Regeneracion natural de tres especies forestales forrajeras en dos sistemas de pastoreo en un bosque chaqueño

Alcides Machaca
Lincoln Quevedo
Nelson Joaquin
Eduardo Sandóval

Centro de Investigación y Manejo de Recursos Naturales Renovables (CIMAR)

Centro de Investigación y Manejo de Recursos Naturales Renovables (CIMAR)

Universidad Autónoma Gabriel René Moreno

Regeneracion natural de tres especies forestales forrajeras en dos sistemas de pastoreo en un bosque chaqueño

Alcides Machaca
Lincoln Quevedo
Nelson Joaquin
Eduardo Sandóval

Santa Cruz - Bolivia
2010

Copyright® 2010 by CIMAR

Este estudio ha sido posible gracias al apoyo del Centro de Investigación y Manejo de Recursos Naturales Renovables (CIMAR-UAGRM), de la Carrera de Ingeniería Forestal de la UAGRM, al Proyecto PIEB "Manejo de Agua y Monte para el Chaco Boliviano" y CIAT.

© Derechos reservados de CIMAR

Citación sugerida:
Machaca, A., Quevedo, L., Joaquín, N., Sandóval, E. 2010. Regeneración natural de tres especies forestales forrajeras en dos sistemas de pastoreo en un bosque chaqueño. CIMAR, Santa Cruz, Bolivia.

1ª Edición 2010.
1000 ejemplares
Foto: Lincoln Quevedo

Impreso en Editorial EL PAÍS
Cronenbold Nº6
Telf.: (591-3) 334 3996 / 333 4104
edpais@cotas.com.bo
Santa Cruz de la Sierra

Publicación financiada por LIDEMA

CONTENIDO

RESUMEN iv
1. INTRODUCCIÓN 1

2. OBJETIVOS 3
2.1. Objetivo general 3
2.2. Objetivos específicos 3
2.3. Hipótesis 3

3. MARCO CONCEPTUAL 5
3.1. Manejo de ganadería en el chaco boliviano 5
3.2. Características del Bosque Chaqueño 6
3.3. Características del ecosistema 6
3.3.1. Región subandina 6
3.3.2. Región pie de monte 6
3.3.3. Región de llanura 7
3.4. Sistemas de pastoreo 7
3.5. Sistema de manejo diferido del monte chaqueño 8
3.5.1. Objetivo de un plan de manejo 8
3.5.2. Conceptualización 8
3.6. Regeneración natural 10
3.7. Ecología de la regeneración 12
3.8. Dispersión de semillas y longevidad 13
3.9. Regeneración mediante semillas y mediante rebrotes 16
3.10. Factores que afectan la regeneración natural 17
3.10.1. Factor Edáfico 17
3.10.2. Vida silvestre y pastoreo 17
3.11. Degradación y pérdida de recursos forrajeros 20
3.11.1. Degradación del suelo 20
3.11.2. Erosión hídrica 21
3.11.3. Impacto del ganado sobre la regeneración natural 22
3.11.4. Árboles con follaje palatable 22
3.12. Clasificación dimensional 23

3.13. Tipos de muestreo de regeneración 23
3.13.1. Transectos 23
3.13.2. Transectos variables 23
3.13.3. Cuadrantes.....24
3.13.4. Punto centro cuadrado.....24
3.13.5. Línea de intersección 25

4. MATERIALES Y MÉTODOS.....27
4.1. Materiales.....27
4.1.1 Ubicación del área de estudio 27
4.1.2. Clima 27
4.1.3. Tipo de bosque y especies estudiadas 29
4.1.4. Descripción de las especies estudiadas 29
4.1.4.1. *Astronium urundeuva* (Allemoe) Engler. Anacardiaceae 29
4.1.4.2. *Schinopsis brasilensis* (Engler) Anacardiaceae 30
4.1.4.3. *Prosopis chilensis* (Molina) Stuntz Mimoaceae.....31
4.2. Métodos.....31
4.2.1. Tamaño de las plantas evaluadas.....31
4.2.2. Diseño de muestreo 32
4.2.3. Evaluación y variables consideradas.....32

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... 35
5.1. Abundancia 35
5.2. La abundancia por especies y categorías de regeneración 36
5.2.1. Categoría brinzal..... 36
5.2.2. Categoría latizal..... 36
5.2.3. Categoría fustal 37
5.3. Estructura vertical.....40

6. CONCLUSIONES..... 43

7. RECOMENDACIONES..... 45

8. LITERATURA CITADA 47

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Categorías de crecimiento, tamaño, área y número de parcelas por categoría de crecimiento para cada área de muestreo. 32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio 28
Figura 2. Estructura de las parcelas 33
Figura 3. Abundancia en ambos tipos de pastoreo para tres especies. 35
Figura 4. Abundancia en la categoría brinzal con manejo y sin manejo. 36
Figura 5. Abundancia en la categoría latizal con manejo y sin manejo. 37
Figura 6. Abundancia en la categoría fustal con manejo y bosque sin manejo 38
Figura 7. Altura media en pastoreo diferido PD y pastoreo tradicional PT en Brinzales 41
Figura 8. Altura media en pastoreo diferido PD y pastoreo tradicional PT en latizales. 42
Figura 9. Altura media en pastoreo diferido PD y pastoreo tradicional PT en Fustales 42

RESUMEN

El estudio se llevó acabo en la hacienda Mandiyuti, ubicada en el municipio de Cuevo, cuarta sección municipal de provincia Cordillera, al Sur – Oeste del Departamento de Santa Cruz. Geográficamente ubicada en los valles chaqueños, entre las siguientes coordenadas geográficas 65º 42” de longitud Oeste 20º 27” 22” de latitud Sur del meridiano de Greenwich y 460 m. s. n. m. La estación seca se inicia en el mes de mayo hasta mediados de octubre, y la otra estación húmeda comienza en diciembre y concluye en abril. La temperatura media es de 22,3 º C y la mínima de 14,8 º C. Las precipitaciones anuales en los meses más lluviosos oscilan entre 100 y 338 mm, concentradas en los meses de noviembre a abril. Las temperaturas presentan un rango de 48 º C en verano a inviernos que registran mínimas de hasta -5 º C.

A pesar de la creciente importancia que tienen los árboles y arbustos de esta región, para la sobrevivencia de la población, la conservación de la biodiversidad y el mejoramiento de los sistemas productivos, se conoce poco sobre sus potencialidades y dinámicas de su comportamiento, tales como: la regeneración natural y grado de palatabilidad para el forraje en áreas bajo pastoreo. Las especies evaluadas en el presente estudio fueron: *Astronium urundeuva, Schinopsis quebracho colorado* y *Prosopis chilensis.*

Con el objetivo de aportar al conocimiento de las dinámicas de su comportamiento, se evaluó la abundancia de las tres especies; tanto a la edad de plántulas, juveniles y adultos en los potreros que se encuentran en los bosques nativos chaqueño, sometidas a distintos sistemas de pastoreo: pastoreo diferido y pastoreo tradicional. Para esto, se establecieron un total de 40 parcelas cuadradas de 10 x 10 m de lado, para cada sistema de pastoreo; en las cuales se registraron los árboles de la categoría fustal; de la misma forma se instalaron 80 parcelas

cuadradas de 5 x 5 m de lado, donde se registraron los juveniles de la categoría latizal y finalmente se demarcaron parcelas cuadradas de 2 x 2 m de lado donde se registraron las plántulas de la categoría brinzal.

La abundancia de las tres categorías de plantas resultantes de la regeneración no fue similar en los tres estados de desarrollo, esto hace suponer que existen mayores presiones de selección del ganado durante los estados iniciales de la regeneración natural en las áreas de pastoreo tradicional aunque las tres especies se comportan como colonizadoras de áreas abiertas, que son dispersadas principalmente por el ganado y viento. La categoría que no puede mantener su población dentro el pastoreo tradicional, esta representada por brinzales y latizales. La abundancia de las especies estudiadas, dentro el sistema de pastoreo diferido favoreció a *Astronium urundeuva* y *Schinopsis quebracho colorado*, mientras que *Prosopis chilensis* fue favorecido por el sistema de pastoreo tradicional.

Estos resultados indican que existe un importante potencial para el manejo de la regeneración natural de estos potreros en los cuales existe un importante banco de plántulas sobretodo en las especies de Astronium urundeuva y Schinopsis quebracho colorado de los bosques bajo pastura que son capaz de mantener su población sometidas al pastoreo. Probablemente esta regeneración ha sido favorecida por los cambios realizados en las áreas de pastoreo diferido, sin embargo la especie observada como el Prosopis chilensis no responde de igual manera a las diferentes condiciones de manejo y uso de las áreas de pastoreo, que parece no tener capacidad de regenerarse dentro las áreas de pastoreo diferido.

Si se continúa con los sistemas de pastoreo tradicionales del bosque nativo, la abundancia y diversidad arbórea disminuirá a largo plazo, con la pérdida de las especies que representan una regeneración con muy poca densidad y la colonización de especies no valiosas. De este modo el mantenimiento y la abundancia de la regeneración natural observada, dependerá del manejo que le den los ganaderos a los diferentes estados de desarrollo de las especies en estudio.

En el presente estudio se trata de hacer resaltar que se deben dedicar mayores esfuerzos por parte de los propietarios, para conservar la cobertura arbórea nativa dentro los potreros en la región chaqueña; esto debe estar basado en las características ecológicas de las especies y su respuesta a diferentes condiciones de manejo de pastoreo.

1. INTRODUCCIÓN

Económicamente la ganadería es un importante soporte para los países de latinoamérica, sin embargo ha sido una de las principales causas de la tala de bosques; generando ambientes degradados y problemas asociados a estos. El bajo precio de los productos ganaderos y la degradación ambiental en áreas bajo pasturas, ha puesto en crisis los sistemas ganaderos tradicionales (Pomareda *et al.* 1997).

La presencia de especies forrajeras con capacidad maderable dentro los bosques nativos podrían generar beneficios ambientales y sistemas ganaderos eficientes, con opciones de ingresos para los productores por la venta de madera (Barrios 1998).

Bolivia cuenta con una extensión de pastura 338.307 km^2 en el extremo sur del departamento de Santa Cruz y en los sectores orientales de los departamentos de Tarija y Chuquisaca. Estas últimas se diferencian de otras zonas por su menor disponibilidad de agua y por la vegetación que es un monte ralo compuesto por especies arbustivas de buen contenido proteínico que favorece la ganadería (Montes 1998).

En el caso de los Bosques chaqueños una de sus importantes ventajas es que adicionalmente a la producción de madera, el componente arbustivo y herbáceo tienen características forrajeras y son la principal fuente de alimentación de los animales domésticos que proporcionan diferentes productos a las familias campesinas como carne, leche, queso y tracción animal. Sin embargo, a pesar de esta importante función productiva del bosque nativo chaqueño, desde su colonización ha sido explotado mediante pastoreo y extracción forestal (durmientes,

carbón, madera y leña) sin ningún manejo en función de sus características naturales, lo que en la actualidad genera grandes áreas de bosque degradado.

El Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT), a través del Programa Producción Animal, viene trabajando desde 1991 en metodologías de manejo y recuperación del Bosque Chaqueño, habiendo realizado varios trabajos de investigación relacionados a producción de forraje y regeneración de especies forrajeras. Actualmente, se cuenta con áreas de bosque nativo con manejo (diferido) con más de 14 años bajo esta práctica; significando que dichas áreas son sometidas a descanso durante la época de lluvias (noviembre – abril), lo que ha permitido observar un cambio favorable en la composición florística con la presencia de especies forestales representativas de la región (Soto, Algarrobo, Tajibo y Cuchi), las cuales muestran una importante población joven, en contraste de las áreas vecinas que se encuentran sin manejo.

Sin embargo, durante el proceso de la implementación y desarrollo de dicha técnica de manejo, no se ha evaluación los efectos sobre la regeneración natural de las especies mencionadas. Por lo tanto se plantea la necesidad de realizar una evaluación sobre el efecto del manejo diferido del bosque en la regeneración y dinámica de crecimiento de las especies forestales del Bosque Chaqueño.

El presente trabajo se concentró en la evaluación de la abundancia de tres especies nativas con capacidad forrajera y maderera, en los estados de Brinzal, Latizal y Fustal bajo el efecto de la técnica de pastoreo diferido del bosque frente a la técnica de pastura tradicional. El estudio fue realizado en el municipio de Cuevo, Santa Cruz. El trabajo de campo se realizó entre los meses abril y mayo del año 2007.

Los resultados de este estudio pretenden brindar información que permita el mejoramiento del desarrollo de estrategias apropiadas para el manejo de la regeneración natural de estos bosques nativos del Chaco.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Contribuir al manejo sostenible de los Bosques Chaqueños bajo pastoreo.

2.2. Objetivos específicos

Evaluar y cuantificar el potencial forestal de tres especies forestales (con capacidad forrajera y maderera) en función de la estructura horizontal y la regeneración natural.

Identificar efectos de los sistemas de manejo diferido sobre la regeneración natural en el Bosque Chaqueño.

Comparar la respuesta de la regeneración en un bosque con manejo diferido y en un bosque sin manejo.

2.3. Hipótesis

Ho = La respuesta de la regeneración natural es igual en los dos sistemas de pastoreo (tradicional y con manejo diferido)

Ha = La respuesta en la regeneración natural es diferente en el área bajo manejo diferido que en el área de manejo tradicional.

3. MARCO CONCEPTUAL

3.1. Manejo de ganadería en el chaco boliviano

El sistema de producción ganadera de la región chaqueña se desarrolla en un 99 % sobre los recursos forrajeros nativos, y esto sucede en la totalidad de las fincas de la llanura y zonas de transición. El principal problema de las áreas de pastoreo compuestas por vegetación nativa en las zonas semiáridas del sureste de Bolivia es el sobre pastoreo por el sistema de cría de animales que se realizan a campo abierto, aplacando el pastoreo continuo sin ninguna regulación de la carga animal de acuerdo a la capacidad de la finca y la viabilidad de producción de forraje (Joaquín 2001).

