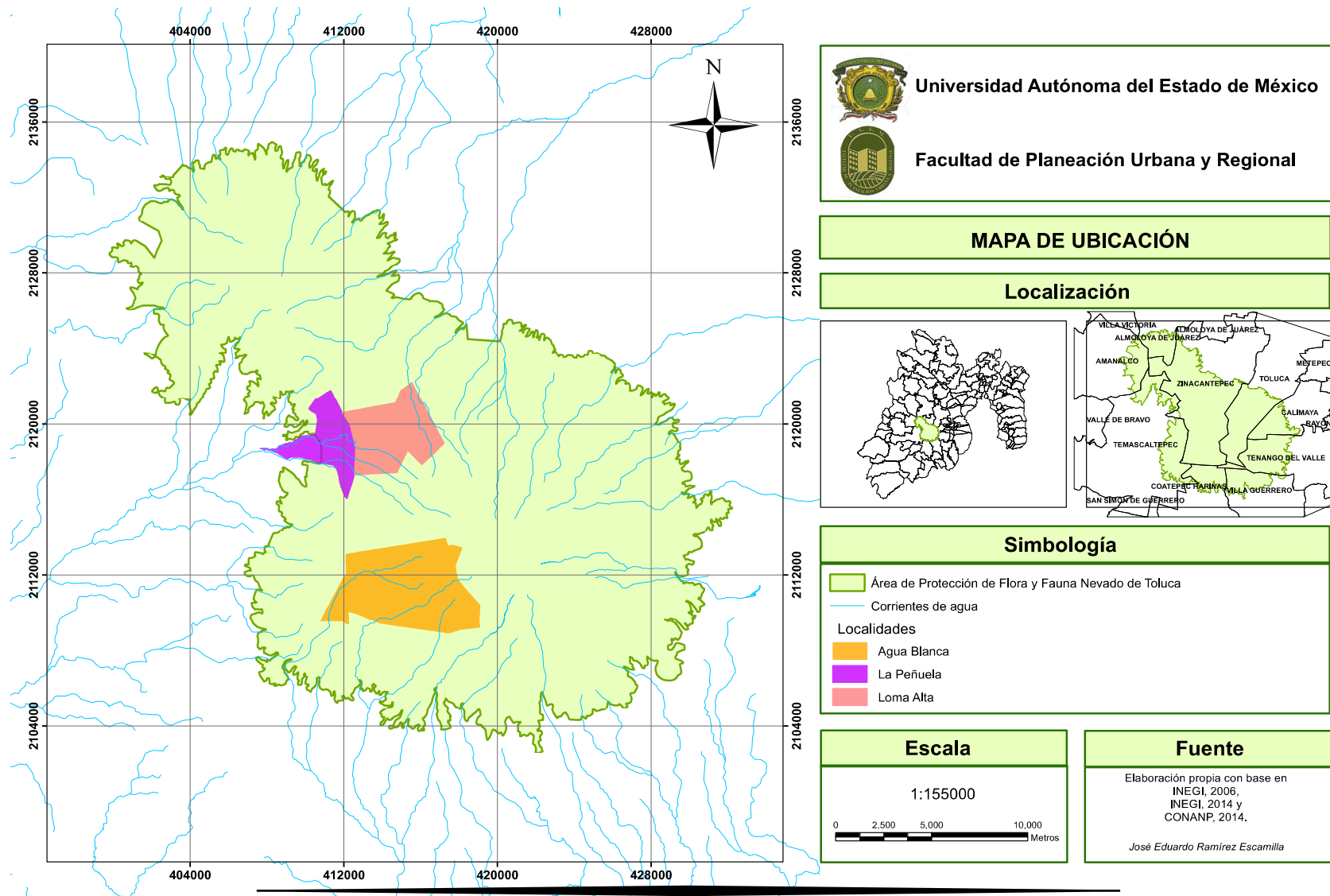
La vegetación que posee este municipio en la zona montañosa consta de un bosque mixto, con especies de pino y encino, las zonas accidentadas del municipio al igual que el bosque, se caracterizan por tener actividades de pastoreo, desmonte y cultivo, siendo la papa uno de los principales tubérculos plantados de la zona.

Dicha zona boscosa ocupa mas del 60% del total de la superficie del municipio por lo cual es de suma importancia la regulación de dichas actividades que están perjudicando y han llevado al sitio a padecer de erosión de suelos, pérdida de flora y fauna nativa, al igual que la contaminación de los recursos hídricos (GEM, 2003).

2.3. Localidades de estudio

Las localidades seleccionadas para la realización del presente estudio fueron Loma Alta, Agua Blanca y La Peñuela paraje Los Lirios, pertenecientes al municipio de Zinacantepec, las cuales se muestran en la siguiente figura.

Figura 2: Mapa de ubicación de áreas de estudio dentro del APFFNT



2.3. 1. Loma Alta

Esta localidad se ubica al centro del APFFNT, según datos de SEDESOL (2010), se tenía una población total de 530 habitantes, concentrando un número mayor de mujeres en relación a los hombres, lo cual se observa en el cuadro 5.

Cuadro 5. Población total de Loma Alta

2005			2010		
Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
249	266	515	262	268	530

Fuente: SEDESOL (2010).

Esto representa que además de que se empezó a equilibrar el número de mujeres y de hombres para el año 2010, se puede observar una tendencia al crecimiento poblacional, se ha incrementado el cambio de uso de suelo, lo cual conlleva a diversas complicaciones ambientales. Asimismo, se cuenta con un dato relevante en relación al grado de marginación de Loma Alta, considerado como alto, en el cuadro 6 se muestran los indicadores de marginación de dicha localidad.

Cuadro 6. Indicadores de Marginación Loma Alta

Loma Alta	2005	2010
Población total	515	530
%Población de 15 años o más analfabeta	13.79	10.22
%Población de 15 años o más sin primaria completa	40.87	33.71
%Viviendas particulares habitadas sin excusado	24.79	32.23
%Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	1.65	0.00
%Viviendas particulares habitadas sin agua entubada	13.45	7.50
%Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	9.92	9.09
Grado de marginación	Alto	Alto

Fuente: SEDESOL (2010).

El porcentaje de población sin primaria terminada es alto, rebasando el 30%, así como la falta de servicios básicos dentro de las viviendas particulares habitadas. En ese sentido y para observar los indicadores de la carencia de

dichas viviendas en el cuadro 7 se muestran los datos que se tienen registrados al respecto.

Cuadro 7. Indicadores de carencia de vivienda

Loma Alta Indicadores	2005		2010	
	Número	%	Número	%
Viviendas particulares habitadas	121	100	121	100
Viviendas con piso de tierra	12	9.92	11	9.09
Viviendas sin drenaje	66	61.68	43	42.57
Viviendas sin luz eléctrica	2	1.65	Sin dato	Sin dato
Viviendas sin agua entubada	16	13.45	9	7.50
Viviendas sin sanitario	43	35.54	39	32.23

Fuente: SEDESOL (2010).

Los Indicadores de carencia de vivienda, muestran que son más de la mitad de viviendas particulares habitadas en donde el piso es de tierra y más del 35% las viviendas no cuentan con un sanitario. Muchas veces, esto puede repercutir en el rezago social que tiene la localidad, pues las carencias son las que limitan el desarrollo.

El rezago de la población de Loma Alta se presenta en el Cuadro 8 con un incremento en la población del periodo de 2005 a 2010, que no asiste a la escuela primaria en edades de 6 a 14 años, la derechohabiencia aumentó un 70% de la población. Los servicios públicos siguen siendo pocos y no todas las viviendas cuentan con ello, el grado de rezago social paso de medio a bajo lo cual muestra una tendencia positiva, de continuar así se puede estimar una mejora en el desarrollo y crecimiento de la población de Loma Alta.

Cuadro 8. Indicadores de rezago social Loma Alta

Loma Alta	2005	2010
Población Total	515	530
% Población de 15 años o más analfabeta	13.79	10.22
% Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	2.68	3.96
% Población de 15 años y más con educación básica incompleta	68.12	60.77
% Población sin derechohabiencia a servicios de salud	70.29	16.98
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	9.92	9.09
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario	35.54	32.23

Loma Alta	2005	2010
Población Total	515	530
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada de la red pública	13.22	7.44
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	54.55	35.54
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica	1.65	0
Grado de rezago social	Medio	Bajo

Fuente: SEDESOL (2010).

2.3.2. La Peñuela

Esta localidad, se localiza al oeste del APFFNT, según datos de SEDESOL, cuenta con una población de 655 habitantes, en el cuadro 9 se muestran los datos demográficos en relación a la cantidad de hombres y mujeres en la zona.

Cuadro 9. Población total de La Peñuela

2005			2010		
Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
275	253	528	332	323	655

Fuente: SEDESOL (2010).

Como sucedió en la localidad anterior en el cuadro 9, se muestra que La Peñuela tuvo una tendencia dentro del periodo de tiempo (2005-2010) de un aumento en la población, predominando el número de hombres, con lo cual se puede inferir que no hay migración por parte de este sector de la población. Para el año 2010, se tuvo un incremento en el total de viviendas habitadas siendo este de 111 a 159; sin embargo, se tienen carencias en algunas de las viviendas habitadas, datos que se muestran a continuación.

Cuadro 10. Indicadores de carencia en viviendas de La Peñuela

La Peñuela Indicadores	2005		2010	
	Número	%	Número	%
Viviendas particulares habitadas	111	100	159	100
Viviendas con piso de tierra	19	17.12	16	10.06
Viviendas sin drenaje	37	34.58	44	28.76
Viviendas sin luz eléctrica	2	1.80	1	0.63
Viviendas sin agua entubada	46	41.82	13	8.18
Viviendas sin sanitario	18	16.22	28	17.61

Fuente: SEDESOL (2010).

El cuadro 10, muestra que ha disminuido el porcentaje de viviendas que cuentan con piso de tierra y casi toda la población cuenta con luz eléctrica, puesto que menos del 1% de la misma es la que carece de este servicio. Al contrario de las viviendas que no cuentan con sanitario, a la vez que incrementaron las viviendas particulares de 2005 a 2010, con lo cual aumentó el número de viviendas que carecen de sanitario. Esto le da una característica de alta marginación a la localidad. En relación a ello, en el cuadro 11 se muestran los indicadores de marginación.

