

1. INTRODUCCIÓN

Es ampliamente conocido que una de las mayores dificultades para el aprovechamiento y estudio de los bosques tropicales y sub tropicales, es la forma en que las especies forestales están distribuidas dentro del bosque, es decir dispersados.

El conocimiento sobre el hábitat y disposición específica de cada especie no solo facilitaría los programas de aprovechamiento, sino que especialmente ofrecería valiosa información para los trabajos de ordenación forestal, silvicultura, dendrología, etc.; con lo que se puede avanzar más aceleradamente en el desarrollo y mejoramiento de las técnicas de manejo de los bosques tropicales, en los que hasta el momento el problema más álgido es principalmente el alto grado de heterogeneidad y la compleja distribución de las especies, principalmente de las comercialmente valiosas.

El análisis de dispersión de las especies forestales puede representar valioso aporte o esperanza para introducirse exitosamente en el complejo campo del estudio integral del bosque como población, y para el estudio detallado de sus componentes.

Es por eso que a través del presente trabajo de investigación se quiere llegar a determinar el grado de dispersión o agregación de las especies forestales de la estación experimental de río conchas para ello se aplicaran métodos fitosociológicos y la prueba estadística de Poisson.

Para así mediante este proceso de investigación se puedan obtener resultados satisfactorios con una información precisa que vaya a dar solución e información a problemas relacionados principalmente con el área de aprovechamiento forestal o estudio de la misma, donde es necesario conocer la heterogeneidad o homogeneidad del bosque para su aprovechamiento o estudio que se quiera realizar dentro del mismo ya que conociendo la ubicación o disposición precisa de las especies de interés, facilitaría considerablemente el aprovechamiento o estudio del bosque.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL:

Determinar el grado de dispersión o agregación de 3 especies forestales, cebil (*anadenantheracolubrina*), lapacho amarillo (*Tabebuiaheteropoda*) y lanza blanca (*patagonula Americana*) de la estación experimental de Río Conchas aplicando métodos fitosociológicos y la prueba estadística de Poisson.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Determinar la abundancia y los patrones de organización de 3 especies del estrato superior del bosque a través de la representación gráfica de la dispersión espacial.
- Determinar el grado de agregación o uniformidad de las especies arbóreas en la EERC, mediante la distribución de Poisson.
- Determinar los parámetros dasométricos del estrato arbóreo a fin de determinar el volumen actual y potencial de las 3 especies en función a su distribución espacial.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. POBLACIÓN FORESTAL.

Es relativamente escasa la bibliografía existente sobre el estudio del hábitad específico o dispersión (distribución espacial) de las especies forestales, especialmente en la referente a bosques subtropicales.

Dado que un ecosistema forestal es un sistema biofísico integrado, un bosque es un conjunto de procesos del ecosistema forestal. Los cambios a corto plazo en la estructura de los bosques no significan pérdida del bosque, siempre que los procesos del ecosistema forestal permanezcan en operación en niveles aceptables. (Lamprecht, 1990).

Los árboles se desarrollan en el terreno agrupados en conjuntos con otros individuos de la misma especie o de otras especies y con plantas menores, arbustivas o herbáceas y animales de diferentes tipos. Este conjunto de seres vivos, desarrollados en un marco geográfico determinado, constituye una comunidad biótica, que por estar especialmente caracterizada, en este caso por la presencia y abundancia de árboles, se conoce más frecuentemente como comunidad forestal. Este concepto de comunidad forestal es muy general y no restrictivo, es decir, en él caben numerosos tipos y tamaños de conjuntos de vegetación que requieren como condición estar dominados por árboles en un área específica. Por esta razón es frecuente que se emplee otros términos como sinónimos de comunidad forestal. Sin embargo, esos otros términos son más específicos. La virtud, del término comunidad forestal, es justamente su generalidad, pues se presta para definir cualquier conjunto de árboles sin cometer un error conceptual de importancia.

En general, en el bosque subtropical existen más de 5,000 especies forestales descritas –loetsch (9)-, y la mayor parte de estas especies se hallan distribuidas en forma de tipos de bosque bastante heterogéneos. En Bolivia se estima la población forestal en los bosques sub tropicales están compuestas por más de 1,500 especies de

las cuales unas 500 están debidamente identificadas, Lao (8), y de estas tan solo un pequeñísimo porcentaje (5%) son utilizadas o aprovechados económicamente; de este 5%, aproximadamente el 80% de la comercialización total de madera está representada por 5 o 6 especies, a saber: cedro, civil, lapacho, urundel, nogal, quina.

Estas especies tienen alto valor comercial, de tal forma que pueden absorber el alto costo de extracción y transporte; sin embargo, las demás especies difícilmente pueden dejar un margen significativo de utilidades.

Es muy conocida en la terminología usada en el aprovechamiento de bosques, la palabra “manchal” o manchones, o sea, una concentración de regulares o grandes proporciones de una especie determinada, donde se puede concentrar un mayor esfuerzo físico y económico para el aprovechamiento. Capdeville (2) por ejemplo, se refiere a zonas de concentración o “manchas” que ocurren en los bosques, en base de lo cual elabora un croquis de ubicación de manchas de la referida especie. El término asociación es posiblemente la forma más correcta de definir estas concentraciones, Goitia y Neyra definen como asociación a la “a la comunidad de especies más o menos homogéneas y caracterizado de dos o tres especies dominantes”, Malleux (12) menciona por ejemplo, las asociaciones típicas más importantes en estado natural del bosque subtropical, que generalmente se encuentran en zonas donde las condiciones climáticas y edáficas, o topográficas son muy severas. Por ejemplo, cita como una de las asociaciones más típicas las de *Ficus*, *simphonia*, *virola sp.*; todo este sobre terreno de mal drenaje. El término asociación forestal.

El estudio de la distribución espacial de las masas arboladas es de gran interés en el ámbito de la dasometría. Está relacionada con el crecimiento de los árboles o las masas arboladas, así como con la eficiencia del muestreo de los inventarios forestales en relación con el tipo de muestreo empleado y con la estimación del número de metros cúbicos por hectárea o de la distribución diamétrica (Condésetal., 1998).

El conocimiento sobre la diversidad estructural de los ecosistemas constituye hoy en día uno de los instrumentos de mayor importancia para el establecimiento de patrones de dinámica dentro del gran complejo de las comunidades vegetales.

El establecer un mecanismo de caracterización estructural en los planes de manejo forestal, otorga una certificación del estado actual del ecosistema arbóreo, con lo que se establecen las bases para el desarrollo sostenible de los ecosistemas forestales (Gadow *et al.*, 1992; Földner, 1995).

Los bosques subtropicales se distribuyen ampliamente a lo largo de la formación tucumano boliviana en los países de Argentina y Bolivia, siendo este uno de los tipos de vegetación forestal económicamente más importante de estos países. Logran ocupar una extensión importante de hectáreas en las zonas de clima templado frío y templado seco, correspondiendo a una superficie del aprovechamiento forestal (Jiménez y Kramer 1992).

De particular importancia es la generación de esquemas de gestión de los recursos forestales en ecosistemas multicohortales, que representan los escenarios deseables a futuro en muchas regiones. El reto del manejo forestal consiste en obtener a partir de tales variables, nuevos indicadores de sustentabilidad (Jiménez *et al.*, 1999; Aguirre, 1999).

En la actualidad una de las tareas del manejo forestal es la búsqueda de nuevos métodos de inventario y planeación de los ecosistemas forestales, particularmente en una época en que se generan múltiples discusiones sobre la conservación y fomento de la biodiversidad, a la par que se observa un incremento en la demanda de los productos forestales.

2.2. ORGANIZACIÓN Y ESTRUCTURA DE LA COMUNIDAD FORESTAL

En este contexto, Finegan (1992), sostiene que cualquier situación estable o evolutiva, no anárquica de una comunidad, en la cual se detecta algún tipo de organización puede representarse por un modelo matemático, una ley estadística de distribución, una clasificación o un parámetro característico.

De acuerdo a la Real Academia Española, citado por Aguilar (1999), organización significa la disposición de los objetos dentro de un todo e implica además que la disposición tiene algún sentido o coherencia o que obedece a alguna ley, por lo menos no es aleatoria.

De esta manera, se puede describir al bosque en forma cualitativa o cuantitativa, sustentado por las investigaciones de ecólogos como Dawkins (1958), Braun Blanquet (1951), que han desarrollado modelos e instrumentos estadísticos para explicar y diferenciar la estructura horizontal y vertical de las comunidades vegetales.

Según Donoso (1993), una definición aceptada de estructura de la vegetación es aquella de Dansereau (1957), quien indica que es la organización en el espacio de los individuos que forman un rodal y por extensión un tipo de vegetación de plantas. Existen diferentes interpretaciones en cuanto a los componentes de esta estructura; sin embargo, desde el punto de vista forestal es conveniente seguir a Kershaw (1973), quien distingue tres componentes de estructura de la vegetación:

- Estructura vertical, que indica el ordenamiento de la vegetación en estratos o doseles.
- Estructura horizontal, que se refiere a la distribución espacial de los individuos y de las especies en el plano horizontal o superficie del rodal.

Estructura cuantitativa, o abundancia de cada especie que se puede expresar de distintas maneras, por ejemplo, por medio de la densidad o simple conteo de las plantas del rodal, o mediante el rendimiento o producción de un rodal a través del peso seco del material vegetal.

2.3. FACTORES QUE INFLUEN EN LA DISTRIBUCIÓN DE ESPECIES

La baja densidad poblacional por sí sola requiere consideraciones de manejo, ya que el riesgo de extinción local es una función inversa del tamaño local de la población (MacArthur y Wilson 1967; Hubbell 2001). Es decir, la eliminación de individuos de una especie aumenta su probabilidad de ser extinguida localmente. La baja densidad, sin embargo, no implica que los patrones de dispersión sean uniformes ni al azar. El agrupamiento de individuos puede aparecer a escalas análogas a las que actúa la explotación forestal (He et al. 1997; Condit et al. 2000; Plotkin et al. 2002). Las consecuencias de la extracción selectiva variarán a lo largo del paisaje aunque la intensidad de extracción sea constante (por ejemplo, un número constante de los árboles extraídos por unidad de área) o si varía con la densidad de la especie focal, puesto que el cambio en abundancia relativa de la especie focal comparada con el resto de la comunidad variará de sitio a sitio.