En el Chaco la producción ganadera se practica a escalas extensivas, con una necesidad de hasta 20 hectáreas por animal. Esta seca e inhóspita región contiene aproximadamente un 20 por ciento del hato ganadero del departamento; aunque el Chaco sufre de una aguda erosión de origen eólico. Los suelos son principalmente arenosos y salinos, con un alto intercambio de cationes y un mosaico de texturas. Los principales productos son durmientes, carbón y ramoneo para el ganado en formaciones arbustivas. Aunque existe un potencial limitado para el aprovechamiento forestal y la ganadería sin embargo en el Chaco, éstas son las principales actividades económicas de la región (Pattie y Ferry 1999).

Desde el punto de vista de la producción ganadera, el manejo significa combinar en forma eficiente los recursos forrajeros para asegurar la nutrición del hato de acuerdo a los requerimientos de cada categoría de edad y sexo con las prácticas sanitarias que aseguren la salud adecuada del rodeo y las operaciones fundamentales de reproducción y optimizar la producción y ganancias, sin deteriorar los recursos naturales suelo - agua - planta y compatibilizado con la conservación productiva de recursos vegetales y fauna silvestre (Saravia *et al.* 1996).

3.2. Características del Bosque Chaqueño

El gran chaco de Bolivia forma parte del chaco Boreal y es un complejo de bosques bajos, naturales espinosos, sabanas secas y tierras húmedas en las provincias cordillera y parte de chiquitos Santa Cruz, y Luís Calvo Chuquisaca y Gran Chaco en Tarija. Topográficamente el chaco boliviano es una llanura, pero existen varias colinas, lomas y pequeñas serranías dispuestas en diversos lugares de la planicie.

El bosque seco chaqueño se caracteriza por sus numerosas plantas suculentas y/o espinosas. La comunidad vegetal más común tiene un dosel continuo y bajo (< 8m), con varias especies emergentes de hasta 15 m de altura. Especies típicas son algarrobo (*Prosopis chilensis*), mistol (*Ziziplus misto*), chañar (*Geoffroca decorticans),* choroque (*Ruprechtia triflora*), cacto candelaria *(Cerius dayami*), quebracho blano (*Aspidosperma quebracho blanco*) (kacha), soto (*Schinopsis quebracho colorado*), cuchi (*Astronium urundeuva*) según (Killeen *et al.* 1993).

3.3. Características del ecosistema

Según Medina *et al.* (2006) en la provincia Cordillera se distinguen tres pisos ecológicos, cada uno con sus particularidades propias del ecosistema Chaqueño: Sub. Andino, Pie de Monte y Llanos.

3.3.1. Región subandina

Corresponde a las últimas estribaciones de la cordillera de los Andes, conformado por las partes altas de montañas y serranías, destacándose suelos rocosos con poca capacidad de retención de humedad en la parte alta, aunque con respecto del resto de la provincia cordillera, es el ecosistema de mayor humedad; la vegetación de las partes altas es pobre, presenta un estrato muy bajo y escasa presencia de especies herbáceas.
En las laderas bajas y pie de serranías existe una vegetación de estrato alto, con algunas especies arbóreas y montes espinosos. Entre las estibaciones montañosas se abriga pequeños valles y valles profundos semisecos, conformando micro- climas al interior del eco sistema subandino (Medina *et al.* 2006).

3.3.2. Región pie de monte

La región de pie de monte es una unidad de transición entre el subandino y la llanura chaqueña. Existen dos zonas que pertenecen a esta clasificación: una, que se extiende en dirección Norte – Sur, desde el norte del Municipio de

Gutiérrez hasta Cuevo (pasando por las comunidades de Lagunillas y Camiri) y otra, que se extiende en la misma dirección atravesando las comunidades de las zonas de charagua Norte y Charagua Sur. La unidad esta formado por un complejo de abanicos aluviales y conos de deyección que se extiende al pie de todo el subandino (Medina *et al.* 2006).

3.3.3. Región de llanura

Esta región, presenta una topografía plana con pequeñas ondulaciones, constituida por unidades geo-morfológicas de la llanura antigua de origen aluvial y por la llanura de origen eólico, susceptible a la erosión e inundaciones de los bañados de las terminaciones de algunos ríos. Por las condiciones climáticas presenta un paisaje característico de zonas áridas, con suelos de origen sedimentarios, de textura franco arenosa, con presencia de un buen porcentaje de limo. Este ecosistema es predominante en el municipio de Charagua (Medina *et al.* 2006).

3.4. Sistemas de pastoreo

‘t Mannetje (2001) menciona algunos sistemas de pastoreo más frecuentes y son el continuo, rotacional y diferido. En el pastoreo continuo el hato utiliza la misma área de vegetación todo el tiempo; existen muy pocas divisiones de la pastura, excepto para diferentes clases de ganado, o hay áreas con diferentes capacidades de carga que pueden ser separadas para permitir una mejor utilización.

En el pastoreo rotacional el área es subdividida mediante cercos permanentes o temporales y el hato se mueve de acuerdo con periodos de pastoreo y descanso más o menos fijos. El diferido es un tipo de pastoreo continuo durante casi todo el año, pero con un periodo de descanso insertado durante un tiempo particular para permitir la acumulación de reservas con el fin de regular la disponibilidad de forraje o bien para acumular material antes de la quema y la floración y formación de semillas con el fin de proteger las especies.

Para Ayanz (2003) el pastoreo diferido no es en realidad, un sistema de regulación como los anteriores, sino una variante que se puede aplicar a todos y que sólo se diferencia de ellos por retrasar el momento de inicio del aprovechamiento. A veces, es conveniente introducir al ganado en el pasto no en el momento de su óptima producción en cantidad-calidad (encañado en las gramíneas o altura óptima de inicio del aprovechamiento), sino más tarde, para permitir la floración

y fructificación de las plantas y la consiguiente diseminación y enterramiento de semillas que efectúa el pastoreo. Esa entrada retrasada o diferida del ganado al pasto, denominada pastoreo diferido, se emplea con cierta frecuencia como método de mejora de comunidades herbáceas con escasa cobertura (por ejemplo, por mala implantación) y en pastos de anuales, para permitir su diseminación.

3.5. Sistema de manejo diferido del monte chaqueño

3.5.1. Objetivo de un plan de manejo

El objetivo de un plan de manejo en la producción de ganado es recuperar la producción del bosque nativo mediante el manejo del pastoreo, el cual permite la regeneración de especies de los diferentes estratos, cuyo resultado se manifiesta en un aumento poblacional y de biomasa que reducen los procesos de erosión hídrica y eólica, además de crear mejores condiciones de alimentación de los animales que redunda en un aumento de la productividad del hato ganadero, bajo un marco de manejo sostenible de los recursos naturales (Saravia *et al.* 1996).

Por su parte ‘t Mannetje (2001), menciona que una de las herramientas más importantes en el manejo del pastoreo es que se debe tener en cuenta la carga animal, expresada como el número de animales o el peso vivo animal que es posible mantener por unidad de área a través del año o de una estación. De tal forma que para lograr una producción sostenible a largo plazo, la carga animal debe estar relacionada y en concordancia con la capacidad de carga que significa el número de unidades animales que pueden ser mantenidas por unidad de área según el sistema de producción para el cual el área es utilizada. Por lo que, la sostenibilidad del manejo de pastoreo depende, en gran medida, del nivel de utilización del forraje producido en el largo plazo, el cual es determinado por la carga animal.

3.5.2. Conceptualización

El sistema de pastoreo diferido es una técnica de importante valor en el manejo del pastoreo, y se basa en un pastoreo discontinuo durante casi todo el año, con periodos de descanso insertados durante un tiempo particular para permitir, la acumulación de reservas con el fin de regular la disponibilidad de forraje, ayuda al establecimiento de la regeneración natural y la recuperación de su estructura y composición del bosque en su conjunto (Herrero *et al.* 2001)

Joaquín y Van der Grinten (2004) conceptualizan de manera amplia el manejo de monte diferido, ya que al monte nativo chaqueño se le aplica un plan de uso

en base a alambradas y el control del pastoreo de los animales, de manera que la vegetación es racionalmente utilizada, aspecto que influye en el aumento de la población de especies forrajeras y por consiguiente un aumento en la oferta de alimento. Entonces el monte diferido es la técnica que consiste en hacer descansar un área determinad durante el periodo de lluvias. Este procedimiento permite que las plantas forrajeras lleguen a producir semillas y posterior establecimiento y su desarrollo que servirá de forraje para el ganado.

Esta técnica del manejo diferido se aplica a potreros de pastos cultivados y de montes nativos cuando se quiere incrementar la población de las especies forrajeras deseadas. Para aplicar la técnica, necesariamente se debe evitar el ingreso de animales domésticos, por lo que la superficie a recuperar debe cerrarse, significando un costo considerable para el productor. Sin embargo, los últimos avances de aplicación tecnológica a nivel del Chaco demuestran que con el uso de "cercas eléctricas" es posible reducir alrededor del 70% del costo en relación a la alambrada tradicional.

Los fundamentos para volcar la atención a técnicos y ganaderos del chaco hacia la vegetación nativa son las siguientes:

En la zona chaqueña, para áreas donde se iniciará su recuperación, el diferido debe aplicarse desde el inicio del periodo de lluvias hasta el mes de abril. La presencia de plantas espinosas hace que en áreas muy castigadas aún se encuentran especies forrajeras importantes que una vez protegidas por la clausura llegan a producir y diseminar sus semillas. Con el aumento de la población se logra incrementar el rendimiento del forraje hasta cuatro veces más que el sistema de manejo tradicional. Como producto de un incremento considerable en la población de especies forrajeras, éste tipo de manejo de pastoreo rotativo, permite contar con buena cantidad de alimento en el monte nativo como reserva para la época seca (Joaquín y Van der Grinten 2004).

Covas (1972) por su parte menciona que una de las mejores herramientas de que dispone el ganadero para la utilización racional del pastizal natural es el sistema de pastoreo conocido como "diferido rotativamente" o diferido en rotación.

Se trata de una forma de organización del pastoreo diferido, esto es el pastoreo con descansos, durante los periodos de lluvia en lo que se recupera y/o resiembra el pastizal, estando los períodos de descanso escalonados de tal manera que al completarse un ciclo de la rotación, cada potrero de la unidad de explotación ha estado en descanso en distintos períodos que completan un año

calendario. Por ejemplo, si una unidad de explotación, que puede ser todo un establecimiento ganadero o parte de él manejado como una unidad consta de tres potreros, uno de ellos estará en descanso en determinada época del año, con el ganado pastoreando en los otros dos en sucesivas épocas, que pueden abarcar tres, cuatro o más meses del año, el ganado irá rotando en los potreros.

El pastoreo diferido rotativamente es un buen recurso para extraer del pastizal natural toda su potencialidad de producción, a la vez que contribuye notablemente a la supervivencia de las especies forrajeras deseables y a la conservación del suelo.

El sistema de pastoreo diferido en rotación fue desarrollado y es aplicado principalmente en los estados del medio oeste de los Estados Unidos. La evaluación de este sistema ha mostrado sus múltiples ventajas, como incrementos en la producción de las pasturas que a veces superan el 25 % con respecto al pastoreo continuo, así como una incidencia netamente positiva en la conservación del suelo, mejoramiento en los porcentajes de parición, etc. Sin duda alguna es un método llamado a contribuir en forma notoria al incremento de la producción de pastizales naturales, principalmente en bosques degradados.

En cuanto a la producción maderera, Lamprecht (1990) menciona que en los trópicos secos normalmente no se practica una actividad forestal ordenada, por la misma causa que ello acontece en los trópicos húmedos. En general no existe un manejo silvicultural orientado hacia los principios del rendimiento sostenido. Los bosques secos y sus productos siempre han jugado un papel esencial en la vida de las poblaciones nativas; han sido y son actualmente la fuente de aprovechamiento de madera.

En muchos lugares, la leña y el carbón vegetal son los únicos combustibles que están a disposición. Además, estos bosques proveen de otros productos que en importancia diversidad y valor, son comparables a los de los bosques húmedos. El pastoreo dentro del bosque y la obtención de hojas para forraje son la base indispensable para la actividad pecuaria. Durante los períodos críticos causados por la sequía, estas fuentes de forraje son con frecuencia la única opción de supervivencia del ganado.

3.6. Regeneración natural

En todo ecosistema ocurre una serie de procesos naturales que rige la dinámica del mismo. La regeneración natural es un proceso natural de la reproducción de las especies forestales por medio de las semillas o rebrotes que aportan los

árboles maduros que vegetan en el bosque, las cuales se dispersan y germinan en el suelo de acuerdo a las condiciones de sitio en donde se distribuyen (Aus 1992). Es el conjunto de procesos mediante los cuales el bosque se restablece por medios naturales (Rollet 1971) citado por (Rojas 1999).

Aparentemente los bosques son estáticos, sin embargo estos se encuentran en estado constante de cambio. Los árboles al envejecer, se debilitan por el ataque de enfermedades o la sobrecarga de epifitas y bejucos. Por consiguiente, éstos se hacen más vulnerables a las caídas por acción del viento, rotura de la copa o rajadura del fuste. Cuando un árbol cae o es aprovechado, se abre el dosel del bosque, causando cambios ambientales en la parte inferior del bosque. Normalmente, 1 a 5% del dosel se abre cada año por la caída natural de árboles (Fredericksen *et al.* 2001).

Estos claros se pueden formar en cualquier época del año. No obstante, la mayoría de estos se producen durante la época de lluvias, particularmente a su inicio. Frecuentemente los árboles se debilitan durante la época seca y, con la llegada de las primeras lluvias el suelo se satura y ablanda, restando soporte a las raíces durante los vientos intensos que acompañan a las tormentas. Estos cambios ambientales causados por la caída de los árboles permiten la supervivencia de plantas intolerantes a la sombra, así como de las que necesitan suelos descubiertos para su germinación y establecimiento (Fredericksen et al. 2001).