Cuadro 11. Indicadores de marginación en La Peñuela

La Peñuela	2005	2010
Población Total	528	655
% Población de 15 años o más analfabeta	15.50	10.88
% Población de 15 años o más sin primaria completa	38.79	28.90
% Viviendas particulares habitadas sin excusado	13.51	17.61
% Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	1.80	0.63
% Viviendas particulares habitadas sin agua entubada	41.82	8.18
% Ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	6.36	1.57
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	17.12	10.06
Grado de marginación	Alto	Alto

Fuente: SEDESOL (2010).

El cuadro 11 representa, que la población de La Peñuela creció en un periodo de 5 años; sin embargo, se redujo el número de viviendas que carecen de energía eléctrica y agua entubada, a pesar de esto, la localidad se sigue considerando como una población con alto grado de marginación, repercutiendo en el rezago social que tiene, con base en ello, el cuadro 12 muestra parte de este rezago.

Cuadro 12. Indicadores de rezago social de La Peñuela

La Peñuela	2005	2010
Población Total	515	530
% Población de 15 años o más analfabeta	15.50	10.88
% Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	5.26	1.60
% Población de 15 años y más con educación básica incompleta	76.13	62.59
% Población sin derechohabiencia a servicios de salud	90.15	33.74
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	17.12	10.06
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario	16.22	17.61
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada de la red pública	41.44	8.18
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	33.33	27.67
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica	1.80	0.63
Grado de rezago social	Medio	Medio

Fuente: SEDESOL (2010).

La localidad a pesar de estar clasificada dentro de un rezago social medio, el porcentaje de viviendas particulares sin disponibilidad de drenaje es mayor al 25%; más del 10% de la población mayor a los 15 años sigue siendo analfabeta y más del 16% de las viviendas particulares habitadas no cuentan con un sanitario o excusado.

2.3.3. Agua Blanca

Esta localidad se encuentra al sur del APFFNT, según datos de SEDESOL, al año 2010 se contaba con 113 habitantes de los cuales en el cuadro 13 se presenta la distribución de hombres y mujeres dentro de Agua Blanca.

Cuadro 13. Población total de Agua Blanca

2005			2010		
Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
47	50	97	59	54	113

Fuente: SEDESOL (2010).

El número de habitantes de ambos géneros en un periodo de cinco años aumento en 16 individuos, no es una cifra significativa ya que se sigue considerando como microrregión. Además de ello, se tiene un registro de SEDESOL, en donde las viviendas particulares habitadas al 2010 son de 19, a consecuencia de que ésta localidad se comprende de pocas personas, las viviendas tienen carencias significativas, mismas que se mencionan en el cuadro 14.

Cuadro 14. Indicadores de carencia de vivienda Agua Blanca

Agua Blanca	2005		2010	
	Número	%	Número	%
Viviendas particulares habitadas	16	100	19	100
Viviendas con piso de tierra	12	75	7	36.84
Viviendas sin drenaje	10	100	16	84.21
Viviendas sin luz eléctrica	16	100	19	100
Viviendas sin agua entubada	9	56.25	14	73.68
Viviendas sin sanitario	15	93.75	12	63.16

Fuente: SEDESOL (2010).

Para el 2010 aumentó el número de viviendas particulares habitadas, disminuyendo el porcentaje de las mismas que cuentan con piso de tierra, el problema mayor es que el 100% de las viviendas no cuentan con luz eléctrica y más del 80% no cuentan con drenaje; asimismo más del 70% son las que se encuentran sin agua entubada (Cuadro 14). Estos indicadores señalan que esta localidad se encuentra en marginación.

En el cuadro 15 se muestran los indicadores de marginación de Agua Blanca, más del 30% son viviendas que cuentan con piso de tierra, aumento el número de viviendas particulares sin agua entubada de 56% a 73%, el 100% de viviendas no cuentan con energía eléctrica. Estos indicadores de marginación van de la mano con el rezago social que se encuentra esta localidad.

Cuadro 15. Indicadores de marginación de Agua Blanca

Agua Blanca	2005	2010
Población total	97	113
% Población de 15 años o más analfabeta	35.71	15.38
% Población de 15 años o más sin primaria completa	60.00	28.13
% Viviendas particulares habitadas sin excusado	56.25	63.1
% Viviendas particulares habitadas sin energía eléctrica	100	100
% Viviendas particulares habitadas sin agua entubada	56.25	73.68
% Ocupantes por cuarto en viviendas particulares habitadas	56.25	2.35
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	75	36.84
Grado de marginación	Muy Alto	Muy Alto

Fuente: SEDESOL (2010).

En el cuadro 16 se presentan los datos representativos de rezago social de Agua Blanca. El grado de rezago social disminuyó, pasó de ser muy alto a alto, aumentó el número de las viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada de la red pública a más de un 70%.

Cuadro 16. Indicadores de rezago social de Agua Blanca

Agua Blanca	2005	2010
Población total	97	113
% Población de 15 años o más analfabeta	35.71	10.88
% Población de 6 a 14 años que no asiste a la escuela	7.69	15.38
% Población de 15 años y más con educación básica incompleta	84	70.77
% Población sin derechohabiencia a servicios de salud	92.78	25.66
% Viviendas particulares habitadas con piso de tierra	75	36.84

Agua Blanca	2005	2010
Población total	97	113
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de excusado o sanitario	93.75	63.16
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de agua entubada de la red pública	56.25	73.68
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de drenaje	62.5	84.21
% Viviendas particulares habitadas que no disponen de energía eléctrica	100	100
Grado de rezago social	Muy Alto	Alto

Fuente: SEDESOL (2010).

CAPÍTULO III



MARCO LEGAL

En este apartado se abordan algunas leyes o normas en cuestión legal las cuales pueden ser aplicadas en nuestro país en los niveles federal, estatal y municipal para regular las actividades pecuarias y llegar a una armonía con el ambiente donde se realizan.

3.1 Nivel Federal

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, menciona en su artículo 27, párrafo 2, que... “se dictarán las medidas necesarias para ordenar los asentamientos humanos y establecer adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques, a efecto de ejecutar obras públicas y de planear y regular la fundación, conservación, mejoramiento y crecimiento de los centros de población; para el fomento de la agricultura, de la ganadería, de la silvicultura y de las demás actividades económicas en el medio rural, y para evitar la destrucción de los elementos naturales y los daños que la propiedad pueda sufrir en perjuicio de la sociedad” (DOF, 2015a, p.27).

Por otra parte, la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal, en su artículo 26 menciona que, “para el despacho de los asuntos del orden administrativo, el Poder Ejecutivo de la Unión cuenta con diferentes dependencias”, entre ellas se encuentra la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), a la que le compete establecer programas y acciones que tiendan a fomentar la productividad y rentabilidad de las actividades económicas rurales, mencionando cada una de sus competencias en el artículo 35 de la presente Ley (DOF, 2015b, p.6, 28).

En lo que corresponde a las Ciencias Ambientales, se cuenta con la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente, donde en relación a la ganadería, en su artículo 64, párrafos 2 y 3 se menciona que “ La Secretaría, así como las Secretarías de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación y de la Reforma Agraria, prestará oportunamente a ejidatarios, comuneros y pequeños propietarios la asesoría técnica necesaria para el cumplimiento de demostrar ante la autoridad competente,

su capacidad técnica y económica para llevar a cabo la exploración, explotación o aprovechamiento de que se trate, sin causar deterioro al equilibrio ecológico, cuando éstos no cuenten con suficientes recursos económicos para procurársela” (LGEEPA, 2015, p.43).

Se tiene también a nivel federal, la Ley de Organizaciones Ganaderas, en donde en su artículo 1º, menciona que... “Tiene por objeto establecer las bases y procedimientos para la constitución, organización y funcionamiento de las organizaciones ganaderas en el país, que se integren para la protección de los intereses de sus miembros; así como los criterios que sustenten el desarrollo y mejoramiento de los procesos productivos y de comercialización de los productos ganaderos” (DOF, 2012, p. 1).

3.2 Nivel Estatal

En el Estado de México se cuenta con la Ley de Fomento Ganadero, la que en su artículo 1º menciona que tiene por objeto... “Establecer las bases para regular la organización, explotación, comercialización, transformación, fomento, sanidad y protección de la ganadería en la entidad; II. Promover el desarrollo y el mejor aprovechamiento de la ganadería, sus productos y subproductos; III. Determinar los mecanismos de coordinación entre las autoridades estatales y municipales, con la participación de los ganaderos, en lo individual o en forma colectiva, en el proceso de producción ganadera; y IV. Conservar el entorno ecológico en las zonas ganaderas”. De igual forma, esta Ley cuenta con su reglamento (EDOMEX, 1996, p. 4).

En CONANP (2014), se menciona lo siguiente... “El 16 de diciembre de 1966, fue publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el llamado “Convenio que celebran el Departamento del Distrito Federal y las Secretarías de Recursos Hidráulicos y de Agricultura y Ganadería, con el Gobierno del Estado de México, cita en la cláusula 14ª: “...Por su parte, la Secretaría de Agricultura y Ganadería prestará atención preferente a la protección de las zonas arboladas norte y noroeste del Estado de México, (estribaciones del Xinantécatl, el Nevado de Toluca), a fin de evitar su deforestación y erosión.

Asimismo, realizará trabajos de conservación de suelos en las subcuencas de los ríos Lerma y sus tributarios. Establecerá, además una vigilancia especial en el Parque Nacional de las estribaciones del Xinantécatl, para hacer cumplir las disposiciones de la Ley sobre Parques Nacionales...”. En noviembre de 1976, la entonces Secretaría de Agricultura y Ganadería otorgó un permiso genérico al Gobierno del Estado de México para operar dentro de los Parques Nacionales localizados en su territorio; lo facultó para llevar a cabo la construcción de caminos, alojamientos, centros de recreo, albergues, servicios sanitarios, entre otros” (CONANP,2014, p.5).