A este respecto Kershaw (1973), indica que los factores causales de los tipos de distribución agrupada y regular, están identificados en tres tipos: medioambientales, sociológicos y morfológicos.

Los factores medio ambientales, están generalmente ligados con la topografía, cuyos cambios producen una evidente variación en el drenaje, la disponibilidad de agua, disponibilidad de nutrientes, la lixiviación, el pH, la profundidad del suelo, factores que en conjunto controlan la mortalidad y sobrevivencia de las plantas por lo tanto su forma de distribución horizontal. La distribución regular, muy común en

plantaciones, se encuentran raramente en comunidades naturales. Factores medioambientales, especialmente la extrema escasez de agua en zonas de la llanura Chaqueña son causantes aparentemente de la distribución regular de algunas especies como los choroquetes (*Ruprechtia triflora Griseb.*), que hace que la planta extienda sus raíces solo hasta donde le permite la extensión de las raíces de las plantas vecinas, lo que determina una distribución regular. (Navarro y Maldonado, 2003).

La rareza local y el agrupamiento en la mayoría de las escalas espaciales son características comunes de los patrones de distribución y dispersión de los árboles tropicales (Plotkin y Levin 2001). Aunque el tamaño de la población regional de muchas especies es grande, la densidad media de la mayoría de especies es baja en el paisaje, encontrándose a menudo menos de un individuo adulto por hectárea (Pitman *et al.* 1999).

Los factores sociológicos derivan de la interacción de una especie con otra y de un individuo con otro, lo cual produce un tipo de distribución que puede o no estar relacionado con los factores micro ambientales. Estos factores dependen de la capacidad competitiva de un individuo o especie, la que en gran medida es dependiente del medio ambiente y por lo tanto, varía con él. Pero, por otro lado, es posible que este tipo de distribución esté determinado por efectos alelopáticos de una especie o de un individuo a cierta edad. Muchas especies modifican el medio ambiente bajo ellas por razones alelopáticas o de sombra, determinando una forma o tipo particular de distribución de la vegetación asociada a ellos y que contribuye sociológicamente al tipo de distribución horizontal que se puede dar entre las especies.

Los factores morfológicos son aquellos que dependen de la capacidad reproductiva de la especie y de la población, sea esta de tipo sexual o vegetativa (Donoso, 1993). El análisis de esta clase de distribución que realiza Kershaw (1973), se refiere al que

producen especies con reproducción vegetativa por estolones que no parecen de tanto interés para el análisis de la distribución horizontal en plantas forestales.

Al contrario de lo que ocurre con la distribución agrupada es bastante común en diversos tipos de vegetación. Ello es particularmente claro en la regeneración de las especies forestales y puede apreciarse muchas veces por simple inspección en el bosque, donde se observan grupos de brinzales o plantas jóvenes concentradas en manchas o bosquetes. De acuerdo con Whittaker (1975), hay por lo menos tres razones que determinan esta agregación de individuos en manchas o asociaciones puras, razones que están íntimamente relacionadas con los tres tipos de factores causales de Kershaw (1973).

2.4. DISPERSIÓN DE SEMILLAS

Las semillas de los árboles padres caen en mayor proporción cerca de los árboles, lo que depende del tamaño de las semillas, sus mecanismos de dispersión, el viento, la topografía y la ubicación del árbol padre en ella y en relación con el bosque. En términos generales, las semillas grandes y pesadas tenderán a caer y concentrarse más cerca del árbol padre, determinando agrupaciones de plántulas y luego brinzales de la especie, esto ocurre en las especies como el nogal de los bosques húmedos de las serranías del chaco húmedo como de la formación tucumana boliviana. (Navarro y Maldonado, 2003).

2.5. LÍMITES DE DISPERSIÓN

Aunque la densidad promedio de caída de semillas declina monotónicamente con la distancia a los árboles padres (Clark *et al.* 1999; Dalling *et al.* 2002), los sesgos de deposición crean patrones de dispersión dentro de la sombra de un árbol individual. Por ejemplo, los patrones de movimientos de vertebrados frugívoros afectan a la

dispersión de semillas. Los monos frugívoros frecuentan ciertos árboles para alimentarse y para dormir (Schupp *et al.* 2002). Una gran mayoría de semillas consumidas por monos en los trópicos son dispersadas a lo largo de las trochas de alimentación (Voysey *et al.* 1999). Incluso el viento puede depositar las semillas de una manera abundante. Las corrientes aéreas ascendentes locales, los remolinos y otras características de los vientos dentro de y sobre los bosques pueden depositar las semillas en patrones conglomerados (Hornet *et al.* 2001; Nathan *et al.* 2002)

Las semillas son dispersadas desde los árboles adultos por aves, mamíferos, el viento u otros agentes. Cada mecanismo crea patrones de conglomerados de dispersión de semillas sobre el piso del bosque. El agrupamiento se forma entre y dentro de las sombras de semillas de árboles individuales (Schupp *et al.* 2002). Un estudio de diez años realizado en la Amazonía colombiana, clarificó el grado de limitación de la dispersión al mostrar que de 260 especies de árboles del dosel, más de 50 no pudieron dispersar ni una sola semilla hasta ninguna de las 200 trampas colocadas, y solamente siete especies dispersaron una o más semillas hasta el 75% de las trampas (Hubbell *et al.* 1999).

Por otro lado, la dispersión restringida por la distancia, crea patrones de semillas centrados alrededor de los árboles padres (Álvarez, 1982). En una investigación de especies pioneras en Panamá, Dalling *et al.* (2002) encontraron que la dispersión de semillas de todas las especies, menos aquellas con semillas más pequeñas y bien dispersadas, fue muy limitada durante los cuatro años del estudio. Un caso extremo de la restricción de dispersión por distancia ocurre en la castaña (*Bertholletia excelsa*), en la cual la fruta indehiscente se cae por gravedad y es abierta por los roedores. Los animales recogen semillas, pero en promedio las dispersan menos de 5 metros (Pérez y Baider 1997). Incluso *Ficus spp.*, renombrado por su fecundidad, exhibe limitación en la dispersión por la distancia (Laman 1996). Las semillas fueron dispersadas hasta 60 m, pero la densidad de las semillas declinó tan

acusadamente que un sitio de 1 m² situado 60 m aparte de un adulto recibiría una semilla solamente una vez por cada 100 episodios de fructificación (Laman 1996).

Aunque la densidad promedio de caída de semillas declina monotónicamente con la distancia a los árboles padres (Clark *et al.* 1999; Dalling *et al.* 2002), los sesgos de deposición crean patrones de dispersión dentro de la sombra de un árbol individual. Por ejemplo, los patrones de movimientos de vertebrados frugívoros afectan a la dispersión de semillas. Los monos frugívoros frecuentan ciertos árboles para alimentarse y para dormir (Schupp *et al.* 2002). Una gran mayoría de semillas consumidas por monos en los trópicos son dispersadas a lo largo de las trochas de alimentación (Voysey *et al.* 1999). Incluso el viento puede depositar las semillas de una manera abundante. Las corrientes aéreas ascendentes locales, los remolinos y otras características de los vientos dentro de y sobre los bosques pueden depositar las semillas en patrones conglomerados (Hornet *et al.* 2001; Nathan *et al.* 2002).

2.6. ESTIMACIÓN DE ABUNDANCIA Y PATRONES DE ORGANIZACIÓN

La mayoría de los métodos para la estimación de parámetros de abundancia poblacional (N, densidad) suponen un muestreo aleatorio de los individuos. Con frecuencia, sin embargo, es difícil diseñar un muestreo completamente aleatorio debido a limitaciones impuestas por las características del sujeto bajo estudio. En estos casos, nos vemos forzados a suponer que los individuos se distribuyen al azar *con respecto al muestreo*. En el caso de muestreos con cuadrículas, esto significa que la probabilidad de ser contado en una muestra es la misma para todos los individuos, o que el número de individuos en una cuadrícula es una variable que se distribuye de manera aleatoria. En el caso de marcación y recaptura, esta suposición implica que entre muestreos, los individuos se mezclan a tal punto que la probabilidad de capturarlos es igual para todos en cada uno de los muestreos.

Una distribución espacial aleatoria, sin embargo, requiere de consideraciones adicionales con respecto a la biología de los organismos y a características de la población en cuanto a las relaciones entre sus miembros y con el medio ambiente, incluyendo la presencia de otras especies. Un patrón aleatorio es descalificado si algunas porciones del territorio muestreado son más ricas en recursos o menos abundantes en depredadores que otras, ocasionando en los individuos una *preferencia* por estas regiones. Asimismo, una distribución donde la ubicación de los individuos en cualquier momento está relacionada a un lugar fijo que funcione como dormitorio, madriguera o comedero, tampoco puede ser interpretada como aleatoria. Dado que estos patrones pueden reconocerse comunes en la naturaleza, parece razonable la necesidad de conocer la distribución en el espacio de los individuos de una población antes de planificar un muestreo supuestamente aleatorio.

El estudio de los patrones espaciales, asimismo, podría aportar información importante respecto a las causas probables que los generan, dando cabida a una familia de preguntas ecológicas vinculadas directamente con el estudio de la variación sobre la dimensión espacial.

2.7. PATRONES ESPACIALES Y FACTORES CAUSALES

Los ecólogos han reconocido tradicionalmente tres patrones generales de distribución de los individuos a lo largo del espacio.

- Distribución aleatoria (Fig. 1A);
- Distribución uniforme (Fig. 1B); y
- Distribución agregada (Fig. 1C).

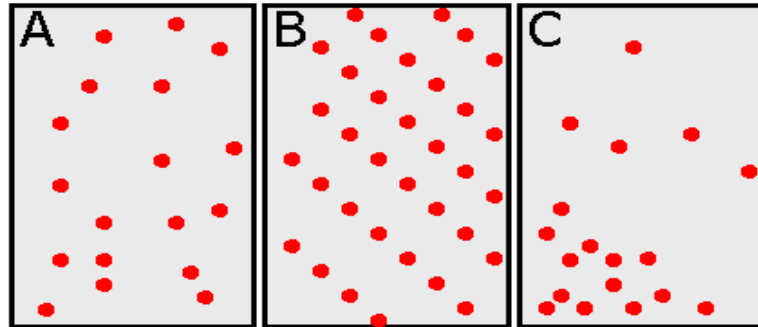


Figura 1: Patrones básicos de disposición espacial.