Para Louman *et al.* (2001) la sucesión secundaria es un proceso de recuperación del bosque después de que se ha abierto un claro pro factores naturales o la intervención del hombre del mismo modo que la existencia de una especie en un determinado sitio depende de su temperamento, sobretodo de la presencia de semillas en momentos oportunos.

El desarrollo del bosque secundario no es solamente un proceso de cambio en la estructura y composición de la vegetación de un sitio, sino que también involucra cambios marcados a nivel del ecosistema, tales como el ciclaje de nutrientes y la producción de biomasa. Además el manejo adecuado de los nutrientes que contiene un ecosistema es uno de los aspectos más importantes dentro el marco del desarrollo y la producción sostenible. Desde ese punto de vista, entonces, es importante comprender los cambios a este nivel provocados por la conversión de un bosque natural al uso agropecuario y ganadero (Finegan 1997).

La regeneración de los bosques secos es considerada como la más frágil debido a la lenta capacidad de regeneración y a la persistente amenaza de defo-

restación por causas naturales o antropogénicas. Debido a las condiciones de sequía que padecen estos bosques, el reclutamiento de plántulas y la taza de crecimiento son afectados y son menores a los de bosques tropicales húmedos (Uslar *et al.* 2003).

La regeneración natural de árboles en potreros puede dividirse en varios momentos o etapas biológicas. Lluvia de semillas, dispersión de semillas, banco de semillas, banco de plántulas, juveniles (brinzales, latizales y fustales) y adultos (madurez reproductiva). La dispersión y post – dispersión de semillas, su germinación, el establecimiento y crecimiento de las plántulas, son procesos biológicos que junto con la predación de semillas y la herbivoría, articulan de forma dinámica cada una de estas etapas.

En paisajes naturales, estos procesos son influenciados por factores bióticos y abióticos tales como las características y movilidad de agentes dispersores, las características del suelo, las condiciones ambientales y micro climáticas del sitio, la disponibilidad de nutrientes para el crecimiento, la intensidad de la predación de semillas y la herbivoría y la competencia con la vegetación preexistente. Estas interacciones determinan en un paisaje natural la disponibilidad y distribución espacial de las semillas en el suelo, el tamaño del banco de plántulas y la abundancia de juveniles y de árboles adultos (Esquivel 2005). El mismo autor menciona que en paisajes agropecuarios tropicales (mezcla de áreas naturales con áreas explotadas para agricultura y ganadería), las etapas biológicas de la regeneración natural y su dinámica son influenciadas además por factores antropogénicos. Factores como el tipo de uso del suelo, la intensidad del uso, el tiempo de explotación, la práctica de manejo de estas áreas y el grado de fragmentación de los ambientes con vegetación natural modifican la disponibilidad de recursos bióticos y abióticos, y alteran los procesos biológicos involucrados en la regeneración natural de árboles y, por lo tanto, la distribución de la vegetación arbórea a diferentes escalas de paisajes.

3.7. Ecología de la regeneración

La regeneración se inicia con la floración y la producción de semillas de los árboles maduros. El ritmo de florecimiento y fructificación de las plantas se denomina fenología. Es necesario considerar la fenología de los árboles del bosque para la toma de decisiones silviculturales. Puesto que mediante esta se puede determinar la época más apropiada para el aprovechamiento (Justiniano 1998).

En ciertas especies, el florecimiento se produce en ciclos anuales. Otras especies arbóreas florecen con intervalos mayores a un año. En algunas especies como en los palo santo, el florecimiento y la fructificación puede ocurrir una sola vez en la vida del árbol después de lo cual este muere (Justiniano 1998).

En la mayoría de las especies, el inicio del florecimiento está regida por señales ambientales como fotoperiodo, humedad del suelo, temperatura o humedad relativa. En otras especies el florecimiento puede estar regulado, internamente, por la condición fisiológica de la planta, que solo está indirectamente determinado por las condiciones ambientales (Fredericksen *et al*. 2001).

Según Lamprecht (1990), en los bosques secos la mayoría de los árboles pierden el follaje en la primera mitad del período seco y muchas veces permanecen así durante varios meses. Esto no implica, sin embargo, que se produzca un auténtico período de descanso, ya que muchas especies florecen en esa época. El rebrote de las hojas se inicia regularmente antes de terminar el período seco.

3.8. Dispersión de semillas y longevidad

La dispersión de semillas y el establecimiento de plántulas representan los estados más críticos y sensitivos en la vida de las plantas y constituyen a su vez, procesos claves que determinan la estructura espacial de su poblaciones. Sin embargo, la dispersión de semillas ha recibido mayor atención por ser el punto de partida de la colonización y del avance de la dinámica de la regeneración natural (Esquivel 2005).

Abraham de Noir et al. (2002) describe a la dispersión como un proceso activo y dinámico de transporte que tiende a ubicar la unidad de dispersión en sitios seguros desde el punto de vista físico y competitivo. La unidad dispersante puede consistir en la semilla, incluir al fruto y ocasionalmente uno o más verticilos florales. Estas estructuras accesorias representan adaptaciones a distintos agentes dispersores.

Los mecanismos de dispersión son un factor esencial en la distribución natural de las especies y en la movilización e intercambio de material genético dentro y fuera de las poblaciones. Su efectividad depende de dos factores: las características físicas y químicas y morfológicas de las unidades de dispersión y la presencia de barreras climáticas y edáficas que limitan el crecimiento y desarrollo de nuevos individuos. Por ello es imprescindible conocer los patrones de

dispersión de las especies que componen una comunidad a los fines de valorar sus posibilidades de regeneración natural (Esquivel 2005).

Por su parte Abraham de Noir et al. (2002) se refiere a la calidad de la dispersión que vincula distintos aspectos tales como características de sitio, de las unidades dispersantes y de los agentes dispersores. Los vertebrados son los agentes de dispersión más importantes en los trópicos húmedos mientras que en ambientes más secos predomina la dispersión por el viento y hormigas sobre la que emplea aves y mamíferos. En un gran número de bosques de América Central y Sudamérica los patrones de dispersión guardan estrecha relación con las precipitaciones y la complejidad de la vegetación, de modo tal que se ha asignado a distintas comunidades boscosas un espectro de mecanismos y agentes de dispersión característicos de cada una de ellas. Por ejemplo en los bosques húmedos subtropicales de las Yungas de Argentina se ha estudiado el rol de los agentes bióticos en la dispersión de especies nativas demostrándose la estacionalidad en el consumo de frutos en la dieta de mamíferos.

En consecuencia el patrón de dispersión de semillas en el paisaje es entonces el resultado de la interacción de los agentes dispersores con las plantas adultas fuente de semillas y de la estructura de la vegetación aledaña. Estas características en un área dada determinan las capacidades de recuperación de la vegetación natural frente a perturbaciones naturales o antrópicas (Esquivel 2005).

El mismo autor menciona que en bosques secos predominan las especies que se dispersan por el viento mientras que aquellas que emplean pájaros y mamíferos son comunes en los bosques húmedos. En el Chaco Occidental y Serrano se han identificado además a las hormigas como un agente de dispersión en el caso de semillas y como predador en frutos indehiscentes, consumiendo parte de su pericarpio y liberando a las semillas contenidas en él, como sucede en *Prosopis alba, Prosopis chilensis, Senna spectabilis y Senna bicapsularis.*

La especies de *Aspidosperma quebracho blanco* y *Schinopsis quebracho colorado*, especies de los bosques típicos de ambientes chaqueño occidental, dispersan semillas y frutos con signos de adaptación a la anemocoria, representados por alas en el tegumento de las semillas y en el pericarpio del froto respectivamente. Las especies del género *Prosopis, Zizyphus, Celtis* y *Geoffroea* y las que compones el estrato arbustivo de los géneros *Acacia, Atamisquea, Castela, Schimus* y *Cordalia* utilizan agentes bióticos de dispersión, produciendo frutos secos indehiscentes o carnosos. Dentro del chaco serrano las especies de los

géneros *Capparis, Maytenus, Zizyphus, Castela, Acacia, Celtis* y *Vallesia* producen también frutos de dispersión endozoócora (Abraham de Noir *et al*. 2002).

La estacionalidad propia de la región chaqueña condiciona la oferta de frutos para los distintos agentes de dispersión. Los frutos carnosos están presentes predominantemente durante los meses del verano cuando las poblaciones de aves migratorias se desplazan hacia estas regiones. Los frutos secos indehiscentes, pero nutritivos permanecen durante más tiempo sobre la planta madre, entrada ya la época de sequía y la escasez de otros recursos obliga a los mamíferos, tanto silvestres como domésticos a consumirlos y dispersarlos (Abraham de Noir *et al.* 2002).

La dispersión de las semillas de los árboles se efectúa mediante el viento, el agua y los animales. En el bosque húmedo, 60 a 80% de las semillas arbóreas son dispersadas por animales. En los bosques secos, 30 a 50% de las semillas de los árboles se dispersan mediante el viento. Algunas especies, entre las que se incluye el momoqui y el ochoó, dispersan sus semillas mediante la dehiscencia explosiva de su cobertura, arrojando las diásporas a 20 o más metros del árbol (Fredericksen *et al.* 2001).

Las semillas de la mayoría de las especies arbóreas germinan el año siguiente a su dispersión, generalmente cuando las lluvias saturan el suelo y permiten la entrada de agua a la cobertura de la semilla. Las semillas de algunas especies, como el bibosi, germinan mejor después de haber pasado por el sistema digestivo de los animales que las dispersan. Algunas especies de árboles pioneros tienen semillas que pueden sobrevivir en el suelo por varios años y germinan sólo cuando son estimulados por la luz, el calor y/o el aumento de la concentración de nitratos presentes después de la formación de un claro (Fredericksen *et al*. 2001).

En áreas bajo continua perturbación como los potreros activos, factores antropogénicos adicionales influyen sobre los procesos de dispersión de semillas y sus dinámicas. El ganado (equino y vacuno) por ejemplo, dispersa las semillas de árboles leguminosos como *Enterolobium cyclocarpus* y de *Psidiun guajava* y los generos prosopis. Estos animales domésticos pueden consumir una alta cantidad de frutos y dispersar altas densidades de semillas de estas especies en sus bostas.

Por ejemplo, tres años después de la aplicación experimental de bostas de ganado en pasturas mediterráneas abandonadas, su vegetación demostró un incremento significativo en la riqueza de especies arbóreas con especies en-

contradas solo en áreas de pastoreo activo; la misma que menciona por ejemplo en Australia se encontraron patrones diferenciales en la dispersión de semillas de Acacia milótica al observar que las semillas en la bosta de ganado fue mayor a menores distancias del bosque. De esta manera la preferencia de los productores y la práctica de manejo de áreas en pastoreo, estarían influyendo sobre la disponibilidad de fuentes de semillas para la regeneración arbórea en estas áreas perturbadas y sobre las características del proceso de dispersión (Esquivel 2005).

Los animales capaces de dispersar semillas en áreas perturbadas pueden expandir las poblaciones de estas plantas en estas áreas, colonizando hábitat que no lograrían alcanzar exitosamente sin su interacción. De esta forma, los efectos de los animales domésticos cobran mayor importancia en la dinámica de dispersión de la regeneración natural de áreas degradadas como las pasturas activas de pastoreo tradicional.

3.9. Regeneración mediante semillas y mediante rebrotes

Algunas especies de árboles tienen tasas muy bajas de viabilidad de semillas, altas tasas de depredación de semillas o tasa de regeneración. Sin embargo los árboles también pueden regenerarse mediante el rebrote a partir de raíces o tallos cortados. Se conocen varias especies cuya regeneración se produce, primordialmente, por rebrote y rara vez por semillas. También existen árboles que rara vez rebrotan y la mayoría de su regeneración proviene de semillas (Fredericksen *et al.* 2001).

Sin embargo la producción de semillas es uno de los aspectos más importantes para su disponibilidad en el suelo del bosque, que puede determinar el éxito o fracaso de la regeneración de especies arbóreas. A nivel específico los patrones de producción de semillas varían entre individuos, entre año y estaciones, y entre hábitat. Es el caso de los bosques secos, la germinación de semillas de muchas especies ocurre con mayor frecuencia con las primeras lluvias después de la época seca, como es el caso del *Astronium urundeuva* (Mostacedo y Pinard 2001).

Lo mismos autores hacen referencia a la reproducción mediante rebrotes, una de las formas de reproducción de los árboles, con mucho éxito, es la vegetativa. En condiciones naturales, el rebrote se inicia a partir de daños producidos a la planta por la caída de ramas o plantas enteras, o por la depredación total o parcial del meristemo apical por animales grandes o por mamíferos. En el caso

del estudio las especies son ramoneadas por el ganado vacuno. En los bosques secos hay más especies que rebrotan que en los bosques húmedos. Especies con mayor grado de deciduidad tienden a ser los mejores para rebrotar.

3.10. Factores que afectan la regeneración natural

3.10.1. Factor Edáfico

Los suelos del Chaco son uno de los factores que deben ser tomados en cuenta y que son suelos con porcentajes regulares de alcalinidad, las especies de formación chaqueña se desarrollan poco y crecen achaparrados, se ramifican en forma excesiva con signos de mortandad en áreas de mayor concentración. Por lo que la germinación de semillas y la supervivencia de jóvenes brinzales dependen de la naturaleza o del sitio en el que son depositadas (Vega 2001).

La humedad es el factor más crítico y variable para la germinación; los embriones de semillas secas mueren o permanecen en dormancia; si el sustrato es demasiado húmedo, las semillas enraízan sin germinar o sufren la falta de oxigeno. Para acelerar la regeneración se necesitaría de drásticas intervenciones o catástrofes naturales. Lo que equivale a decir, que si se quiere lograr un crecimiento satisfactorio, se le debe dotar de condiciones favorables como la generación de claros (Vega 2001).