Por lo tanto se puede observar que se tiene una amplia gama legislativa en relación a las prácticas ganaderas, mostrando las atribuciones que tiene cada ámbito de gobierno. Con ello se pueden llevar acabo las actividades primarias de una manera ordenada, principalmente en Áreas Naturales Protegidas como lo es el Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca, en donde se llevó a cabo esta investigación.

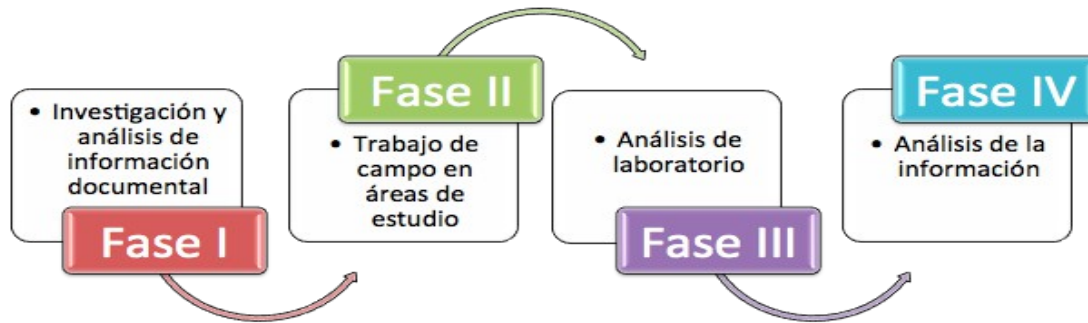
CAPÍTULO IV



MATERIALES Y MÉTODOS

En la Figura 3 se representa de forma esquemática la secuencia metodológica del trabajo.

Figura 3. Esquema de la Metodología realizada en el presente trabajo.



Fuente: Elaboración Propia.

4.1 Fase I: Investigación y Análisis de Información Documental

El presente trabajo se realizó dentro del APFFNT, tomando como zonas de estudio las localidades de Loma Alta, Agua Blanca y el paraje Los Lirios perteneciente a la localidad de La Peñuela que con la nueva categorización ya no es considerada parte del área de protección, pero las tres localidades pertenecen al Municipio de Zinacantepec.

A partir de esta selección se inició con la recopilación de información documental partiendo de lo general a lo particular pasando por la historia del Nevado de Toluca hasta su actual categoría, de igual manera una breve descripción geográfica y social de esta área protegida que pertenece al Municipio de Zinacantepec y de las tres localidades de estudio. Con el fin de complementar dicho trabajo se obtuvo información general sobre actividades silvopastoriles fuera y dentro de México.

4.2 Fase II: Trabajo de campo en áreas de estudio

4.2.1 Determinación de la Productividad primaria

La disponibilidad de forraje en un sistema de pastizal o pradera enfocada en trabajos de corte ambiental es conocida como productividad primaria, en cuanto a temas agronómico-veterinarios se le llama Acumulación Neta de Forraje. Para obtener la productividad primaria en cada localidad se seleccionaron zonas con pastizales, en las cuales se colocaron seis jaulas de exclusión de acuerdo a la metodología ya establecida para la evaluación de pastizales y praderas de Hodgson (1990), con las siguientes medidas: 0.5 m alto, 1.20 m largo y 0.6 m ancho. Las jaulas se distribuyeron al azar y cada 90 días se rotaron dentro de su zona, al cumplirse los días de descanso establecidos, se procedió a coleccionar las muestras de forraje utilizando un cuadrante de metal adaptado a 1.15 m de largo y 0.55 m de ancho,

De acuerdo con López González (2010), la Acumulación Neta de Forraje se estimó con la siguiente ecuación:

$ANF = [\text{peso promedio final de materia seca en el interior de la jaula el día 90}] - [\text{peso promedio inicial de materia seca disponible fuera de la jaula en el día cero}]$.

En el análisis de laboratorio las muestras se pesaron y secaron hasta peso constante en una estufa a 65°C para determinación de MS/ha. La estimación de materia seca se expresó en porcentaje de materia seca (%MS).

4.2.2. Componentes de la cubierta vegetal

La determinación de los componentes de la cubierta vegetal comprenden la separación de la biomasa en material vivo (parte verde de la planta) y material muerto (parte seca de la planta). Así también la biomasa se separa en hoja y tallo, con la finalidad de estimar el componente más digestible de la planta que en este caso corresponde a las hojas.

Del total de las 6 jaulas de exclusión se tomaron muestras de 5 gramos de las jaulas 1,2,3 (sumando un total de 15 g) por localidad para determinar la

cantidad de material vivo y muerto. Con las 3 jaulas restantes también se separaron 15 gramos, para determinar la cantidad de hoja y tallo. Las muestras se secaron de 65-70°C hasta peso constante y se expresaron en kg/ha MS (López González, 2010).

La producción de biomasa en sus componentes vivo, muerto, hoja y tallo dependen de los parámetros climatológicos de precipitación y temperatura debido a ello es que se presentan datos meteorológicos que se tomaron de la Estación Meteorológica Loma Alta de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), la cual se encuentra a una altitud de 3,432 msnm. Las zonas se localizan en altitudes que oscilan entre 3,177 msnm. y 3,380 msnm.

4.3. Fase III: Análisis de Laboratorio

Es importante conocer los diferentes parámetros utilizables dentro del análisis de la calidad nutritiva de los forrajes, con el fin de poder identificar aquellos que satisfacen los requerimientos nutricionales de la mayoría de los animales.

Aclarando que el solo conocimiento de la composición química de los ingredientes no puede predecir la respuesta animal, pues se dan otros factores en la alimentación de los rumiantes como lo son la genética y salud de los mismos, digestibilidad de los forrajes y sus ingredientes, entre otros. No obstante, diversos autores han desarrollado ecuaciones matemáticas que pretenden predecir el valor nutritivo de los alimentos y de esta manera, indirectamente, predecir parcialmente la respuesta animal.

Con la composición química de los alimentos se puede establecer una clasificación óptima o nula en el aporte de minerales, vitaminas, así como el de contenido de fibras, las cuales son determinantes en el contenido de energía contenido en el alimento y disponible para el animal, materia orgánica la cual indica el componente mineral, proteína, entre otras.

Adicionalmente, se depende de las condiciones climáticas y geomorfológicas del lugar y de la forma de producción pecuaria; de los forrajes se puede obtener variaciones en la composición nutritiva, lo que implicaría realizar

periódicamente análisis de los alimentos cada vez que se tenga sospecha de obtener diferencias significativas.

Para determinar la composición química de los forrajes con mayor exactitud se han desarrollado a lo largo de los años diversas técnicas de análisis, así como también equipos más tecnificados.

4.3.2. Composición química

El uso de alimentos sin conocer su composición química, impide su aprovechamiento integral y en ocasiones puede conducir a ciertos efectos perjudiciales para los animales, es por ello que el análisis de los alimentos es importante, pues permite aprovecharlos en forma adecuada al conocer qué componentes contienen y en qué cantidad (Tejada de Hernández, 1980).

La evaluación de los alimentos para los animales comprende el análisis bromatológico que incluye Materia Seca (MS) la cual es el total de material vegetal después de extraerle el contenido de agua a través de un calentamiento hecho en condiciones de laboratorio, ya que el agua no contribuye al valor nutritivo de un alimento. La Fibra Detergente Neutro (FDN) y Fibra Detergente Ácido (FDA) indican el contenido de energía en los forrajes y son un componente que tendrá efectos sobre la digestibilidad del alimento. Proteína Cruda (PC) es un parámetro basado en el análisis de nitrógeno [$N \times 6.25$ (Factor Protéico)], (Tejada de Hernández, 1980); dado que el elemento característico de las proteínas es el nitrógeno y así determinar también la calidad de los forrajes. La digestibilidad es la cantidad de alimento que ingiere el animal y no se elimina en las heces, lo que supone que fue absorbido por el animal; la Digestibilidad *In Vitro* (DIV) es una técnica de laboratorio que simula el proceso digestivo que se lleva a cabo en el rumen de los animales.

Los análisis químicos se efectuaron a partir de las muestras de biomasa recolectadas del día cero (inicio). Se procesaron en el Laboratorio del Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR). Se estimó la Materia Seca (MS) (AOAC, 1990), Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Ácido (FDA) con la técnica de Ankom Technology (Van Soest *et al.*, 1991). El

contenido de Proteína Cruda se evaluó por el método de Kjendhal (AOAC, 1990). La Digestibilidad *In Vitro* (DIV) se determinó de acuerdo con la ecuación descrita por la metodología (Ankom Technology, 2015) y la Materia Orgánica (MO) resultado de restar las cenizas al contenido de Materia Seca (MS).

4.4. Fase IV: Análisis de la Información

4.4.1. Análisis estadístico

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, para evaluar el efecto de la localidad en 3 meses de evaluación de la Fibra Detergente Neutro (FDN), Fibra Detergente Ácido (FDA), Proteína Cruda (PC), Materia Seca (MS), Materia Orgánica (MO), Digestibilidad *In Vitro* (DIV), Acumulación Neta de Forraje (ANF), Material vivo/muerto, hoja/tallo de pastos y hierbas, con el siguiente modelo general lineal:

$$[Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ijk}]$$

Dónde:

Y= variable respuesta

μ = Media general

τ_i = Efecto debido al tratamiento (i= 1,2,3, mes evaluado)

β_j = Efecto debido al bloque (j= 1,2,3, localidades)

ε_{ijk} = Error experimental

Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza y cuando se observaron diferencias significativas se aplicó la prueba de Tukey (P<0.05). se empleó el comando de Modelo General Lineal del paquete estadístico de Minitab v14 (2003).