A. Aleatorio, B. Uniforme, C. Agregado.

Anteriormente, las características de una población están determinadas por las interacciones múltiples entre factores extrínsecos e intrínsecos de la biología de los organismos. Podemos así plantear las causas para cada uno de los patrones espaciales en estos términos:

Un patrón aleatorio implica la ausencia total de interacciones entre los individuos y con el medio. Para que la probabilidad de encontrar un individuo sea la misma en todos los puntos del espacio, es necesario que todo este espacio ofrezca las mismas condiciones, lo cual no implica que estas condiciones sean favorables. Asimismo, la presencia de un individuo no debe afectar de ninguna manera la presencia de otro, es decir, los individuos no deben presentar ningún tipo de atracción o segregación, lo cual no implica que puedan ejercer alguna clase de efecto unidireccional de estas índoles sobre otras especies dentro de una comunidad.

Un patrón agregado indica la presencia de interacciones entre los individuos, o entre los individuos y el medio. Existen muchas causas probables para la formación de un patrón agregado, cuyo estudio puede ser relevante para comprender mejor la biología o ecología de los organismos o el medio bajo estudio. Si sólo consideramos factores intrínsecos, la agregación podría ser consecuencia de interacciones sociales, tales como la organización para realización de tareas como la búsqueda del alimento o la crianza. Asimismo, podría ser una consecuencia del modo reproductivo predominante en la población (e.g. gemación o baja dispersión de semillas, larvas o juveniles). Si consideramos además factores extrínsecos, la agregación podría ser una consecuencia del patrón de disposición de los recursos o los peligros en el medio: comportamientos defensivos, o aprovechamiento de parches de alta calidad y despoblamiento de zonas pobres. Estas dos clases de factores pueden igualmente interactuar de muchas formas, y afectar la trayectoria evolutiva de la población o especie a todos los niveles de organización.

Un patrón uniforme es el resultado de interacciones negativas entre los miembros de la población. Dado que es difícil suponer que *de manera natural* los recursos se dispongan equidistantes en el espacio, una disposición espacial de este tipo debe estar causada únicamente por factores intrínsecos. Dado que el espacio es finito, interacciones negativas o de segregación, tales como la competencia o el comportamiento agresivo intraespecífico parecen ser los principales agentes causales de un patrón uniforme, dado que es éste en el cual la supervivencia se maximiza y las interacciones hostiles se llevan a un mínimo.

Es ampliamente conocido que uno de las mayores dificultades para el aprovechamiento y estudio de los bosques tropicales y sub tropicales, es la forma en que las especies forestales están distribuidas dentro del bosque, es decir dispersados.

El hecho de que las especies forestales valiosas comercialmente se hallan en forma esporádicas limita las posibilidades de un aprovechamiento y aumenta considerablemente los costos de extracción.

El conocimiento sobre el hábitat y disposición específica de cada especie no solo facilitaría los programas de aprovechamiento, sino que especialmente ofrecería valiosa información para los trabajos de ordenación forestal, silvicultura, dendrología, etc.; con lo que se puede avanzar más aceleradamente en el desarrollo y mejoramiento de las técnicas de manejo de los bosques tropicales, en los que hasta el momento el problema más álgido es principalmente el alto grado de heterogeneidad y la compleja distribución de las especies, principalmente de las comercialmente valiosas.

El análisis de dispersión de las especies forestales puede representar valioso aporte o esperanza para introducirse exitosamente en el complejo campo del estudio integral del bosque como población, y para el estudio detallado de sus componentes.

Es por eso que a través del presente trabajo de investigación se quiere llegar a determinar el grado de dispersión o agregación de las especies forestales de la estación experimental de Río Conchas para ello se aplicarán métodos fitosociológicos y la prueba estadística de poisson.

Para así mediante este proceso de investigación se puedan obtener resultados satisfactorios con una información precisa que vaya a dar solución e información a problemas relacionados principalmente con el área de aprovechamiento forestal o estudio de la misma, donde es necesario conocer la heterogeneidad o homogeneidad del bosque para su aprovechamiento o estudio que se quiera realizar dentro del mismo ya que conociendo la ubicación o disposición precisa de las especies de interés, facilitaría considerablemente el aprovechamiento o estudio del bosque.

2.8. CENSO FORESTAL

El censo forestal es un inventario al 100% de todos los individuos de una masa boscosa por medio de un sistema de recolección y registro cualitativo y cuantitativo

de los elementos que forman el bosque, de acuerdo a un objetivo previsto y en base a métodos apropiados y confiables (Malleux, J. 1982).

El censo forestal es un inventario del 100% del Área Anual de Aprovechamiento, puede ser total, en el que se registran todas las especies arbóreas presentes, esto cuando se necesita conocer la estructura, composición y dinámica del bosque o puede ser comercial cuando solo se registran las especies comerciales o de interés para el mercado, para cuantificar exclusivamente la materia prima maderable que se desea proveer a una industria determinada.

2.8.1. CENSO COMERCIAL

Es un inventario del 100% de una determinada área donde se registran las características dasonómicas de los árboles censados y su ubicación con respecto a la topografía del terreno, pero tomando en cuenta el diámetro mínimo de corta (DMC) de la especie o canasta de especies que se registran durante la recolección de datos.

Antes de iniciar el diseño es importante definir claramente el tipo de censo a ejecutar, ya que ello repercutirá en la planificación del tiempo y las necesidades financieras para todo el proceso del trabajo. El censo se debe realizar en el Área de Aprovechamiento Anual, de acuerdo a la norma técnica 248/98 con el propósito de captar una mayor variabilidad de especies comerciales y al mismo tiempo diferentes distancias para la extracción de madera, las cuales pueden utilizarse de acuerdo a la época del año.

2.8.2. TIPOS DE CENSO

2.8.2.1. MÉTODO SISTEMÁTICO

Este método consiste en buscar y representar la posición de los árboles tomando como referencia picas sistemáticas (a distancias fijas) establecidas en dirección perpendicular a los carriles, registrando los árboles adyacentes a ésta sobre una distancia no mayor a la mitad de la separación entre dos picas vecinas, por ejemplo si las picas tienen una separación de 100 metros, la búsqueda y ubicación de los árboles sobre una de ellas debe hacerse abarcando 50 metros a cada lado de la pica.

La ubicación de los árboles presentes en el área de censo debe realizarse ordenadamente sobre cada una de las fajas de bosque formada entre los carriles. El área entre dos carriles consecutivos, denominado “faja”, es la unidad básica de trabajo y una vez obtenido de ella todo el proceso de información, se repite en el resto de las otras fajas.

Su aplicación es recomendable en áreas donde la cantidad de árboles a censar sea mayor a diez individuos por hectárea.

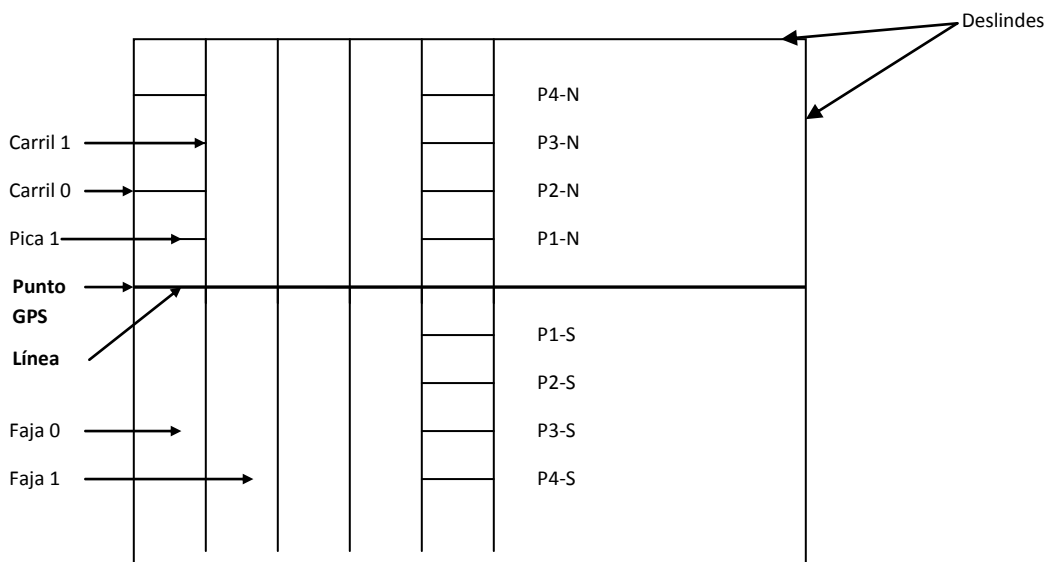


Figura N° 2: Esquema del censo sistemático empleado (malla de censo)

2.8.2.2. MÉTODO DE CONEXIÓN DIRECTA.

Este método consiste en la búsqueda de árboles de interés comercial, a partir de los carriles se ubican los árboles y luego son conectados entre sí, a través de picas, las que luego sirven de acceso para mostrar los árboles encontrados, por ejemplo si los carriles tienen una separación de 250 metros, la búsqueda y ubicación de los árboles sobre uno de ellos debe hacerse abarcando 125 metros a cada lado del carril. Posteriormente se efectúa un levantamiento topográfico sobre los carriles y las picas de conexión, para generar los mapas correspondientes.

Su aplicación es recomendable para áreas donde la cantidad de árboles a censar sea menor a diez individuos por hectárea.