3.10.2. Vida silvestre y pastoreo

El manejo de sistemas tradicionales extensivos, con escasa visión de manejo sostenible a largo plazo, sin considerar en manejo adecuado del hato y de los recursos forrajeros naturales ha producido sistemáticamente los siguientes efectos: destrucción y virtual desaparición de muchos recursos forrajeros naturales, disminución de la biodiversidad, siendo más severo en la zona de transición a la llanura chaqueña, reducción de la capacidad de carga de ganado y disminuye el mismo en la zona, afectando a la producción de forrajes cuyos recursos renovables son destruidos por el pastoreo continuo (Vaca *et al.* 2002)

Alteración de la cobertura vegetal con la consecuente modificación de la cubierta del suelo produciendo erosión antrópica acelerada (cárcavas o zanjas) fenómeno muy perceptible en el subandino y la zona de transición a la llanura chaqueña. Desequilibrio hidrológico en las cuencas por lo que actualmente en la zona del chaco serrano prácticamente el suelo se está desplazando a los ríos a causa del sobrepastoreo y deforestación más aún cuando se unen estas dos actividades (Vaca *et al.* 2002).

Los factores antrópicos más sobresalientes que influyen estos procesos en las distintas etapas del desarrollo de la regeneración natural y que los diferencian de los procesos de regeneración en ambientes naturales son: el manejo de la vegetación preexistente(pastos, árboles, arbustos, bosque), la dispersión de semillas por el ganado (además de la fauna silvestre) y la práctica de manejo de pastura manejo de la presión de pastoreo y la eliminación selectiva de la vegetación mediante practicas de limpieza de potreros (Esquivel 2005).

El animal, componente importante del ecosistema, lo altera a través de una serie de acciones directas o indirectas, tales como reducir el área foliar de las plantas, alterar el nivel de reservas, el desarrollo de órganos vegetativos y dispersión de semillas. Además, introduce el factor pisoteo y retorno de nutrientes mediante las excreciones. Es el caso del *Prosopis chilensis* Mimosaseae (Fabaceae), esta especie se multiplica por semillas exclusivamente por vía endozooica. La germinación se refuerza cuando la semilla es escarificada por el pasaje a través del tracto digestivo de los animales (Saravia *et al.* 1996). La especie puede formar bancos de semillas sobretodo cuado la semilla queda dentro de la vaina. En zonas más áridas, el forrajeó realizado por animales silvestres es tan intenso que impide la formación de dicho banco de semillas dispersadas (Esquivel 2005).

Entre los factores más importantes que afectan la condición de los recursos forrajeros, ya sea en forma positiva o negativa, son la carga animal, época de utilización, distribución de los animales en el terreno, resistencia relativa al pastoreo de las especies forrajeras dominantes, uniformidad de la pradera, disponibilidad de agua, topografía del terreno e infraestructura de cercos.

Sin embargo varios estudios se han desarrollado con el propósito de evaluar el efecto del manejo de pasturas de bosques secos chaqueños. Estos estudios nos muestran algunos resultados respecto a los efectos del manejo de ganado vacuno en bosques nativos vinculados con la regeneración natural de los bosques secos chaqueños. Barassiolo *et al.* (2000), hace referencia al estudio realizado en dos áreas de pastoreo con control y sin control del sobre pastoreo, al estimar que se necesita por lo menos una edad mínima de cuatro años para superar la altura del ramoneo de dos metros y una edad media de seis y siete años, y una edad máxima de ocho años para el bosque con control del pastoreo y de once años para el bosque sin control del pastoreo. Llegando a una conclusión de que las plantas jóvenes de quebracho colorado necesitan aproximadamente de 7 años para alcanzar los 2 m de altura y así superar el peligro del ramoneo.

Santa Cruz *et al.* (1998) hace referencia al estudio realizado sobre una superficie de aproximadamente de 2,5 ha de un área clausurada después de 15 años donde se evaluó los efectos de una clausura tradicional en la recuperación de un área degradada al encontrar la mayor cantidad de especies en el área clausurada que en las áreas circundantes, el mismo que responden a 58 especies vegetales correspondientes a 22 familias botánicas, de las cuales 13 especies fueron gramíneas, 9 especies fueron leguminosas, cactáceas 7 especies y 4 especies de bromeliáceas.

La comparación de las especies encontradas e identificadas dentro el área de clausura y en el sector circundante a ella muestran que de las 58 especies relevadas, 51 de ellas, el 88 % del total de especies identificadas, se observaron dentro de la clausura, mientras que fuera de la clausura, se encontraron 36 especies que significan el 62 % del total de especies identificadas. Las especies comunes a ambas áreas son 29, lo que significa el 50 % del total de las especies identificadas.

Dentro el área de clausura, la familia con mayor número de especies son las gramíneas, con 13 especies siguiéndole la familia de las leguminosas, con 7 especies; en el sector no clausurado la mayor representación de especies corresponden en primer lugar a la familia leguminosas, con 7 especies, seguido por las cactáceas con 6 especies, estando las gramíneas representada solo por 3 especies.

Fuera del área de clausura las gramíneas representan solamente el 8 % del total de gramíneas presentes en dicho sector, siendo un 66 % de ellas de ciclo vegetativo anual; observándose que un 47 % de un total de especies relevadas son leñosas, como consecuencia de la intensa presión de pastoreo sobre otros estratos, particularmente el herbáceo graminoso; mencionado por el mismo autor respuesta del recurso vegetal semejante a lo observado por Terán (1995) para el monte chaqueño serrano de Chuquisaca Bolivia.

Por su parte Wenzel *et al.* (1998) en su estudio realizado sobre la regeneración de especies arbóreas del chaco húmedo argentino, encontraron que la regeneración bajo el dosel de un bosque alto serrado tenía una media de 1500 plantas jóvenes por hectárea de altura mayores de 25 cm.

Parizek *et al.* (2000) encontró que el *Prosopis flexuosa* florece y produce frutos mucho más antes que el *Prosopis chilensis*, así como el rebrote de sus hojas nuevas del *Prosopis flexuosa* es mucho mas antes que la del *Prosopis chilensis*;

al respecto hace mención sobre el adelanto en la aparición de los órganos en especies leñosas de climas áridos significa una importante estrategia para su posterior diseminación y reproducción ya que sólo pocos árboles de prosopis chilensis florecieron y lograron fructificar. *Prosopis flexuosa* invierte su energía en forma más acentuada que *Prosopis chilensis* en la producción de flores, dando la mayor posibilidad a la formación de frutos y por consiguiente en la colonización, explicándose así, en parte, su mayor rango de distribución. Sin embargo, menciona que la probabilidad de obtener mayor cantidad de frutos aumenta cuanto más seco y cálido es el ambiente en el momento de la floración. Así, en ambientes donde ocurre la floración en una misma época, hay mayor probabilidad de producción de frutos en aquellos que presentan lluvias tardías.

3.11. Degradación y pérdida de recursos forrajeros

El pastoreo continuo y sin control de la carga animal sobre las forrajeras de mayor calidad, conduce a la virtual desaparición de las mismas por la permanente reducción de la superficie foliar por el pastoreo, o el ramoneo de las especies leñosas, disminuye la eficiencia fotosintética, o sea la captación de energía lumínica y transformación en energía química, debilitando rápidamente la planta (Saravia *et al.* 1996).

Por su parte Díaz (1992) menciona que a medida que aumenta el grado de uso, las especies deseables disminuyen en frecuencia, aumentando las especies poco valiosas, que van ocupando el lugar dejado por las anteriores hasta que si sigue aumentando el grado de uso, también decrecen las poco valiosas. Al principio aumentan moderadamente las indeseables hasta un grado de uso en que aumentan rápidamente y tienden a desaparecer las plantas deseables o palatables al ganado (grados de usos excesivos). Para que sea sostenible, tanto biológica como económicamente, se debe tener en cuenta la relación entre condición forrajera y condición ecológica y las interacciones entre los estratos arbóreos, arbustivos y gramíneos, que aseguren la estabilidad del sistema.

3.11.1. Degradación del suelo

En las áreas sobre pastoreadas el suelo es alterado por denudación por destrucción de la cobertura herbácea, compactación por pisoteo en los espacios ínter arbustos por donde transita el ganado. También hay pérdida de materia orgánica al eliminarse el sistema radicular de las herbáceas, principalmente gramíneas, lo cual, unido a la compactación reduce el porcentaje de espacio ocupado por los poros, que son los encargados de facilitar la infiltración del agua. Por lo que el

mismo efecto ocurre que se tenga menor contenido de oxígeno en el suelo por la reducción de los espacios porosos. Por otro lado la reducción de infiltración por pérdida de materia orgánica y disminución de porosidad. Esto a su vez incrementa el escurrimiento de agua disponible para las plantas lo que implica una menor producción de forraje (Saravia *et al.* 1996).

3.11.2. Erosión hídrica

La erosión del suelo es un proceso con dos fases consistentes en el desprendimiento de partículas individuales de la masa del suelo y su transporte por los agentes erosivos, así como la corriente del agua y el viento. Las salpicaduras es el agente más importante para el desprendimiento como resultado del golpeteo de las gotas de lluvia sobre la superficie de un suelo desnudo (Terrón *et al.* 1997).

Las zonas de pastizales están compuestas por hierbas autóctonas y matorral por lo que la vegetación herbácea proporciona una cubierta densa, muy pegada a la superficie del suelo, lo que resulta una buena protección frente a la erosión. Los problemas erosivos aparecen solamente cuando esta cubierta se elimina por sobrepastoreo, aunque pueden acentuarse por la sequía o el calor excesivo. El pastoreo es frecuentemente, perjudicial para la supervivencia de los bosques. Los animales pisotean y compactan el suelo, dañan las raíces superficiales y se comen las ramas de los árboles jóvenes.

Por su parte Kirkby *et al.* (1984) Menciona que la erosión del suelo es la remoción del material superficial por la acción del viento o del agua. La erosión del suelo por la acción del agua es más activa donde la disolución es menor. Donde la precipitación pluvial no puede infiltrar en el suelo, sino que fluye sobre la superficie, el agua viaja a una velocidad relativamente rápida, y es capaz de arrancar material del suelo por medio de la fuerza hidráulica. Sin embargo la cubierta y el tipo de vegetación también desempeñan un papel secundario, de manera que los cambios en el uso del suelo pueden influir en la estabilidad de los suelos con pendientes.

Terrón *et al.* (1997) menciona que el control de la erosión se apoya claramente en el uso de medidas agronómicas. Estos se dirigen a determinar y mantener adecuadas cargas ganaderas. Sin embargo el manejo que recibe cada sistema es un factor importante que influye en la escorrentía superficial. Así Ríos *et al.* (2006) indica que hubo un incremento en la escorrentía superficial durante el periodo de pastoreo, esto posiblemente por efecto del pisoteo del ganado.

Rhoades *et al.* (1964) citado por Ríos *et al*. (2006) afirman que a una mayor carga animal, mayor es la compactación del suelo y escorrentía superficial y menor la infiltración.

3.11.3. Impacto del ganado sobre la regeneración natural

El ganado tiene efectos negativos sobre la regeneración de especie forestales palatables e inhibe su regeneración.

Cuando el campo se degrada a condición pobre, el ganado afecta además la regeneración de otras especies como el mistol, algarrobo blanco *(Prosopis chilensis y P. alba)*, Orco molle o chirimolle *(Sideroxylon obtusifolium)* y Toboroche "Samohu" *(Chorisia insignis)* y Algarrobilla. Por otra parte el ganado también resulta favorable para la dispersión de numerosas especies arbóreas cuyos frutos son ingeridos y sus semillas atraviesan indemnes el aparato digestivo, recibiendo en el trayecto, por acción de los jugos gástricos, un tratamiento que ablanda el tegumento seminal facilitando su germinación. Las especies forestales que en el chaco son dispersadas por el ganado son: Mistol, Algarrobilla y Algarrobo. En el caso del algarrobilla y algarrobo el ganado favorece su dispersión, pero si el campo esta degradado puede destruir los brinzales por ramoneo (Saravia *et al.* 1996; Esquevel 2005).

3.11.4. Árboles con follaje palatable

La palatabilidad está determinada por el grado de preferencia que los animales tienen por ciertas especies vegetales en particular sin que esto signifique que las mismas tengan un alto valor nutricional. La palatabilidad depende de una serie de factores como sabor, disponibilidad de especies, disponibilidad de agua en la planta, época del año, edad de la especie forrajera, salud y estado nutricional de los animales, por otro lado la palatabilidad y preferencia de una especie es variable relativa que depende de otros factores como ser presencia de animales, hábitos de consumo, disponibilidad de especies forrajeras, sabor de las especies (Paniagua 2000).

Para Saravia *et al*. (1996) el soto y la algarrobilla son los árboles más palatables en el Chaco, siendo consumido aún en campos con pastizales de buena condición. Esto indudablemente plantea un problema para la regeneración de estas especies que requiere un manejo adecuado del pastoreo para asegurar su instalación después de germinadas. Una vez asegurada la suficiente regeneración forestal y cuando alcanzan alturas que el ganado no las perjudica, el

ramoneo de los ejemplares juveniles no constituye problema. Es en ese sentido que existe la necesidad de implementar sistemas de pastoreos que mejoren las condiciones de uso del bosque de manera sostenible.

Brassiolo (2000) usó el crecimiento en altura y diámetro para estimar el efecto del ramoneo de los rebrotes de quebracho colorado demostrando que se necesita una edad media de 6 años dentro un bosque manejado y una edad media de 7 años en un bosque no manejado para alcanzar los dos metros de altura y una edad mínima de 4 años. El mismo autor determinó que las plantas entre 5 y 10 cm de dap no reaccionan a la liberación de sus copas.

3.12. Clasificación dimensional

La regeneración natural depende del tamaño de los individuos, y se clasifica en las siguientes categorías, de acuerdo con Beek (1992) citado por Rojas (1999).