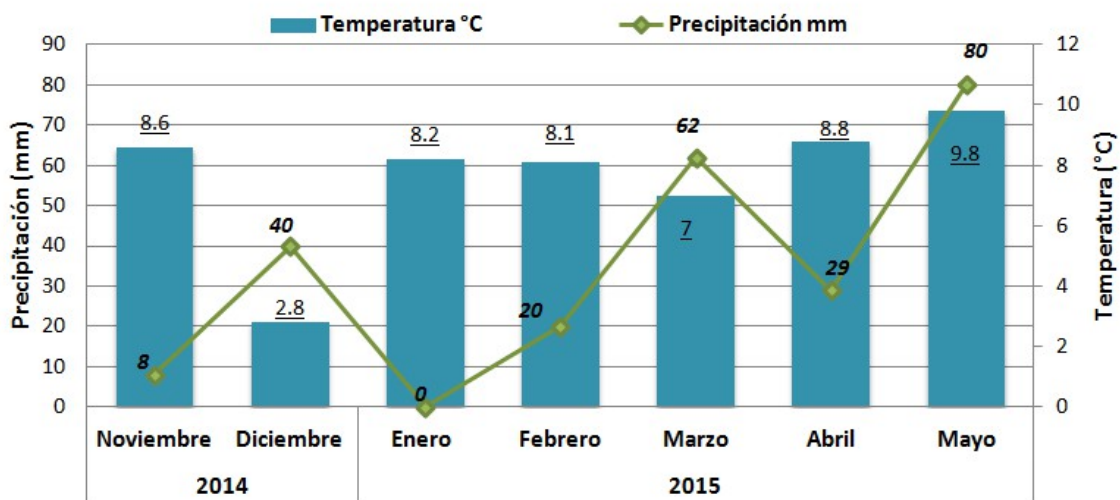
CAPÍTULO V



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La figura 4 presenta el promedio mensual de la precipitación y la temperatura de la estación Loma Alta en el municipio de Zinacantepec, la cual es la más cercana a las tres localidades, la máxima temperatura registrada durante los meses de estudio, fue noviembre y la más baja pertenece a diciembre, la cual corresponde con la temporada invernal. En cuanto a la precipitación fluvial durante la época de sequía, el mes de enero fue el más seco y la más alta la presentó marzo.

Figura 4. Temperatura promedio (°C) y precipitación (mm) de las áreas de estudio.



°C: Grados Centígrados mm: Milímetros de precipitación
 Fuente: Elaboración propia con base en datos CONAGUA (2015).

Según Ramírez Lozano (2009), el valor nutritivo de los forrajes no solo está en función de las partes de la planta, la edad del tejido si no también está en función de su digestibilidad y composición química. Al realizar los análisis bromatológicos los cuales son determinantes para conocer la calidad nutritiva de los forrajes y al realizarlos en la época de sequía, se esperaban diferencias entre los periodos, en relación al decremento de los nutrientes por la ausencia de precipitación pluvial y por ende una baja calidad nutritiva.

Respecto a lo anterior, lo que se obtuvo fue que para el caso de la FDN de forrajes recolectados durante los meses de noviembre 2014 a mayo 2015 (Cuadro 17) los valores van desde los 526.6 g/Kg MS de La Peñuela hasta los 654.0 g/Kg MS perteneciente a Agua blanca, la FDN disminuyó en

Febrero, que es el mes más seco del estudio. Los datos no presentan variación ($P>0.05$); de acuerdo con Esquivel Domínguez (2011), se debe al constante corte que los animales hacen al pasto y a la existencia de rebrotes, esto concuerda con La Peñuela que es la localidad que presenta el mayor número de animales en el pastizal.

Cuadro 17. Análisis bromatológicos de los forrajes de cada localidad de estudio.

	FDN	FDA	PC	MS	MO	DIV
	g/Kg MS					
Localidad						
Agua Blanca	654.0	341.3	80.5	934.0	871.2	529.1 ^a
La Peñuela	526.6	337.3	96.0	948.2	873.7	699.5 ^b
Loma Alta	552.7	320.4	90.7	935.8	863.9	604.4 ^{ab}
Promedio	577.7	333.0	89.0	939.3	869.6	611.0
de	67.3	11.1	7.9	7.7	5.1	85.4
<i>P</i>	0.31	0.57	0.241	0.28	0.493	0.041
Mes Evaluado						
Noviembre	627.6	333.4	106.7 ^a	939.2	873.8	676.3
Febrero	449.5	342.2	82.8 ^{ab}	943.4	869.6	599.6
Mayo	656.1	323.4	77.5 ^b	935.4	865.4	557.1
Promedio	577.7	333.0	89.0	939.3	869.6	611.0
de	112.0	9.4	55.2	4.0	4.2	60.4
<i>P</i>	0.098	0.66	0.039	0.647	0.605	0.112

FDN: Fibra detergente neutro, FDA: Fibra detergente ácido, PC: Proteína cruda, MS: Materia seca, MO: Materia orgánica, DIV: Digestibilidad *In Vitro*, de: desviación estándar, P: diferencia significativa en $P<0.05$

Fuente: Elaboración propia.

Los niveles de FDA, comparando el estudio realizado por Martínez-Hernández (2015), se obtuvo un promedio de 333.0 g/Kg MS ($P>0.05$), tanto en las localidades como para los meses de evaluación. Para Manríquez Mendoza *et al.* (2011), la FDN y FDA son indicadores de la calidad del forraje y pueden variar debido a la edad de rebrote de cada planta y las comparaciones varían de acuerdo al objetivo de cada estudio.

El contenido en FDN y FDA de estos pastizales es hasta 30% menor comparados con la paja de trigo y rastrojo de maíz del estudio realizado por Jiménez-Merino (1989); con lo cual son fáciles de digerir y con buena disponibilidad de contenido de energía. Se observa que respecto al contenido de PC en los meses evaluados, existen diferencias significativas ($P<0.05$),

conforme avanza la época de sequía esta concentración de PC disminuye considerablemente hasta un 30%. Posiblemente como resultado del envejecimiento de los tejidos vegetales y a diferentes estados fenológicos de las plantas (Martínez-Hernández, 2015).

Sin embargo, en algunos casos son superiores y/o similares en contenido de PC comparados con forrajes similares (centeno, paja de trigo, rastrojo de maíz, avena y cebada), (Esquivel-Domínguez, 2011).

Los minerales que contienen los forrajes se miden con la cantidad de ceniza, dichos elementos minerales son esenciales para la vida animal, que comprende los componentes estructurales de los órganos, tejidos y fluidos (Underwood, 1981). Cuando a la MS se le resta el contenido de minerales se obtiene el contenido de MO, dicha materia es una variable para evaluar la calidad de un alimento. Todos los tipos de vegetación presentan minerales y entre mayor calidad de plantas mejor serán los beneficios nutricionales para los rumiantes, los forrajes de este estudio se comportan de igual manera por localidad como por mes de muestreo ($P > 0.05$), acercándose a un 80% de MO por Kg/MS.

Como menciona Ramírez-Lozano (2009), la mayoría de pastos y hierbas presentes en los forrajes naturales contienen mayores niveles de minerales esenciales y proteína cruda, que otros forrajes comerciales. Es importante conocer que toda la vegetación pierde mucho de su valor nutricional conforme su edad, condiciones climáticas y disponibilidad de agua (O' Farrell *et al.*, 2007).

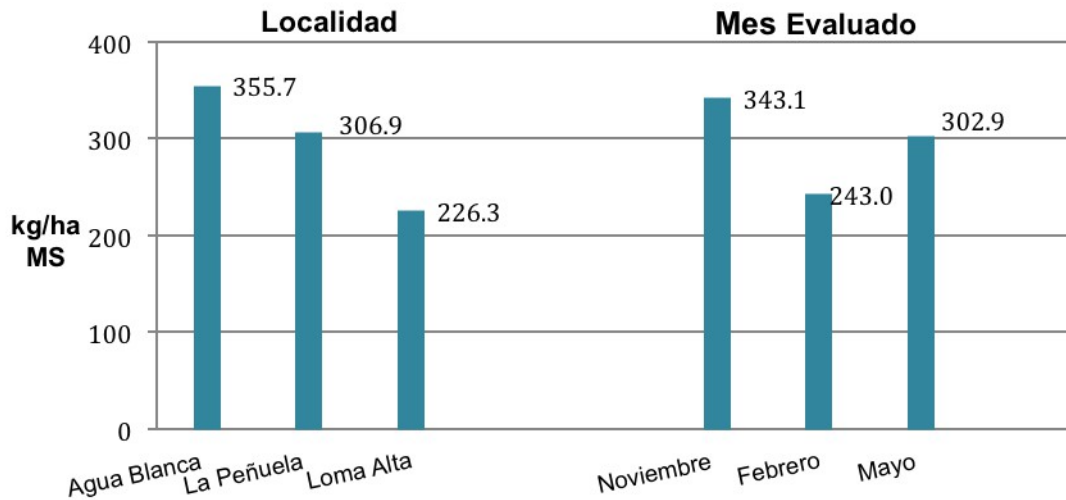
Con la DIV, la mayoría de los estudios sobre el efecto de la sequía o un estrés en el suministro de agua, muestran que se tiene una afectación en el crecimiento de la planta, con ello se incrementa el contenido de proteína cruda, se reduce la fibra y se mejora la digestibilidad (Van Soest, 1994). Respecto a los forrajes de las localidades, se observó que existen diferencias significativas ($P < 0.05$) en el análisis de digestibilidad, ya que la localidad de Agua Blanca tuvo una DIV de 529.1 g/Kg MS comparado con el dato mayor que lo obtuvo La Peñuela alcanzando 699.5 g/Kg MS.

Respecto a los meses de muestreo y de acuerdo a lo redactado por el estudio de Ramírez-Lozano (2007), realizado a pastos del noroeste de México en el municipio de Linares, Nuevo León, durante la época de sequía los pastos tuvieron los valores más bajos. Coincidiendo con este estudio en que la variación de la digestibilidad está relacionada con las estaciones del año, contenido de fibras y con el estado de madurez; dicha madurez llega a provocar un decremento en el consumo de forrajes por parte de los rumiantes (Merchen y Bourquin, 1994).