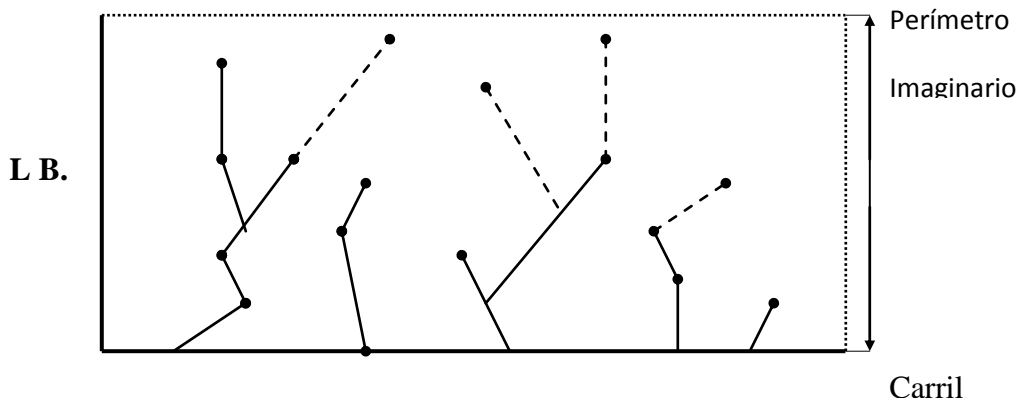


Figura N° 3: Conexión directa de árboles a través de picas

2.9. LA DISTRIBUCIÓN DE POISSON Y EL ÍNDICE σ^2 / μ (VARIANZA: MEDIA)

Para estudiar el grado de agregación o uniformidad de una población está dado por la distribución de Poisson. Es importante comprender la distinción entre distribuciones estadísticas y distribuciones espaciales. Las primeras corresponden estrictamente al

conjunto de frecuencias de ocurrencias de una serie de eventos, mientras que las segundas se refieren al patrón de ubicación en el espacio de los individuos de una población. Las distribuciones estadísticas nos son útiles como marco de referencia para estudiar mediante comparación a las distribuciones espaciales, dado que seamos incapaces para trazar en un mapa la ubicación exacta de cada individuo.

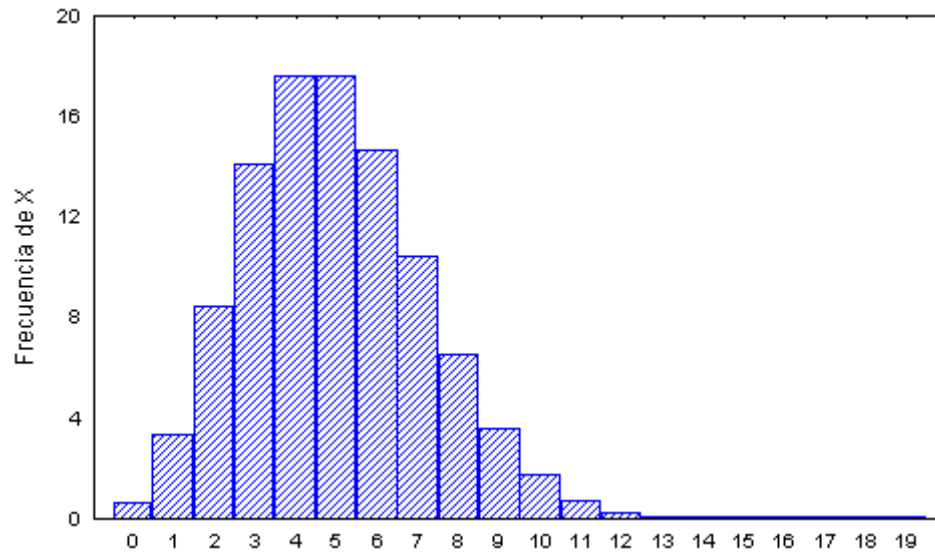


Gráfico de frecuencias

2.10. AJUSTE A DISTRIBUCIONES DE FRECUENCIA

Otra forma común para estudiar la disposición espacial de los individuos de una población consiste en comparar la distribución de frecuencias observadas en un muestreo basado en cuadrículas, con las frecuencias esperadas dada una distribución teórica (e.g. la de Poisson). Las *frecuencias* están referidas al número de oportunidades en las cuales se obtiene un número determinado de individuos en una cuadrícula.

Donde cada número representa el número de individuos contados en una cuadrícula, Una frecuencia es así una proporción con la cual ocurre un determinado evento. El conjunto de estas proporciones permite gráficamente formar una distribución de frecuencias.

Para analizar si los individuos de la población bajo estudio se distribuyen de acuerdo a un determinado patrón hipotético, se estima un valor conocido como la bondad del ajuste de la distribución observada a la distribución teórica. La bondad de un ajuste está referida a *cuán próximas se encuentran las dos distribuciones a ser comparadas*, entendiendo como proximidad las diferencias numéricas existentes en cada uno de los eventos posibles (eje X de la figura anterior). Cuanto mayor sea la suma de estas diferencias, menor será la bondad del ajuste. Para cuyo objeto el estadístico de prueba más corrientemente empleado para estimar la bondad de un ajuste es:

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{Frec.Obs.} - \text{Frec.Esp.})^2}{\text{Frec.Esp.}}$$

El cual se distribuye según una χ^2 (chi- cuadrada), con (n - número de parámetros obtenidos de los datos) grados de libertad, con n = número de eventos (clases de frecuencia). Si este estadístico es mayor que el valor tabulado un nivel de significancia, se rechaza la hipótesis nula de que la distribución observada es igual a la distribución teórica.

¿Cómo se utiliza este procedimiento para estimar la disposición espacial de un conjunto de individuos? Partiendo del hecho de que tenemos un conjunto de cuentas de ocurrencias en n cuadrículas, el trabajo consiste en hallar las distribuciones teóricas que mejor parezcan corresponder a nuestros datos. Luego, se estudia la bondad del ajuste de los valores predichos por tales distribuciones a los observados, y la que mejor se ajuste (aquella que resulte en un mínimo de diferencias no significativas) es la que mejor representa la disposición espacial de la población.

El resultado de aplicar este procedimiento es la obtención de un modelo que explica la disposición espacial de los individuos de la población. El mejor modelo, como

hemos insistido, es aquel que representa la ubicación exacta de cada individuo sobre el espacio (deja de ser un modelo para convertirse en un mapa). Sin embargo, la obtención del mismo tiene inconvenientes metodológicos importantes en la mayoría de los casos. De esta manera, la bondad de ajuste consiste en explorar un universo de infinitas posibles distribuciones estadísticas para encontrar la que mejor se adapta a los resultados.

3.- MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

3.1.1. LOCALIZACIÓN

El predio de lo que hoy constituye la Estación Experimental Río Conchas, propiedad que corresponde a la Universidad Autónoma “Juan Misael Saracho”, que es administrada por la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales; se encuentra localizada en la comunidad de Río Conchas perteneciente a la provincia Arce del Departamento de Tarija. Geográficamente determinada por las siguientes coordenadas:

22°20'59,44” de latitud Sud 24°25'28,45” de longitud oeste

22°19'59,21” de latitud Sud 64°23'49,36” de longitud oeste

La Estación Experimental Río Conchas tiene una superficie de 244 hectáreas (Ramos, et al 2012) y se encuentra a 150 km. distante de la ciudad de Tarija. Presenta altitudes que varían desde los 800 a 1150 m.s.n.m, con un relieve montañoso y pendientes que por lo general son muy escarpadas.

3.2. CARACTERÍSTICAS BIOFÍSICAS DE LA ZONA DE ESTUDIO.

3.2.1. CLIMA.

El clima de la Estación Experimental Río Conchas se caracteriza por ser templado a cálido, semi-húmedo, donde los veranos son lluviosos y el otoño con lloviznas persistentes.

Los periodos más secos abarcan desde el mes de mayo a septiembre, siendo octubre el mes en que empiezan las precipitaciones, concentrándose en los meses de diciembre a marzo, el mes más lluvioso es en Enero, con una precipitación promedio anual de 1500 mm / año.

La temperatura media de acuerdo a isotermas es de 21 a 22°C, con una temperatura máxima extrema 40°C y una mínima extrema de – 5.5°C con una humedad relativa promedio de 72% según Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2004).

De acuerdo con el mapa Ecología de Bolivia, el área de estudio se encuentra en una zona transicional del Bosque húmedo templado.

La EERC que corresponde a la comunidad de Río Conchas presenta el siguiente resumen climático.

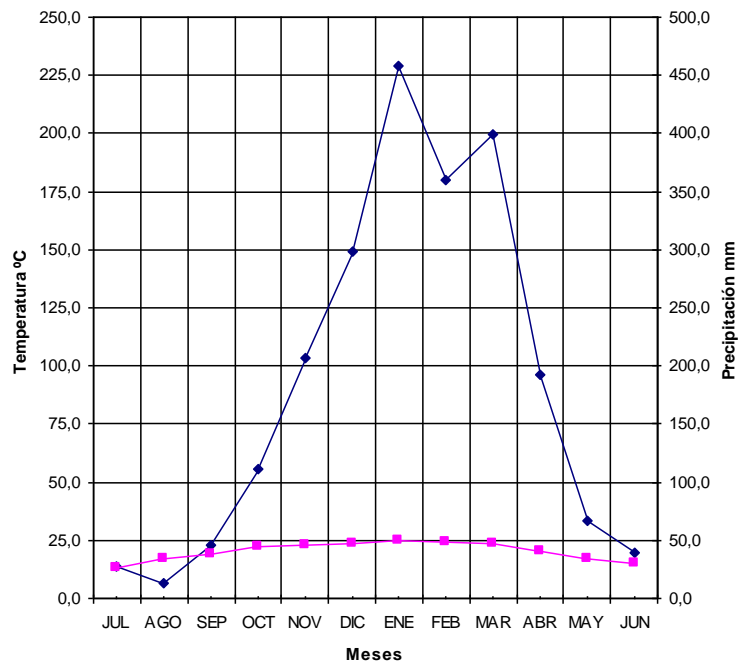
Cuadro N° 1. Resumen climatológico de la Comunidad Río Conchas

Índice	Un	E.	F.	M.	A.	M.	J.	J.	A.	S	O	N	D	ANUAL
Temp. máx/med	°C	31	30.4	28.7	24.9	21.6	21.2	20.3	25.9	28.3	29.6	30.2	29.7	26.8
Temp.min/med	°C	18.4	18	18.5	15.9	12.6	9	5.9	7.9	10	14.8	15.5	17.3	13.3
Temp media	°C	24.7	24.2	23.6	20.4	17.1	15.1	13.1	16.9	19.2	22.2	22.8	23.5	20.2
Temp.máx/extr	°C	39	40	36	35.5	32	31.5	35	40	42.5	42	43	41	43
Temp min/extr	°C	11	9	10	8	6	-5	-3	-2	-1	5	7	10	-5
MEDIA 2012	°C	25,0	24,3	23,7	20,4	16,1	14,9	13,5	16,4	18,7	22,1	23,1	23,8	20,2
Días c/helada		0	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	4
Precipitación	Mm	458.2	360.2	399.7	192	67.1	39	28	12.8	45.6	110.9	206.4	298.7	2.219
Pp máx. 24 hrs	Mm	180	165	136.5	81	63	35	47	16	85	57	150.5	123.5	180
Días c/lluvia		18	18	20	16	11	9	6	4	6	10	12	15	144
MEDIA 2012		375,4	364,8	377,6	149,0	44,4	25,3	16,9	5,9	23,2	100,8	218,6	414,0	2150,8

Fuente: SENAMHI, 2012

Figura N° 4.