Brinzal: aquellos individuos entre 0.3 m y 1.5 m de altura.
Latizal: de 1.5 m de altura a 4.9 cm de diámetro altura pecho (dap).
Fustal: de 5.0 cm. a 9.9 cm de diámetro altura pecho (dap).

3.13. Tipos de muestreo de regeneración

3.13.1. Transectos

El método de los transectos es ampliamente utilizado por la rapidez con la que se mide y por la mayor heterogeneidad en el muestreo de la regeneración. Un transecto es un rectángulo situado en un lugar para medir ciertos parámetros de un determinado tipo de vegetación. El tamaño de los transectos pueden ser variable y dependiendo del grupo de plantas a medirse (Mostacedo y Fredericksen 2000).

3.13.2. Transectos variables

Este método es una variable de los transectos y fue propuesta por Foster *et al*. (1995) citado por Mostacedo y Fredericksen (2000) para realizar evaluaciones rápidas de la vegetación. Este método tiene como base el muestreo de un número estándar de individuos en vez de una superficie estándar y no requiere tomar medidas precisas de datos. El método consiste en muestrear un número determinado de individuos a lo largo de un transecto con un ancho determinado y el largo definido por el número estándar de individuos a muestrearse. Con este método se puede muestrear todas las plantas o clases de plantas separadas en

forma debida (árboles, arbustos, bejuco, hierbas, epifitas) o individuos de una sola especie.

3.13.3. Cuadrantes

Según Mostacedo y Fredericksen (2000) el método de los cuadrantes es una de las formas más comunes de muestreo de vegetación. Los cuadrantes hacen muestreos más homogéneos y tienen menos impacto en el borde en comparación a los transectos. El método consiste en colocar un cuadrado sobre la vegetación, para determinar la densidad, cobertura y frecuencia de las plantas.

Por su facilidad de determinar la cobertura de espacies, los cuadrantes eran muy utilizados para muestrear la vegetación de sabana y vegetación herbácea (cerrado, puna, pradera). Hoy en día, los cuadrantes pueden ser utilizados para muestrear cualquier clase de plantas. El tamaño de los cuadrantes esta inversamente relacionado con la facilidad y velocidad de muestreo. El tamaño del cuadrante, también depende de la forma de vida y de la densidad de los individuos. Para muestrear la vegetación herbácea el tamaño del cuadrante puede ser de $1m^2$ (1x1 m), el mismo tamaño se utiliza para muestrear las plántulas de especies arbóreas.

3.13.4. Punto centro cuadrado

El punto centro-centro-cuadrado es uno de los métodos más usados principalmente, para el muestreo de árboles. La ventaja de este método son la rapidez de muestreo, el poco equipo y mano de obra que requiere y, además, la flexibilidad de medición, puesto que no es necesario acondicionar el tamaño el tamaño de la unidad muestral a las condiciones particulares de vegetación (Mostacedo y Fredericksen 2000).

Este método esta basado en la medida de cuatro puntos a partir de un centro. Específicamente, consiste en ubicar puntos a través de una línea (senda, picada, línea imaginaria). En esta línea, cada cierta distancia (50 o 10 m) o al azar, se debe ubicar un punto a partir del cual se muestrea la vegetación. En este punto se cruzan dos líneas imaginarias, con las cuales se obtienen 4 cuadrantes con un ángulo de 90º. En cada cuadrante debe ubicarse el árbol más cercano del punto central y tomar la distancia respectiva. Al final, en cada punto se consideran solo 4 árboles, de los cuales se pueden tomar medidas adicionales como especie, altura, DAP, forma de copa e infección de bejucos. Los principales pa-

rámetros definidos con este método son: especie, densidad, DAP y frecuencia (Mostacedo y Federicksen 2000).

3.13.5. Línea de intersección

La línea de intersección se basa en el principio de la reducción de una transecto a una línea. Este método se aplica para estudiar la vegetación densa dominada por arbustos y para caracterizar la vegetación graminoide (Canfield, 1941; Cuello *et al.* 1991) citados por Mostacedo y Fredericksen (2000) el método de líneas de intersección produce datos para cálculo de cobertura y frecuencia de especies; es rápido, objetivo y relativamente preciso. La cobertura de cada especie es la proyección horizontal de las partes aéreas de los individuos sobre el suelo y se expresa como porcentaje de la superficie total. En las líneas de muestreo se procede a contar todas las intersecciones o proyecciones de las plantas (ramas, tallos, hojas, flores) sobre la línea y se registra la información de acuerdo a una planilla.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Ubicación del área de estudio

Este estudio se llevó acabo en la hacienda Mandiyuti, ubicada en el Municipio de Cuevo, cuarta sección municipal de la Provincia Cordillera, al Sur – Oeste del Departamento de Santa Cruz (Figura 1). Geográficamente ubicada en los valles chaqueños entre las siguientes coordenadas terrestres:

65º 42” de longitud Oeste
20º 27” 22” de latitud sur del meridiano de Greenwich y
460 m. s. n. m.

Según el plan de uso de suelo (PLUS) del Departamento de Santa Cruz, el municipio de Cuevo cuenta con una superficie de 91,7 km^2, lo que significa el 1,09% de la superficie de la provincia. La fisiografía dominante del municipio corresponde a las últimas estribaciones de la cordillera de los andes; esta unidad se extiende a lo largo de la cordillera occidental de la provincia cordillera, se caracteriza por estar constituida por serranías altas, medias y bajas, colinas terrazas y llanuras aluviales.

4.1.2. Clima

Presenta dos estaciones climáticas bien marcadas. Una estación seca que empieza e el mes de Mayo y se prolonga hasta mediados de Octubre, la otra es la estación lluviosa que comprenden los meses de Diciembre, Enero, Febrero, Marzo y con menos intensidad en el mes de Abril. El promedio de la temperatura para el periodo de los tres años (1999 - 2002) registrados en la región sub- Andina es de 22,03º C. La temperatura máxima registrada en el mismo periodo es de 29,16º C y mínima de 14,89º C (Medina *et al.* 2006).

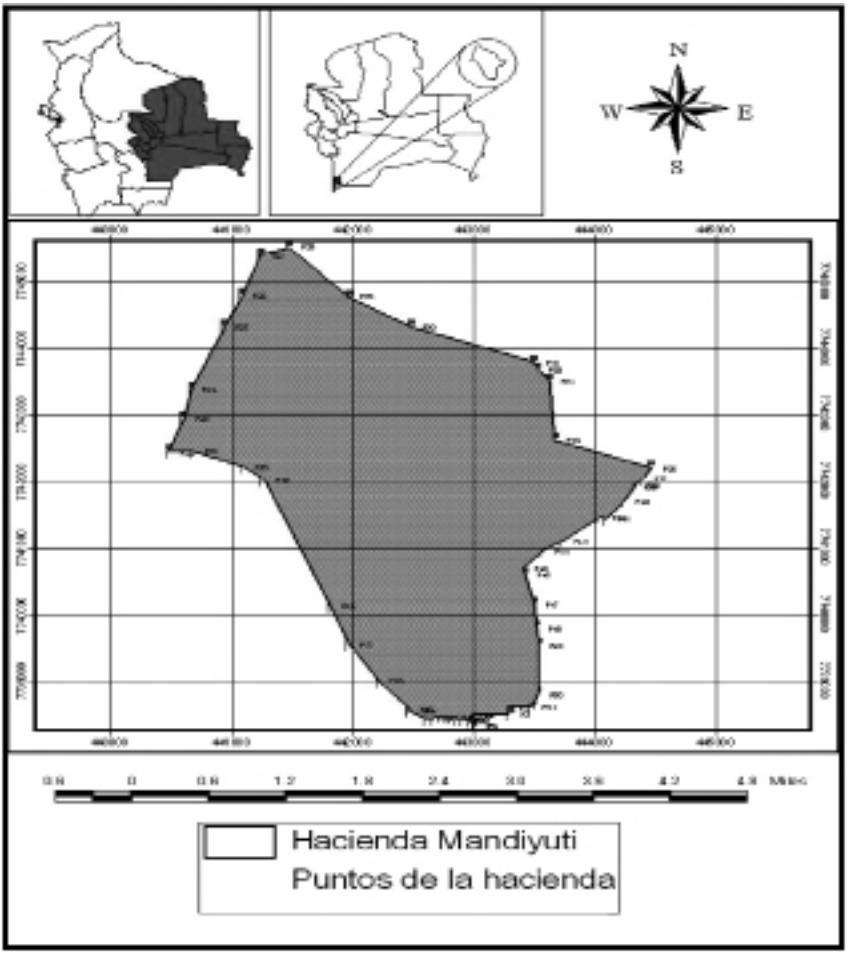


Figura 1. Ubicación del área de estudio

La precipitación pluvial promedio mensual registrada en los últimos tres años es de 71.46 mm. Los meses más lluviosos son Diciembre a Marzo variando en un rango de 110 a 338 mm; los meses de Abril a Septiembre pueden considerarse secos por la baja precipitación.

El clima esta estacionalmente muy definido en la zona, con temperaturas máximas que alcanzan los 40º C y mínimas de hasta - 3º C, las precipitaciones tienen variación interanual, con años secos de hasta 400 mm y otros por sobre los 800 mm en la época de verano, siendo adecuada para la germinación de semillas

y crecimiento de las mismas. Sin embargo la humedad almacenada no es suficiente, produciendo una sequía invernal, con temperatura mínimas extremas que llegan hasta los 15º C, el suelo se deseca hasta grandes profundidades, eliminado la posibilidad de sobrevivencia de la Mayoría de las especies que se regeneran en forma natural (Vega 2001).

4.1.3. Tipo de bosque y especies estudiadas

La vegetación característica de la zona de pie de monte es medianamente escasa y generalmente compuesta por árboles de pequeña a mediana estatura. Sin embargo, existen recursos forestales muy diversos que satisfacen las necesidades locales para construcción de viviendas, puentes, postes para alambrado y algunos instrumentos de trabajo, como tambien para leña, forraje y otros usos. Entre las principales especies tenemos: soto, cuchi, cacha, quebracho, curupaú, algarrobo, lanza, quina y mistol (Medina *et al.* 2006).

Para el presente estudio se tomaron dos áreas del bosque con características similares, es decir, áreas aledañas que tienen el mismo clima, suelo y composición florística, con la diferencia que se encuentran con un grado de intervención humana diferente; a saber:

a) Bosque intervenido por el ganado, pero sin ningún tipo de manejo del bosque (pastoreo continuo).
b) Bosque utilizado con ganado, pero con aplicación del manejo diferido (descanso en época de lluvias).

Se estudiaron tres especies forestales

Astronium urundeuva (Allemoe Engl.) (Cuchi)
Prosopis chilensis Algarrobo (Molina) Stuntz (Algarrobo)
Schinopsis brasilensis (Engler) (Soto, quebracho colorado)

La caracterización de la regeneración natural de tres especies dentro de un bosque bajo medidas de un pastoreo controlado y un bosque con manejo tradicional, similares en estructura y composición florística, se determino en función de tres especies forestales (*Prosopis chilensis* algarrobo, *Schinopsis brasilensis* quebracho colorado y *Astronium urundeuva* cuchi),

4.1.4. Descripción de las especies estudiadas

4.1.4.1. *Astronium urundeuva* (Allemoe) Engler. Anacardiaceae

Características dendrológicas: Árbol dioico, mediano de hasta 25 m de altura y hasta 90 cm de DAP copa irregular, angosta, abierta y rala, con ramas gruesas,

tortuosas, ascendentes y horizontales. Fuste cilíndrico, sin aletones. Corteza externa agrietada de color oscuro. Corteza interna rosada. Hojas compuestas, imparipinadas, alternas, sus nervaduras se bifurcan cerca del borde, fuerte olor a manga verde al estrujarlas. Flores cremas dispuestas en canículas axilares. Fruto drupa con cáliz acrescente en forma de una flor seca.

Plántulas: Hojas compuestas, con el raquis generalmente de color rojizo, los nervios secundarios se bifurcan hacia el borde de la lámina. Fácilmente reconocible por su similitud con las de los individuos adultos.

Distribución: Se encuentra desde el centro este de La Paz, a lo largo de una franja, hasta Cochabamba y Santa Cruz, donde se extiende hasta la zona Chiquitana hacia el este; la llanura chaqueña y el chaco serrano en Chuquisaca, Tarija al sur. Se encuentra desde los 200 hasta los 2500 m.s.n.m.

Ecología: Especie decidua y demandante de luz, común en bosques secos estaciónales. Crecen sobre suelos bien drenados. Florece cuando los árboles están deciduos entre Julio y Agosto. La fructificación ocurre de Agosto a Octubre y los frutos son dispersados por el viento.

4.1.4.2. *Schinopsis brasilensis* (Engler) Anacardiaceae

Características dendrológicas: Árbol de 20 m a 25 m de altura y 100 cm de diámetro copa irregular poco densa fuste recto o cilíndrico. Corteza externa de color grisáceo o negrusco, fisurado formando placas cuadrangulares. Corteza interna con una capa café oscuro sobre otra rosada crema, con resina translúcida. Hojas compuestas, alternas, imparipinada, envés a veces pubescentes. Flores inconspicuas dispuestas en panículas terminales. Fruto sámara con una sola semilla apical y el ala terminal de consistencia membranosa y cáliz persistente.

Plántula: La especie no se reproduce fácilmente por medio de semillas lo que hace que su regeneración sea escasa. Hojas compuestas imparipinadas, con olor a manga al estrujarlas, los folículos pequeños y oblongos.

Distribución: Abarca toda la Región Chiquitana y la Región Chaqueña al Este y Sur de Santa Cruz. En la parte chaqueña se encuentra al Este de Tarija y Chuquisaca. También se encuentra en los bosques secos de La Paz y Cochabamba sobre topografía accidentada y en los valles pluviales. Se encuentra en altitudes de 200 a 1400 m. s. n. m.

Ecología: Especie decidua y parcialmente demandante de luz, muy común en bosque secos chiquitano y serrano chaqueño. Florece entre Junio y Agosto.