Al hablar de la ANF en la figura 5, se esperaban diferencias significativas por el hecho de ser época de estiaje lo cual reduce la disponibilidad de agua para el crecimiento y acumulación de forrajes en cada una de las localidades y conforme disminuye la humedad relativa durante los meses de análisis; sin embargo, no se observaron diferencias significativas ($P>0.05$) por localidad ni por mes evaluado en ANF, Agua Blanca obtuvo la mayor producción comparado con las otras dos localidades, Loma Alta con la menor producción de forrajes, se tuvo una desviación estándar de ± 65.3 kg/ha, lo cual muestra que la variación de la producción de forrajes entre localidades es mínima.

La Peñuela a pesar de ser la localidad con más ovinos 28-120 cabezas de ganado por productor (Solís-Correo, 2015), tuvo 15% menos ANF comparada con Agua Blanca por lo cual es insignificante la diferencia por lo tanto la existencia de los ovinos ejercen mínima presión. Además de que en el estudio realizado por Martínez-Hernández (2015), los animales durante este periodo complementan su alimentación con los residuos (rastrojo de maíz) de los cultivos cercanos a la localidad y con el forraje disponible dentro del bosque se reduce la presión ejercida a los pastizales.

Figura 5. Acumulación Neta de Forraje (ANF)



Fuente: Elaboración Propia.

En cuanto a la evaluación de cada uno de los meses de estudio, se encontró una desviación estándar de ± 50.4 kg/ha, lo cual muestra que la variación de la producción de forrajes es mínima, noviembre fue el mes con mayor ANF posiblemente se debe a la acumulación de lluvia de los meses previos (Figura 5), permitiendo el crecimiento de las plantas y febrero el mes con menores niveles de precipitación y menor ANF. Para las localidades como para meses evaluados el promedio que obtuvieron fue de 296.3 kg/ha MS.

Para Ni (2004), existen diversas variables que afectan la producción de forrajes de alta montaña, depende de las condiciones ambientales precipitación, temperatura y altitud. Para Wu *et al.* (2014), la productividad de los pastizales templados está limitada principalmente por la precipitación, sumado a esto, Ramírez Lozano (2009), sugiere que los factores propios del animal (estado fisiológico, potencial productivo) influyen en el consumo de estos forrajes.

El estrés hídrico de la planta producido por la ausencia de agua en la época de estiaje y el fin del desarrollo foliar de la misma, hizo suponer que se encontrarían diferencias significativas en cuanto a obtener grandes cantidades de materia muerta, así como de tallo pues al no tener un óptimo

abastecimiento hídrico, la planta se vería restringida en cuanto a disponibilidad de nutrientes, frenando su crecimiento por acción natural, convirtiendo sus escasos nutrientes en reservas para la nueva etapa de crecimiento. Con base en lo anterior el análisis de relación hoja/tallo, vivo/muerto de pasto y hierba se presenta en los cuadros 18 y 19. La cantidad de MS vivo y muerto (cuadro 18) no tuvo diferencias significativas ($P>0.05$) tanto por localidades como para meses de evaluación; sin embargo, se observan niveles más altos para la hierba viva en comparación con las obtenidas para el pasto vivo, indicando que la hierba presente en las zonas evaluadas logra soportar mejor la temporada de sequía, reteniendo mayor humedad y manteniéndose viva por más tiempo.

Cuadro 18. Relación Vivo/Muerto de Pastos y Hierbas de los forrajes de cada localidad de estudio

	VIVO		MUERTO	
	PASTO	HIERBA	PASTO	HIERBA
	Kg/ha MS			
Localidad				
Agua Blanca	54.5	62.0	125.7	113.4
La Peñuela	46.3	106.2	100.3	54.1
Loma Alta	41.0	42.5	82.9	59.7
Promedio	47.3	70.3	103.0	75.7
de	6.8	32.6	21.5	32.7
P	0.773	0.429	0.715	0.102
Mes Muestreo				
Noviembre	49.8	55.0	133.5	104.7
Febrero	31.2	28.5	93.9	89.4
Mayo	60.8	127.3	81.6	33.1
Promedio	47.3	70.3	103.0	75.7
de	15.0	51.2	27.1	37.7
P	0.362	0.190	0.600	0.068

de: desviación estándar, P: diferencia significativa en $P<0.05$
 Fuente: Elaboración propia.

El estrés hídrico disminuyó la cantidad de material vivo para el mes de febrero el cual registró un mínima precipitación, de acuerdo a Van Soest (1994), dicho estrés altera los componentes morfológicos de los forrajes.

Para Hodgson (1990), los rumiantes poseen una dieta selectiva basada en mayor proporción de hojas y tejido vivo de las plantas, las cuales tienen

mayor calidad nutritiva dejando en segundo plano la cantidad de tallos y tejido muerto.

Cuadro 19. Relación Hoja/Tallo de Pastos y Hierbas de los forrajes de cada localidad de estudio

	HOJA		TALLO	
	PASTO	HIERBA	PASTO	HIERBA
Kg/ha MS				
Localidad				
Agua Blanca	189.3	126.6	24.7	15.0
La Peñuela	163.8	131.4	4.4	7.3
Loma Alta	139.1	57.3	17.0	12.7
Promedio	164.1	105.1	15.4	11.7
de	25.1	41.5	10.3	4.0
P	0.806	0.225	0.074	0.755
Mes Muestreo				
Noviembre	186.3	113.2	23.3	20.1
Febrero	152.5	63.9	16.9	9.6
Mayo	153.4	138.2	5.9	5.3
Promedio	164.1	105.1	15.4	11.7
de	19.3	37.8	8.8	7.6
P	0.878	0.270	0.114	0.412

de: desviación estándar, P: diferencia significativa en $P < 0.05$

Fuente: elaboración propia

En el cuadro 19 no se observan diferencias significativas ($P > 0.05$) en cuanto a cantidades de hoja y tallo de pasto y hierba en localidades como en meses; sin embargo, una vez más febrero registra las menores cantidades de hoja. Con estos datos descritos y los datos de MS viva y muerta, puede inferirse que durante la época de sequía hubo menor presencia de tallos, en los pastizales y se debió a que en situaciones de estrés hídrico, se reduce el crecimiento de la parte aérea y consecuentemente el de tallos (Gerdes *et al.*, 2000). Con ello, la aparición de hojas es la última característica morfológica de las plantas que son afectadas, en estas condiciones (Nascimento y Adese, 2004).

Según Savory (2005), sí se tienen bajas intensidades de pastoreo los animales tienden a alimentarse de una menor proporción de las plantas disponibles, por lo tanto estas se quedan disponibles y listas para ser recicladas por el sistema. Los pastizales presentaran buenas reservas de

energía lo cual propiciará el crecimiento de nuevas hojas para mantener su nivel de disponibilidad (Hernández Garay *et al.*, 1999).

La estacionalidad, frecuencia de pastoreo e intensidad, pueden favorecer y/o disminuir la tasa de rebrote en las plantas, bajo crecimiento y en la presencia de más tallos (Cruz Hernández *et al.*, 2011). El crecimiento de las plantas también se ve afectado por las bajas temperaturas según Sage y Kubein (2007), lo cual se pudo notar en los pastos y hierbas vivas para el mes de febrero (Cuadro 18).

La composición morfológica de una planta desde el punto de vista funcional para Trujillo y Uriarte (2011), la hoja cumple una función de síntesis y asimilación de carbohidratos, presenta altos contenidos de nitrógeno por consiguiente elevado valor nutritivo, para los tallos su valor nutritivo se considera variable ya que depende del contenido de carbohidratos estructurales que presente.

Conforme se fueron obteniendo los resultados de los cuadros 17, 18 y 19 y figura 5 se puede mencionar que la localidad con mejor calidad nutritiva durante el periodo de evaluación fue La Peñuela pues presenta los menores niveles de FDN, lo cual concuerda con la mayor DIV ya que a grandes cantidades de fibras, el forraje se vuelve menos digerible por el animal y con menor contenido de energía, también presenta los mejores niveles de MS, MO y PC, comparado con las localidades de Loma Alta y Agua Blanca, ya que ambas cuentan con menores niveles en cuanto a los parámetros analizados, siendo Agua Blanca la localidad con la peor calidad nutritiva, que es ocasionada por una alta acumulación de forraje que no es utilizado por el ganado. En cuanto a Loma Alta se puede mencionar que tuvo la menor ANF, por ende tuvo el menor desarrollo de follaje de sus forrajes obteniendo bajos niveles de material vivo, muerto y acumulación de hojas.

En lo que respecta a los meses evaluados el mes de Noviembre y su humedad remanente de la época de lluvias hizo que fuera el mejor mes en cuanto a calidad nutritiva y ANF, encontrándose mayores niveles de hoja así

como de material muerto, este resultado puede deberse a ese exceso de producción, la cual no era consumida y por acción de la humedad se descompone con mayor velocidad. Retomando la calidad nutritiva, Mayo obtuvo el peor nivel durante el periodo de estudio, a pesar de ello el periodo de brotación foliar (renuevo), incidió en los buenos niveles de material vivo.

La mayoría de las ANPs han sido decretadas o reclasificadas en una gran variedad de categorías, mismas que ponen límites a diferentes condiciones y estatus previamente adquiridos, por las poblaciones que se encuentran en el interior afectando sus actividades. Tal es el caso del APFFNT, la cual para el año de 1936, ya presentaba agricultura de temporal, colecta de hongos y plantas silvestres, pastoreo extensivo, explotación extractiva de madera y leña (Abasolo-Palacio, 2006).

Todo ello da como resultado contradicciones entre diferentes secretarías enfocadas al ambiente Edouard (2010), ya que unas ofrecen subsidios, pero conducen a las comunidades interesadas a sufrir trámites engorrosos para lograrlo. Con el aumento de la demanda de productos animales la ganadería se ha ido expandiendo en todo el mundo, buscando forrajes de buena calidad.

De ese modo, el ganado fue avanzando sobre los bosques, inmensas áreas de selvas tropicales y bosques húmedos y subhúmedos fueron taladas y transformadas en pastizales o zonas de cría de rumiantes con el fin de satisfacer estas crecientes demandas (Pérez, 1986). Los impactos ambientales y socioeconómicos provocados por la eliminación de estas abundantes zonas forestales, han sido objeto de constante preocupación por parte de la comunidad científica (Hecht *et al.*, 1988).