Diagrama Climático de Río Conchas



Fuente: SENAMHI, 2012

De acuerdo al gráfico se puede observar que junio, agosto y septiembre son los meses que presentan un periodo de sequía, por registrarse baja precipitación y temperaturas mientras que enero y marzo son los meses que registran mayores precipitaciones y el mayor aumento de temperaturas de todo el año, constituyéndose en el periodo húmedo.

3.2.2. SUELOS.

Según estudios realizados por ZONISIG, (1999), los suelos dentro del área de estudio son superficiales a profundos de 30 a 150 cm. Excesivamente drenado a moderadamente, con materia orgánica superficial en estado de descomposición débil.

Presenta pocos fragmentos teniendo un porcentaje muy bajo del 2% con formas subredondeadas, meteorizados de areniscas, limonitas y lutitas.

La textura de estos suelos pertenece a un grupo medio como: Franco, Franco arcilloso y franco arenoso. Con un PH de moderado a fuertemente ácido.

3.2.3. VEGETACIÓN.

Según el informe técnico del departamento de fitotecnia de la Universidad Autónoma “ Juan Misael Saracho”, el levantamiento florístico preliminar de la Estación Experimental Río Conchas presenta una vegetación compuesta por árboles que están en el orden de los 15 a 20 m de altura y una cobertura aproximada del 40 a 60%, las especies que los integran en una mayoría corresponden a la categoría de sempervirentes (siempre verdes), y se encuentran algunas especies deciduas por la estación del año, especialmente en el dosel superior como los géneros: *Tabebuia*, *Cedrela*, *Miroxilon*, *Tipuana* y otros encontrándose en alturas de relieve que varían desde los 970 m.s.n.m. a los 1150 m.s.n.m. Es por eso que la vegetación existente en la Estación Experimental Río Conchas corresponda a: Bosque denso siempre verde semideciduo submontano. (Acosta, 2004).

Según Acosta (2004), estos bosques son generalmente densos, mayormente siempre verdes, medios altos, de estructura compleja con dos o tres estratos. El dosel superior presenta abundantes lianas, epifitas y musgos. La composición botánica se caracteriza por la presencia de 94 familias de las que sobresalen las *Mimisaceas*, *Caesalpinaceae*, *Lauraceae*, *Mirtaceas* y *Meliaceas*. Las especies más abundantes y características son: Aguay o Araza, Guayabo, Suiquillo

De este análisis podemos deducir que la vegetación existente en la EERC corresponde a: Bosque denso siempre verde semideciduosubmontano. Presentando los siguientes estratos de vegetación.

a) Estrato arbóreo.

Según el levantamiento florístico preliminar de la Estación Experimental Río Conchas realizado por Acosta (2004), en la E.E.R.C. se registran 33 especies arbóreas mayores a 10 cm. de Dap, pertenecientes a 20 familias botánicas. Las especies arbóreas con mayor número de individuos por hectárea es *Nectandra* sp., siendo a su vez la más frecuente con la especie *Cupaniavernaliscambess*. Obteniendo así un total de 470 individuos por hectárea.

De acuerdo al análisis del Mapa de Vegetación de la E.E.R.C. elaborado por el Dpto. de Suelos y Riegos, octubre 2004; la vegetación a los 970 m.s.n.m. se caracteriza por ser un bosque ralo de ladera inferior escarpada, con una densidad de 320 individuos por hectárea, a 1000 m.s.n.m. se encuentra un bosque semidenso de ladera media muy escarpada con 570 individuos por hectárea, y a 1120 m.s.n.m. también encontramos un bosque semidenso de ladera superior, escarpada a muy escarpada, con 520 individuos por hectárea, (Acosta, 2004).

Cuadro N° 2. Especies del estrato arbóreo de la E.E.R.C.

<i>Familia</i>	<i>Especie</i>	<i>Nombre común</i>	<i>Nº Indv./ha</i>
Lauraceae	<i>Nectandra</i> sp.	Laurel	67
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Aguaí	10
Myrsinaceae	<i>Rapanea</i> sp.	Yuruma	3
Solanaceae	<i>Solanum riparium</i> Pers	Tabaquillo blanco	17
Sapindaceae	<i>Cupanea vernalis</i> Cambess	Condorillo	27
	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	Suiquillo	17
	<i>Allophylus edulis</i> (St. Hil)	Chal Chal	73
Rosaceae	<i>Prunus tucumanensis</i> Lillo	Duraznillo	7
Mirtaceae	<i>Eugenia</i> sp.	Guayabo	33
	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Arrayán	3
	<i>Blepharocalix gigantea</i> Lillo	Barroso	3
Polygonaceae	<i>Ruprechtia laxiflora</i>	Membrillo	13
	<i>Coccoloba filiceae</i> Lindau	Mandor	3
Flacourtiaceae	<i>Xilosma pubescens</i> Griseb	Amarillo	10
Nictaginaceae	<i>Bougainvillea</i> sp.	Huancar	10
Tiliaceae	<i>Heliocarpus papayanensis</i>	Cascarilla	13
Euphorbiaceae	<i>Croton densiflorus</i>	Tabaquillo rosado	17
Boraginaceae	<i>Patagonula Americana</i> L.	Lanza blanca	23

	<i>Cordia Tricótoma (Vell.)</i>	Afata	17
	<i>Saccellium lanceolatum</i>	Lanza monteña	3
Rutaceae	<i>Fagara Coco (Gill).</i>	Sauco	10
Bignoniaceae	<i>Tabebuia impefiginosa</i>	Lapacho rosado	17
	<i>Tabebuia heteropoda</i>	Lapacho amarillo	7
Proteceae	<i>Roupalacataractarum S.</i>	-----	3
Juglandaceae	<i>Junglans australis Griseb.</i>	Nogal	3
Meliaceae	<i>Cedrela sp.</i>	Cedrillo	3
Anacardaceae	<i>Astrorium arundeuva (Fr. All)</i>	Urundel	3
Leg.	<i>Anadenanthera colubrina (Vell)</i>	Cebil	27
Mimosoideae	<i>Inga sp.</i>	Pacay	13
Leg.	<i>Lonchocarpus lilloi (Hassler)</i>	Quina blanca	3
Papilionoideae	<i>Tipuanatipu (Benth)</i>	Tipa	7
	<i>Myroxylon Perifurium L.</i>	Quina colorada	3
TOTAL			468

3.2.4. HIDROGRAFÍA.

La Estación Experimental Río Conchas, forma parte del Gran Sistema Hidrográfico de la Cuenca de la Plata, que a la vez tiene parte de ella la cuenca del Río Bermejo y esta tiene como una de sus Sub. Cuencas tributarias, la subcuenca del Río Salado-Conchas donde se encuentra la Estación Experimental Río Conchas

La cuenca de Bermejo en la Cordillera Oriental presenta un relieve accidentado con un gradiente longitudinal del curso de los ríos adquiere pendientes altas, mayores a 2,5% como los ríos Guadalquivir, Tolomosa, Camacho, y Santa Ana que son afluentes principales del río Bermejo.

En el sub. Andino de Cuenca del río Bermejo presenta valles amplios que se pueden observar en los ríos de Entre Ríos, Salinas, Chiquiaca, Emborozú Conchas y Playa Ancharon gradientes menores al 2%.

El patrón de drenaje para esta cuenca es variado, aunque predomina el dendrítico y subdendrítico en la Cordillera Oriental y Sub.Paralelo en la unidad Sub.

3.3. USO ACTUAL DE LA TIERRA.

La actividad principal que se desarrolla en la Estación Experimental Río Conchas es de formación académica a estudiantes de la carrera de Ingeniería Forestal, otra de las actividades es la de investigación que en menor grado se realiza.

La actividad mayormente practicada en alrededores de la Estación Experimental Río Conchas es la ganadería extensiva con base en el ramoneo del bosque y de matorrales, pastoreo del estrato herbácea y pequeños pastizales dentro del bosque como también en las simas de la serranía.

La segunda actividad más importante es el aprovechamiento de productos maderables donde gran parte de la producción es trasladada a la ciudad de Tarija para su comercialización sin ningún valor agregado.

Siendo las especies forestales mayormente aprovechadas el cebil, tipa y cedro.

Otra de la actividad en zonas adyacentes a la Estación Experimental Río Conchas es la agricultura que se puede observar en la comunidad de Salado Conchas, con habilitación de terrenos con prácticas de tala y quema generalmente en laderas con fuertes pendientes para el cultivo para el cultivo principalmente del maíz.

3.4. ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS.

▪ Vías de Comunicación

De acuerdo a la información del Servicio Nacional de Caminos, por el sud pasa la red fundamental, denominada ruta 1; carretera panamericana que une las ciudades de Tarija y Bermejo la misma que sirve de conexión a la República Argentina, considerada como una carretera internacional, la misma cuenta con cubierta asfáltica.

El ingreso a la zona de estudio Estación Experimental Río Conchas, se lo hace por el cruce el Salado a través de un camino vecinal el que en épocas de lluvia se toma intransitable debido a las redes de drenaje existentes como el Río Salado y el Río Conchas, como también a los derrumbes, que se producen por las altas y constantes precipitaciones en periodo de lluvia.

La distancia aproximada desde la carretera cruce el Salado hasta la Estación Experimental Río Conchas es de 22 kilómetros

▪ Población

La Estación Experimental Río Conchas cuenta con una persona que trabaja como sereno con su familia de 6 personas que viven a orillas del Río Salado.

▪ Educación

La educación en la zona no alcanza los niveles secundarios y superiores además de que la infraestructura existente es muy precaria.

La asignación de maestros es deficiente y el proceso de enseñanza a los niños se dificulta por las distancias de los hogares a las escuelas. Esta serie de dificultades inciden la prevalencia de un elevado índice de alfabetismo.

