

INTRODUCCIÓN

La Ley Forestal de Bolivia, sostiene que el aprovechamiento forestal para ser sostenible, debe establecer el principio de manejo forestal, que tenga como prioridad el máximo rendimiento sostenible de recursos maderables comerciales, siempre y cuando las actividades de manejo propuestas no reduzcan irreversiblemente el potencial del bosque para producir madera comercial en el futuro.

Para cumplir con esta premisa, el manejo forestal sostenible requiere implementar acciones para que los productos del bosque no sean extraídos con mayor rapidez a la de su reposición entre ciclos de aprovechamiento. A este respecto, la normativa boliviana establece repetir la extracción en la misma zona en un plazo de 20 años, es decir se asume que el crecimiento que se producirá durante este período será suficiente como para reemplazar el volumen extraído durante la primera corta. Si esto no ocurre, será necesario aumentar el intervalo entre las cortas o disminuir el volumen de madera extraída, para así lograr la producción sostenible de madera.

Es también importante que el aprovechamiento no elimine las especies valiosas, dejando que las especies de poco valor dominen el bosque, lamentablemente, esto ha ocurrido a menudo con las especies valiosas del chaco boliviano, como los quebrachos, el urundel y otras especies. Estas cuando fueron extraídas de forma intensiva, han permitido el crecimiento de otras especies, menos valiosas, en los claros dejados por la corta de las primeras. Como consecuencia del aprovechamiento selectivo, los bosques del Chaco han ido disminuyendo gradualmente los árboles mejor formados de las pocas especies valiosas, produciéndose no solo el deterioro ambiental, sino también se van degradando genéticamente, porque quedan los árboles de características fenotípicas no deseables.

Considerando que, el aprovechamiento forestal constituye en la principal actividad en el manejo forestal, su aplicación puede causar tanto trastornos positivos, como negativos en el bosque. Por ello, el conocimiento de las condiciones del bosque son importantes para que la implementación del manejo, aunque, la principal regulación

que se ha usado en los bosques bolivianos, ha sido la definición de un Diámetro Mínimo de Corta para las especies de mayor aprovechamiento. Por muchos años, ésta ha sido la única forma de control de aprovechamiento del bosque. El Diámetro Mínimo de Corta se ha empleado por su facilidad de fiscalización, tanto por parte del Estado como de los usuarios del bosque. No obstante, se ha podido establecer que el Diámetro Mínimo de Corta, por sí solo, no garantizará una producción sostenible, sino está acompañado por otras medidas como semilleros, intensidad de corta, áreas de protección y otros.

A todo esto, surge la interrogante: ¿Se pueden extraer productos forestales del bosque sin comprometer su integridad ecológica? La respuesta a esta pregunta dependerá de la forma en que se lleve a cabo el aprovechamiento de los recursos forestales, que da sustento a emprender nuevas propuestas de manejo forestal para que sea sostenible y asegurar que el bosque remanente sea sano, vigoroso y tenga una buena composición.

Por los motivos señalados, mediante esta tesis, se pretende contribuir a los propósitos del manejo forestal, mediante el análisis del modelo de manejo reconocido en la legislación boliviana y comparar con el sistema de aprovechamiento de De Liocourt, sobre la base de dos especies representativas del Chaco Boliviano y de esta manera poder incorporar nuevos criterios técnicos que permitan mejorar la interrogante de cómo aprovechar el bosque chaqueño de una manera racional y sostenible, garantizando la sostenibilidad del recurso forestal.

JUSTIFICACIÓN

El aprovechamiento forestal, contemplado en el actual modelo de manejo en Bolivia, considera dejar como árboles remanentes el 20% de los árboles aprovechables, este valor representa el factor de seguridad que garantice el establecimiento de los estadios de sucesión secundaria y al cabo de 20 años se cuente nuevamente con bosque aprovechable con especies y con el volumen maderable similar al bosque inicial, pero lamentablemente, a pesar de incluir estos criterios el deterioro de los bosques es evidente, sobre todo en ecosistemas como el chaco boliviano que por particularidades ecológicas obvias, es diferente a los bosques húmedos tropicales que

han servido para determinar estos ciclos de corta, esto obliga a los técnicos a realizar todos los esfuerzos posibles para buscar otras alternativas que conduzcan al rendimiento sostenido de los recursos forestales.

Para los técnicos, es práctica común dejar un árbol de cada cinco encontrados durante el censo forestal como árbol remante para asegurar el 20%, pero lamentablemente en esta selección no consideran la categoría diámetrica ni la calidad del árbol, que en la mayoría de los casos, no son necesariamente los mejores ejemplares escogidos como árboles semilleros, esta forma de seleccionar los árboles aprovechables, provoca que el modelo de aprovechamiento forestal, distorsiona la distribución de la jota invertida que debe tener un bosque natural no coetáneo.

Por tanto, la presente investigación se justifica porque pretende validar nuevas formas de aprovechamiento forestal, tomando como pauta el sistema actual considerado en la legislación vigente, con el fin de buscar un método de extracción forestal que impacte lo menos posible al equilibrio ecológico y contribuya al desarrollo de métodos de conservación del medio ambiente en la región chaqueña.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Efectuar el análisis comparativo del modelo de aprovechamiento forestal contemplado en la norma técnica 248/98 con el sistema de extracción de Liocourt, con la finalidad de proponer un método de aprovechamiento sustentable de los recursos maderables de los bosques de la comunidad de Capirenda, localizado en la provincia Gran Chaco.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar el modelo de aprovechamiento forestal boliviano con el sistema de De Liocourt para determinar cuál de estos modelos mantiene la condición no coetánea de la masa forestal a través de dos especies forestales tomadas como indicadoras.

- Determinar los volúmenes de extracción en ambos modelos para establecer la viabilidad económica de los sistemas de aprovechamiento forestal.
- Identificar el modelo de aprovechamiento forestal que provoque el menor impacto en la estructura del bosque, reflejado en la abundancia y la cobertura con el propósito de conservar la calidad de los recursos forestales de la Comunidad de Capirenda.

HIPÓTESIS

Las curvas de abundancia de arboles aprovechables por clases diámtricas bajo el sistema de aprovechamiento según norma técnica 248/98, se asemejan a la curva de ajuste teórico de sostenibilidad de De Liocourt empleando datos generados durante el censo de las especies aprovechadas en la localidad de Capirenda.

MARCO TEÓRICO

1.1 RECURSOS FORESTALES DE BOLIVIA

Los bosques naturales en Bolivia constituyen una tradicional fuente de múltiples recursos complementarios a la subsistencia diaria de los pueblos rurales, originarios e indígenas. También son la base de una creciente industria de bienes y servicios maderables y no maderables que generan fuentes de trabajo e importantes ingresos al sector privado y al Estado. Gran parte de los bosques bolivianos conforman ecosistemas forestales tropicales, los cuales son reconocidos internacionalmente por las funciones y servicios ambientales que cumplen como mitigadores del cambio climático, fuentes de biodiversidad y reguladores de regímenes hídricos. (Medeiros, 2009)

De acuerdo a la Autoridad de Fiscalización y Control de Bosques y Tierras –ABT (ex Superintendencia Forestal), se considera que la cobertura boscosa mundial se aproxima a los 4.135 millones de hectáreas (31,7% de la superficie terrestre) y que Bolivia cuenta con 53 millones de hectáreas. Con ello se puede decir que nuestro país contribuye con el 1,28% de la cobertura forestal del planeta.

En base a información del Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras (2009), para la gestión 2008, más de 8,4 millones de hectáreas fueron destinadas para el aprovechamiento forestal, lo cual equivale al 16% de la cobertura forestal. A su vez, el 64% (5.399.278 hectáreas) se encontraban otorgadas bajo el derecho forestal de concesión forestal en tierras fiscales, a 85 concesiones a diferentes empresas forestales debidamente constituidas, el 7% contó con autorización de aprovechamiento en Tierras Comunitarias de Origen (TCO), el 7% con autorización de aprovechamiento en tierras de propiedad privada (1% en superficies menores a 200 hectáreas y 6% en superficies mayores) y 5% fueron concesiones a Agrupaciones Sociales del Lugar (ASL) en áreas de reserva forestal municipal. Por otro lado, se reportó que 7 de los 9 departamentos de Bolivia cuentan con áreas de aprovechamiento forestal, siendo Potosí y Oruro los excluidos.

1.1.1 CARACTERÍSTICAS DE LOS RECURSOS FORESTALES

En los países que disponen de recursos forestales, la producción, extracción, elaboración y el comercio de madera y otros productos forestales, junto con las industrias secundarias asociadas, son fuentes importantes de empleo e ingresos, especialmente en zonas rurales, donde las opciones laborales son generalmente limitadas.

Los componentes de valor de los recursos forestales están referidos a bienes maderables y no maderables. Los beneficios maderables corresponden a aquellos derivados del valor comercial de la madera de un bosque dado, mientras que los beneficios no maderables considera a todos los derivados de bienes y servicios diferentes de la madera que son proporcionados por el bosque; para el consumo directo y el comercio local, así como también para las industrias de elaboración de productos que son objeto de comercio como la castaña.

Según Lampietti y Dixon (2005) estos bienes forestales y servicios ambientales, por sus componentes de valor, pueden dividirse en: bienes y servicios con valor extractivo; productos forestales menores; bienes y servicios con valor no extractivo (funciones ecológicas de protección de cuencas respecto a sedimentación y erosión, absorción de carbono y recreación); bienes y servicios con valor de preservación (o de existencia), otorgado por la sociedad.

Los recursos forestales pueden ser considerados renovables ya que a diferencia de los minerales o los hidrocarburos, pueden aprovecharse y recuperarse a lo largo del tiempo y de manera sostenible. Sin embargo, es preciso que su aprovechamiento no altere el proceso de fotosíntesis y los ciclos bioquímicos que se llevan a cabo, siendo necesario aplicar técnicas correctas de explotación y aprovechamiento, en un esquema de ordenamiento territorial adecuadamente planificado, para asegurar el uso alternativo en el largo plazo.

Es posible que las personas que cortan o talan árboles o extraen productos no maderables de los bosques, en general, no tengan ningún incentivo para tener en

cuenta las consecuencias ambientales y sociales de sus acciones, las cuales pueden llevar inexorablemente a la deforestación excesiva, la degradación de suelos y cuencas, el deterioro del medio ambiente, pérdida de biodiversidad, cambios climáticos y pérdida de oportunidades productivas sostenibles para poblaciones vulnerables.

El uso de los recursos forestales en el mercado internacional arroja diferencias en cuanto a los patrones de consumo que orientan su aprovechamiento. La explotación forestal en los países en desarrollo obedece fundamentalmente a las necesidades de energía y a las exigencias de una demanda internacional de productos forestales de disímiles cualidades; estos factores, se conjugan con consideraciones económicas de beneficio inmediato, que resultan en muchos casos en el uso predatorio de los recursos forestales. En cambio, en los países desarrollados la explotación de recursos forestales está orientada hacia la producción de bienes manufacturados. Por tanto, el mayor impacto no se debe al agotamiento del recurso forestal y de las áreas que cubre, como ocurre en países en desarrollo, sino a los deterioros del medio ambiente que resultan de las distintas fases del proceso productivo.

1.1.2 ESTADO DE LOS RECURSOS FORESTALES EN BOLIVIA

La deforestación es la remoción completa de carácter permanente o temporal de los bosques y su reemplazo por usos no forestales de la tierra. En general, la deforestación se explica principalmente por asentamientos agrícolas (alrededor del 60% de la superficie talada cada año) y en segundo lugar, a causa de actividades de extracción de madera, ganadería, construcción de carreteras, urbanización y obtención de leña (San Martín y Hansen, 2004).

La deforestación y degradación de los bosques generalmente es justificada por los altos retornos económicos que pueden generar los usos alternativos del suelo. Sin embargo, la deforestación y degradación son absolutamente rechazables en contextos donde llevan a una reducción de la eficiencia económica, debido a la desaparición de fuentes importantes de ingresos, que podrían ser generados mediante el aprovechamiento sostenible de los bosques.

Los agentes más importantes que intervienen en la deforestación son: explotaciones agrícolas y ganaderas, pequeños productores y empresas forestales y poblaciones indígenas. Cada uno de ellos presiona de una manera específica sobre los recursos forestales y sus decisiones de conversión de los bosques difieren ampliamente de un grupo a otro. (Pacheco, 2008)

La eliminación de cobertura boscosa está llevado a la pérdida de especies de fauna y flora, el agotamiento de los recursos forestales, la acumulación atmosférica de gases invernadero, la erosión de los suelos, la sedimentación de los embalses y ríos y el cambio climático. Además, la deforestación excesiva en la búsqueda de maximizar los beneficios a corto plazo, reduce los incentivos para plantar árboles, a su vez, la inclinación de los agricultores a plantar árboles dependerá de la rentabilidad del cultivo y el interés de los mismos va a disminuir cuando el precio de la madera resulte deprimido como consecuencia del libre acceso a los bosques naturales. Es difícil determinar con precisión las causas de la deforestación y la degradación forestal, sin embargo, muchos estudios coinciden en señalar que muchas de ellas se encuentran vinculadas con presiones que se originan en el crecimiento económico y demográfico y, en la naturaleza de las estructuras políticas y de los sistemas institucionales (Brown y Pearce, 2004).

