UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

FACULTAD DE AGRONOMIA

CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

TESIS DE GRADO

EVALUACIÓN DEL HUASICUCHO (*Centrolobium ochroxylum* Rose ex Rudd) EN SISTEMAS AGROFORESTALES MULTIESTRATO EN COMUNIDADES DE PALOS BLANCOS - ALTO BENI

Presentado por:

JEANNETTE CABEZAS ARAMAYO

LA PAZ – BOLIVIA

2011

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONÓMICA

EVALUACIÓN DEL HUASICUCHO (*Centrolobium ochroxylum* Rose ex Rudd) EN SISTEMAS AGROFORESTALES MULTIESTRATO EN COMUNIDADES DE PALOS BLANCOS - ALTO BENI

Tesis de Grado presentado como requisito parcial para optar el título de Ingeniera Agrónoma

JEANNETTE CABEZAS ARAMAYO

TUTOR:

Ing. For. Luis Goitia Arze ……..……

TRIBUNAL EXAMINADOR:

Ing. MSc. Félix Rojas Ponce ……..……

Ing. Rene Calatayud Valdez ……...……

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador
……..……

La Paz-Bolivia

2011

A José y Jaime ...

AGRADECIMIENTOS

A la linda tierra de Palos Blancos, sus bosques y arboles…principio de inspiración para realizar esta investigación.

Al Sr. Nicolás Callata por facilitarme generosamente los predios para realizar este trabajo, gracias…por su permanente participación en cada etapa del estudio, fueron muy valiosas.

A Blas, Ricardo, Darío, Jorge, Fortunato, Andrés, “mis colegas”, por la amistad y los gratos momentos de diversión, y por las facilidades brindadas para el desarrollo de esta investigación, por los conocimientos y experiencias.

A la Central de Cooperativas El Ceibo, sus directivos y personal técnico que siempre están dispuestos a colaborar y coordinar actividades en la zona.

A Ing. MSc. Ángel Pastrana por los libros, apoyo, opiniones acerca de mi trabajo de investigación.

A Ing. For. Luis Goitia Arze, mi asesor, por los importantes aportes, comentarios y sugerencias emitidos durante la edición de la tesis.

A Ing. Ramiro Mendoza, consejero principal, por su valiosa contribución a la realización de este trabajo.

A Ing. MSc. Félix Rojas Ponce, Ing. Rene Calatayud Valdez, por las observaciones y correcciones oportunas que ayudaron a enriquecer esta investigación.

A la Facultad de Agronomía particularmente a Ingrid, Lenny, Cesar, Vale y Manuel, por los años de estudio, su amistad y apoyo, con quienes compartí los mejores momentos “la U…”

A Samuel….gran amigo, único y el mejor, quien por su insistencia, constancia ayuda y apoyo incondicional fueron el impulso que me llevo a realizar este trabajo.

Cecilia, amiga…gracias por el apoyo en la etapa mas importante de mi trabajo, sin ti no lo hubiera hecho.

Jhovanny, compañero de mi vida, gracias…por las inquietudes comprendidas, la paciencia y capacidad de entenderme, por los viajes, ausencias, gracias por esperar…

RESUMEN

La producción agrícola intensiva, el limitado conocimiento y experiencias de los agricultores en el manejo de sistemas agroforestales, además de la tala no controlada de árboles con alto valor comercial, han contribuido a la escasa presencia de especies arbóreas útiles en parcelas de Alto Beni, Bolivia.

El objetivo del estudio fue evaluar la presencia del Huasicucho **(***Centrolobium ochroxylum* Rose ex Rudd**)** en 2 comunidades del Municipio de Palos Blancos – Alto Beni (Agua Clara, y Tarapacá) en parcelas con Sistemas Agroforestales Multiestrato para concientizar a la población la importancia de dicho árbol en los sistemas agroforestales en las parcelas de la región.

El estudio se realizó en 2 parcelas (10 ha) en comunidades de Palos Blancos y se utilizó la metodología de Método sin Parcelas o Cuarto con Punto Centrado (CPC), Medición de cobertura del Dosel, Perfiles de Vegetación. Los cultivos más importantes en la zona son: cacao, cítricos, banano y papaya. Las parcelas tienen suelos franco-arcillosos y arcillosos, con pendientes que varían entre 0 y 43%. Los cultivos presentan suelos con pendientes entre 10 y 20%. Se evaluaron 39 árboles en una superficie total de 10 ha (5 ha agrícolas por comunidad). La especie arbórea estudiada en las parcelas de las comunidades de Palos Blancos – Alto Beni es utilizada para semisombra en el cultivo de cacao, y a la vez su madera por su veteado particular es utilizada para la fabricación de parquets, muebles, marcos e incluso para leña.