3.5. MATERIALES.

Para la ejecución del presente trabajo se utilizaron los siguientes materiales.

3.5.1. Materiales de Campo(*para la apertura de la malla de censo*)

- Brújulas.
- Machetes.
- Sogas dimensionadas.
- Hule rojo.

3.5.2. Materiales de Campo(*para el levantamiento de datos*)

- Planillas de campo
- Libreta de campo
- Tableros
- Bolígrafos
- Cinta diamétrica
- Hipsómetro o eclímetro

3.5.2. Materiales de Gabinete.

- Datos del Censo Forestal de la Estación Experimental Río Conchas
- Computadora para el procesamiento de datos

- Máquina de calcular
- Material de escritorio

3.6. METODOLOGÍA.

El presente trabajo se realizó en tres fases:

3.6.1. FASE DE PRE-CAMPO:

Durante esta primera etapa del estudio se realizó la revisión bibliográfica en búsqueda de toda la información previa que se disponía del área de estudio, consistente en mapas topográficos e imagen composición a color (Landsat), mapas de suelos y fisiográficos (Zonisig, 2000), información climatológica (SENAMHI), información sobre vegetación, e información miscelánea (inventarios forestales, levantamientos de vegetación, estudios socioeconómicos, etc.).

- Se realizó la distribución de 38 parcelas de muestreo al azar (*ver mapa N° 2*), se elaboraron y revisaron los mapas temáticos para el presente estudio que está dentro de la Estación Experimental de Río Conchas (E.E.R.C.)
- Se obtuvo la información básica, datos del censo forestal realizado por la Carrera de Ingeniería Forestal de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho en las gestiones 2009 y 2010 a través del proyecto “**Valoración Ecológica y Económica de los Recursos Forestales**”, mediante la cual se realizaron los cálculos las variables cuantitativas y cualitativas de las tres especies de estudio.

3.6.2. FASE DE CAMPO.

En esta etapa se procedió al apertura de la malla de censo, se apertura inicialmente la línea base o línea madre con un rumbo de 280° posteriormente se apertura ron los

carriles o picas por las cuales se efectuó el censo sistemático con rumbo de 10° al norte y 190° al sur

Una vez que se tenía la malla de censo apertura da y con la ayuda del mapa de ubicación de parcelas, se identificó los sitios y se ubicaron dichas parcelas en campo sobre los carriles o picas. Una vez instaladas las parcelas de muestreo, se procedió con el levantamiento de datos en un total de 19 hectáreas.

Para realizar la toma de datos, se procedió con la limpieza de la línea base (LB), líneas madres (LM norte y sur) como de los carriles o picas tomando en cuenta que este trabajo se realizó con anterioridad.

Posteriormente, para la toma de datos individuales se realizó un censo sistemático de todos los árboles con diámetro igual y mayor a 40 cm., en cada parcela de 100 por 50 metros, el censo sistemático permitió encontrar las coordenadas geográficas de cada árbol, también se registraron el nombre común, el diámetro normal medido a 1.30 m sobre el nivel del suelo, altura total, altura del fuste, la calidad del fuste y de copa y el estado fitosanitario.

3.6.3. FASE DE POS CAMPO O GABINETE.

Una vez que fue recabada toda la información del campo se procedió a tabular los datos obtenidos en gabinete.

- En primer lugar se realizó un conteo del número de individuo de cada especie que existía en cada parcela de muestro (*N de plantas por parcela/N de parcelas*). Para así de esta manera poder realizar un ajuste a distribución de frecuencias de las tres especies por separado. (*Ver cuadro N° 3*).
- Posteriormente con el recuento realizado se calcula el número de plantas por parcela por medio de la media ponderada (ver pág. 40).

$$m = \frac{0 * Np + 1 * Np + 2 * Np + \dots \dots \dots 9 * Np}{Np + Np + Np + \dots \dots \dots}$$

3.6.3.1. AJUSTE DE DATOS A LA DISTRIBUCIÓN POISSON.

Para analizar si los individuos de la población bajo estudio se distribuyen de acuerdo a un determinado patrón hipotético, se estima un valor conocido como la bondad del ajuste de la distribución observada a la distribución teórica. La bondad de un ajuste está referida a cuán próximas se encuentran las distribuciones a ser comparadas, entendiendo como proximidad las diferencias numéricas existentes en cada uno de los eventos posibles. Cuanto mayor sea la suma de estas diferencias, menor será la bondad del ajuste. El estadístico de prueba más corrientemente empleado para estimar la bondad de un ajuste es:(*ver pág. N° 42*).

$$\chi^2 = \sum \frac{(\text{Frec.Obs.} - \text{Frec.Esp.})^2}{\text{Frec.Esp.}}$$

El cual se distribuye según una χ^2 (Chi cuadrado), con (n - número de parámetros obtenidos de los datos) grados de libertad, con n = número de eventos (clases de frecuencia). Si este estadístico es mayor que el valor tabulado un nivel de significancia α , se rechaza la hipótesis nula de que la distribución observada es igual a la distribución teórica.

3.6.3.2. ANÁLISIS GRÁFICO DE DISPERSIÓN.

Al analizar la distribución individual de cada especie, se nota que algunas de las especies tienen a agruparse como el cebil (*Anadenantheramacrocarpa*), en cambio la lanza (*Patagonula Americana L.*) distribuye uniformemente en el bosque con gran abundancia denotando la probabilidad de encontrar el mismo número de individuos en las parcelas de muestreo, como reflejan los cuadros anteriores.

El análisis gráfico indica que la especie lapacho (*Tabebuiaheteropoda*), presenta poca abundancia y espaciamiento regular con tendencia a agruparse, esto debido a que es exigente a ciertas condiciones locales ambientales como alta humedad, generalmente se encuentra en topografía accidentada en el fondo de cañadones y quebradas, además de sus pesadas semillas supeditadas a la gravedad para trasladarse y establecerse.

Recordemos que si el valor de la razón varianza/media se aproxima a 1, la disposición es aleatoria y si se aproxima a cero todas las parcelas contienen el mismo número de individuos y la disposición espacial es uniforme, mientras que si este valor es mayor a 1 la agregación es máxima. (Ver pagina N° 43).

3.6.3.3. DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD Y FRECUENCIA.

Para la determinación de la densidad y la frecuencia fue necesario, primero desplegar la distribución espacial de las especies en sus posiciones reales (ver mapa N° 3) para determinar la densidad o abundancia, se procedió a dividir número de especies encontradas entre el área total censada. (Ver cuadro N° 9)

$$d = \frac{n.t.arb}{sup}$$

d = densidad

n.t.arb. = número total de arboles

sup = hectáreas censadas

3.6.3.4. CÁLCULO DE VOLÚMENES.

El cálculo de volúmenes se realizó con los datos obtenidos del *censo* (ver planillas pag.63). Tomando en cuenta los diámetros y las alturas comerciales que se registraron de cada individuo de las tres especies, los volúmenes se calcularon con la siguiente fórmula (ver cuadro N° 9).

$$V = d \cdot h \cdot f$$

V = volumen m³

d = diámetro normal

h = altura del fuste

f = coeficiente mórfico de acuerdo a norma 0,6

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. AJUSTE A DISTRIBUCION DE FRECUENCIAS

El estudio de la disposición espacial de los individuos de la población de árboles forestales en la estación experimental Río conchas, Consistió en comparar la distribución de frecuencias observadas en el censo forestal basado en cuadrículas de 300 metros, con las frecuencias esperadas dada una distribución teórica (Poisson).

Cuadro N° 3: Distribución de frecuencias observadas del cebil (*Anadenanthera Colubrina*)

Árbol por Parcela	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frec. relativa acumulada
0	8	8	0,211	0,211
1	11	19	0,289	0,500
2	5	24	0,132	0,632
3	5	29	0,132	0,764
4	2	31	0,053	0,817
5	2	33	0,053	0,870
6	3	36	0,079	0,949
7	1	37	0,026	0,975
8	0	0	0	0
9	1	38	0,026	1,000

Cuadro N° 4: Distribución de frecuencias observadas del lapacho Rosado

(*Tabebuiaimpeffiginosa*)

Árbol por parcela	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frec. Relativa acumulada
0	15	15	0,395	0,395
1	13	28	0,342	0,737
2	5	33	0,132	0,869
3	3	36	0,079	0,948
4	2	38	0,053	1,000

Cuadro N° 5: Distribución de frecuencias observadas de la Lanza (*Patagonula Americana L.*)

Árbol por parcela	Frecuencia	Frecuencia acumulada	Frecuencia relativa	Frec. Relativa acumulada
0	16	16	0,421	0,421
1	8	24	0,211	0,632
2	6	30	0,158	0,790
3	5	35	0,132	0,922
4	1	36	0,026	0,948
5	0	0	0	0
6	1	37	0,026	0,974
7	1	38	0,026	1,000

4.2 AJUSTES A LA DISTRIBUCIÓN DE POISON.

Procedimiento de cálculo para las tres especies, efectuado el censo en 38 parcelas cuadradas de 100 metros por 50 metros, en las que se obtuvieron la siguiente información:

CÁLCULOS PARA EL CEBIL

Nº de plantas por parcela	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Numero de parcelas	8	11	5	5	2	2	3	1	0	1

Seguidamente se calculó el número de plantas por parcela por medio de la media ponderada:

$$m = \frac{0 * 8 + 1 * 11 + 2 * 5 + \dots \dots \dots 9 * 1}{8 + 11 + 5 + 5 + \dots 1} = 2,316$$

De acuerdo con la función exponencial, para $m = 2.316$, $e^{-m} = 0.165$, con estos valores se determinaron las posibilidades que cualquier parcela al azar contenga 0; 1; 3; etc. árboles de Cebil.

$$f = \text{proporción de cuadrículas con 0 individuo} = e^{-2.316}(2.316^0/0!)=0.165$$

0 plantas	$f = e^{-m}$	= 0.165
1 planta	$f = me^{-m}$	= 0.382
2 plantas	$f = m^2e^{-m} / 2!$	= 0.443
3 plantas	$f = m^3e^{-m} / 3!$	= 0.342
4 plantas	$f = m^4e^{-m} / 4!$	= 0.198

5 plantas	$f = m^5 e^{-m} / 5!$	= 0.092
6 plantas	$f = m^6 e^{-m} / 6!$	= 0.035
7 plantas	$f = m^7 e^{-m} / 7!$	= 0.012
8 plantas	$f = m^8 e^{-m} / 8!$	= 0.003
9 plantas	$f = m^9 e^{-m} / 9!$	= 0.001

Con los valores obtenidos se calcula el número de parcelas esperadas según la serie de Poisson:

Proporción de cua.	Nº de parcelas	Parcelas esperadas
0.165	x 38 parcelas	6.270
0.382	x 38 parcelas	14.516
0.443	x 38 parcelas	16.834
0.342	x 38 parcelas	12.996
0.198	x 38 parcelas	7.524
0.092	x 38 parcelas	3.496
0.035	x 38 parcelas	1.330
0.012	x 38 parcelas	0.456
0.003	x 38 parcelas	0.114
0.001	x 38 parcelas	0.038

En caso de que hubiera más valores muy pequeños de probabilidad, estos se promedian con el último valor obtenido.