En Bolivia, los incentivos para la tala de árboles ha aumentado por varios factores, entre éstos: la presión de la población sobre la base de los recursos naturales; el deterioro de los ingresos agrícolas en determinadas regiones; las dificultades en el acceso a oportunidades de inversión de parte de la población rural, que ha llevado a un aumento de la migración y a la invasión de tierras forestales; el acceso a fronteras forestales, que se ha facilitado a causa del desarrollo de la infraestructura, en especial la construcción de carreteras relacionadas a la exploración, explotación y transporte de recursos energéticos; las subvenciones otorgadas deliberadamente con el fin de fomentar la colonización y asentamientos humanos; los derechos de propiedad mal definidos sobre zonas forestales y el crecimiento de la mancha urbana.

Históricamente, la reducción de áreas forestales en el país, se ha encontrado por debajo de las tasas presentadas en otros países con bosques tropicales. Sin embargo, la deforestación ha experimentado un crecimiento exponencial los últimos años y las tasas de deforestación observadas en la última década son casi el doble de las observadas en la década anterior. Según el Proyecto de Manejo Forestal Sostenible Bolivia Forestal (BOLFOR, 1997), las estimaciones sobre la superficie deforestada en Bolivia, varían alrededor de las 200 mil hectáreas anuales, de las cuales 160 mil hectáreas son deforestadas para usos agropecuarios. Por otro lado, Russell (1994) estimó que la tasa de deforestación en Bolivia, es de 0.2% anual. Esta situación, hace que la deforestación y la consecuente degradación de tierras forestales, se haya establecido como una preocupación creciente.

Debe tomarse en cuenta que históricamente, que las medidas más eficaces contra la deforestación aplicadas en diferentes regiones y realidades, han surgido generalmente de las políticas adoptadas en otros sectores, como por ejemplo: las políticas demográficas o las relativas a la distribución y tenencia de la tierra, al desarrollo industrial o bien políticas de apoyo al comercio.

Otro problema es la tenencia de la tierra, ya que históricamente, uno de los problemas más importantes de la economía boliviana ha sido el relativo a la productividad de la tierra y la ocupación del territorio. Existen múltiples factores que afectan a la productividad agrícola y silvícola, entre ellos la erosión, la baja fertilidad de la tierra, las actividades humanas, los sistemas de producción y aprovechamiento, los fenómenos climáticos, la aglomeración de la población en regiones de bajo rendimiento, el pequeño tamaño de los predios agrícolas, la elevada concentración en la propiedad de la tierra y el consecuente inadecuado acceso a la misma.

En cuanto al uso de la tierra, la legislación agraria establece que la tierra debe ser usada de acuerdo a su capacidad de uso mayor, es decir, realizar el uso más intensivo sin degradar la tierra. En atención a ello, es importante que cada propietario elaborare un Plan de Ordenamiento Predial (POP), a través del cual se clasifique las tierras de

una propiedad de acuerdo a su aptitud. Sin embargo, en la práctica esto es poco posible por el costo que implica en tiempo y recursos.

El sistema de tenencia de la tierra actualmente se constituye en un mecanismo de adjudicación de derechos de propiedad sobre los bosques y tierras forestales de dominio originario del Estado a personas individuales o colectivas para el aprovechamiento de los recursos forestales. La tenencia de la tierra se basa en un contrato entre el Estado y las personas individuales o colectivas, donde se concede a estos últimos el derecho de uso del recurso forestal a cambio de algunas responsabilidades y pagos.

Actualmente, en Bolivia existen 3 tipos de tenencia o de derecho de utilización forestal, la concesión forestal en tierras fiscales, la autorización de aprovechamiento en tierras de propiedad privada y los permisos de desmonte. La concesión forestal en tierras fiscales es un derecho transferible basado en la asignación de áreas, en las cuales se permite extraer un cierto volumen de madera o de un recurso no maderable. Abarca cerca del 90% de la superficie total otorgada para el aprovechamiento forestal y se otorgan por un plazo de 40 años. Los principales requisitos para la concesión son la aprobación de un Plan de Manejo (PM) y un Plan Operativo Anual (POA), respaldados por inventarios y censos forestales elaborados de acuerdo a normas técnicas validadas. A su vez, la autorización de aprovechamiento en tierras de propiedad privada permite el aprovechamiento forestal sólo a pedido del propietario y se traduce en la exclusividad del aprovechamiento en Tierras Comunitarias de Origen (TCO) por parte de los pueblos indígenas originarios. A su vez, para la adquisición de los Permisos de Desmonte se requiere de un Plan de Ordenamiento Predial (POP), que consiste en una zonificación del predio según sus distintas capacidades de uso o vocación, especificando claramente las servidumbres ecológicas o áreas de protección dentro del predio.

El problema de la tenencia de tierra se presenta a través de los conflictos relacionados con el acceso, posesión y aprovechamiento de los recursos naturales, los cuales se traducen en: sobreposiciones de derechos de uso; presiones por parte de productores

agrícolas y ganaderos sobre áreas ocupadas por población indígena; creación de áreas protegidas en zonas ya ocupadas por pequeños productores o empresas forestales y la invasión de estos últimos a áreas protegidas ya establecidas (Pacheco, 2008).

Las principales causas que dan origen a estos conflictos son: la falta de derechos de propiedad claramente definidos; las superposiciones institucionales; la discrecionalidad en la distribución de tierras; los retrasos en el proceso de saneamiento y administración de la tierra a cargo del INRA, la ausencia de mecanismos de control para supervisar la ocupación de tierras; y el desconocimiento de los derechos de propiedad de la tierra.

En general, Las operaciones de extracción forestal provocan reducidos impactos directos en la pérdida de cobertura forestal, pero de manera indirecta facilitan la conversión de los bosques para la agricultura. Las principales causas directas de la deforestación en el país es la conversión de los bosques a usos agrícolas por productores pequeños, medianos y grandes.

En cuanto a las haciendas ganaderas, la disponibilidad de pasturas naturales ha reducido la rentabilidad de invertir en deforestar nuevas áreas en algunas regiones, sin embargo, en otras regiones, como ser la Chiquitanía y el chaco, los desmontes para la introducción de potreros está creciendo; con el propósito de obtener una mayor productividad y los hatos ganaderos están tendiendo a incrementarse, lo que a futuro puede significar que se incrementen los desbosques para la ganadería. (Medeiros, 2009)

Respecto a los pueblos indígenas, el impacto que las actividades desarrolladas por estos grupos sobre la deforestación y degradación forestal es mínimo, ya que desarrollan básicamente actividades de agricultura de subsistencia. Ello debido a distintos factores, entre los que se enfatizan, la baja densidad de la población, los sistemas policultivos con barbechos prolongados, explotación de recursos en áreas relativamente grandes y la existencia de regulaciones para el uso de recursos comunes entre otros.

En cuanto a las empresas forestales que tienen impactos negativos de deforestación y degradación del bosque, generalmente son aquellas que extraen especies de alto valor sin aplicar ningún sistema particular de manejo forestal, operando a menudo con personal, maquinaria y técnicas poco apropiadas. Las actividades de extracción desarrolladas por estas empresas, generalmente se ven dificultadas por los altos costos de transporte y la limitada disponibilidad de capital de trabajo.

Finalmente, los productores informales de madera, han entrado en conflicto con concesiones madereras y con administradores de áreas protegidas, debido a que trabajaron en áreas de corte entregadas a empresarios privados. Sin embargo, también se conocen casos en los que se alcanzaron acuerdos de complementariedad entre productores informales y empresas madereras, en los cuales, las empresas autorizaron a los informales la extracción de madera de menor valor comercial dentro de sus propias concesiones.

1.2 EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE MANEJO FORESTAL

Los bosques son fuente de una amplia diversidad de productos y servicios: incluyen madera, leña, recursos no maderables y servicios ambientales, así como oportunidades sociales, económicas y culturales. En Bolivia, antes de la promulgación de la Ley 1700, el bosque tradicionalmente se ha venido aprovechando la madera, sin mayor criterio de sostenibilidad, resultando en procesos de degradación y en su conversión a otros usos. Esta situación se podría atribuir a diversas causas que respondían mayormente a coyunturas político (falta de armonización entre las políticas sectoriales y la limitada capacidad de administración forestal), económicas por la creciente demanda del mercado por madera a nivel nacional e internacional, y la fluctuación en los precios y sociales como los fenómenos de relocalización y migración de familias del occidente al oriente del país y los conflictos de uso que condujeron a una expansión de las actividades agrícolas y ganaderas. Aunque no suele mencionarse, se debe reconocer también el enfoque tradicional que había prevalecido por muchos años en la educación forestal boliviana, que preparó técnicos forestales principalmente en inventarios, aprovechamiento y silvicultura, ignorando

frecuentemente los aspectos sociales, económicos e institucionales del bosque y su manejo (CFB, 2004)

Es sobre todo en las últimas dos décadas que la visión del profesional forestal boliviano ha ido cambiando hacia un concepto más amplio de lo que debe ser el manejo forestal y su contribución al desarrollo sostenible. El manejo del bosque tiende cada vez más a ser conceptualizado y practicado con una visión integral y de uso múltiple, orientado a la obtención de rendimientos sostenidos de múltiples bienes y servicios del bosque con el fin de mejorar la calidad de vida de las personas, lo que ha sido llamado el manejo forestal sostenible.

Aunque el concepto de manejo forestal sostenible empieza a cobrar importancia a partir de la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro en 1992. En términos simples se puede decir que, con éste, se apunta a un uso de los bosques sin destruirlos y sin afectar sus múltiples funciones ambientales, como la protección del agua, suelo, biodiversidad; sociales, como la generación de empleo para el mantenimiento del sustento de las familias campesinas; y las funciones económicas, como producción de madera, bienes y servicios. Para el caso de los bosques naturales de Bolivia, implica utilizar métodos silvícolas selectivos según cada formación boscosa existente (FAO, 2002)

De acuerdo a la opinión de Guzmán (1996), el concepto de manejo de bosques en el pasado inmediato de Bolivia ha sido en muchos casos desvirtuado, atribuyéndole únicamente características de plantaciones forestales. Nada más peligroso y erróneo el simplificar el manejo a este concepto, porque de entrada disminuye la importancia ecológica y la capacidad regenerativa del bosque natural y le atribuye costos irreales.

La manipulación y la visión sesgada que aún se mantiene de lo que es el manejo, hacen pensar que la única alternativa es desarrollar viveros, sembrar algunos plantones y seguir mal utilizando el bosque. Con esta visión estrecha, gran parte del sector maderero ha justificado la ausencia de manejo y ha promovido la acelerada degradación de los recursos forestales.

Por tanto, el manejo forestal es el conjunto de acciones de planificación y ejecución de criterios de carácter silvícola, económico, ecológico y social, cuyos resultados aseguran el mantenimiento de la biodiversidad y producción sostenible. Lo anteriormente mencionado, no sería posible si no hay beneficios sociales reales y una factibilidad financiera de las operaciones. Si bien este concepto es complejo en la amplitud de sus alcances, es holístico en su visión de sostenibilidad. Se fundamenta en la capacidad productiva del ecosistema, otorga la importancia debida a la regeneración natural que ocurre en el bosque y abre la posibilidad de utilizar algunas técnicas como el enriquecimiento y las plantaciones, como una alternativa complementaria.

Cabe incluir aquí el concepto de Producción sostenible de maderas de Duncan, (1988) que resulta en: "la aplicación de prácticas de manejo forestal son las que no reducirán irreversiblemente el potencial del bosque para producir madera comerciable, lo que implica que no debe haber pérdida irreversible de fertilidad del suelo o del potencial genético en la especie comerciable".

1.2.1 ANTECEDENTES DE MANEJO FORESTAL EN BOLIVIA

La explotación de madera en Bolivia hasta mediados de la década de 1990 se caracterizaba por su baja intensidad, enfoque en pocas especies de alto valor económico (*Swietenia macrophylla*, *Cedrela fissilis* y *Amburana cearensis*) y daño excesivo al bosque remanente. *S. macrophylla* representaba el 60% del valor total de productos forestales exportados en 1980 y 1990. La mayoría de la madera salía sin ningún o poco valor agregado. Asimismo, la explotación de madera iba acompañada de actividades como la cacería, que degradaban aun más el bosque remanente y su diversidad.

En la década de 1990 se iniciaron las primeras experiencias de manejo de bosques naturales en el país. En el departamento de Santa Cruz se empezaron a practicar actividades de inventarios forestales, censos comerciales, división en compartimentos, establecimiento de ciclos de corta de mínimo 20 años y se elaboraron instrumentos de gestión (plan de manejo forestal y planes operativos) en el

bosque experimental Elías Meneses. Asimismo, cabe destacar otro proyecto con fondos de la ITTO en el bosque Chimanes con empresas madereras dedicadas a la extracción altamente selectiva de mara o caoba (*S. macrophylla*). Estas experiencias permitieron desarrollar inventarios de reconocimiento y censos comerciales en forma experimental, procesamiento y análisis de información y conocimiento del recurso maderable; con ello se logró delimitar las primeras pautas para el manejo sostenible de los bosques.