Los frutos maduran y son dispersados por el viento (anemócoras) de Agosto a Octubre.

4.1.4.3. *Prosopis chilensis* (Molina) Stuntz Mimoaceae

Características dendrológicas: Árbol espinoso de mediano tamaño que llega hasta 15 m de altura y 80 cm de Dap. Copa globosa, amplia y bien ramificada. Fuste corto y cilíndrico, ramas secundarias ascendentes, las menores con un par de espinas. Corteza externa profundamente fisurada, grisácea, con desprendimiento de placas alargadas y longitudinales. Corteza interna amarillenta y fibrosa. Hojas alterna, bipinnadas, paripinadas, foliolos delegados, lineares y opuestos. Flores pequeñas, amarillentas, fragantes y numerosas, dispuestas en racimos espiciformes largos, densos y péndulos. Fruto legumbre larga y comprimida, indehiscente, verde cuando está inmadura y amarilla a la madurez, péndula, con semillas cuadrangulares y numerosas, cubierta con mesocarpo harinoso y dulce de color amarillento.

Plántulas: Las hojas similares a las de árboles adultos, estas son alternas con un par de pinnas. Su distribución se encuentra en la región Chaqueña de los departamentos de Santa Cruz, Tarija y Chuquisaca.

Ecología: Especie demandante de luz que crece entre 300 y 800 m. s. n. m., no resiste el anegamiento prolongado del suelo y es muy resistente a la salinidad. Presente en bosque chaqueño, en las llanuras aluviales del río Parapetí y Pilcomayo. Es una especie propia de márgenes de lagunas, terrazas aluviales y de las áreas como los bañados del Izozog, donde forma bosques freatófilos junto a *Vallesia glabra*. Florece entre Agosto y Octubre, con frutos de Octubre y Diciembre, los frutos son consumidos por el ser humano y de amplio uso, tanto de las hojas como de los frutos, por el ganado vacuno como forraje.

4.2. Métodos

4.2.1. Tamaño de las plantas evaluadas

Las plantas de regeneración natural de las tres especies evaluadas, se clasificaron en tres clases de tamaño que son: brinzal, latizal fustal. En el cuadro 1 se muestra el tamaño y el número de parcelas de muestreo instaladas para cada categoría de la vegetación muestreada.

Cuadro 1. Categorías de crecimiento, tamaño, área y número de parcelas por categoría de crecimiento para cada área de muestreo

Categoría de crecimiento	Número de parcelas	Tamaño de parcelas	Tamaño de vegetación
Brinzal	320	4 m2	> 0.3 m de altura y < 1.5 m de altura
Latizal	160	25 m2	≥ 1.5 m de altura y < 5 cm DAP
Fustal	80	100 m2	≥ 5 cm DAP < 10 cm DAP

4.2.2. Diseño de muestreo

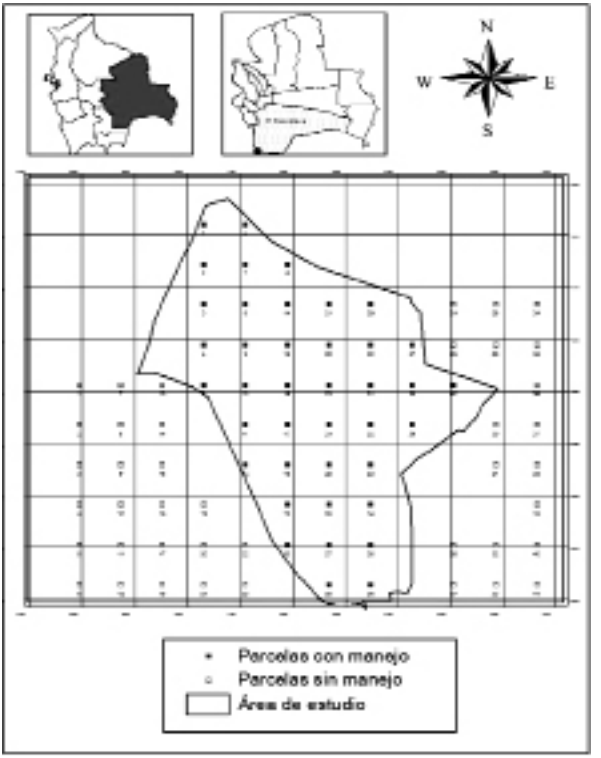
En el presente estudio se utilizó un muestreo sistemático, a través de transectos utilizando dos áreas de pastoreo como tratamientos. En los cuales el primer tratamiento consistió un área sometida a manejo diferido del pastoreo y como segundo tratamiento un área sometida al pastoreo tradicional, en los cuales se instalaron parcelas cuadradas de 100 m^2 en un número de 40 parcelas por tratamiento, dentro las parcelas de 100 m^2 se establecieron parcelas de 25 m^2 con un total de 80 parcelas por tratamiento y dentro las parcelas de 25 m^2 se establecieron las parcelas de 4 m2 con un número de 160 parcelas por tratamiento (Figura 2).

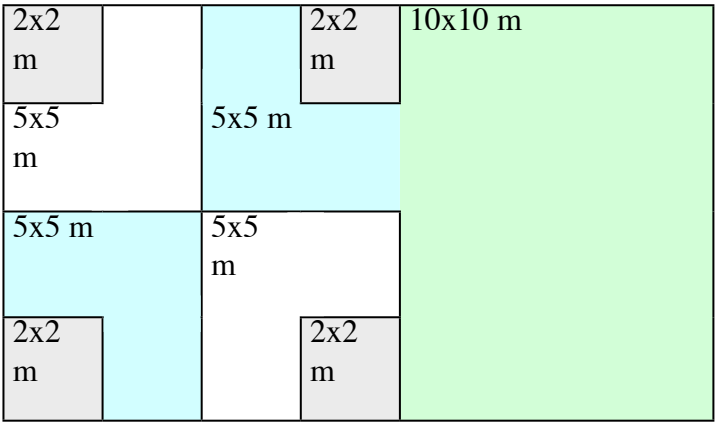
En las parcelas de 100 m^2 se registraron los individuos de categoría fustal, considerados como los árboles con diámetros mayores a 5 cm de DAP y menores a 10 cm de DAP. Dentro las parcelas de 25 m^2 se registraron los individuos de categoría latizal que son considerados las plántulas de 1,5 m de altura hasta un diámetro de 4,9 cm de DAP. Dentro las parcelas de 4 m^2 se registraron los individuos de categoría brinzal que son considerados las plántulas de 0,30 cm de altura hasta 1,5 m de altura.

4.2.3. Evaluación y variables consideradas

Se realizó el estudio de la abundancia en términos de árboles por hectárea, es decir el número de árboles por hectárea para cada categoría de regeneración y para las tres especies en estudio. De la misma forma se determinó la estructura vertical de las tres especies comparando su altura.

Para conocer la diferencia o similitud que existe en ambas áreas de muestreo, se aplicó la prueba pareada de “t de student” para cada especie en las diferentes categorías de tamaños. Este análisis no tubo efecto en el intento de observar las diferencias ya que los datos del muestreo en ambos tratamientos no se ajustaron a la curva de distribución normal. Para resolver el caso se realizó una prueba no paramétrica de U-Test de Mann-whitney con el que se realizó un análisis de comparación utilizando las medias.





Donde: Fustal=10x10m, Latizal=5x5m, Brinzal=2x2m
Figura 2. Estructura de las parcelas

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Abundancia

En el análisis estadístico (ANDEVA) de la variable abundancia, se encontró diferencias significativas entre ambos tratamientos (pastoreo diferido PD y pastoreo tradicional PT) en las tres categorías de regeneración brinzal, latizal y fustal, para un nivel de significancia de alfa = 0,05.

La abundancia fue superior en los potreros de pastoreo diferido (PD) que en los potreros de pastoreo tradicional (PT). Esta diferencia, probablemente es debido a las condiciones de manejo. La abundancia en el sistema de pastoreo diferido (PD) fue de 1083 brinzales/ha, 330 latizales/ha y 68 fustales/ha. En los potreros de pastoreo tradicional (PT), la abundancia fue de 465 brinzales/ha, 93 latizales/ha, y 26 fustales/ha (Figura 3).

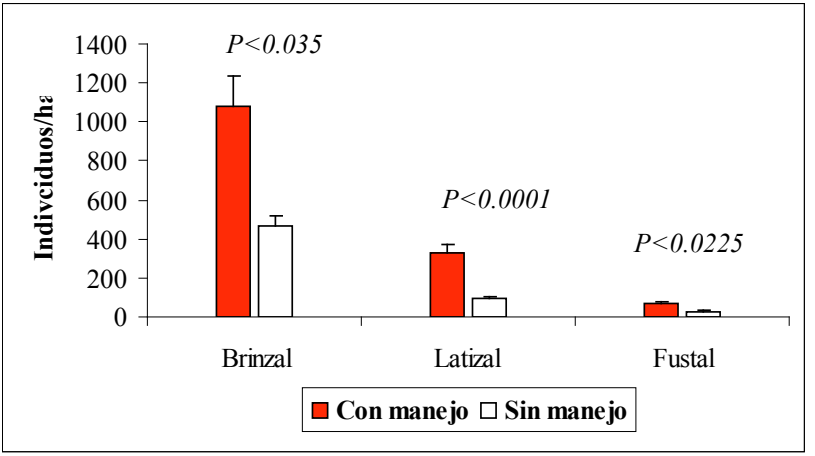


Figura 3. Abundancia en ambos tipos de pastoreo para tres especies

5.2. La abundancia por especies y categorías de regeneración

5.2.1. Categoría brinzal

El número de individuos por hectárea para la categoría brinzal presentó diferencias significativas dentro el sistema de pastoreo diferido (PD) y el pastoreo tradicional (PT). Esta diferencia se observa entre las especies *Astronium urundeuva* y *Prosopis chilensis*, y no así para *Schinopsis quebracho colorado*. La abundancia media es de 1786, 1226, 234 individuos por hectáreas para *A.urundeuva, S. quebracho colorado* y *P. chilensis* respectivamente para las condiciones de manejo diferido (PD), mientras que para el pastoreo tradicional (PT) es de 5 individuos de A. urundeuva, de 723 individuos de S. quebracho colorado y de 671 individuos de *P. chilensis,* siendo este último mucho mayor que la del sistema de pastoreo tradicional (PD) (Figura 4).

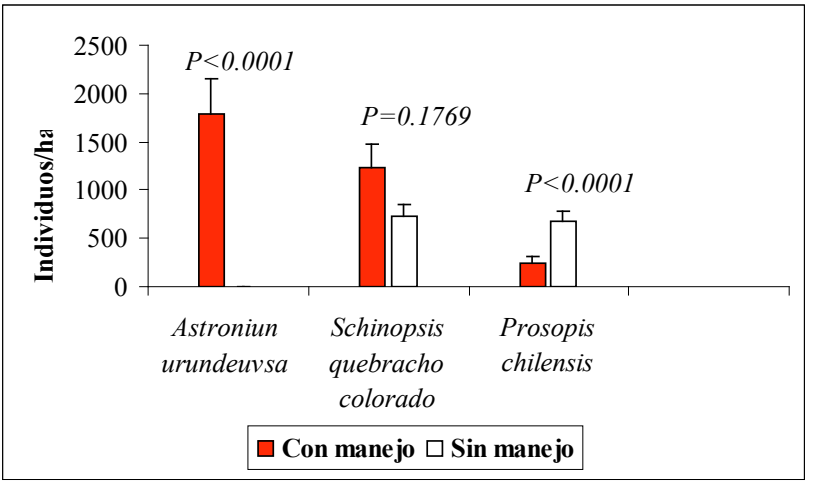


Figura 4. Abundancia en la categoría brinzal con manejo y sin manejo

5.2.2. Categoría latizal

El número de individuos por hectárea en la categoría latizal para las tres especies estudiadas presentaron diferencias altamente significativas en las dos condiciones de manejo *S. quebracho colorado, A. urundeuva* y *P. chilensis* presentan una abundancia media de 550, 425 y 15 individuos por hectárea respectivamente dentro el sistema de pastoreo diferido. En el sistema de pastoreo tradicional se observó para *P. chilensis* una media 225 individuos por hectárea, de 50 individuos para *S. quebracho colorado* y 5 individuos para *A. urundeuva* (Figura 5).

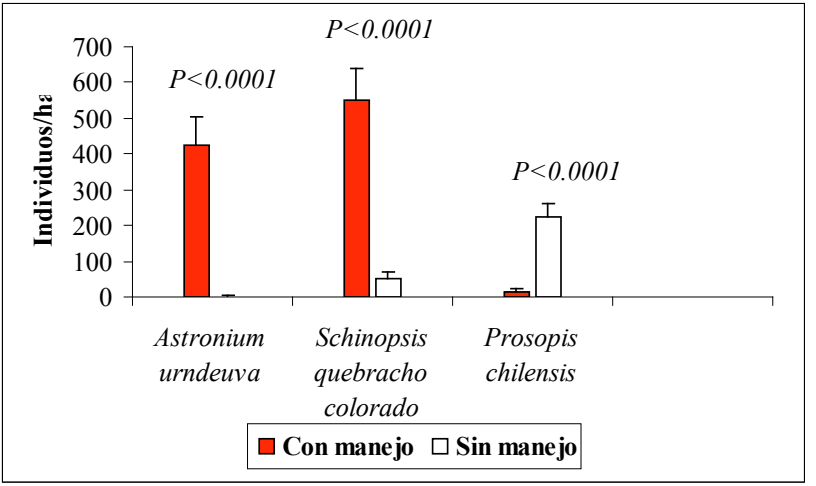


Figura 5. Abundancia en la categoría latizal con manejo y sin manejo

5.2.3. Categoría fustal

El número de individuos por hectárea en la categoría fustal dentro el sistema de pastoreo diferido (PD) presentaron diferencias altamente significativas mostrando a *S. quebracho colorado* y *A. urundeuva* con abundancia media de 110 y 95 individuos por hectárea respectivamente. *P. chilensis* no presentó ningún individuo en este sistema. Por el contrario en el sistema de pastoreo tradicional (PT), *P. chilensis* presentó una abundancia de 80 individuos por hectárea y no se registró ningún individuo para *A. urundeuva* y *Schinopsis quebracho colorado* (Figura 6).