Para calcular la significación de la diferencia entre lo esperado y lo observado, se usa la prueba del Chi cuadrado:

Plantas de la especie	Parcela observadas	Parcelas esperadas
0	8	6,270

1	11	14.516
2	5	16.834
3	5	12.996
4	2	7.524
5	2	3.496
6	3	1.330
7	1	0.456
8	0	0.114
9	1	0.038

$$\chi^2 = \sum \frac{(Frec.Obs. - Frec.Esp)^2}{Frec.Esp} = \frac{(8 - 6.270)^2}{6.270} + \frac{(11 - 14.516)^2}{14.516} + \dots + \frac{(1 - 0.038)^2}{0.038}$$

$$\chi^2 = 46.478$$

El número de términos usados en el cálculo de $\chi^2 = 9$ (0; 1; 2; 3; 4; 5; 6...9), luego los grados de libertad es $9 - 1 = 8$; pero se pierde un grado más de libertad por la estimación de m , luego los grados de libertad son 7.

Para 7 grados de libertad y un 95% de confianza: $X^2 = 14,06$

Para 7 grados de libertad y un 99% de confianza: $X^2 = 18,47$

El valor de χ^2 es 46.478, significativamente mayor que los valores tabulados para un 95% y 99% de confianza, lo cual indica que los valores observados no siguen a la distribución de Poisson y los individuos no tienen una distribución al azar.

Acudiendo a la razón σ^2/μ (Varianza / Media) de la distribución Poisson, se determina si se trata de distribución agrupada o regular. En nuestro caso tenemos:

$$N = 38$$

$$\begin{aligned}
m &= 2.316 \\
SC &= (0^2 \times 8 + 1^2 \times 11 + \dots + 9^2 \times 1) / (38 \times 2.316) = 4.500 \\
\text{Varianza} &= 0.937 \\
\text{Varianza / Medi} &= 0.937 / 2.316 = 0.405
\end{aligned}$$

La razón como se aproxima a 0, lo que señala que la disposición es uniforme.

Recordemos que si el valor de la razón varianza / media se aproxima a 1, la disposición es aleatoria y si se aproxima a cero todas las parcelas contienen el mismo número de individuos y la disposición espacial es uniforme, mientras que si este valor es mayor a 1 la agregación es máxima.

LAPACHO AMARILLO

Número de plantas por parcela	0	1	2	3	4
Número de parcelas	15	13	5	3	2

Seguidamente se calculó el número de plantas por parcela por medio de la media ponderada:

$$m = \frac{0 \cdot 15 + 1 \cdot 13 + 2 \cdot 5 + 3 \cdot 3 + 4 \cdot 2}{15 + 13 + 5 + 3 + 2} = 1,057$$

De acuerdo con la función exponencial, para $m = 1.057$, $e^{-m} = 0.439$, con estos valores se determinaron las posibilidades que cualquier parcela al azar contenga 0; 1; 3; etc. árboles de lapacho amarillo.

$$f = \text{proporción de cuadrículas con 1 individuo} = e^{-1.057}(1.057^0/0!) = 0.439$$

0 plantas	$f = e^{-m}$	= 0.439
1 planta	$f = me^{-m}$	= 0.464
2 plantas	$f = m^2 e^{-m} / 2!$	= 0.245
3 plantas	$f = m^3 e^{-m} / 3!$	= 0.086
4 plantas	$f = m^4 e^{-m} / 4!$	= 0.023

Con los valores obtenidos se calcula el número de parcelas esperadas según la serie de Poisson:

Proporción de cua.	Nº de parcelas	Parcelas esperadas
0.439	x 38 parcelas	= 16.682
0.464	x 38 parcelas	= 17.632
0.245	x 38 parcelas	= 9.310
0.086	x 38 parcelas	= 3.268
0.023	x 38 parcelas	= 0.874

En caso de que hubiera más valores muy pequeños de probabilidad, estos se promedian con el último valor obtenido.

Para calcular la significación de la diferencia entre lo esperado y lo observado, se usa la prueba del Chi cuadrado:

Plantas de la especie	0	1	2	3	4
Parcela observadas	15	13	5	3	2
Parcelas esperadas	16.682	17.632	9.310	3.268	0.874

$$\chi^2 = \sum \frac{(Frec.Obs. - Frec.Esp)^2}{Frec.Esp} = \frac{(15 - 16.682)^2}{16.682} + \frac{(13 - 14.402)^2}{14.402} + \dots + \frac{(2 - 0.874)^2}{0.0874}$$

$$\chi^2 = 7.589$$

El número de términos usados en el cálculo de $\chi^2 = 5$ (0; 1; 2; 3; 4;), luego los grados de libertad es $5 - 1 = 4$; pero se pierde un grado más de libertad por la estimación de m , luego los grados de libertad son 3.

Para 3 grados de libertad y un 95% de confianza: $X^2 = 7,81$

Para 3 grados de libertad y un 99% de confianza: $X^2 = 11,34$

El valor de χ^2 es 7.589, significativamente cercano que los valores tabulados para un 95% y 99% de confianza, lo cual indica que los valores observados siguen a la distribución de Poisson y los individuos tienen una distribución al azar.

Acudiendo a la razón σ^2/μ (Varianza / Media) de la distribución Poisson, se determina si se trata de distribución agrupada o regular. En nuestro caso tenemos:

$$\begin{aligned} N &= 38 \\ m &= 1.057 \\ SC &= (0^2 \times 15 + 1^2 \times 13 + \dots + 4^2 \times 2) / (38 \times 1.057) = 2.312 \\ \text{Varianza} &= 0.965 \\ \text{Varianza / Media} &= 0.965 / 1.057 = 0.913 \end{aligned}$$

Como la razón es aproximada a 1, lo que señala que la disposición es aleatoria.

LANZA BLANCA

Número de plantas por parcela	0	1	2	3	4	5	6	7
Número de parcelas	16	8	6	5	1		1	1

Seguidamente se calculó el número de plantas por parcela por medio de la media ponderada:

$$m = \frac{0*16 + 1*8 + 2*6 + \dots + 7*1}{16 + 8 + 6 + \dots + 1} = 1.500$$

De acuerdo con la función exponencial, para $m = 1.500$, $e^{-m} = 0.311$, con estos valores se determinaron las posibilidades que cualquier parcela al azar contenga 0; 1; 3; etc. árboles de Lanza blanca.

$$f = \text{proporción de cuadrículas con 1 individuo} = e^{-1.500}(1.500^0/0!) = 0.311$$

0 plantas	$f = e^{-m}$	= 0.311
1 planta	$f = me^{-m}$	= 0.467
2 plantas	$f = m^2 e^{-m} / 2!$	= 0.350
3 plantas	$f = m^3 e^{-m} / 3!$	= 0.175
4 plantas	$f = m^4 e^{-m} / 4!$	= 0.066
5 plantas	$f = m^5 e^{-m} / 5!$	= 0.020
6 plantas	$f = m^6 e^{-m} / 6!$	= 0.005
7 plantas	$f = m^7 e^{-m} / 7!$	= 0.001

Con los valores obtenidos se calcula el número de parcelas esperadas según la serie de Poisson:

Proporción de cua.	Nº de parcelas	Parcelas esperadas
0.311	x 38 parcelas	= 11.818
0.467	x 38 parcelas	= 17.746
0.350	x 38 parcelas	= 13.300
0.175	x 38 parcelas	= 6.650

0.066	x 38 parcelas	= 2.508
0.020	x 38 parcelas	= 0.760
0.005	x 38 parcelas	= 0.190
0.001	x 38 parcelas	= 0.038

En caso de que hubiera más valores muy pequeños de probabilidad, estos se promedian con el último valor obtenido.

Para calcular la significación de la diferencia entre lo esperado y lo observado, se usa la prueba del Chi cuadrado:

Plantas de la especie	0	1	2	3	4	5	6	7
Parcela observadas	16	8	6	5	1		1	1
Parcelas esperadas	11.818	17.746	13.300	6.650	2.508	0.760	0.190	0.038

$$\chi^2 = \sum \frac{(Frec.Obs. - Frec.Esp)^2}{Frec.Esp} = \frac{(16 - 11.818)^2}{11.818} + \frac{(8 - 17.746)^2}{17.746} + \dots + \frac{(1 - 0.038)^2}{0.038}$$

$$\chi^2 = 40.722$$

El número de términos usados en el cálculo de $\chi^2 = 7$ (0; 1; 2; 3; 4; 5; 6), luego los grados de libertad es $7 - 1 = 6$; pero se pierde un grado más de libertad por la estimación de m , luego los grados de libertad son 6

Para 6 grados de libertad y un 95% de confianza: $X^2 = 12,59$

Para 6 grados de libertad y un 99% de confianza: $X^2 = 16,81$

El valor de χ^2 es 40.722, significativamente mayor que los valores tabulados para un 95% y 99% de confianza, lo cual indica que los valores observados no siguen a la distribución de Poisson y los individuos no tienen una distribución al azar.

Acudiendo a la razón σ^2/μ (Varianza / Media) de la distribución Poisson, se determina si se trata de distribución agrupada o regular. En nuestro caso tenemos:

$$\begin{aligned}
 N &= 82 \\
 M &= 1.500 \\
 SC &= (0^2 \times 16 + 1^2 \times 8 + \dots + 7^2 \times 1) / (38 \times 1.500) = 3.123 \\
 \text{Varianza} &= 0.943 \\
 \text{Varianza / Media} &= 0.943 / 1.500 = 0.628
 \end{aligned}$$

La razón es más aproximada a 1, lo que señala que la dispersión es aleatoria.