En 1994 se inició el proyecto BOLFOR, financiado por USAID y el gobierno de Bolivia, el cual da asistencia técnica a empresas para promover prácticas de manejo forestal sostenible (MFS). Dicho proyecto ha colaborado al desarrollo de diversos instrumentos de gestión, brindó capacitación a diferentes actores en la aplicación de estos instrumentos y desarrolló un programa de investigación forestal que sirvió para ajustar prácticas de manejo para monitorear el impacto del aprovechamiento en el bosque.

Los factores más relevantes que permitieron avances sustanciales en la implementación del modelo forestal boliviano han sido:

- La decisión política de Estado para aprobar la nueva Ley Forestal e implementar el régimen forestal boliviano.
- El proceso de elaboración de la Ley Forestal 1700 fue ampliamente consultado y discutido.
- La Ley Forestal es producto de una ingeniería jurídica en el marco de los tratados y convenios internacionales, de la Constitución Política del Estado y de una ley transversal-marco (Ley de Medio Ambiente).
- Hubo un proceso rápido y eficiente de aprobación y complementación de la ingeniería normativa. Luego de aprobada la Ley, en un tiempo muy corto se aprobaron el reglamento y las normas técnicas como instrumentos operativos de la Ley.

- Se construyó una institucionalidad con roles claramente definidos: Ministerio de Desarrollo Sostenible como ente normativo y rector del régimen forestal; primero la Superintendencia Forestal ahora la ABT como entidad reguladora y de control; Instituto Nacional de Reforma Agraria como institución responsable de la definición de la tenencia de la tierra a través de un proceso de saneamiento de la propiedad.
- Democratización del acceso al aprovechamiento forestal; incorporación de nuevos actores como empresas privadas forestales, asociaciones de usuarios tradicionales de la madera, comunidades indígenas y campesinas y propietarios privados.
- Cambio de paradigma de desarrollo: del modelo de revolución verde al de uso y conservación de los recursos forestales.
- Modelo de comando y control vs modelo de instrumentos basados en el mercado. La certificación forestal como instrumento de mercado e inductor del cumplimiento normativo y del aprovechamiento sostenible.

1.2.2 MANEJO FORESTAL EN BOLIVIA

En 1996 se aprobó la Ley Forestal 1700 que creó el marco institucional para la aplicación de un nuevo régimen forestal. Dicha ley delimitó las formas de acceso al aprovechamiento de los bosques y ofreció un conjunto de herramientas técnicas para asegurar el uso sostenible del recurso. Mediante la ley se democratizó el acceso a los bosques, ya que las empresas privadas y personas agrupadas en Asociaciones Sociales del Lugar (ASL) pueden acceder al bosque a través de concesiones forestales otorgadas por el gobierno nacional y municipal, respectivamente. Además, las comunidades indígenas y los propietarios privados pueden hacer manejo forestal legalmente en sus propiedades privadas comunales o individuales.

Según el marco institucional, la administradora de Tierras y Bosques (ABT), la responsabilidad del control, regulación y otorgamiento de derechos de aprovechamiento; el Fondo Nacional de Bosque (FONABOSQUE) apoya el

financiamiento del régimen forestal; las gobernaciones promocionan las políticas forestales departamentales y el desarrollo de la investigación, y las municipalidades funcionan como órganos coadyuvantes y de apoyo a los grupos locales. Para asegurar el uso sostenible de los bosques, tanto la Ley 1700 como sus respectivas normas técnicas ofrecen, entre otras, las siguientes herramientas:

- a) Plan General de Manejo Forestal (PGMF)
- b) Inventario forestal de reconocimiento para la elaboración del PGMF
- c) Censo forestal previo a la operación de aprovechamiento
- d) Parcelas permanentes de monitoreo
- e) Informes anuales de aprovechamiento forestal
- f) Programas de abastecimiento y procesamiento de materia prima
- g) Reconocimiento de la certificación forestal voluntaria como equivalente a las auditorías forestales quinquenales y obligatorias.

Hasta el año 2010 existían más de ocho millones en planes de manejo aprobados para los distintos usuarios del bosque, llama la atención la participación de propietarios privados, que antes de la Ley 1700 no tenían la opción de manejar sus bosques de manera directa. De hecho, los planes de manejo de propietarios privados son los más numerosos (Quevedo, 2012)

Según este mismo autor, durante el año 2011 la superficie de los nuevos planes de manejo forestal (>200 hectáreas) aprobados fueron en su gran mayoría para pueblos indígenas. En ese año la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierras – ABT (que en 2009 sustituyó a la Superintendencia Forestal) aprobó un total de 662.000 hectáreas en planes de manejo, de los cuales 411.194 hectáreas, correspondieron a 17 planes a pueblos indígenas, 216.956 hectáreas a 24 comunidades campesinas y 33.855 hectáreas a 13 propietarios privados. En consecuencia, el 62% de la superficie correspondió a pueblos indígenas y sólo el 5%

a propietarios privados (ABT 2012), lo que refleja la fuerte incorporación social en el manejo forestal en Bolivia.

1.2.3 MODELO BOLIVIANO DE APROVECHAMIENTO FORESTAL

Para autorizar el aprovechamiento forestal legal, la autoridad forestal competente (hoy ABT) debe aprobar los Planes Generales de Manejo Forestal (PGMF) donde se presenta la estrategia y actividades de manejo forestal, incluyendo los ciclos de corta, diámetros mínimos de costa (DMCs), áreas anuales de aprovechamiento (AAA), árboles semilleros, volumen aprovechable, plan de intervenciones silvícolas, monitoreo y mejora de las prácticas según los resultados del monitoreo, protección del área de manejo, protección de la fauna silvestre y de especies raras o amenazadas, y otras actividades típicas de un plan de manejo.

Sin embargo, en opinión de varios actores forestales, luego de su aprobación, el PGMF queda prácticamente en el olvido (hasta la ejecución de una auditoría), ya que en adelante la ABT sólo aprueba y verifica anualmente las actividades de POAF, que consiste únicamente en la parte de aprovechamiento (AAA, censo, volumen, árboles de corta, semilleros y servidumbres ecológicas). En otras palabras, lo que en adelante se verifica es el plan de aprovechamiento, no así el plan de manejo.

Aunque se puede afirmar que las operaciones de manejo certificadas cuentan con una calidad aceptable bajo los estándares de certificación internacional, no se puede afirmar lo mismo de aquellas operaciones no certificadas, ya que la Autoridad Forestal sólo supervisa en campo los aspectos relacionados con el aprovechamiento forestal.

En Bolivia, en general, la intervención de aprovechamiento bajo un plan de manejo consiste básicamente en la realización de actividades vinculadas con la planificación del aprovechamiento, de acuerdo al siguiente esquema:

Preparación del plan de manejo:

- Inventario forestal (actualización cada 10 años)

- Preparación de mapas temáticos incluyendo hidrográficos, topográficos, tipos de bosque, administrativos, etc.
- Elaboración del Plan General de Manejo Forestal (actualización cada 5 años), considerando entre otras cosas:
 - a) Un ciclo de corta mínimo 20 años
 - b) Especies y volumen aprovechable
 - c) Diámetros mínimos de corta exigidos por las normas
 - d) Árboles semilleros (mínimo 20% para cada especie)
 - e) Áreas de conservación o servidumbres ecológicas

Pre-aprovechamiento:

- Determinación del Área de Aprovechamiento Anual (AAA)
- Censo forestal y elaboración de mapas de aprovechamiento
- Identificación de especies a aprovechar (se excluyen aquellas consideradas escasas <0.25 árb/ha DAP >20 cm)
- Instalación de parcelas permanentes de medición (PPMs)
- Formulación del Plan Operativo de Aprovechamiento Forestal - POAF (elaboración de mapas fisiográficos y de árboles, determinación del volumen, especies a aprovechar y servidumbres ecológicas)
- Mapa de árboles aprovechables
- Mapa de árboles semilleros
- Plaqueado de árboles a cortar y semilleros
- Aplicación ocasional de algunos tratamientos silviculturales como corta de lianas y marcado de árboles semilleros y de futura cosecha
- Planificación de la extracción y construcción de caminos, pistas de arrastre, rodeos y puentes

Aprovechamiento:

- Corta de lianas
- Extracción de impacto reducido

Post-aprovechamiento:

- Excepcionalmente escarificación o plantaciones de enriquecimiento en rodeos. Pocas empresas o responsables del manejo retornan posteriormente al área aprovechada para monitorear o aplicar tratamientos silviculturales post-aprovechamiento. Esta es la debilidad mayor del manejo forestal en Bolivia.

Las actividades anteriores, en especial el censo, el ciclo de corta y la determinación de la AAA, fueron importantes avances en la fase inicial del modelo forestal boliviano, pero desafortunadamente no se ha observado un crecimiento de la calidad del manejo. Falta en este proceso, implementar un importante componente del manejo forestal que ha quedado olvidado tanto por los usuarios como por la autoridad competente de supervisar el manejo, que son los tratamientos silviculturales y el monitoreo efectivo. Como resultado, a pesar de los avances, en Bolivia aún no existe un sistema silvicultural que hubiera sido desarrollado por alguna operación de manejo forestal. (Quevedo, 2012)

El sistema de aprovechamiento adoptado por las empresas forestales bolivianas es policíclico debido a que todavía se está estudiando el comportamiento del bosque en el próximo ciclo de corta y según la Cámara Forestal de Bolivia, se busca tanto la eficiencia de las operaciones como causar el menor daño posible a la regeneración natural, al ecosistema y la biodiversidad en su conjunto. En la aplicación de técnicas de Extracción de Impacto Reducido (EIR) se incluyen actividades como:

- Identificación de estructuras boscosas productivas de interés comercial con base en el grado de abundancia y dominancia de las especies.
- Implementación de un modelo de aprovechamiento dirigido a las especies de interés comercial, guiado por los DMC.
- Empleo de la tala direccionada.
- Identificación, delimitación y respeto a las áreas improductivas y de protección forestal.

Las empresas deben realizar complementariamente algunos tratamientos silviculturales para provocar cambios en la estructura del bosque, con la finalidad de asegurar el establecimiento de la regeneración e incrementar el crecimiento en función de un beneficio económico futuro. Los tratamientos silviculturales que necesariamente deben realizarse incluyen:

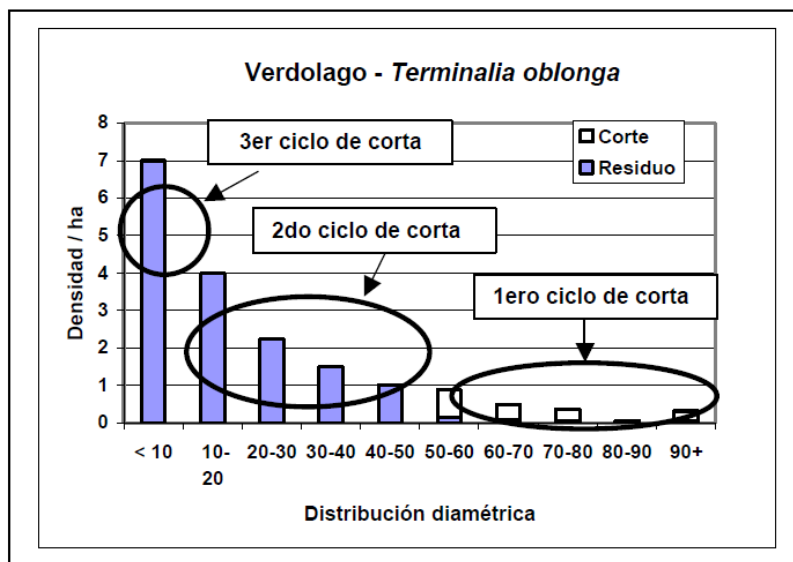
- Técnicas de aprovechamiento que minimicen el impacto hacia la regeneración natural, respetando los árboles semilleros y aplicando los DMC por especie.
- Eliminación de lianas en árboles de cosecha y de futura cosecha para estimular el crecimiento del bosque.
- Marcación de árboles de futura cosecha.
- Escarificación de suelos, consistente en una remoción del suelo alrededor de árboles remanentes para garantizar la supervivencia (abundancia) de la regeneración natural.
- Enriquecimiento de “rodeos” (patios de trozas) con especies de rápido crecimiento, combinadas con especies de crecimiento intermedio.