Sin embargo, los pastizales son dinámicos mismos que requieren de cierto tipo de manejo y cuidados para mantenerse e incrementar la producción animal (Cruz-Hernández *et al.*, 2011), el conocimiento del tema para mucha gente está fundamentado en que la producción de ganado en los pastizales suele disminuir los recursos naturales, degradar el suelo y en el peor de los casos con un sobrepastoreo, destruir el ambiente.

Los pastizales antes de ser alterados por el ganado constituyen ecosistemas estables (Bastos y Feio, S/f), con la investigación realizada en el APFFNT se puede inferir en el hecho de que la producción ganadera tiene una influencia económica, considerada como una forma de ahorro con el fin de usarse para emergencia o gastos en festividades (Solís-Correo, 2015) y está envuelta en un sin fin de conocimientos culturales y empíricos.

En el pastoreo se aprovechan estos conocimientos para observar la variación ambiental, la oferta y demanda de los forrajes y el manejo- traslado de los animales (Blench, 2001), es de ahí que los productores del APFFNT tienen ciertos cuidados sobre la tierra pues es valorada como fuente de alimento para sus animales, los cuales les dan una acumulación de capital y patrimonio ligado a la existencia de valores familiares o sociales (Maldonado Ferrucho, 2012; Sánchez y Nava 2009).

Las áreas naturales presentes en cada localidad para las cuales se realizó el estudio, presentan pastizales en los cuales a pesar de observarse posibles afectaciones por la presencia de ovinos, estos al tener el hábito influenciado por el ser humano de viajar en grupos y moverse de un lado a otro, según Owen (1983), mantienen la salud y la fertilidad de las tierras, que parecía estaban destruyendo.

Cuando se conocen soluciones ya aplicadas las cuales se pueden considerar como ejemplos o estudios de caso, es probable que los impactos negativos de la ganadería, no hayan recibido la atención necesaria para disminuirlos y erradicarlos pues muchas soluciones tienen un costo reducido. El pastoreo dentro de las tres localidades es una herramienta auxiliar en el uso de técnicas apropiadas de producción, las cuales reducirán la presión sobre el medio, equilibrando el sistema (social, económico y ambiental), (Herrero *et al.*, 2009), de la cual podemos valernos para mantener el ambiente sano y estable para generaciones futuras, dicho pastoreo al ser el hombre quien lo controla y con lo dóciles que son los ovinos, se puede manipular la intensidad y tiempo de exposición que presentan las áreas.

A pesar de ser una época de sequía para el APFFNT Kleiner y Harper (1972), indican que los rumiantes y pastos juegan un papel muy importante en mantener la cobertura del suelo, a pesar de que se tenga la creencia que dejando descansar los pastizales en época de sequía para su recuperación y aumentar su productividad, es erróneo ya que la vulnerabilidad de los sistemas puede presentarse por la distribución anual de humedad. Caso que para esta área, a pesar de ser época de seca, las lluvias esporádicas y la humedad remanente de las fuertes lluvias previas a noviembre y las nevadas observadas en diciembre y enero han ayudado a que la humedad atmosférica no se desplome gravemente.

Los forrajes de las localidades de estudio, en los resultados de análisis bromatológicos (cuadro 17) presentaron buenos niveles de fibras, proteína, materia orgánica, entre otras, retomando a Ramírez Lozano (2009) dichos niveles nutritivos también van en función de la edad de la planta, esto demuestra que no son plantas maduras, pues están en constante defoliación por parte de los ovinos mismos que evitan que se quede materia muerta que no es consumida, la cual puede provocar bajo crecimiento en la nueva época de humedad.

La presencia de estos ovinos en los pastizales han ayudado a mantener un ciclo de nutrientes, flujo de materia y energía, esto se logra con la presencia de microorganismos vivos que se encuentran en los estómagos de los rumiantes, encargados de procesar el alimento y los cuales al ser expulsados realizan el aprovechamiento del estiércol y de vegetación muerta, de modo que terminan el ciclo de descomposición y reciclaje de nutrientes (Savory, 2005), es por ello, la vital importancia de la presencia de animales en áreas de pastizales.

La perturbación adecuada, sin exceder la carga animal o llegar a un sobrepastoreo de este sistema, es favorable pues si no existiera dicha perturbación, el suelo no alcanza a dejar espacios para semillas y no permite el establecimiento de nuevas plantas Savory (2005), hecho que se confirma con los datos obtenidos de los cuadros 18 y 19 que indican que estos

pastizales siguen siendo jóvenes y de buena calidad, ya que mantienen sus niveles de hoja-vivo y como ya se hizo mención anteriormente, la hierba hace frente a la falta de humedad y se mantiene viva.

Para poder mantener estos buenos niveles en los pastizales de las tres localidades es necesario seguir haciendo uso de los conocimientos de los productores los cuales ya tienen zonificada las áreas de acuerdo a su capacidad de producción de recursos forrajeros y a los niveles nutricionales que ellos han observado sin la necesidad de haber recurrido a un laboratorio.

Aunque esta investigación no se concentró en el ramoneo de arbustos de zonas forestales como en los pastizales, los resultados positivos parecen apuntar en la misma dirección, ya que los pastores suelen llevar a sus animales al interior del bosque en la época de estiaje, argumentando que al interior hay más disponibilidad de alimento (Solís Correo, 2015). Las plantas leñosas existentes en el bosque pueden soportar mejor el ramoneo, aunque los ovinos les quiten todas sus hojas verdes, siempre que exista un tiempo adecuado de recuperación de follaje (Voisin, 1988).

Es por ello que se busca involucrar a la gente en los conocimientos y actividades enfocadas en el manejo ambiental, protección y recuperación de recursos, como estrategias para conservar y valorizar su medio, lo cual puede mejorar la forma de vida de la población en esas localidades (Cortina *et al.*, 2012). En la misma tendencia Maldonado Ferrucho (2012) y Pfeffer *et al.* (2006), indican que las limitantes del medio para la subsistencia local son de ayuda para encaminar una generación motivada en el conocimiento, apropiación y motivación para conservar el ambiente e incrementar la calidad de vida de cada familia dentro del APFNNT.

CAPÍTULO VI



PROPUESTAS

La actividad ganadera que se realiza en el APFFNT y su dependencia hacia los pastizales ocasionada por evitar la compra de forrajes suplementarios como una inversión y con base en los análisis bromatológicos de los pastizales presentes en las tres localidades de estudio realizados para conocer sus propiedades nutritivas, muestran que en la época de estiaje que comprendió de Noviembre del 2014 a Mayo del 2015, la calidad nutritiva de estos pastizales fue disminuyendo; sin embargo, comparándolos con forrajes similares (centeno, paja de trigo, rastrojo de maíz, avena y cebada), son superiores y/o similares (Esquivel Domínguez, 2011).

Al conocer la calidad nutritiva, contenido de energía y disponibilidad de estos pastizales es necesario incorporar a los pastores y agricultores, ya que pueden tener la flexibilidad y adaptabilidad a incrementar y optimizar acciones enfocadas en el mejoramiento económico, social y ambiental dentro de las tres localidades.

De la degradación en los suelos dentro del APFFNT, presumiblemente provocada por la carencia de información sobre los tiempos de recuperación de las plantas y de las intensidades óptimas de pastoreo para los pastizales, sumándose los cultivos estacionales principalmente la papa, surge la necesidad de dar a conocer los buenos niveles en calidad nutritiva que han alcanzado los pastizales y sus comparaciones con otros forrajes, incidiendo en la disminución de cultivos menos nutritivos que los pastizales y mayormente dañinos para el ambiente, evitando gastos económicos y daños ambientales por la producción de los mismos. Para ello es necesario apoyarse en estudios sobre la intensidad y características de las actividades agropecuarias, que permitan orientar las acciones de manejo para avanzar hacia la sostenibilidad de los ecosistemas.

La valoración que los pastores y agricultores tienen sobre los recursos que les brinda el APFFNT, hace posible el intercambio de ideas para el mejoramiento del sistema, evitando costos ambientales en un futuro. Tomando en cuenta esto, es de vital importancia que conozcan la capacidad de carga del sistema, sirviendo como propuesta en el manejo de sus áreas de pastoreo es por ello que con base en los resultados obtenidos en esta

investigación se presenta un ejercicio con el fin de calcular la carga animal (CA) ideal para el sistema en estudio.

En dicho ejercicio se considera la Unidad Animal (UA): borrego de 40 kilogramos, lo que representa una media del peso que puede llegar a tener un ovino el cual si cumple con su requerimiento alimenticio diario, llega a consumir hasta el 3% MS/día de su peso vivo de forraje. La carga animal se puede describir como el número de unidades animales (UA) que pastorean en un área determinada y en un tiempo específico (Shimada, 2009). La siguiente fórmula expresa la carga animal, y los resultados obtenidos con la misma se muestran en el cuadro 20.

$$CA \text{ UA/ha} = [\text{ANF/ Consumo (MS/día)}] / 90 \text{ días evaluados.}$$

Cuadro 20. Capacidad de carga animal en localidades y meses evaluados

	ANF kg/ha MS	UA/día/ha
Localidad		
Agua Blanca	355.7	3.3
La Peñuela	306.9	2.8
Loma Alta	226.3	2.1
Mes Evaluado		
Noviembre	343.1	3.2
Febrero	243	2.3
Mayo	302.9	2.8

Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien cada unidad de producción cuenta con un promedio de 35 cabezas de ganado y los pastores poseen un aproximado de 28 hectáreas de pastizales a donde llevan a sus ovinos sin contar las zonas forestales (Solís Correo, 2015).

Si bien es cierto que la ganadería de ovinos puede ser una mala actividad productiva para el APFFNT desde diversos puntos de vista, se infiere que la aplicación de un sistema silvopastoril como mecanismo ambiental en particular al caso de estos ovinos en las localidades, nos llevará a obtener un adecuado sistema influenciado por la búsqueda de conservación y regeneración del medio con el fin de que siga siendo un proveedor de recursos, no solo para la actividad ganadera, si no en conjunto para toda la

biodiversidad existente en dichas áreas.