El bosque bajo el sistema de pastoreo controlado a través del manejo diferido, presenta mayor abundancia de árboles por hectárea, en las tres categorías de regeneración comparada con el sistema de pastoreo tradicional (Figura 3). Estos resultados indican que el sistema de pastoreo tradicional afecta negativamente la densidad de especies de interés forestal y forrajero, disminuyendo probablemente la viabilidad de las semillas recién dispersadas en las áreas de pastoreo y de las plántulas de menor tamaño, sobre todo de los que no hayan logrado la altura de ramoneo.

Por otro lado la composición y estructura de los diferentes estados de desarrollo evaluados en los potreros de pastoreo diferido es mas densa comparado con la estructura del bosque con pastoreo tradicional (Esquevel 2005) señala que esta riqueza en abundancia de la cobertura arbórea afecta en la estructura arbórea

dentro de la pastura. Esto trataría de explicar la poca abundancia de *Prosoìs Chilensis* dentro el sistema de manejo diferido

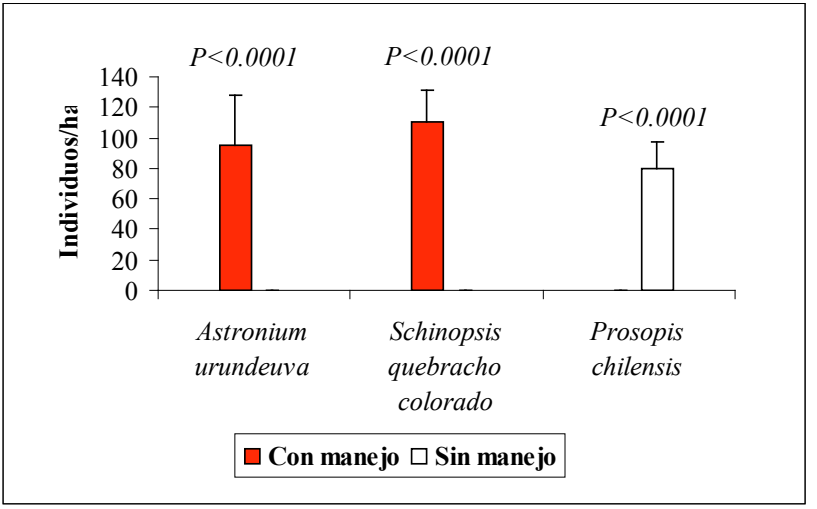


Figura 6. Abundancia en la categoría fustal con manejo y bosque sin manejo

El establecimiento de brinzales, latizales y fustales a tenido una mayor regeneración dentro el sistema de pastoreo diferido, esta diferencia probablemente se debe a los cambios de uso implementados que tiene que ver con la época, uso de los potreros y el control de la presión de pastoreo. Los resultados reflejan la mayor densidad de árboles por hectárea, siendo la categoría brinzal la de mayor abundancia seguido por la categoría latizal y luego la categoría fustal, mientras que el sistema de pastoreo tradicional muestra una abundancia baja en las tres categorías de regeneración. Similares resultados encontró Saravia *et al.* (1996), en un estudio realizado al comparar dos áreas bajo las mismas medidas de manejo y como testigo un bosque sobre pastoreado al evaluar la densidad de individuos por hectárea de *Prosopis chilensis* y *Schinopsis quebracho colorado.*

Las diferencias también se reflejan en la densidad de individuos por especie en cada categoría de regeneración dentro el bosque con manejo y sin manejo tanto en la categoría brinzal, latizal y fustal. *Astronium urundeuva* es la especie que presenta la mayor abundancia en el sistema de pastoreo diferido esto podría deberse a que es una especie poco apetecida por el ganado dentro el sistema de pastoreo diferido. Sin embargo la abundancia dentro el sistema de pastoreo tradicional es escaso, esto podría deberse a la poca presencia de árboles como

fuentes semilleros de sus agentes dispersores como aves, viento, animales; aunque para establecerse el cuchi a pesar de ser una especie heliófita, requiere de árboles u otras plantas cercanas que le proporcionen algo de sombra en sus primeros estadios, ya que no se desarrolla adecuadamente a plena luz del sol (Villegas y Leaño 2007), los mismos que reportan la mayor densidad de cuchi de 15 árboles por hectárea cuyo DAP igual o superior a 10 cm en bosque de la Chiquitanía con un promedio de 0.9 mm de crecimiento por año estimado en árboles entre 10 y 20 cm de DAP. Esta densidad es relativamente bajo comparado con lo encontrado en el presente estudio.

Schinopsis quebracho colorado también muestra un mayor número de árboles por hectárea dentro el bosque con manejo en relación al bosque sin manejo donde la densidad es más bajo. Esta disminución podría deberse a que el área de pastoreo tradicional sin manejo no tiene un control adecuado de la presión de pastoreo y con cargas animal inadecuadas, sin embargo el sobrepastoreo por el mal manejo no es el único factor que influye en el establecimiento de las plantas, sino que también refleja la competencia por el agua en el suelo, donde se encuentran gran número de árboles viejos e intermedios, así mismo la capacidad de árboles viejos para absorber agua es mayor que la de árboles jóvenes, y las plantas jóvenes probablemente son afectadas por esta competencia por agua (Wenzel y Hampel 1998), y la competencia por la luz. Dado que el quebracho colorado chaqueño es calificado como especie que necesita intensidades altas de luz; es probable que sus plántulas de menor tamaño que se encuentran debajo de los árboles no tengan aperturas o claros que ayuden su establecimiento y desarrollo (Barchuk *et al.* 2000).

El *Prosopis chilensis* es la especie que menos regeneración ha mostrado dentro el sistema de pastoreo diferido en relación al bosque sin manejo donde se observo la mayor densidad de plántulas por hectárea de *Prosopis chilensis*. Al parecer en el bosque manejado al incrementar la biomasa aérea es probable que las características de crecimiento y comportamiento invasivo y agresivo de especies no deseadas, y la entrada de luz al sotobosque es cada ves más reducida y la disponibilidad de micro sitios apropiados para la germinación y el establecimiento de árboles pueda explicar la baja densidad encontrada en el sistema de pastoreo diferido (Esquivel 2002).

Adicionalmente podría explicarse el efecto competitivo del arbusto así se comprendería el hecho de que esta especie se encuentre con mayor frecuencia en los bordes del bosque o sitios abiertos (Barcuk y Díaz 2000). Sin embargo no

son los únicos factores que influyen en la regeneración natural. El manejo que ha recibido cada sistema es un factor importante que influye en la densidad de la regeneración natural. Así Kunst et al. (2006) observaron que la clausura mejoró la oferta forrajera de origen leñoso al comparar con áreas de manejo tradicional. Esto se atribuye al hábito alimenticio ramoneador de ganado que no permite la reposición del forraje compatible con la necesidad de los animales.

Así mismo Degano *et al*. (2000) reporta la composición botánica estacional de la dieta de cabras y determinaron mediante el método microhistológico en heces que las leñosas representaron el mayor porcentaje de la dieta en todas las estaciones, registrándose el mayor consumo en el invierno y primavera (época seca). Entre las leñosas, el *Prosopis* representó la leñosa de mayor presencia en la dieta. De esta manera la preferencia de los animales y la práctica de manejo de áreas en pastoreo, estarían influyendo sobre la disponibilidad de fuentes de semillas para la regeneración arbórea en estas áreas con poca regeneración natural, y sobre las características del proceso de dispersión y establecimiento de la regeneración natural. Parizek *et al*. (2000) reportaron que el *Prosopis chilensis* tiende a retardar su floración y fructificación, significando una importante estrategia para la diseminación y reproducción.

Por otro lado la mayor presencia de *Prosopis chilensis* dentro el sistema de manejo tradicional se debe a que los animales capaces de dispersar semillas en áreas perturbadas pueden expandir las poblaciones de estas plantas en estas áreas colonizando hábitat que no lograrían alcanzar exitosamente sin su interacción (Esquivel 2005). De esta forma, los efectos de los animales cobran mayor importancia en la dinámica de dispersión y establecimiento de la regeneración natural de las áreas degradadas como es el área de pastoreo tradicional, donde se registró la mayor densidad de *Prosopis chilensis* en las tres categorías de regeneración (brinzales, latizales y fustales).

5.3. Estructura vertical

Se observó diferencias significativas al comparar las alturas medias registradas dentro el sistema de pastoreo diferido y el sistema de pastoreo tradicional en las tres especies de cada categoría de regeneración natural.

La altura media de *Astronium urundeuva* mostró diferencia significativa en la categoría brinzal, fustal y no así en a categoría latizal; *Schinopsis quebracho colorado* mostró diferencias significativas en las categorías brinzal, latizal y fustal con una altura superior en las del sistema de pastoreo diferido, comparados con la altura media del sistema de pastoreo tradicional relativamente inferiores.

Prosopis chilensis no presentó diferencias significativas en la altura media para las dos condiciones de manejo pastoreo diferido y pastoreo tradicional en la categoría brinzal y latizal comparados con el sistema de pastoreo diferido. Los resultados para la situación con y sin control del pastoreo son relativamente iguales mientras que la categoría fustal sí mostró diferencia significativa, siendo superior la altura media en el sistema de pastoreo tradicional (Fig. 7, Fig. 8, Fig. 9).

Estos resultados indican que el sistema de pastoreo y el tiempo de pastoreo de los potreros afectan la estructura vertical de cada una de las especies estudiadas Esquivel (2002) y Saravia (1996) atribuyen la baja influencia en el crecimiento en altura de las especies de menor tamaño como los brinzales y latizales en las áreas de pastoreo tradicional, el mayor consumo por la preferencia del ganado con las especies palatables y de mayor alcance para ser consumidos. Además los daños ocasionados por pisoteo y ramoneo, afectan al establecimiento y desarrollo en la etapa inicial de la regeneración natural del bosque nativo bajo pastura. Brassiolo (2000) estima una edad media de seis años en pasteo controlado y de siete años en pastoreo tradicional en plantas jóvenes de *Schinopsis quebracho colorado* que superan la altura de ramoneo de dos metros. Comparados con los resultados obtenidos se alcanzó una altura media de cinco metros en doce años de manejo y de dos metros en pastoreo tradicional.

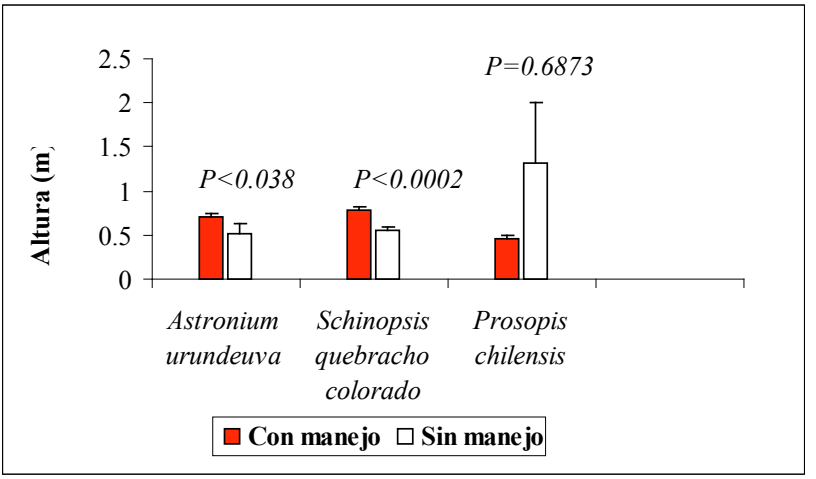


Figura 7. Altura media en pastoreo diferido PD y pastoreo tradicional PT en Brinzales

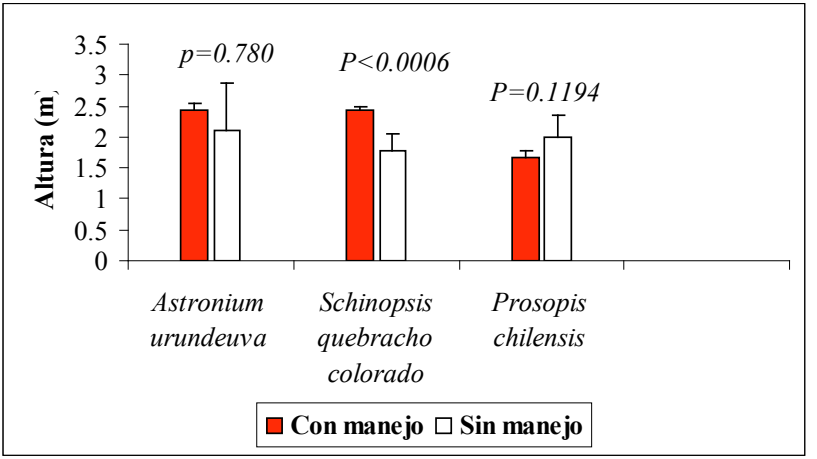


Figura 8. Altura media en pastoreo diferido PD y pastoreo tradicional PT en latizales.