1.2.4 CICLOS DE CORTA

El ciclo de corta o los años de intervalo de retorno entre aprovechamientos en una misma área es el método más común para la regulación de la extracción forestal en los bosques tropicales. Es un supuesto generalizado que, usando este método, se puede lograr un flujo sostenible de madera dividiendo el área total de corta permisible en un bosque manejado entre los años de duración del ciclo de corta. En el manejo de bosques disetáneos, tal como se practica en la mayoría de los países tropicales, los árboles aprovechables generalmente se definen mediante algún límite diamétrico (DMC). Entonces la eficiencia del ciclo de corta para asegurar un volumen aprovechable en el segundo ciclo de corta, similar al volumen extraído en el primer aprovechamiento, estará determinada por la densidad y la tasa de crecimiento de los árboles comerciales menores al DMC que quedan en el bosque después del primer aprovechamiento. El volumen aprovechable del tercer y cuarto aprovechamiento

dependerá principalmente de la nueva regeneración (plántulas y brinzales) y de su consiguiente supervivencia y crecimiento (BOLFOR, 2003)

En la siguiente figura se presenta un modelo teórico del ciclo de corta, que se basa en la tasa de crecimiento para alcanzar 50 cm dentro de un ciclo de corta para contar con la misma cantidad de individuos en las diferentes categorías de tamaño que antes del aprovechamiento. En el ejemplo, con un ciclo de corta de 30 años, se necesita una tasa de crecimiento de 1,67 cm/año



Fuente: Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR, 2003)

De acuerdo a la Normas Técnica (248/98) establecidas por la Ley Forestal 1700, los ciclos de corta en Bolivia no deben ser menores a 20 años. En términos biológicos, el ciclo de corta debe ser justificado en cada plan de manejo forestal con base en las distribuciones diamétricas, obtenidas mediante datos de inventario, y en las tasas de crecimiento, obtenidas a través del monitoreo de parcelas permanentes. El periodo de 20 años, se consideró porque que se disponía de muy pocos datos de crecimiento provenientes de bosques bolivianos, los incrementos de crecimiento que se usaron en el primer grupo de planes de manejo elaborados con base en la Ley Forestal 1700 que fueron determinados subjetivamente o, en algunos casos, fueron fundamentados con datos de crecimiento de otros países tropicales.

Según Valerio (1997), hay dos sistemas principales de manejo, en uno de ellos, denominado monocíclico, se contempla el aprovechamiento de toda la masa comercial disponible y la espera de un lapso necesario para el establecimiento y maduración de la nueva cosecha, a este lapso se le conoce como turno o edad de rotación. El otro sistema se denomina modelo policíclicos que aprovecha sólo una parte de la masa comercial, reteniendo parte de la población para que complete su madurez, produzca semillas y para conservar la estructura del bosque, de manera que se mantengan las funciones ecológicas, los procesos de regeneración y de control del clima, así como los ciclos y flujos de minerales, agua y energía.

1.2.5 DIAMETRO MÍNIMO DE CORTA

La norma técnica 248/98, expresa que se debe discutir y justificar la aplicación de los DMC con base en el análisis de los resultados del inventario, distribuciones diamétricas, gremios ecológicos y las condiciones específicas del sitio. También se debe incluir gráficos de distribuciones diamétricas (número de árboles vs clase diamétrica)". Por lo tanto, la entidad reguladora podrá determinar mediante estudios o análisis más detallados de distribución diamétrica, abundancia, estado sanitario y madurez tecnológica, los DMC específicos para algunas especies, dependiendo de los casos especiales que puedan darse, pero mientras no se hagan estos estudios se utilizarán los DMC señalados en el Cuadro N° 1 de la indicada norma técnica.

Asimismo, el Reglamento de la Ley 1700, indica que las empresas o propietarios interesados también podrán presentar estudios más detallados tendientes a justificar la aplicación de DMC menores a los señalados en las normas técnicas.

El DMC es uno de los aspectos que regula la producción de madera, al respecto, Louman (1998) indica que fijar únicamente un DMC no garantiza un buen manejo y generalmente, se requiere de tratamientos silviculturales, después de la cosecha, para asegurar que el bosque remanente sea sano y vigoroso y tenga una buena composición. Fijar un DMC sin tratamientos adicionales puede derivar en una producción de madera sostenible, sólo cuando, exista una buena distribución espacial de los árboles aprovechables, además se deje algunos de los mejores individuos como

semilleros durante el aprovechamiento y finalmente cuando se aplica un aprovechamiento de bajo impacto.

Según este mismo autor, los DMCs son muy usados en bosques tropicales y también en bosques templados porque:

- a) El concepto es muy fácil de entender.
- b) Es más fácil controlar las troncas que salen del bosque por aspectos legales.
- c) Existe la percepción de sostenibilidad mediante el uso de DMCs.
- d) Se perciben como una imitación de las perturbaciones naturales.
- e) El bosque se mantiene relativamente cubierto por dosel.
- f) Muchas veces, los mercados están restringidos a productos elaborados con madera de troncas de diámetros gruesos.

Sin embargo, existen desventajas en el uso de DMCs, porque se asume que los árboles grandes son más viejos; que la naturaleza no sólo elimina los árboles grandes, por lo tanto, la corta basada en DMCs no se parece a los disturbios naturales y adicionalmente se pierde la posibilidad de ajustar la distribución diamétrica para normalizar el flujo de madera.

Lamprecht, (1990) indica que sólo es posible garantizar una producción maderera sostenible, fijando un DMC, cuando, existe suficiente número de árboles gruesos para un aprovechamiento rentable, por otra parte, cuando el DMC ha sido fijado en un diámetro suficientemente alto, asimismo, cuando las especies explotadas presentan una distribución diamétrica regular.

En cambio, Louman (1998) indica que la aplicación de los DMC depende de varios factores, a saber:

- El valor de la madera.
- La tasa de crecimiento de la especie.
- La distribución diamétrica de las especies

- La cantidad total de individuos de la especie en el bosque bajo manejo.
- La reproductividad de la especie.
- Las posibilidades de vender madera de tamaños menores.

Actualmente, las normas técnicas fijan un DMC para una determinada especie según la región productiva (Amazonía, Chiquitanía, Chaco, etc.), pero dicha normativa también indica que se puede justificar ecológica y económicamente la modificación del DMC, como se señaló anteriormente.

Según Fredericksen *et al* (2001), para justificar la modificación del DMC, se debe partir de los resultados del inventario forestal y generar un cuadro de distribución diamétrica en clases de 10 cm, además de establecer el número de individuos por cada clase diamétrica. Esto se debe realizar para cada especie que se desea justificar, además se debe determinar el gremio ecológico y la madurez tecnológica de las mismas. Esta información se puede determinar mediante observaciones realizadas durante la corta, puesto que todos los árboles, al llegar a cierto grosor y edad, pierden vigor y empiezan a manifestar putrefacción de la madera, lo que se refleja como árboles huecos.

Existen casos en los que se fija el DMC y el diámetro máximo de corta, atendiendo precisamente, a lo que se señaló en el párrafo anterior. Es decir que los árboles delgados no pueden ser cortados debido a que la norma técnica así lo define ya que los rendimientos son bajos en el aserrío, además de que los árboles gruesos presentan huecos, lo cual repercute también en el rendimiento.

1.2.6 MODELO DE LIOCOURT

La sostenibilidad de los planes de manejo forestal está basado en una serie de prácticas de manejo obligatorias, como ser límites cuantitativos para los ciclos de corta, límites diamétricos y conservación de árboles semilleros. La normativa actual prevé asimismo, una evaluación de las respuestas del bosque a la intervención humana a través del monitoreo de parcelas permanentes. Por lo tanto, los datos provenientes del monitoreo pueden ser utilizados para evaluar en forma cuantitativa

las actividades adoptadas en los planes de manejo en cuanto a ciclos de corta y diámetros mínimos de corta. (BOLFOR, 2003)

Los bosques maduros tienden a una distribución por clases diamétricas en forma de J invertida, indicando un flujo adecuado de regeneración hacia los diámetros mayores. Las distribuciones diamétricas decrecientes presentan ésta forma, con un gran número de individuos que se están regenerando (brinzales y latizales), cuya frecuencia decrece a medida que se incrementa el diámetro, lo cual garantiza una supervivencia del ecosistema (bosque disetáneo) (Arteaga, 2007). Las distribuciones diamétricas dan un grado de claridad sobre el estado del bosque, y disgregando en cada especie, reflejan el equilibrio de los bosques tropicales cuando estos se encuentran en estado natural.

De acuerdo con Arteaga (2007), las distribuciones permiten: establecer métodos de corta, llevar a cabo la cosecha y la remoción de los árboles. Es decir, para alcanzar una producción forestal sostenible, se debe obtener del bosque volúmenes iguales en superficies más o menos parecidas, aunque, esto no siempre es posible, por eso, es recomendable usar técnicas para determinar si el aprovechamiento es sostenible en el tiempo y una de estas herramientas es el método propuesto por De Liocourt, que consiste en estimar mediante la función de distribución de los árboles por categorías diamétricas en el espacio que ocupan.

El criterio biológico se basa en aplicar en bosques disetáneos, ya que, al no poder contar con la edad, se trabaja con las distribuciones diamétricas, para ello, el modelo debe adaptarse a masas de estructura irregular que se consideran meta o deseables. El método consiste en fijar un diámetro máximo, un diámetro mínimo y la amplitud de las clases diamétricas.

Según la ley de De Liocourt, la dotación del número de individuos entre clases diamétricas consecutivas guarda una relación constante de $q > 1$.

$$q = \frac{N_j}{N_{j+\delta}} = cte.$$

Donde:

q = relación entre número de árboles.

N_j = número de árboles de la clase j.

δ = amplitud de las clases diamétricas.

La distribución de frecuencias responde a una curva de naturaleza exponencial:

$$y = k * e^{-a.Dap}$$

Donde:

y = número de árboles de la clase diamétrica correspondiente.

k = ordenada al origen.

a = pendiente.

Para su comprensión, se desarrolla un ejemplo de su aplicación, donde se presenta el número observado en el campo, además del número teórico determinado aplicando la ecuación matemática: $Y = 619.23 * e^{(-0.0862d)}$

Clase	Número No/ha		q
	Observado	Teórico ¹	
5-10	0	402.4	2.37
10-20	0	169.9	2.37
20-30	46.898	71.8	2.37
30-40	34.684	30.3	2.37
40-50	16.112	12.8	2.37
50-60	6.565	5.4	2.37
60-70	2.378	2.3	2.37
70-80	0.983	1.0	2.37
80-90	0.445	0.4	2.37
>90	0.13	0.2	

Los resultados del número observado no muestran valores en las clases 5-10 y 10-20, esto es debido que en el inventario sólo se colectó datos a partir de un dap mayor o igual a 20 cm. En cambio, aplicando el modelo matemático, se puede obtener valores mayores o menores al dap establecido.

La información generada se utiliza para conocer cuántos árboles, teóricamente debe tener cada clase diamétrica, para así lograr cosechas sostenibles. Esto significa que para tener por lo menos 0.2 árboles por hectárea mayores a 90 cm, se debe contar con un mínimo de 402 árboles por hectárea en la clase 5-10 cm.

En la última columna del cuadro está el valor del cociente de reducción de la distribución. Este valor indica que en la medida que avanza la distribución, ésta se reduce en 2.7. Es decir que si se toma el valor de la primera clase y se divide entre el cociente se tendrá: $402,4/2.37 = 169.8$ valor que corresponde a la segunda clase diamétrica.

Para la gráfica de la curva ajustada Liocourt se utiliza la ecuación general exponencial negativa continua, que se utiliza normalmente para la evaluación del comportamiento de una población de seres vivos. Se aclara que los resultados de este procedimiento pueden presentar distorsiones por una serie de condiciones no consideradas, como es el caso del número de árboles por hectárea de categorías diamétricas inferiores a 10 centímetros, que durante el proceso del inventario forestal no se consideran, por lo que se presupone que la mortandad y la incorporación de categorías diamétricas son iguales o semejantes. (Sánchez, 2011)

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN

El área de trabajo se ubica en un paisaje de colinas bajas en transición a la llanura chaqueña en el Departamento de Tarija, situada en la Localidad de Capirenda, cuya altitud oscila aproximadamente entre 460 y 500 m.s.n.m. sobre las coordenadas $21^{\circ} 10' 45.43''$ de latitud sur y $62^{\circ} 56' 10.28''$ de longitud oeste. El área sujeta al aprovechamiento está localizada en la segunda sección de la provincia Gran Chaco, tiene una superficie aproximada de 1044 hectáreas, de propiedad del señor Gumersindo Lezcano Aguirre, con el nombre Fundo Capirenda en el Municipio de Villamontes.