Como líneas de trabajo que involucran a estos rumiantes, siguiendo las características que posee un sistema silvopastoril y difiriendo del conocimiento erróneo, sobre el descanso y afectaciones del ganado al medio, se suman las siguientes propuestas adaptadas de Savory (2005):

- La concentración del ganado ovino de forma periódica a través del año, sobre terrenos que presenten erosión provocaran el surgimiento de nuevas plantas y la regeneración de las ya existentes, esto debido al transporte de semillas que los animales por medio de sus heces y de aquellas semillas adheridas a su pelaje se depositan en el suelo fértil.
- La presencia de cárcavas en las tres localidades es reversible con el establecimiento de ganado en periodos de tiempo controlados, ya que los ovinos con sus pezuñas reducen la pendiente de las cárcavas y con la propuesta anterior va aumentando la cubierta vegetal y mantillo orgánico lo cual reduce la erosión laminar del suelo y favorece la retención de humedad e infiltración de agua hacia los mantos freáticos.

- La realización de brechas corta fuego son comunes en el área, los ovinos pueden ayudar en ésta tarea, ya que fuertes impactos de pastoreo sobre líneas planeadas cumplirán la misma función de las barreras que se realizan con maquinaria, así no solo se evitara gastos económicos si no también se reducirán los impactos ambientales ocasionados por el traslado de la maquinaria pesada al interior de los bosques.
- Un impacto periódico y controlado del ganado ovino sobre los pastizales ayuda a eliminar materia vegetal muerta minimizando con ello los incendios forestales, también favorece el aumento del vigor de las plantas forrajeras, beneficiando su crecimiento, además de que ayuda a reducir comunidades de maleza consideradas indeseables, las cuales tienen un crecimiento agresivo que impide el desarrollo óptimo de estas plantas forrajeras.

El impacto del ganado es entonces una óptima herramienta si se le da el correcto uso, es por ello que el desarrollo de estas actividades requiere de la participación y apoyo de diversos sectores como el público, privado y social con el fin de establecer los remedios a los diversos problemas ambientales que conducirán a cumplir con los objetivos del área natural protegida.

Apoyados de estos sectores se requiere ordenar el crecimiento de las poblaciones para tener un control sobre el desarrollo social y económico que presenten cada una de ellas pues de ello depende el impacto que se tendrá al ambiente. A la vez promover la educación ambiental, capacitación y difusión de los métodos adecuados de manejo del ganado y la inclusión de los sistemas silvopastoriles como una opción en la conservación de las zonas de estudio, esperando contar con nuevos estudios sobre la producción primaria forestal que muestre la viabilidad de estos sistemas o sus posibles afectaciones ocasionadas por el ramoneo de los rumiantes.

CAPÍTULO VII



CONCLUSIONES

A pesar de que el pastoreo de rumiantes es una actividad tradicional, es necesario compartir con la población los daños y perjuicios que esta tiene sobre los suelos si no se logra un equilibrio entre tiempos de pastoreo y la recuperación de las plantas, contrastando la hipótesis, la buena calidad nutritiva que mantienen los pastizales a pesar de ser época de estiaje, favorece el fomento del uso de estos como mejor opción en comparación con los cultivos secundarios, además de que la ANF es suficiente para cumplir la demanda, tomando en cuenta la carga animal por hectárea que puede soportar el sistema.

Este trabajo no busca fomentar el incremento del número de rumiantes, ni mucho menos aumentar la presión sobre los pastizales o recurrir al bosque como otra opción de alimentación, únicamente se ve la posibilidad de incorporar el ganado como herramienta auxiliar en mejorar el estado de los suelos como conservación del recurso y mantener los pastizales para crear una simbiosis pastizal- ovino, la cual está ligada en utilizar los conocimientos generacionales adquiridos por los pastores sobre el manejo del rebaño y la identificación de zonas más productivas dentro del APFFNT en crear medidas de recuperación, protección y conservación del medio con el fin de que se cree una valorización de los recursos naturales siendo estos proveedores de bienestar social y económico para sus familias motivándolos e incitándolos en la conservación ambiental.

El tamaño del APFFNT rebasa las capacidades de las instituciones y organismos encargados de su vigilancia por lo cual se busca que la población después de que incrementen sus conocimientos sobre sistemas silvopastoriles y las nuevas propuestas de manejo del ganado para recuperación de suelos que proporcionara más forrajes, sean ellos mismos los vigilantes y administradores de los recursos, generando un balance entre sus necesidades y uso productivo del medio.

La conservación del ambiente es de vital importancia para mantener la disponibilidad de los recursos para el ser humano y por ser una parte inherente del mismo, es decir forman parte de un todo, más aún, conservar el

área de estudio que cuenta con diversos servicios ambientales, como lo es la captura de carbono, producción de oxígeno, retención de agua para recarga de mantos freáticos, además de mantener el equilibrio del sistema y los flujos de materia y energía, llevará a que estos servicios aporten beneficios locales los cuales ayuden a minimizar ciertos problemas ambientales.

En relación con las ciencias ambientales, esta investigación se encamina de manera multidisciplinaria para su realización utilizando la valorización de los recursos naturales que tienen los habitantes de las localidades en estudio y los conocimientos sobre el manejo de los recursos, lo cual permitió formular alternativas y medidas de conservación de estos pastizales.

REFERENCIAS

- Abasolo Palacio, E. 2006. Entre el cielo y la tierra: Raíces, un pueblo de la alta montaña en el Estado de México. Tesis de Doctorado. Universidad Iberoamericana. México.
- Ankom Technology. 2015. In Vitro True Digestibility using the DAISYP” Incubator. Analytical Methods.
- AOAC, 1990. Official methods of analysis of the Association of official Analytical Chemist, 15th ed. Association of Official Analytical Chemist: Virginia. E.U.
- Arteaga-Jordán, C., 2012. Mensaje institucional en el acto Inaugural del VII. Foro Ovino del Estado de México. INIFAP. ICAMEX.
- Ba Diao, M. 2006. Producción ganadera y conservación en zonas protegidas y sus alrededores: Proyecto de ordenación integrada de ecosistemas en Senegal. Depósito de documentos de la FAO. Disponible en : <http://www.fao.org/docrep/008/a0532s/A0532s04.htm> Consultado [5 Junio 2015].
- Bastos da Veiga, J. y Feio da Veiga, D. S/f . Sistemas silvopastoriles en la Amazonia Oriental. Deposito de documentos de la FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/wairdocs/lead/x6343s/x6343s00.htm> Consultado [20 Mayo 2015].
- Blench, R. 2001. ‘You can’t go home again’ Pastoralism in the new millennium. Overseas Development Institute. London. FAO.
- CEPAL. 2014. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe. Costa Rica.
- CONAGUA. 2015. Comisión Nacional del Agua. Coordinación general del servicio meteorológico nacional. Subgerencia de informática y telecomunicaciones.
- CONANP. 2013. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Estudio Previo Justificativo para la Modificación de la Declaratoria del Parque Nacional Nevado de Toluca, ubicada en el Estado de México.

- CONANP. 2014. Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas. Borrador del programa de manejo área de protección de flora y fauna Nevado de Toluca.
- Cortina-Villar, S., Plascencia-Vargas, H., Vaca, R., Schroth, G., Zepeda, Y., Soto-Pinto, L., Nahed-Toral, J. 2012. Resolving the conflict between ecosystem protection and land use in protected areas of the Sierra Madre de Chiapas, Mexico. *Environmental Management*, 49. pp.649-662.
- Cruz-Hernández, A.; Hernández-Garay, A.; Enríquez-Quiroz, J.F.; Gómez-Vázquez, A.; Ortega-Jiménez, E.; Maldonado-García, N.M.; 2011. Producción de forraje y composición morfológica del pasto Mulato (*Brachiaria* híbrido 36061) sometido a diferentes regímenes de pastoreo. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*. Mérida. 2 (4) .
- DOF. 2012. Diario Oficial de la Federación. Artículo 1, p.1. Ley de Organizaciones Ganaderas.
- DOF. 2015a. Diario Oficial de la Federación. Artículo 27. p.27. Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos.
- DOF. 2015b. Diario Oficial de la Federación. Artículo 26. Pp. 6,28. Ley Orgánica de la administración pública federal.
- EDOMEX, 1996. Ley de fomento ganadero del Estado de México. Artículo 1, p.4. H. LII Legislatura del Estado De México.
- Edouard, F. 2010. Gobernanza en la tenencia de la tierra y recursos naturales en América Central. FAO. Documento de trabajo sobre la tenencia de la tierra 18. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/013/al934s/al934s00.pdf> Consultado [15 Agosto 2015]
- Esquivel-Domínguez , A. 2011. Evaluación de la actividad silvopastoril en el parque nacional Nevado de Toluca. El caso de la comunidad Agua Blanca (Zinacantepec), Tesis de Licenciatura, Facultad de Planeación Urbana y Regional. Universidad Autónoma del Estado de México.
- FAO. 1999. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Sistemas Silvopastoriles. Educación ambiental para el trópico de Cochabamba. Depósito de documentos de la FAO.

- Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/009/ah647s/AH647S05.htm>
Consultado[10 Abril 2015].
- García-Amaro, E. 1986. Apuntes de climatología. Universidad Nacional Autónoma de México. 155 p.
- GEM. 2003. Gobierno del Estado de México. Plan municipal de desarrollo urbano de Zinacantepec. Secretaría de desarrollo urbano y vivienda.
- Gerdes, L., Werner, C.J., Colozza, T.M., Carvalho, D.D., Schammas A.E. 2000. Avaliação de Características Agronômicas e Morfológicas das Gramíneas Forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia aos 35 Dias de Crescimento nas Estações do Ano. Rev Bras Zootec; 29(4). pp.947-954.
- Grandi,C. y Triantafyllidis, A., 2010. Agricultura Orgánica en Áreas Protegidas, La Experiencia Italiana. FAO/Banco Mundial. Disponible en:http://www.fao.org/docs/eims/upload/297415/11_11_16_Spanish_version_OA_protected_areas.pdf Consultado [5 Agosto 2015].
- Hecht, S.B.; Norgaard, R.B. & Possio, G. 1988. The economics of cattle ranching in eastern Amazonia. Interciencia. 13 (5) pp.233-40.
- Hernández-Garay, A., Matthew, C. & Hodgson, J., 1999. Tiller size/density compensation in perennial ryegrass miniature swards subject to differing defoliation heights and a proposed productivity index. Grass Forage Sci. (54) pp.347-356.
- Herrero M., Thornton P. K., Gerber P. and Reid R. S. 2009. Livestock, livelihoods and the environment: understanding the tradeoffs. Current Opinion in Environmental Sustainability. 1. pp.111-120.
- Hodgson, J., 1990. Grazing Management: Science into practice. Harlow, England. Longman Scientific & Technical; 1st. edition.
- INAFED. 2010. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal. Enciclopedias de los municipios y delegaciones de México. Secretaría de Gobernación. Disponible en: <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM15mexico/municipios/15118a.html> Consultado [18 Mayo 2015].
- INEGI. 2007. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo agrícola, ganadero y forestal 2007.

- INEGI. 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Censo de Población y Vivienda 2010.
- Jiménez-Merino, A. 1989. La producción de forrajes en México. Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Banco de México/FIRA, 1ra edición en español.
- Kleiner, E. & Harper, K. 1972. Environment and community organization in grasslands of Canyonlands National Park. *Ecology*. 53 (2) pp. 209-309.
- LGEEPA, 2015. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Artículo 64, párrafos 2,3., p.43. Diario Oficial de la Federación.
- López-González, F., 2010. Agronomic evaluation and chemical composition of african star grass (*Cynodon plectostachyus*) in the southern region of the state of Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 12, pp. 151-159.
- Luccerini, S.; Subovsky, E. y Borodowski, E., 2013. Sistemas Silvopastoriles: una alternativa productiva para nuestro país. Facultad de Agronomía (eds); Argentina. *Apuntes Agroeconómicos*. Disponible en: http://www.agro.uba.ar/apuntes/no_8/sistemas.htm Consultado [10 de Julio 2015].
- Maldonado- Ferrucho, G. 2012. El sistema de Ganadería ovina en el Parque Nacional Nevado de Toluca: Limitaciones, ventajas y relación con el ambiente. Tesis de doctorado. Programa de Ciencias Agropecuarias y Rurales. Universidad Autónoma del Estado de México.
- Manríquez-Mendoza, L. Y.; López-Ortiz, S.; Olgún- Palacios, C.; Pérez-Hernández, P.; Díaz-Rivera, P.; López-Tecpoyotl, Z. G. 2011. Productivity Of A Silvopastoral System Under Intensive Mixed Species Grazing By Cattle And Sheep. *Tropical And Subtropical Agroecosystems*. pp. 573-584.
- Martínez-Hernández , J. 2015. Evaluación de la productividad primaria y calidad nutritiva en el sistema silvopastoril del Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca para la producción ovina. Tesis de Maestría. Programa de Ciencias Agropecuarias y Rurales. Universidad Autónoma del Estado de México.

- Merchen, N.R. y Bourquin, L.D. 1994. Processes of digestión and factors influencing digestion of forage hased diets by ruminants. En G.C. Fahey,Jr. (editor). Forage Quality, Evaluation, and Utilization. University of Nebraska, Lincoln, NE. Estados Unidos. pp. 564-612.
- Murgueitio, E., 2011. Sistemas Silvopastoriles en el Trópico de América. Colombia. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria.
- Naranjo, J., Augusto, C., Murgueitio, E., Chará, J. y Barahona, R., 2012. Balance de gases de efecto invernadero en sistemas silvopastoriles intensivos con *Leucaena leucocephala* en Colombia. Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria.
- Nascimento, J.D, Adese L.B., 2004. Acumulo de biomassa na pastagem. Em: Pereira et al. editors. Anais do II simposio sobre manejo estratégico da pastagem. Viçosa, Brasil. pp. 289-346.
- Ni, J., 2004. Estimating net primary productivity of grasslands from field biomass measurements in temperate northern China. *Plant Ecology*. 174. pp.217-234.
- O'Farrell, P., Donaldson, J. & Hoffman, M., 2007 "The influence of ecosystem godos and services on livestock management practices on the Bokkeveld plateau, South Africa". *Agriculture Ecosystems & Environment*, El Servier. 122 pp. 312-324.
- Owen Smith R., 1983. Management of large mammals in african conservation areas. Pretoria, Sudáfrica. Haum Educational Publishers.
- PACMA. 2014. Programa de Apoyo a las Comunidades y Medio Ambiente. Diagnósticos Municipales. Zinacantepec. Instituto Nacional de Administración Pública. A.C.
- Pérez, R., 1986. Agricultura y ganadería, competencia por el uso de la tierra, México, Ediciones de Cultura Popular, 285 pp.
- Pezo, D; Ibrahim, M., 1996. Sistemas silvopastoriles, una opción para el uso sostenible de la tierra en sistemas ganaderos. En Pastoreo intensivo en zonas tropicales. Primer Foro Internacional. Veracruz, México, FIRA/Banco de México. 35 p.

- Pfeffer, M.J., J.W. Schelhas, and C. Meola. 2006. Environmental globalization, organizational form and expected benefits from protected areas in Central America. *Rural Sociology*. 71(3) pp.429-450.
- Plan de Desarrollo Municipal. 2013-2015. H. Ayuntamiento de Zinacantepec. Unidad de información, planeación, programación y evaluación Zinacantepec.
- PROGAN. 2010. Programa Nacional Ganadero. SAGARPA. Disponible en:<http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Programas/Paginas/PROGRAM.aspx> Consultado [15 Julio 2015].
- Ramírez-Lozano, R., 2007. Los pastos en la nutrición de los rumiantes. Universidad Autónoma de Nuevo León. 1ra edición.
- Ramírez-Lozano, R., 2009. Forrajes nativos. Una alternativa sustentable de la alimentación de rumiantes. *Ciencia*. Universidad Autónoma de Nuevo León. 12 (1) pp. 4-5
- SAGARPA. 2000. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. *Sistemas Silvopastoriles*.
- SAGARPA. 2013. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. *Producción de Carne Ovina*.
- Sage, F., Kubein, S. 2007. The temperature response of C3 and C4 photosynthesis. *Plant Cell Environ.*; (30). pp.1086-1106.
- Sánchez, V. E. y Nava B. Y., 2009. Estudio de la contribución de los animales en las estrategias de los modos de vida en comunidades pobres bajo un marco conceptual de funciones de bienes. En: Reyes, R.G. (Compilador) *Acercamientos conceptuales y metodológicos para el estudio de la realidad agropecuaria y rural de México*. Universidad Autónoma del Estado de México, México. pp. 187-238.
- Savory, A., 1999. *Los 10 principios del manejo holístico*, Chile, OVITEC. Disponible en: http://www.manejoholístico.cl/pdf/los_10_principios_del_mh.pdf Consultado[8 Abril 2015].
- Savory, A. 2005. *Manejo Holístico. Un nuevo marco metodológico para la toma de decisiones*. SEMARNAT. México. 1ra edición en español.
- SCIGA. 2015. *Sistema de Consulta de Información Geoestadística Agropecuaria. Censo agropecuario 2007*. INEGI.

- SEDESOL, 2010. Secretaria de Desarrollo Social. Catalogo de Localidades. Unidad de Microrregiones.
- SERNANP. 2015. Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. Comunidades de Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas se adaptan al cambio climático mediante manejo de pastos naturales. Perú. Ministerio del Ambiente. Disponible en: <http://www.sernanp.gob.pe/sernanp/noticia.jsp?ID=2612> Consultado [10 de Julio 2015].
- Shimada, M.A. (2009). Nutrición animal. México. Editorial Trillas. pp. 96
- Solís-Correo, M.A., 2015. Caracterización de la producción ovina y propuesta de manejo pecuario, en el Área de Protección de Flora y Fauna Nevado de Toluca. Caso de Zinacantepec, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Planeacion Urbana y Regional. Universidad Autónoma del Estado de México. En imprenta.
- Steinfeld, H., de Haan, C. & Blackburn, H. 1997. Livestock-environment interactions: issues and options. Roma, Unión Europea/ FAO/ Banco Mundial. Disponible en: www.fao.org/docrep/x5305e/x5305e00.htm Consultado [6 de Agosto 2015].
- Sterman, J; de Felício, P. (2010) "Production systems-An example from Brazil" Meat Science, Elsevier Ltd.
- Tejada de Hernandez, I.; Barruecos, J; Merino, H. 1980. Análisis bromatológico de alimentos empleados como ingredientes en nutrición animal. Revista Técnica Pecuaria en México. 38, pp.31-33.
- Trujillo, A., Uriarte, G., 2011. Valor nutritivo de las pasturas. Departamento de producción animal y pasturas. Universidad de la República, Uruguay.
- Underwood, E.J., 1981. The Mineral Nutrition of Livestock. Common-wealth Agricultural Bureaux, Slough.
- Van Soest, P., Robertson, J. and Lewis, B., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition, Journal of Dairy Science. 74, pp.3583-3597.
- Van Soest, P.J. 1994. Nutricional Ecology of the Ruminant. Press, Ithaca, Ny, Estados Unidos. Cornell University. 2nd edition
- Voisin, A., 1988. Grass productivity. London. Island Press.

- Wu, J., Zhang, X., Shen, Z., Shi P., Yu, C., and Chen, B., 2014. Effects of livestock exclusion and climate change on aboveground biomass accumulation in alpine pastures across the Northern Tibetan Plateau, Chinese Science Bulletin. 59. pp. 4332-4340.
- Young, A. 1987. Soil productivity, soil conservation and land evaluation. Agroforestry Systems, 5. pp. 277-291.
- Zárate-Valdez J. L. 2012. Ganadería y Recursos Naturales en un Área Natural Protegida del Sur de Sonora. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 15(2) Mayo-Agosto, pp. 187-197.