Recordemos que si el valor de la razón varianza / media se aproxima a 1, la disposición es aleatoria y si se aproxima a cero todas las parcelas contienen el mismo número de individuos y la disposición espacial es uniforme, mientras que si este valor es mayor a 1 la agregación es máxima.

Cuadro N° 6: Distribución de Poisson por la prueba de Chi cuadrado para las tres especies arbóreas de la E.E.R.C. (Ho = Los árboles tienen distribución al azar)

Especie	Grados de libertad	Chi cuadrado	probabilidad		Hipótesis
			0.95	0.99	
cebil	7	46.478	14,06	18,47	Se rechaza Ho
Lapacho A.	3	7.589	7,81	11,34	Se acepta Ho
Lanza B.	6	40.722	12,59	16,81	Se rechaza Ho

Cuadro N° 7: Valores de varianza / promedio, como índice de dispersión de especies

especie	promedio	varianza	Varianza / media	Disposición espacial
Cebil	2.316	0.937	0.405	Uniforme
Lapacho A	1.057	0.965	0.913	Aleatorio
Lanza B.	1.500	0.943	0.628	Aleatorio

Las características de una población están determinadas por las interacciones múltiples entre factores extrínsecos e intrínsecos de la ecología de las especies. De manera, que se puede plantear las causas para cada uno de los patrones espaciales en estos términos:

Un patrón aleatorio implica la ausencia total de interacciones entre los individuos y con el medio. Para que la probabilidad de encontrar un individuo sea la misma en todos los puntos del espacio, es necesario que todo este espacio ofrezca las mismas condiciones, lo cual no implica que estas condiciones sean favorables. Asimismo, la presencia de un individuo no debe afectar de ninguna manera la presencia de otro, es decir, los individuos no deben presentar ningún tipo de atracción o segregación, lo cual no implica que puedan ejercer alguna clase de efecto unidireccional de esta índole sobre otras especies dentro de una comunidad.

Un patrón agregado indica la presencia de interacciones entre los individuos, o entre los individuos y el medio. Existen muchas causas probables para la formación de un patrón agregado, cuyo estudio puede ser relevante para comprender mejor la biología o ecología de los organismos o el medio bajo estudio. Si sólo consideramos factores intrínsecos, la agregación podría ser consecuencia de interacciones con el medio abiótico, tales como el requerimiento de un cierto pH de suelo o un micro clima. Si consideramos además factores extrínsecos, la agregación podría ser una consecuencia del patrón de disposición en el medio.

Un patrón uniforme es el resultado de interacciones negativas entre los miembros de la población. Dado que es difícil suponer que de manera natural los recursos se dispongan equidistantes en el espacio, una disposición espacial de este tipo debe estar causada únicamente por factores intrínsecos. Dado que el espacio es finito, interacciones negativas o de segregación, tales como la competencia o el comportamiento agresivo intraespecífico parecen ser los principales agentes causales de un patrón uniforme.

4.3. CARACTERÍSTICAS CUANTITATIVAS.

Algunos ecólogos vegetales opinan que resulta poco práctico contar exactamente la cantidad de individuos, ya sea por la falta de tiempo o porque la forma de vida así lo permite, sin embargo, la abundancia para fines de manejo forestal es un dato importante que permite planificar los turnos de corta y la sostenibilidad manteniendo la biodiversidad de especies sometidas a fuertes presiones por su carácter de extracción selectiva.

A este respecto, Braun Blanquet (1979) relaciona la abundancia y la frecuencia con el agrupamiento sosteniendo de la siguiente manera:

Frecuencia	Abundancia	Espaciamiento	Grado
1 – 20 %	Raro	Muy espaciada	Muy poco frecuente
21 – 40 %	Ocasional	Espaciada	Poco frecuente
41 – 60 %	Frecuente	Uniforme	Frecuente
61 – 80 %	Abundante	Agregada	Bastante frecuente
81 – 100 %	Muy abundante	Muy agregada	Muy frecuente

En este sentido las categorías de abundancia y frecuencia ayudan a dar expresión aproximada de la homogeneidad de la cubierta vegetal.

Cuadro N° 8: Variables cuantitativas de las tres especies arbóreas de la estación experimental Río Conchas

Especie	Abundancia	Abundancia relativa	Frecuencia	Frecuencia relativa	Densidad Arb/cuadri.	Densidad Arb/Hera
cebil	91	46,19	78,94	40,00	2,39	4,79
lapacho	43	21,83	60,53	30,67	1,13	2,26
lanza	63	31,98	57,89	29,33	1,66	3,32

Estos valores resultan ser muy útiles cuando se usan junto con la densidad, porque no solo reportan el número de individuos sino también su distribución en la comunidad forestal. La idea básica es que si una especie ocurre en todas las partes del bosque es bastante frecuente, en cambio si está restringida a un solo lugar será menos frecuente, aunque en ambos casos pueden tener la misma abundancia.

Sobre la base de estas consideraciones, podemos afirmar que la Lanza Blanca y el Lapacho Amarillo son frecuente posiblemente porque la zona de estudio es muy poco intervenido debido a su accesibilidad, o por el poco uso que se le da a esta especie (en el caso de la Lanza). El cebil es el que reporta el mayor valor en cuanto a abundancia y frecuencia denotando ser una especie muy frecuente distribuido uniformemente de forma aleatoria en toda la zona.

4.4. CÁLCULO DE VOLÚMENES

Volumen actual y potencial en pie de las especies se lo realizó de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$V = d \cdot h \cdot f$$

V = Volumen m³

D = diámetro normal

H = altura del fuste

F = coeficiente mórfico de acuerdo norma 0,6

Cuadro N° 9: volúmenes, y abundancia.

volumen en m3						
Especie	N° de arboles	Vol. m3 total	Vol. m3 por hectárea	Vol. m3 por parcela	Vol. m3 por árbol	Densidad o Abundancia
Cebil	91	95,36	2,51	2,51	1,04	5,02
Lapacho A.	43	44,63	1,17	1,17	0,88	2,35
Lanza B.	63	55,91	1,47	1,47	1,06	2,94
Total	197	195,9	5,16	5,16	0,99	10,37

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

5.1. CONCLUSIONES

- La técnica analítica del Chi cuadrado, empleada en el estudio de los patrones de distribución a pesar de ser complicado y laborioso es un método que otorga la primera información sobre las tendencias de agrupamiento de las especies arbóreas. En este sentido, los valores calculados de χ^2 para el lapacho amarillo (*Tabebuia heteropoda*) y para la especie lanza blanca (*Patagonula Americana L.*) son igual y menor que los valores tabulados para un 95 % de probabilidad, lo cual indica que estas especies se distribuyen al azar, mientras que la prueba de χ^2 acusa diferencias altamente significativas ($p < 0.001$) para cebil colorado (*Anadenanthera macrocarpa Benth.*), indicando que existe una sola probabilidad en mil de que la distribución observada sea al azar.
- La distribución de Poisson y la razón varianza : media son útiles para establecer los patrones de disposición espacial siendo que el primero analiza al conjunto de frecuencias de ocurrencias de una serie de eventos y la segunda clasifica la distribución espacial, cuando no se pueden representar gráficamente sobre un mapa la ubicación exacta de cada individuo. De esta manera, se establece que las especies cebil tienen una distribución uniforme, el lapacho tiene una distribución aleatoria, mientras que la lanzase halla espaciado de manera uniforme con cierta tendencia a agruparse.
- Los censos forestales o el levantamiento de datos del 100% de Árboles aprovechables, remantes semilleros, árboles protegidos, etc. son técnicas adecuadas para graficar la ubicación de los árboles en el terreno y ofrece de forma objetiva la disposición de los individuos en los distintos patrones de agregación, Además de la descripción topográfica a detalle, el levantamiento de quebradas, la georeferenciación de atributos de alto valor de conservación

para la fauna (especies claves para la alimentación, bebederos, salitrales, etc.), especies de importancia socioeconómica como las no maderables para la protección durante el aprovechamiento u otra actividad forestal.

Sin embargo el método gráfico no es suficiente para considerar si una especie se agrupa sino se sustenta con métodos analíticos y estadísticos, sin embargo, la localización ayuda a establecer los planes silviculturales y de manejo forestal, ya que permite una mejor orientación en el aprovechamiento forestal y en la ubicación de árboles semilleros.

- Los resultados obtenidos en el censo forestal manifiestan que la especie de mayor abundancia y densidad es el Cebil Colorado (*AnadenantheramacrocarpaBenth*), mientras que la especie con menor abundancia y densidad es el Lapacho Amarillo (*Tabebuiaheteropoda*).
- Los métodos gráficos de distribución espacial de árboles para las tres especies estudiadas corroboran las afirmaciones efectuadas a través de los métodos analíticos y muestran la relación ecológica entre las asociaciones entre las distintas especies, cosa que no se puede lograr tan objetivamente de manera sencilla con otros métodos. (ver mapa N° 3).

5.2. RECOMENDACIONES.

- Cuando se trata de superficies pequeñas, se recomiendan los censos forestales para obtener resultados rápidos a través de los métodos gráficos, pero, cuando las condiciones económicas y superficies son grandes es recomendable efectuar muestreos de reconocimiento, definiendo previamente el tamaño adecuado de las parcelas y las muestras aplicando métodos estadísticos y ecológicos.

- Se sugiere completar el presente estudio con otros estudios en la estación experimental Río Conchas, con investigaciones tendientes a determinar los factores ambientales y ecológicos que provocan la agregación y dispersión de las especies forestales de alto valor económico o ambientales, asimismo relacionarlos con estudios de biodiversidad y comparación entre hábitat.

- Tomar en cuenta o considerar los resultados obtenidos en esta investigación, cuando se formulen planes de manejo forestal u otro tipo de investigación en este tipo de comunidad vegetal y tomar en cuenta las relaciones de asociación que demuestran entre las especies.

- Aplicar otros métodos que determinan los patrones de disposición espacial, y también tomar en cuenta factores que pueden influir como ser: topografía tipo de suelo, etc. para validar la mejor metodología a ser empleada en fenómenos particulares de cada región.