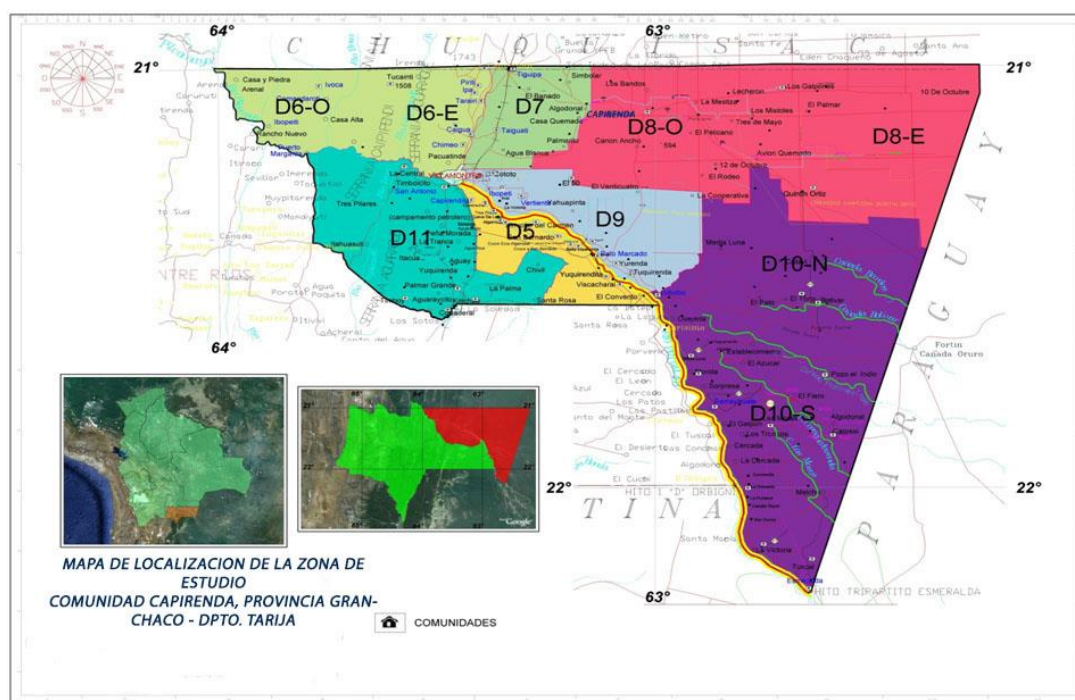


Figura N° 1. Localización de la zona de estudio, dentro del Distrito 8 del Municipio de Villamontes, Tarija.

La zona de estudio se encuentra aproximadamente a 40 km de la carretera asfaltada Villamontes - Boyuibe, entrando a la comunidad de Capirenda por una brecha ancha, que luego se comunica con brechas antiguas para llegar a la zona de manejo forestal.

Cuadro N° 1. Coordenadas de la zona de manejo forestal donde se efectúa el censo forestal

Puntos	Xcoord	YCoord	Puntos	Xcoord	YCoord
P1	506779,41	7658384,45	P5	501899,76	7658615,90
P2	506579,00	7656893,00	P6	501871,69	7659516,00
P3	500268,53	7657698,50	P7	504862,14	7659133,55
P4	500496,01	7658788,15	P8	504795,55	7658638,01

2.2 PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA

2.2.1 FISIOGRAFÍA

La fisiográfica presenta una zona de transición a manera de colinas que dan la apariencia de terreno ondulado, modelados en depósitos aluviales terciarios que limita con la llanura. La llanura se caracteriza por una morfología homogénea y casi plana con algunas ondulaciones, donde se tienen formas, tanto deposicionales como erosionales, notándose también la presencia de terrazas aluviales y amplias llanuras aluviales. En las llanuras aluviales la pendiente topográfica con relación al drenaje casi ha desaparecido completamente. Todos los depósitos superficiales en las llanuras aluviales y terrazas son sedimentos cuaternarios de origen aluvial. La pendiente se clasifica en categoría como plano o depresivo entre 1 al 2% donde las aguas se mueven con lentitud y hay poco riesgo de erosión laminar, siendo las mismas con orientación hacia el noroeste presentando una altitud promedio de 500 m.s.n.m

2.2.2 SUELOS

Los suelos el área de colinas bajas, son moderadamente profundos y se caracterizan por una erosión ligera a moderada, tanto laminar como en surcos. El color del suelo es pardo rojizo a pardo oscuro y su textura varía de franco arenosa a franco arcillo arenosa, sin fragmentos gruesos, mientras la estructura es en bloques subangulares. El pH varía de 6 a 8,5, y la disponibilidad de nutrientes es de moderada a baja.

En la parte de la llanura, los suelos están constituidos por depósitos areno-limosos de origen aluvial. Se encuentran suelos con desarrollo incipiente hasta bien desarrollados: con materia orgánica en el horizonte superficial, iluviación de arcilla

en los horizontes inferiores y presencia de sales y carbonatos en zonas inundadas. En general son suelos profundos a muy profundos, afectados por erosión laminar ligera, moderadamente bien drenados con algunas zonas imperfectamente drenadas. Los colores típicamente son pardo oscuros a pardo amarillentos oscuros y las texturas varían de franco arcillo limosas a franco arenosas sin fragmentos gruesos. Son suelos ligera a fuertemente calcáreos, con pH de 6 a 8,8 y una disponibilidad de nutrientes de baja a moderada. (ZONISIG, 2000)

2.2.3 CLIMA

En el Chaco seco, donde se encuentra el área de estudio se presentan temperaturas muy variadas, los meses más calurosos son noviembre a enero, mientras que los meses más fríos se presentan en junio y julio. La temperatura presenta máximas extremas de 45.6 en verano y mínimas extremas de -3° C, registrado el año 2001. Las precipitaciones pluviales se registran entre los meses de diciembre a abril con valores de 400 a 600 mm.

Cuadro N° 2. Promedios de temperaturas registrados en la estación meteorológica de Villamontes

Temperatura	Ene	Feb	Mar.	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Máxima Media	28,89	30,14	29,19	26,67	23,59	24,14	24,9	27,56	30,04	31,89	31	31,4
Mínima Media	19,6	19,16	18,65	16,46	12,4	10,88	9	10,64	14,04	17,99	17,85	19,28
Media	27,74	25,59	24,8	22,47	18,88	18,44	18,29	20,84	23,84	25,53	25,96	26,38
Máxima Extrema	41	36,4	38,5	34,8	34,7	35,3	37,9	40	40,20	40,4	42,8	40
Mínima Extrema	13,5	12	10,1	5	1,5	-3,4	-2,5	-2,4	0,50	8	7	12

Fuente: SENAMHI

El comportamiento de los vientos es muy importante por su acción desecante o en la zona. Existen dos corrientes principales de vientos, los del norte que son húmedo y los vientos del sur que son secos y fríos, En la zona dominan los vientos del sur en la época invernal y los vientos del norte en el período de Agosto a Noviembre. La velocidad de los mismos alcanza velocidades de 18 a 20 Km/hora.

2.2.4 VEGETACIÓN

Bosque ralo, xeromórfico, deciduo por sequía.

Es bosque de llanura aluvial, ralo, bajo y xerofítico, normalmente, el follaje de los árboles se pierde anualmente. Esta unidad cubre la llanura aluvial, de relieve casi plano a ligeramente inclinado, con clima semiárido. Las especies dominantes son Algarrobo (*Prosopis sp*) y Chañar (*Geoffraea decorticans*). El uso actual es uso agrosilvopastoril con aprovechamiento forestal con fines comerciales y domésticos.

Bosque ralo xeromórfico, espinoso

Es bosque de abanico aluvial antiguo, ralo, bajo, xerofítico, mayormente espinoso, tiene clima árido con alto déficit hídrico (900 mm/año), cubre las partes planas en la llanura chaqueña. Las especies dominantes son Quebracho Blanco (*Aspidosperma quebracho Blanco*) y Mistol (*Zizyphus mistol*). El uso actual es silvopastoril, con aprovechamiento del bosque para uso doméstico.

Matorral xeromórfico, semidecidúo.

Matorral de abanico aluvial antiguo, bajo, semidecidúo, mayormente espinoso, tiene clima árido con alto déficit hídrico, cubre las partes planas del abanico aluvial antiguo, constituido mayormente por fanerófitas leñosas cespitosas con adaptaciones xerofíticas, muchas de las especies de estratos intermedios son sempervirentes. Especies: Palo Huanca (*Bougainvillea sp*), Duraznillo (*Rupretchia triflora*). El uso actual es el silvopastoril con aprovechamiento del bosque para uso doméstico.

Matorral xeromórfico, decidúo por sequía.

Matorral de llanura es denso, alto y xerofítico, con árboles emergentes. Se distribuye en manchas o islas de diferente tamaño que se prolongan hasta la frontera con la República de Paraguay, cubre la llanura chaqueña. Tiene un clima árido con alto déficit hídrico. Las especies dominantes son Duraznillo (*Rupretchia triflora*) y Sacha sandía (*Capparis salicifolia Griseb*). El uso actual es silvopastoril con aprovechamiento del bosque para uso doméstico.

Matorral xeromórfico, espinoso

Matorral de abanico aluvial antiguo, denso, ralo, alto y xerofítico, mayormente espinoso, presenta clima árido con déficit hídrico. Las especies dominantes son Brea (*Cercidium praecox*) y Duraznillo (*Rupretchia triflora*). El uso actual es silvopastoril con aprovechamiento del bosque para uso doméstico, siendo el bosque el principal proveedor de forraje para la ganadería extensiva de vacunos y caprinos.

2.2.5 FAUNA

Por las características ecológicas el Municipio de Villamontes, presenta una variada e importante riqueza faunística y de vida silvestre, cuyas especies más importantes se señalan a continuación.

Cuadro N° 3. Fauna y vida silvestre (mamíferos) presente en la zona de estudio

<i>NOMBRE VULGAR</i>	<i>NOMBRE CIENTÍFICO</i>	<i>NOMBRE VULGAR</i>	<i>NOMBRE CIENTÍFICO</i>
Mamíferos		Mamíferos	
Mono de 4 ojos	<i>Aotus trivirgatus</i>	Oso bandera	<i>Mymecophaga trydactyla</i>
Silbador San Martín	<i>Cebus apella</i>	Anta	<i>Tamandua tetradactyla</i>
Tejón, Coatí	<i>Nasua, nasua</i>	Gato onza	<i>Leopardus wieddi</i>
Puma	<i>Felis concolor</i>	Ciervo de los pantanos	<i>Blastocerus dichotomus</i>
Hormiguero tomandua	<i>Tomandua tetradactyla</i>	pecari labiado	<i>Tayassu pecari</i>
Liebre, conejo de monte	<i>Sylvilagus brasiliensis</i>	Gualacate	<i>Euphractus sexinctus</i>
Comadreja, carachupa	<i>Didelphis olbiventris</i>	Mataco bola	<i>Tolypeutes matacus</i>
Quirquincho mulita	<i>Dasyopus sp.</i>	Martin silvado	<i>Cebus apella</i>
Tatú Pejichi	<i>Dasyopus novencintus</i>	Zorro patas amarillas	<i>Pseudolopezgymnocercus</i>
Huasu	<i>Mazama americana</i>	Zorro patas negras	<i>Cercocyn thous</i>
Jochi pitao	<i>Agouti paca</i>	Pichiciego	<i>Priodontes maximus</i>
Iguana	<i>Tupinambis spp.</i>	Tigre	<i>Chlamiporus retusus</i>
Gato montes	<i>Felis spp</i>	Acuti	<i>Dacyprocta punctada</i>
Corsuela	<i>Mazama gouazoibira</i>	Pantera onca	<i>León</i>
Zorrinos	<i>Conepatus spp</i>	Puma concolor	<i>Ocelote</i>
Ñandu	<i>Rhea america</i>	Oso bendera	<i>Leopardus pardalis</i>
Charata	<i>Ortalis canicoles</i>	Taitetú	<i>Tapirus terrestris</i>
Chuña	<i>Chunga burmeisteri</i>	Tropero	<i>Pecari tajacu</i>

Fuente: PROMETA 2004

Cuadro N° 4. Fauna y vida silvestre (aves) presentes en la zona de estudio

<i>NOMBRE VULGAR</i>	<i>NOMBRE CIENTÍFICO</i>	<i>NOMBRE VULGAR</i>	<i>NOMBRE CIENTÍFICO</i>
Aves		Aves	
Paraba militar (loro)	<i>Ara militaris</i>	Picapalo colorado	<i>Campylorhamphus trochilirostris</i>
Lechuza - buho	<i>Tyto alba</i>	Cardenal	<i>Paroiria coronata</i>
Hornero - tiluchi	<i>Furnarius rufus</i>	Ichua	<i>Falco femoralis</i>
Guacamayo cuello amarillo	<i>Ara militaris</i>	Cola parda	<i>Synallaxis albescens</i>
Calacante coñin	<i>Aratinga acuticaudata</i>	Boyero negro	<i>Cacicus solitarius</i>
Aves canoras		Tordo	<i>Molothrus bonariensis</i>
Birapinta	<i>Busarellus nigricollis</i>	Tordo musico	<i>Molothrus badius</i>
Gabilan mixto	<i>Parabuteo unicinctus</i>	Tapeti	<i>Syvilagus brasiliensis</i>
Biraete	<i>Buteo magnirostris</i>	Carpintero común	<i>Picumnus ciratus</i>
Aguilucho alas largas	<i>Buteo albicaudatus</i>	Loro hablador	<i>Amazona aestiva</i>
Cuajo grande	<i>Trigosomalineatum</i>	Tacaroe	<i>Aramides cajanea</i>
Manguani	<i>Ardea cocoi</i>	Piyo	<i>Rhea americana</i>
Galarza blanca	<i>Casmerodius albus</i>	Tucan	<i>Ramphastos toco</i>
Condor de los llanos	<i>Sarcoramphus papa</i>	Lechuson de anteojos	<i>Pulsatrix perpicillata</i>
pava campanilla	<i>Pipile pipile</i>	Picaflor bronceado	<i>Hylocharis Chysura</i>
Cacaré	<i>Cyanocorax cyonelas</i>	piojito picado	<i>Inezia inornata</i>
pava de monte	<i>Penelope obscura</i>	Viudita acuatica	<i>Fluricola albiventer</i>
Trepador gigante	<i>Xiphocolaptes major</i>	Monjita blanca	<i>Xolmis irupero</i>
Trepador colorado	<i>Dentocolaptes picumnus</i>	Gasta bola	<i>Pitangus sulphuratus</i>

Fuente: PROMETA 2004

2.3 MATERIALES Y MÉTODOS

2.3.1 MATERIALES

Pintura spray

Brújulas

Cintas diametricas

Machetes

Flexometros

Cuerdas

Wincha

Martillo

Clavos

Láminas offset

Mapa topográfico de la zona

Cartas geográficas del área de estudio

Material de dibujo

Planillas de Campo	Computadora
G P S	Calculadora
Cinta Flagin	Cámara Fotográfica

2.3.2 MÉTODOS

2.3.2.1 CENSO FORESTAL

Se seleccionó un compartimiento de aprovechamiento de 310 hectáreas, de las 1044 hectáreas que es propiedad del Sr. Lezcano, el mismo que será denominado Área de estudio, en el cual se efectuó un Censo Forestal de los individuos pertenecientes a Quebracho colorado y Quebracho Blanco. Para la obtención de los datos de campo, se tomaron solo los árboles con diámetros a partir de 50 cm Para el quebracho colorado y 45 cm para el quebracho blanco.