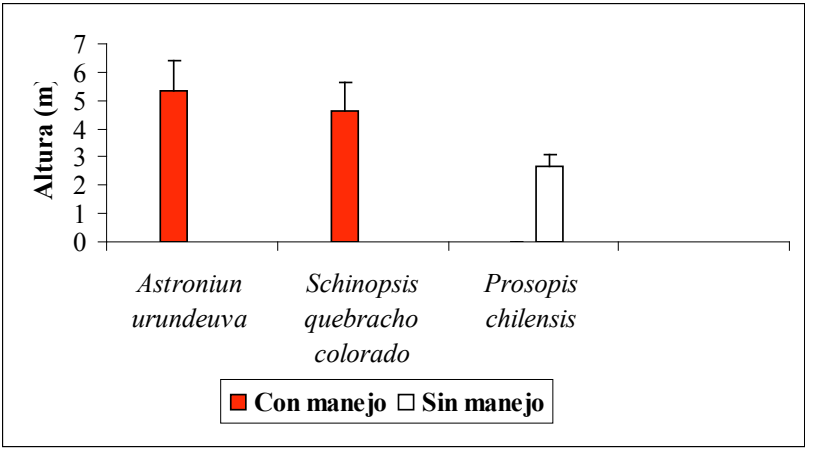


Figura 9. Altura media en pastoreo diferido PD y pastoreo tradicional PT en Fustales

6. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos señalan que la regeneración natural de *Astronium urundeuva, Schnopsis quebracho colorado, Prosopis chiensis*, especies arbóreas con capacidad forrajera y maderera, en áreas de bosque nativo bajo manejo de diferido es diferente al sistema de pastoreo tradicional.

El sistema de pastoreo diferido (PD) mostró un efecto positivo al favorecer la regeneración natural de las categorías de regeneración de brinzales, latizales y fustales con un promedio de 1083, 360 y 68 individuos/ha respectivamente. Por el contrario el sistema de pastoreo tradicional arrojó abundancias de 465, 93 y 26 individuos/ha de brinzales, latizales y fustales respectivamente.

El sistema de pastoreo diferido mostró un efecto positivo al favorecer la regeneración natural de las especies *Astronium urundeuva* y *Schinopsis quebracho colorado* al menos en dos de las categorías de regeneración como ser brinzal y latizal. El sistema de pastoreo tradicional, por tener espacios mas abiertos, presenta mayor densidad de plántulas de la especie *Prosopis chilensis* y una reducida presencia de *A. urundeuva* y *S. quebracho colorado*, posiblemente estos dos últimos por que son menos tolerantes a la luz directa y la alta palatabilidad por los animales, el pisoteo en estado tierno y la poca disponibilidad de fuentes semillero.

El desarrollo de las estrategias de manejo estudiadas que consideran la composición arbórea, el pastoreo del ganado dentro y fuera del bosque nativo, de ambos o de cualquier sistema de pastoreo, para aprovechar la abundancia de plántulas, para mantener una alta cobertura arbórea en los bosques de la región chaqueña y mantener su estabilidad productiva.

7. RECOMENDACIONES

Los animales en pastoreo actúan sobre la pastura a través de la defoliación selectiva de las plantas, el pisoteo, de la deposición de heces y orina y de la dispersión de las semillas. De estas actividades la defoliación es la que ejerce mayor poder modificador de las pasturas, afectando la estructura y composición del bosque a través de la frecuencia, intensidad y distribución espacial y temporal en relación al estado fenológico de las plantas, al respeto es necesario reajustar un calendario de manejo que condicione la regeneración natural de las especies forrajeras, sobretodo dentro los sistemas de pastoreo tradicional.

Por otro lado es recomendable adecuar la carga animal que pueda soportar un bosque en particular para la especie de *Prosopis chilensis* antes de implementar un sistema de pastoreo y así poder evitar el sobrepastoreo, la pérdida de especies con capacidad forrajera, la degradación y perdida de materia orgánica y la reducir la erosión del suelo y disminuir la compactación del suelo provocada por el pisoteo.

En el bosque no manejado donde la regeneración se ve disminuida por el sobrepastoreo, se recomienda inducir a la regeneración incorporando el sistemas de pastoreo diferido que favorezcan a la regeneración natural, al establecimiento de las especies con capacidad forrajera y maderera, y de esa manera incrementar la oferta forrajera, incrementar la capacidad de carga y por ende la producción ganadera.

La influencia de las características de manejo de ambos sistemas de pastoreo sobre la cantidad de plántulas, sugiere que el aprovechamiento y mantenimiento de estas tres especies, dependerá del manejo actual y futuro que se le otorgue a estos bosques.

Para precisar causas de reducción en la regeneración natural del *Prosopis chilensis* es necesario realizar estudios fenológicos que ayuden al productor a mejorar el sistema de pastoreo diferido con las entradas y salidas del ganado del monte en época de sequía y épocas de lluvia, y disminuir el periodo de cerramiento del bosque, para disminuir la presión del pastoreo y pisoteo sobretodo a esta especies.

Realizar evaluaciones anuales para continuar caracterizando la regeneración natural a mediano plazo, los cuales nos permitirán identificar los patrones de sucesión del bosque bajo el pastoreo diferido, pastoreo tradicional y también ver el comportamiento de las especies principalmente las especies de características forrajeras y madereras.

8. LITERATURA CITADA

Abraham de Noir, F. Bravo, S. Abdala, R. 2002. Mecanismos de dispersión de algunas especies leñosas nativas del Chaco occidental y serrano Revista de Ciencias Forestales - Quebracho Nº 9 Diciembre - 2002

Ayas, A. S. M. 2003. Apuntes de pastoreo Departamento de silvicultura E. T. S. Ingenieros de montes Universidad Politécnica de Madrid. España.

Aus, B. 1992. Manejo Forestal basado en la Regeneración Natural del Bosque CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Barchuk, A. H. y Díaz, M. P. 2000. Vigor de crecimiento y supervivencia de plantaciones de *Aspidosperma quebracho blanco* y *Prosopis chilensis* en el Chaco Árido. Revista de Ciencias Forestales - Quebracho. Diciembre número 008 pp. 17-29

Barrios, C. 1998. Pastoreo regulado y bostas de ganado como herramientas forestales para la protección de arbolitos en potreros. Tesis de Maestría CATIE, Turrialba, Costa rica.

Brassiolo, M. M. 2000. Crecimiento de plantas jóvenes de *Quebracho colorado*. Revista de Ciencias forestales – Quebracho Nº 8 pp. 64-68

Covas, G. 1972. Pastoreo diferido en rotación esquema para un mejor aprovechamiento de las praderas naturales. Facultad de Agronomía y Veterinaria Universidad Nacional de Rio Cuarto Córdoba Argentina Informe Técnico 1, del INTA Anguila Córdoba Argentina

Degano, C. Catan, A., Reolfi, R. 2000. Composición botánica de la dieta estacional de cabras adultas. Indeas – Facultad de Agronomía y Agroindustrias – UNSE. Santiago del Estero Argentina

Díaz, R. O. 1992. Evaluación de los Recursos Forrajeros del Chaco Árido. En: Karlin, U. O., Coirini, R. Sistemas Agroforestales para Pequeños Pro-

ductores de Zonas Áridas. Proyecto Desarrollo Agroforestal en Comunidades Rurales del Norte Argentino. Sociedad Alemana de Cooperación Técnica – GTZ.

Esquivel, M., J. 2005. Regeneración natural de árboles y arbustos en potreros activos en Muy, Matagalpa Nicaragua Tesis Maestría CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Fredericksen, T.S., Contreras, F. y Pariona, W. (Eds.). 2001. Guía de Silvicultura para Bosques Tropicales de Bolivia. Proyecto BOLFOR. Santa Cruz, Bolivia.

Finegan, B. 1997. Bases ecológicas para la producción sostenible. CATIE – Costa Rica.

Joaquín, N. y Van Der Grinen. 2004. Manejo de los Recursos Forrajeros para la Ganadería en el Chaco. Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. Instituto Superior de Veterinaria y Zootecnia Proyecto AUTAPO, Villa Montes, Tarija, Bolivia.

Joaquín, N. 2001. Líneas de investigación en pasturas tropicales en el CIAT-Bolivia. En Herrero, M, Ramírez, A. Joaquín, N. Manejo y Evaluación de Pasturas Tropicales. Centro de Investigación Agrícola Tropical CIAT

Justiniano, M. J., 1998. Comportamiento fenológico de especies maderables en un bosque semideciduo Pluviestacional de Santa Cruz. Santa Cruz, Bolivia.

Herrero, M. Ramírez, A. Joaquín, N. 2001. Manejo y Evaluación de Pastura Tropical CIAT, Santa Cruz – Bolivia.

Karlin, U.O., Coirini, R. 1992. Sistemas Agroforestales para Pequeños Productores de Zonas Áridas. Proyecto de desarrollo Forestal Argentina.

Kirkby, M. J., Morgan, R. P. C. 1984. Erosión del suelo. Editorial Limusa S.A. México DF.

Killeen, TJ. García, E. Beck, G.1993. Guía de Árboles de Bolivia, Herbario Nacional de Bolivia, Missouri Boanical Garden, La Paz, Bolivia

Kunst, C., Carrizo, M. C., López, C., Monti, E., Arroquy, J. y Godoy, J. 2006. Influencias del manejo de pastoreo de majadas caprinas sobre la condición corporal y por la preferencia de especies nativas. Quebracho Nº 13 (66 - 76)

Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los trópicos. Instituto de silvicultura de la Universidad Gottinger Cooperación Técnica - Republica Federal de Alemania.

Louman, B. Quirós D., Margarita, N. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. CATIE – Turrialba Costa Rica.

Mannetje, 't L. 2001. Manejo de Pastura Tropical En Herrero M, Ramírez A, Joaquín N. Manejo y Evaluación de Pasturas Tropicales. Centro de Investigación Agrícola Tropical CIAT

Medina, M. Chávez, A. Cáceres L. Villagra, M. Coral, R., Osinaga. L. 2006. Proyecto productivo integrado para las comunidades de Ivicuati y Tartagalito. CIAT – Santa Cruz, Bolivia.

Montes, I. O. 1989. Geografía y recursos naturales de Bolivia. Eds. Academia Nacional de Ciencias de Bolivia. Editorial Educacional del Ministerio de Educación y Cultura La Paz – Bolivia.

Mostacedo, B., Fredericksen T. S. (Eds.). 2000. Manual de Métodos Básicos de muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto BOLFOR Santa Cruz – Bolivia.

Mostacedo, B. Pinard, M. 2001. Ecología de semillas y plántulas de árboles maderables en bosque tropicales de Bolivia. En: Mostacedo, B. Fredericksen, T.S. (Eds.) Regeneración y silvicultura de bosque tropicales de Bolivia. Proyecto BOLFOR Santa Cruz – Bolivia.

Parizek, B., De La Renta, M., Catalán, L., Balzarini, M. y Karlin, U. 2000. Observaciones fenológicas del algarrobo negro (Prosopis flexuosa D. C.) y del algarrobo blanco (Prosopis chilensis (Mol. Stuntz) en el chaco árido Argentina. ISSN 0327- 9375 Manejo de Agro Sistemas marginales, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Nacional de Córdova Argentina

Patiie, P. Ferry, F. 1999. Bosques vs. Ganado: Una evaluación económica de las alternativas para los propietarios de tierras en los llanos Bolivianos. Documento técnico. Proyecto de desarrollo sostenible BOFOR Santa Cruz – Bolivia.

Paniagua, A. R. 2000. Influencia del ramoneo en la regeneración natural del Bosque Experimental PostrerValle. Tesis de Grado Santa Cruz Bolivia.

Pomareda, C. Pérez, E. Ganoza, V. Matamoros, M. y Javier, O. 1997. La ganadería e industrias a fines en Honduras: Desafíos y propuestas para su modernización.

Rojas, D. 1999. Estudio Comparativo del comportamiento de la regeneración natural en un bosque húmedo tropical, de la reserva forestal de producción "El Choré" en Santa Cruz: en una zona muy intervenida y una zona poco

intervenida, tesis de grado para optar el titulo de Ingeniero forestal Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

Ríos, N. Jiménez, F. Ibrahim, M. Andrade, H. Sancho, F. 2006. Parámetros hidrológicos y de cobertura vegetal en sistemas de producción ganadera en la zona de recarga de la subcuenca del río Jabonal Costa Rica Turrialba, CR, CATIE Recursos Naturales y Ambiente (48)

Santa Cruz, R. H. Quiroga, A.1998. Efectos de una clausura tradicional en la recuperación de un área degradada en el campo comunero Las Peñas. Congreso de desarrollo regional tomo II Secretaría de Ciencia y tecnología Universidad Nacional de Catamarca Facultad de Ciencias Agrarias. La Paz, Bolivia

Saravia, C. Virieux, M., Segovia, G. Salas, E. 1996. Manual de ganadería del Chaco Boliviano. Ed. ANDES SUR. Sucre – Bolivia.

Terán, C., J. 1995. Sistema silvopastoril y leñosas forrajeras en el norte chaqueño serrano de Chuquisaca. Plan Agroforestal de Chuquisaca Norte y Centro. Sucre Bolivia.

Terrón, U. López, J. D., M., 1997. Erosión y Conservación de suelo Edición Mundi – Prensa Madrid

Uslar, Y., Mostacedo, B., Saldías, M. 2003. Composición Estructura y dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz Bolivia. Documento Técnico 114 Bolfor. Santa Cruz, Bolivia

Vaca, R., J. I., Rojas, T., P. y Virieux, M. M. 2002. Propuesta para la conservación y utilización del bovino criollo en el chaco boliviano. Archivo de zootecnia vol.51, num. 193-194.

Vega, W. 2001. Estudio del aprovechamiento forestal selectivo sobre la regeneración natural en el Chaco Tarijeño. Tesis de grado para optar el titulo de Ingeniero Forestal. Santa Cruz, Bolivia.

Villegas, Z., y Leaño, C. 2007. Ecología y silvicultura de especies menos conocidas Cuchi Astronium urundeuva (Allemao) Engl. Anacardiaceae. Instituto Boliviano de Investigación Forestal (IBIF). Santa Cruz de la Sierra – Bolivia.

Wenzel, M. Hermann, Hampel, H. 1998. Regeneración de las principales especies arbóreas del chaco húmedo argentino. Quebracho Nº 6: 5 – 18 INTA Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Santiago del Estero Argentina.

Este libro
se terminó de imprimir en
el mes de Noviembre de 2010 en
los talleres gráficos de Editorial El País
calle José Cronenbold Nº 6
Santa Cruz de la Sierra
Bolivia