El censo comercial de los árboles pertenecientes al compartimiento, se realizó utilizando el método sistemático con barrido total, trazando una línea base de 2.5 Km. al centro del compartimiento, con orientación de S – N y los carriles se trazarán en forma transversal, delimitando fajas con dirección Oeste, de 1200 m. de longitud sobre estas fajas y de carril a carril se trazaran picas de paso a cada 100 m, cubriendo las 310 hectáreas a ser censadas.

En el levantamiento de los datos de los árboles se registró el diámetro normal (d), medido a la altura de 1.30 metros del suelo, la altura de fuste (HF), altura total (HT), calidad de fuste (C), estado sanitario, las coordenadas “x” e “y” en relación a los puntos de amarre, y el nombre común de la especie. Con esta información se generó la base de datos para efectuar los modelamientos de aprovechamiento forestal.

2.3.2.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Los parámetros determinados son: Número de árboles/ha; diámetro normal promedio; área basal/ha y volumen/ha. Para este cometido, se realizó un análisis por especie y por clase diamétrica. El diámetro normal promedio es un representante típico del bosque que se calcula cuando las observaciones están agrupadas en clases de

diámetro, ya que en los censos e inventarios forestales se tienen un gran número de individuos.

El área basal se calculó aplicando la fórmula:

$$AB = \frac{\pi}{4} * d^2$$

Donde:

AB= Es el área basal del árbol en m²

d = Es el diámetro a la altura del pecho del árbol en m

La obtención de los datos de la altura de los árboles se realizó a través de mediciones indirectas empleando una regla graduada durante el censo forestal. Con esta información, se calculó el volumen total comercial utilizando la altura total, el área basal y el coeficiente mórfoico de 0.68, establecido por la Ley 1700 y en la normativa vigente, mediante la fórmula:

$$V = AB * HT * 0.68$$

Donde:

V= Volumen en m³

AB= Área basal en m²

HT= Altura total comercial en m.

0.68 = Coeficiente de forma

La estructura del bosque se analizó en función de la distribución diamétrica, a partir de los árboles con diámetros de 50 cm para el quebracho colorado y 45 cm para el quebracho blanco para luego generar tablas de frecuencia con intervalos de clase de 5 cm de diámetro.

El conocimiento de la distribución de los árboles en cada una de las clases diamétricas es importante porque estas distribuciones permiten conocer la estructura del bosque y pueden presentar las siguientes formas: a) asimétrica negativa, b)

asimétrica positiva, c) leptocurtica, d) platicurtica, e) creciente, f) decreciente, g) unimodal simétrica y h) bimodal asimétrica. Sin embargo, en el caso de los bosques naturales, se supone que las especies tengan una distribución exponencialmente negativa conocida como J-invertida o decreciente.

2.3.2.4 APLICACIÓN DEL MODELO DE LIOCOURT

Por medio del modelo de “De Liocourt” se generará la curva que describa la tendencia de la estructura diamétrica denominada estructura balanceada, cuya característica descriptiva es a través de una relación conocida como j-invertida, mostrando de esa manera un modelo exponencial negativo. Esta curva describe la tendencia del arbolado a través de cada clase diamétrica, reconocida como factor “q”, o de disminución, que para cada tipo de bosque resulta una relación diferente, obteniéndose para la estructura analizada los coeficientes (valores “K” y “a”), del modelo describen su comportamiento y tendencia por medio del arreglo en las clases de diámetros encontrados. El modelo De Liocourt, expresa la distribución teórica del número de árboles por clase diamétrica en bosques de edad no uniforme (masas irregulares).

Matemáticamente, la ecuación que describe este modelo es:

$$Y = K * e^{(-ax)}$$

Donde:

Y = Número de árboles por hectárea para una clase diamétrica dada.

x = Punto medio de las clases diamétricas en cm.

K = Coeficiente que representa el número de árboles por hectárea cuando el dap es cero.

e = Constante neperiana, (base de los logaritmos naturales)

a = Pendiente de la distribución, que controla la tasa de cambio del número de árboles entre las clases diamétrica.

En este modelo la constante “a” determina la tasa por la cual se expresa el número de árboles que disminuyen en las clases diamétricas sucesivas, y el factor “k”, representa o indica la densidad relativa del rodal por cada clase diamétrica. De esta manera “a” puede ser considerada la pendiente o tasa del coeficiente de cambio y “K” el intercepto en “Y”, siendo este el valor de “Y” cuando “x” es igual a 0.

Además, se puede establecer el cociente de reducción, este factor se calcula tomando en cuenta la estimación del número de árboles por categoría diamétrica (valores predichos) mediante el uso de la siguiente relación:

$$q = N_i - 1/N_2$$

Dónde:

q = factor a calcular

$N_i - 1$ = representa al número de árboles en la categoría diamétrica dada.

N_2 = es el valor dado por el número de árboles de la clase diamétrica inmediata superior.

El número de árboles considerados para los valores en N_i y N_2 son aquellos calculados mediante el uso de la ecuación proporcionada por el modelo De Liocourt, para la estructura arbórea estudiada.

Para aprovechar las especies forestales, las normas técnicas fijan un diámetro mínimo de corta (DMC), para las especies del Chaco se fija para la especie quebracho blanco DMC = 45, para el quebracho colorado DMC = 50 y para el resto de las especies es 40 cm, pero dicha normativa también indica que se puede justificar ecológica y económicamente para modificar el DMC. Con el afán de analizar el modelo de la norma 248/98, se realizó una tabla de distribución diamétrica con clases de 5 cm, con su respectivo número de individuos por cada clase diamétrica. Posteriormente, se calculó el área basal (AB) de cada uno de los individuos y el volumen extraído bajo este sistema, para efectuar un análisis comparativo con la distribución De Liocourt.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CENSO DE LOS QUEBRACHOS

La estructura, presenta bosques abiertos, xerofíticos constituidos por especies de hojas pequeñas de cobertura rala que aparecen como bosques de transición en pie de monte. La altura de los árboles dominantes ocasionalmente sobrepasan los 20 m, donde se pueden distinguir asociaciones importantes de algarrobos (*Prosopis alba*, *P. Nigra*) con bosque de quebrachos de la llanura (*Schinopsis quebracho colorado* y *Aspidosperma quebracho blanco*) y un bosque bajo constituido con palo santo (*Bulnesia sarmientoi*) y coca de cabra (*Capparis speciosa*).

El censo forestal efectuado, reporta 22 especies forestales, distribuidas en 14 familias botánicas, de las cuales la familia Leguminosaceae tiene una presencia importante en la composición de estos bosques. En la zona de estudio, los quebrachos (*Aspidosperma quebracho blanco* Schldl. y *Schinopsis quebracho colorado* Barkley & Meyer), tienen presencia significativa en el bosque con 483 individuos el quebracho blanco y 346 para el quebracho colorado, llegando a conformar el dosel superior de 10 a 20 m de altura con follaje semicaducifolio y algunas especies perennifolias, mientras que el sotobosque está constituido por matorrales espinosos, a veces inaccesible en ciertos lugares, en donde las especies de *Capparis speciosa* Griseb. (Coca de cabra), y *Ruprechtia triflora* Griseb. (Choroque), dominan el estrato inferior. Las especies del estrato intermedio y bajo, juegan un papel preponderante como disponibilidad de forraje para la ganadería extensiva ya que ofrecen un recurso importante para la alimentación bovina durante los periodos de invierno y primavera, ya sea para el ramoneo del follaje o de hojarasca y frutos caídos al suelo, es decir, si bien no son comercializados como madera, estas especies tienen un alto valor para otro tipo de usos.

Los datos del censo comercial de acuerdo a la Norma Técnica 248/98 de los quebrachos blanco y colorado con un Diámetro Mínimo de Corte (DMC) de 45 cm para el quebracho blanco y 50 cm para el quebracho colorado. Los valores obtenidos del censo comercial son:

Cuadro N° 5. Área basal y Volumen de árboles aprovechables de la especie
Quebracho colorado

QUEBRACHO COLORADO											
TODOS						APROVECHABLES			SEMILLEROS		
		P.M.	N°	AB	VOL	N°	AB	VOL	N°	AB	VOL
Li	Ls	Xi		m2	m3		m2	m3		m2	m3
50	55	52,5	173	35,6955	114,5784	118	24,574	79,9222	55	11,122	34,656
55	60	57,5	43	11,0123	34,3697	39	9,995	32,06	4	1,0173	2,3097
60	65	62,5	61	18,4967	71,1334	57	17,239	68,0709	4	1,2575	3,0625
65	70	67,5	25	8,781	27,1782	21	7,3838	23,5521	4	1,3972	3,6261
70	75	72,5	25	10,0919	34,097	25	10,092	34,097	0	0	0
75	80	77,5	11	5,2486	17,7908	11	5,2486	17,7908	0	0	0
80	85	82,5	4	2,1358	7,6272	4	2,1358	7,6272	0	0	0
85	90	87,5	3	1,8497	6,4172	3	1,8497	6,4172	0	0	0
90	95	92,5	1	0,6692	1,74	0	0	0	1	0,6692	1,74
TOTAL			346	93,9807	314,9319	278	78,518	269,537	68	15,463	45,395

Cuadro N° 6. Área basal y Volumen de árboles aprovechables de la especie
Quebracho blanco

QUEBRACHO BLANCO											
TODOS						APROVECHABLES			SEMILLEROS		
		P.M.	N°	AB	VOL	N°	AB	VOL	N°	AB	VOL
Li	Ls	Xi		m2	m3		m2	m3		m2	m3
45	50	47,5	194	34,7072	116,8017	127	23,1531	79,1119	67	11,5541	37,6898
50	55	52,5	142	30,1604	104,1510	114	24,3916	84,9445	28	5,7687	19,2065
55	60	57,5	51	13,2756	49,4450	47	12,2668	46,0133	4	1,0088	3,4316
60	65	62,5	55	16,5042	61,9014	53	15,8864	60,1127	2	0,6178	1,7886
65	70	67,5	14	4,8959	17,7148	12	4,1941	15,6621	2	0,7018	2,0527
70	75	72,5	15	6,0815	22,9901	15	6,0815	22,9901	0	0,0000	0,0000
75	80	77,5	7	3,2864	11,9485	6	2,8280	10,7568	1	0,4583	1,1916
80	85	82,5	2	1,0554	3,7797	2	1,0554	3,7797	0	0,0000	0,0000
85	90	87,5	1	0,6106	1,5875	1	0,6106	0,6106	0	0,0000	0,0000
90	95	92,5	1	0,6464	2,1008	1	0,6464	0,6464	0	0,0000	0,0000
95	100	97,5	1	0,7162	3,2585	1	0,7162	0,7162	0	0,0000	0,0000
TOTAL			483	111,9397	395,6788	379	91,8301	325,3443	104	20,1096	65,3608

3.2ANÁLISIS DEL CENSO

La población escogida para la realización del censo forestal comercial de los quebrachos, tomó como base la Norma Técnica 248/98, considerando los diámetros mínimos de corta (DMC) de 50 cm para el quebracho colorado y 45 cm quebracho blanco. En base a los DMC, se marcan todos los árboles a ser aprovechados y los árboles que deben quedar como semilleros, o sea el 80% para el aprovechamiento y 20% para semilleros, los mismos que fueron identificados con una placa, la selección de los árboles, se realizó en forma sistemática, marcando cuatro (4) árboles para el aprovechamiento y un (1) árbol para semillero, cumpliendo con lo establecido por la legislación, con un margen de error de 3%, los resultados son:

ESPECIE	TODOS			APROVECHABLES				SEMILLEROS			
	N°	AB	VOL	N°	AB	VOL	%	fi	AB	VOL	%
		m2	m3		m2	m3			m2	m3	
QUEBRACHOS	829	205,9204	710,6107	657	170,3481	594,8813	79,25	172	35,5726	170,7558	20,75

3.2.1. DISPERSIÓN DE LAS ESPECIES

Como se puede observar en las figuras siguientes, la dispersión de los árboles de las dos especies de quebrachos en el área de estudio según su ubicación georreferenciada, presentan una estructura espacial al azar. Esto significa, por ejemplo, la probabilidad de encontrar quebracho colorado es la misma, teniendo en cuenta que las condiciones ambientales favorecen a la dispersión de las semillas más aun si la estructura es sámara alada que puede ser diseminada por el viento.

Por su parte, el quebracho blanco presenta semillas livianas que también son fáciles de transportarse a través del viento, favoreciendo de esta manera la dispersión. A esto, se debe considerar la estructura foliar con espina apical que protegen a las plántulas de ser consumidas por el ganado.

Figura N° 2. Distribución de los quebrachos totales.

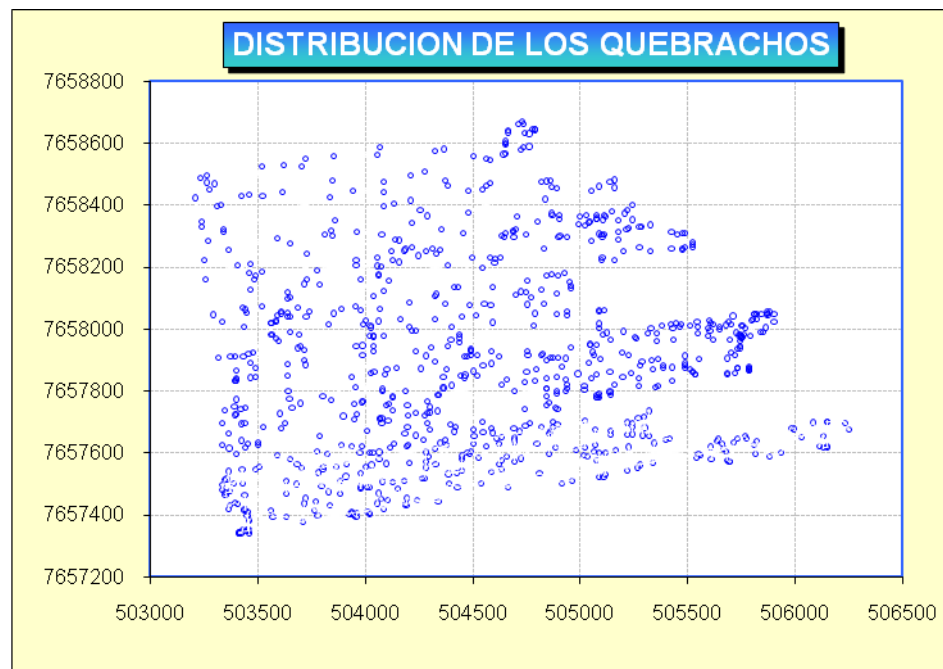


Figura N° 3. Distribución del quebracho colorado

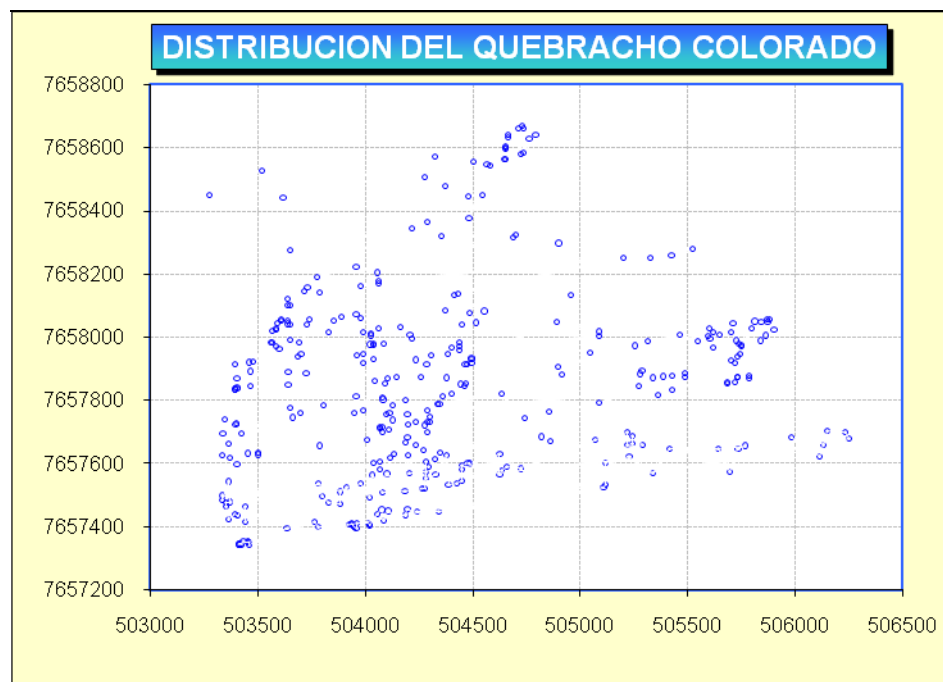
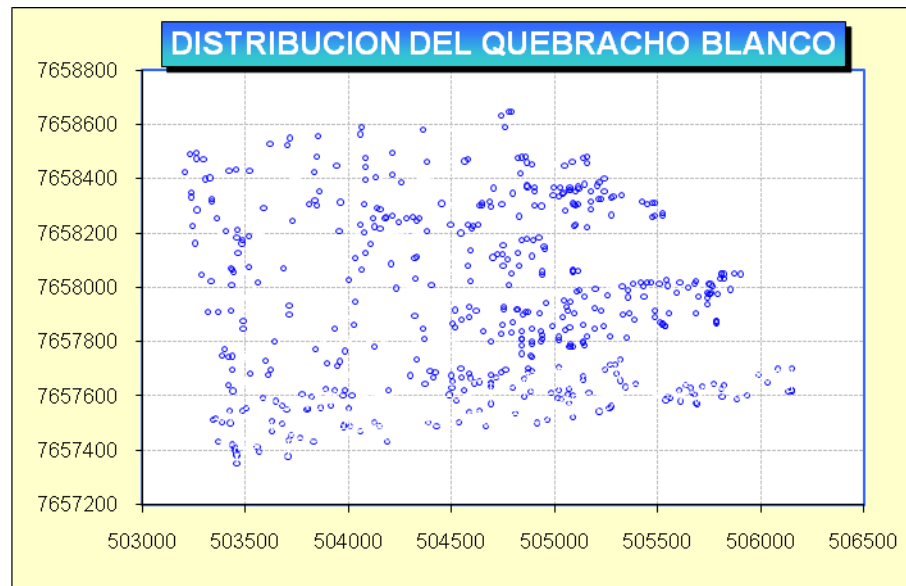


Figura N° 4. Distribución del quebracho blanco



3.2.2. ANÁLISIS SEGÚN DE LIOCOURT

Aplicando la teoría de De Liocourt a los resultados del censo comercial para los quebrachos, se obtuvieron los siguientes resultados:

3.2.2.1. QUEBRACHO COLORADO

De los datos obtenidos del censo forestal comercial del Total de los árboles de Quebracho colorado con un diámetro mínimo de corta de 50 cm (DMC = 50 cm) y aplicando la fórmula de De Liocourt se tiene:

$$q = (K * e^{-ax} / K * e^{-a(x + \&)})$$

$$q = 1,78161$$

& = Paso de la forcípula

$$a = (1/5) * (\log q / \log e) = -0,116$$

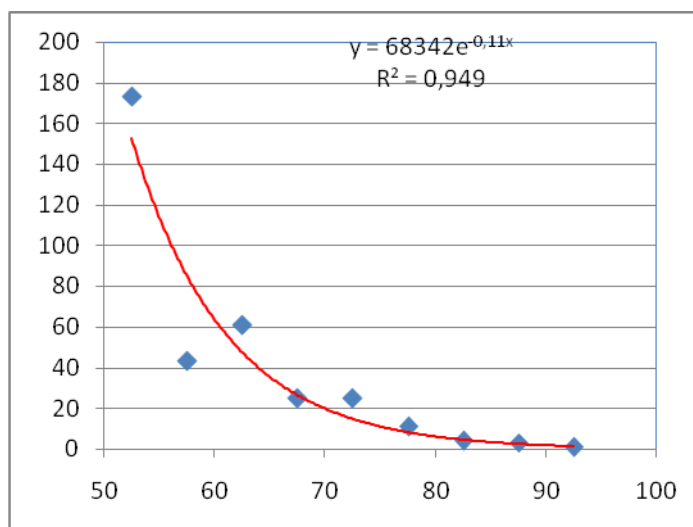
$$K = 68342$$

$$Y = K * e^{-ax}$$

$$Y = 68342 * e^{-(x) * (-0,116)}$$

Figura N° 5. Modelo matemático de existencias actuales de quebracho colorado en la zona de estudio

Según De Liocourt	
Dap (cm)	N° Arb.
52,5	173
57,5	43
62,5	61
67,5	25
72,5	25
77,5	11
82,5	4
87,5	3
92,5	1



La regresión de la ecuación De Liocourt nos indica la cantidad de árboles que son necesarios por clase diamétrica para que la especie se mantenga en equilibrio. En el caso del quebracho colorado indica una jota invertida, indicador de un bosque no coetáneo en equilibrio con individuos suficientes que quedan después del aprovechamiento en las diferentes categorías diamétricas, y con este tipo de aprovechamiento se puede conservar la especie y se garantiza la futura cosecha cómo demuestra la figura 5.

Figura N° 6. Modelo De Liocourt para el quebracho colorado

Árboles que quedan después del aprovechamiento	
Dap (Cm)	N° Arb..
52,5	87
57,5	49
62,5	27
67,5	15
72,5	9
77,5	5
82,5	3
87,5	1

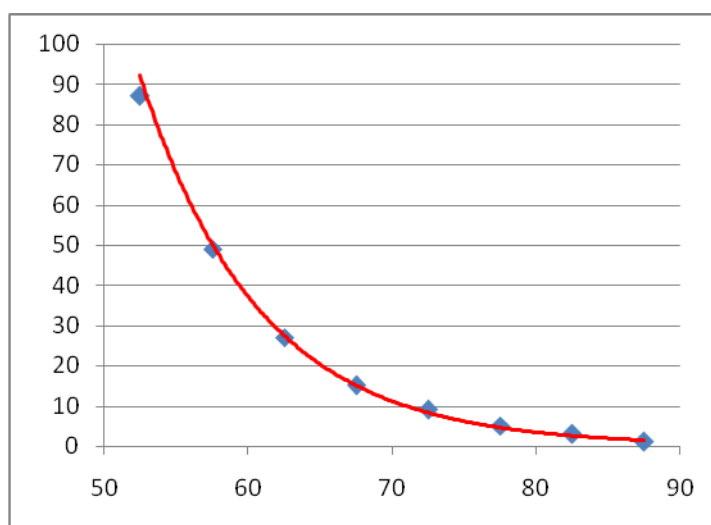
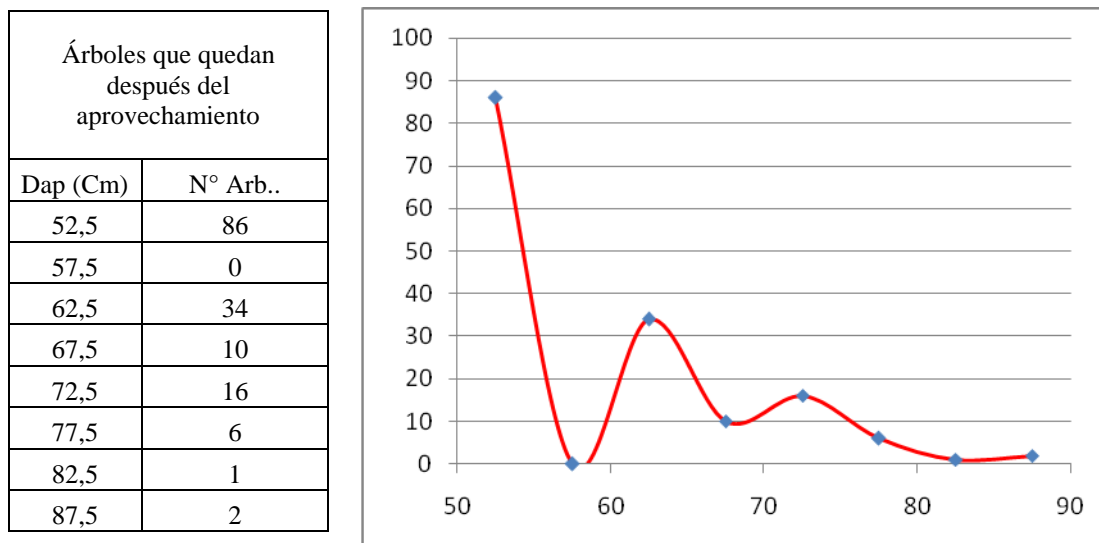


Figura N° 7. Modelo de aprovechamiento según Norma Técnica 248/98 para quebracho colorado



De acuerdo a la Norma 248/98, los técnicos forestales acostumbran dejar un árbol por cada 5 árboles censados en el terreno como árbol semillero que a la vez se constituye en intensidad de aprovechamiento del 80 %, independientemente de la categoría diamétrica y de la calidad del árbol, aunque teóricamente se sostiene que deberían quedar como árboles semilleros los mejores ejemplares para garantizar una buena regeneración, pero la práctica está demostrando todo lo contrario. Esto es lo que muestra la figura 7, que no representa ningún modelo matemático, evidenciando la insostenibilidad de este modelo de aprovechamiento.

Cuadro N° 7. Comparación del sistema de aprovechamiento para quebracho colorado según Norma Técnica 248/98 y el modelo de De Liocourt

Especie Quebracho Colorado		
	Norma 248/97	De Liocourt
Total de árboles	346	346
Arboles Aprovechables	278	156
Arboles Semilleros	68	196
Marcacion de árboles	1	2
Marcacion/Clase diam	No especifica	Especifica

3.2.2.2. QUEBRACHO BLANCO

Del total de los árboles de quebracho blanco se aplicó la teoría de De Liocourt y se obtuvieron los siguientes resultados:

$$q = (K * e^{-ax} / K * e^{-a(x + \Delta)})$$

$$q = 1,8095$$

Δ = Paso de la fórmula

$$a = (1/\Delta) * (\log q / \log e) = -0,119$$

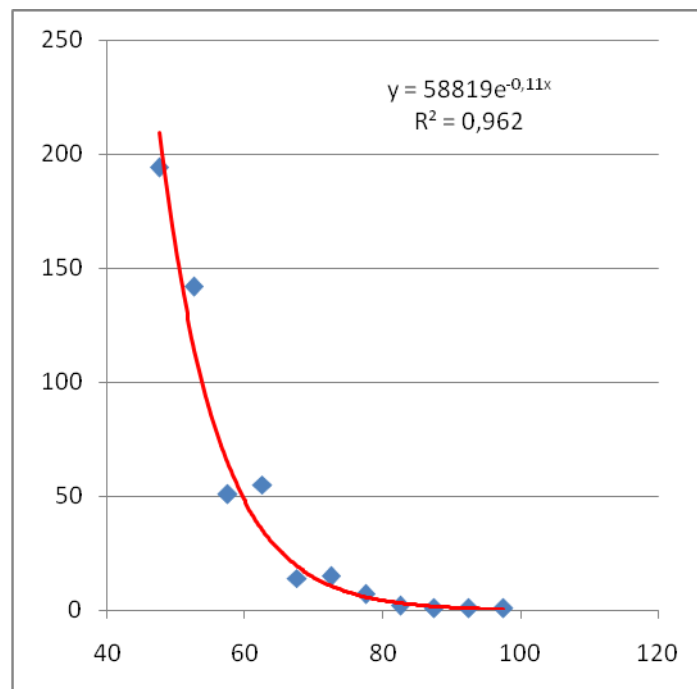
$$K = 58819$$

$$Y = K * e^{-ax}$$

$$Y = 588 * e^{(x) * (-0,119)}$$

Figura N° 8. Modelo de De Liocourt para Quebracho blanco en la zona de estudio

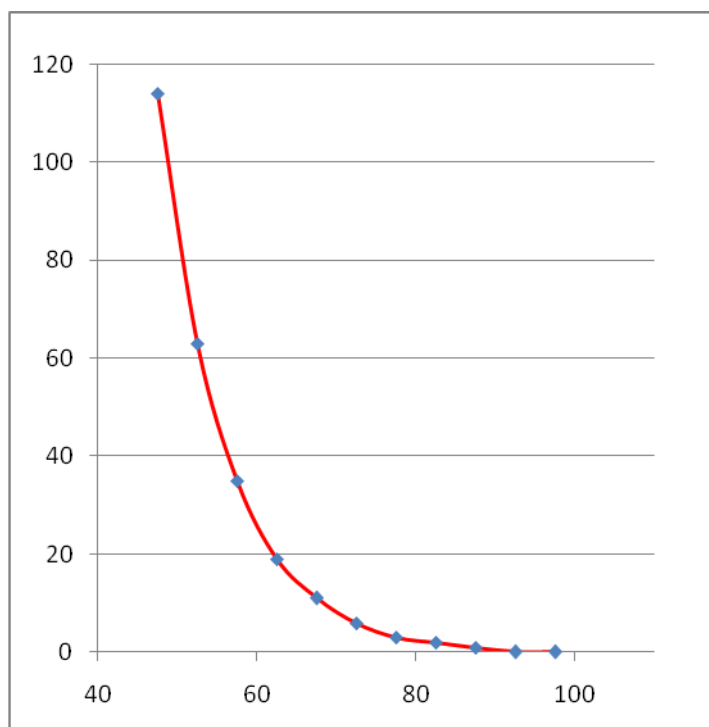
Árboles que quedan después del aprovechamiento	
Dap (Cm)	N° Ind.
Xi	Y
47,5	194
52,5	142
57,5	51
62,5	55
67,5	14
72,5	15
77,5	7
82,5	2
87,5	1
92,5	1
97,5	1



Este modelo muestra también una jota invertida, como indicador de sostenibilidad del monte natural, es decir en caso de ser sometidos a aprovechamiento deberían quedar como bosque remanente minimamente 254 árboles distribuidos equitativamente en todas las categorías diamétricas para mantener el modelo y garantizar la sostenibilidad de la especie.

Figura N° 9. Modelo de aprovechamiento según Norma Técnica 248/98 para Quebracho blanco

Árboles que quedan después del aprovechamiento	
Dap (Cm)	N° Ind.
Xi	Y
47,5	114
52,5	63
57,5	35
62,5	19
67,5	11
72,5	6
77,5	3
82,5	2
87,5	1
92,5	0
97,5	0



Para el quebracho blanco los árboles remanentes tienen cierta tendencia la jota invertida, pero si por alguna razón fortuita (corta ilegal o desastre natural) los 3 árboles de las categorías 82,5 y 87,5 cm de dap se perdería, la curva tiene una caída dramática asemejándose a una recta de pendiente negativa, que ratifica la insostenibilidad de este tipo de práctica al dejar los arboles remanentes con un falso indicador del 80% de intensidad de aprovechamiento.

Cuadro N° 8. Comparación del sistema de aprovechamiento para quebracho blanco según Norma Técnica 248/98 y el modelo de De Liocourt

Especie Quebracho Blanco		
	Norma 248/97	De Liocourt
Total de árboles	483	483
Árboles Aprovechables	379	229
Árboles Semilleros	104	254
Marcación de árboles	1	2
Marcación/Clase diam	No especifica	Especifica

3.3 ANÁLISIS DE EXISTENCIAS DE VOLUMEN

El volumen maderable extraído en un aprovechamiento forestal, condiciona la viabilidad económica de las empresas en desmedro de la sostenibilidad ambiental, y esto es demostrado con los valores de la tabla N° 9, donde el aprovechamiento según Norma supera al volumen que podría extraerse con el método De Liocourt en una proporción del 45% en el caso del Quebracho colorado y el 41% para el Quebracho blanco.

Cuadro N° 9. Comparación de los volúmenes maderables para los Quebrachos de la Norma Técnica 248/98 con el modelo de De Liocourt

Especie	Metodo	Parametro	Categorías diamétricas											Total
			45 -50	50 -55	55 - 60	60 -65	65 - 70	70 - 75	75 - 80	80 - 85	85 - 90	90 - 95	95 - 100	
Quebracho Colorado	Liocourt	N° Arb.	0	86	0	34	10	16	6	1	2	1	0	156
		Volumen m3	0	56,96	0	39,65	10,87	21,82	9,70	1,91	4,28	2	0	146,93
	Norma 248/97	N° Arb.	0	118	39	57	21	25	11	4	3	0	0	278
		Volumen m3	0	79,92	32,06	68,07	23,55	34,10	17,79	7,63	6,42	0	0	269,54
Quebracho Blanco	Liocourt	N° Arb.	80	79	16	36	3	9	4	0	0	1	1	229
		Volumen m3	48,17	57,94	15,51	40,52	3,80	13,79	6,83	0	0	2,10	3,26	191,92
	Norma 248/97	N° Arb.	127	114	47	53	12	15	6	2	1	1	1	379
		Volumen m3	79,11	84,94	46,01	60,11	15,66	22,99	10,76	3,78	0,61	0,65	0,72	325,34

Teóricamente si se aprovechara el volumen maderable de 594,8 m³ aplicando la Norma 248/97 y a esto si consideramos el rendimiento de acuerdo a Norma de 0.55, la madera aserrada arroja el valor de 327 m³, esto dividido entre 20 años de ciclo de corta se tendrá 16 m³/año, en cambio con el modelo De Liocourt se obtendría 9 m³/año. Desde el punto de vista económico, se tendrá mayor ganancia aplicando la

Norma 248/98, pero el bosque quedará descompensado ambientalmente, porque la Norma no contempla en los árboles remanentes la categoría diamétrica, únicamente deja 2 árboles por cada 10 encontrados como semilleros, este tipo de criterio no es el más adecuado, puesto que queda demostrado con los resultados encontrados, no se podría conservar el equilibrio ambiental del bosque.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

El entendimiento de la dinámica en las estructuras arbóreas es complejo y en ocasiones difícil de valorar a través de procedimientos matemáticos que expliquen esa complejidad. Sin embargo, en este estudio, se logró establecer una metodología sencilla que se puede seguir en la evaluación y análisis de sostenibilidad en actividades de aprovechamiento forestal en bosques de quebrachos del Chaco.

Los valores encontrados desde la perspectiva de la metodología usada para el caso particular de los bosques de la comunidad de Capirenda, localizada en la provincia Gran Chaco, permitieron evaluar la tendencia de la estructura arbórea; definir la constitución y/o apariencia del roda, permitiendo identificar un bosque altamente irregular con una composición estructural cuya composición muestra bosques abiertos, xerofíticos constituidos por especies de hojas pequeñas de cobertura rala que aparecen como bosques de transición en pie de monte y llanura chaqueña.

El estudio demuestra que el modelo de De Liocourt, como método para el análisis de sostenibilidad de la estructura arbórea, permite una buena aproximación en la evaluación en este tipo de bosques. El valor encontrado para el factor “q”, muestra la tendencia y apariencia del bosque, por esa razón se constituye en indicador para valorar la dinámica y grado de constitución del bosque, es decir, este factor muestra la disminución del número de árboles por clase diamétrica quedando claro la cantidad de árboles que deben quedar después del aprovechamiento en cada clase diamétrica para garantizar la sostenibilidad de las especies forestales estudiadas.

Con la aplicación de la Norma Técnica 248/98, el marcado de los árboles en el censo comercial no considera categorías diamétricas para dejar arboles semilleros, esto significa que la masa remanente no guarda equilibrio quedando abundante en unas categorías y nulas en otras lo que no garantiza la sostenibilidad, ya que el número de individuos y el volumen maderable a extraer, según la Norma es superior a la propuesta por la Formula de De Liocourt, esto impacta negativamente a la

sostenibilidad de los quebrachos del Chaco y a la heterogeneidad del bosque, aunque económicamente es favorable a las empresas forestales, pero la aplicación de la Norma 248/98 impacta negativamente a la conservación de los recursos forestales de la región.

4.2 RECOMENDACIONES

Se recomienda que estos resultados sean tomados como válidos para bosques de similar condición ecológica, que permitió, establecer la metodología que en forma sencilla para ser utilizada con propósitos de comparar la sostenibilidad, pero en otras condiciones de bosques de naturales de otras ecoregiones, se recomienda profundizar la investigación con otras especies forestales según sea el ecosistema para corroborar o rechazar la conclusiones de la presente investigación.

Debido la insostenibilidad del sistema de aprovechamiento forestal actual (Norma 248/98) y a las bajas existencias de volumen forestal maderables de quebrachos en esta comunidad, el aprovechamiento sería monocíclico, pero esto conduce a una escasa actividad de manejo forestal, por lo que se recomienda aplicar un esquema de manejo basado en el modelo de De Liocourt, que tome en cuenta la dinámica y constitución de los bosques chaqueños, tratando de asegurar la continuidad y balance estructural a nivel regional, a través del manejo forestal de las especies estudiadas.