Actualmente, en la zona existe mercado 33 especies maderables con precios que fluctúan entre $53 y $320/m³ de *Hevea brasiliensis* (goma) y *Swietenia macrophylla* (mara), respectivamente. La mayoría de productores del Alto Beni tienen dos objetivos: incrementar la superficie de cacaotales y enriquecer la parcela con maderables valiosas, incluido ahora esta la especie huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*), a la falta y escasez de las especies maderables valiosas, este árbol es buena alternativa para un desarrollo sustentable, sin embargo es mas valioso por el aporte de materia orgánica gracias a su extensiva masa foliar, y es apropiada para establecer cortinas rompevientos, además de semisombra para los cacaotales injertos e híbridos, los cuales necesitan mas cuidados. Se identificaron tres razones importantes para seguir utilizando el árbol y para establecerlo en más parcelas, el huasicucho tiene crecimiento rápido, es un árbol de importancia para semisombra y por sus características y usos mejoraría económicamente a las familias de las comunidades de Palos Blancos - Alto Beni

SUMMARY

Intensive agricultural production, limited knowledge and experiences of farmers in the management of agroforestry systems, as well as uncontrolled felling of trees with commercial value, have contributed to the scarcity of useful tree species in plots of Alto Beni, Bolivia .

The study aimed to evaluate the presence of Huasicucho (Rose ex *ochroxylum Centrolobium* Rudd) in 2 communities in the municipality of Palos Blancos - Alto Beni (Agua Clara, and Tarapaca) in multilayer Agroforestry plots to raise public awareness of the importance of this tree in agroforestry plots in the region.

The study was conducted in two plots (10 ha) in Palos Blancos communities and used the methodology or method without Plots Point Centered Quarter (CPC), Measurement of canopy cover, Profiles Vegetación. Los most important crops in the area are cocoa, citrus, banana and papaya. The plots are clay loam soil and clay, with slopes ranging from 0 to 43%. Cultures have soils with slopes between 10 and 20%. 39árboles were evaluated in a total area of 10 ha (5 ha agricultural community). The tree species studied in the plots of the communities of Palos Blancos - Alto Beni is used to partial shade in cocoa farming, while the wood for their particular grain is used for the production of parquet, furniture, frames and even firewood .

Currently, no market in the timber 33 with prices ranging from $ 53 to $ 320 / m³ of *Hevea brasiliensis* (rubber) and *Swietenia macrophylla* (mahogany), respectively. Most producers in the Alto Beni has two objectives: to increase the area of cocoa and enrich the plot with valuable timber, including the species is now huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*), lack and scarcity of valuable timber species, this tree is good alternative for sustainable development, however it is most valuable for the contribution of organic matter due to its extensive foliage and is appropriate to establish windbreaks, as well as partial shade for cocoa grafts and hybrids, which need more cuidados. Se identified three important reasons to continue using the tree and set it to more parcels, the huasicucho has fast-growing tree is important to partial shade and improve their characteristics and uses to the families of the communities of Palos Blancos - Alto Beni

CONTENIDO

Dedicatoria i
Agradecimientos ii
Resumen……..... iii
Summary…….. iv
Indice General……. vi
Indice de Cuadros…….. xi
Indice de Figuras…… xii
Indice de Gráficos…….. xiii
Indice de Anexos…… xiv

INDICE

Nº	TITULO	PAG.
1	**INTRODUCCION**	1
1.1	Justificación	3
2	**OBEJTIVOS**	5
2.1	Objetivo General	5
2.2	Objetivos Específicos	5
2.3	Hipótesis	5
3	**REVISION BIBLIOGRAFICA**	7
3.1	Concepto de Evaluación	7
3.1.1	Definición de Evaluación	7
3.2	Definición de Especie	7
3.3	Concepto de Silvicultura	7
3.3.1	Agricultura con silvicultura	8
3.4	Concepto de Dendrologia	8
3.5	Definición de Sistema	9
3.5.1	Elementos de un sistema	9
3.6	Enfoque de sistemas para el análisis de los Sistemas Agroforestales	11
3.7	La Agroforesteria	11
3.7.1	Importancia de la Agroforesteria	13
3.8	Los Sistemas Agroforestales	14
3.8.1	Características de los Sistemas Agroforestales	14
3.8.2	Clasificación de los Sistemas Agroforestales	15
3.8.3	Importancia y beneficios de los Sistemas agroforestales	15
3.8.4	Evaluación de Sistemas Agroforestales	18
3.9	Sistemas Agroforestales Multiestrato	18
3.9.1	Composición de especies en los Sistemas Agroforestales Multiestrato en Alto Beni	18
3.9.1.1	Componente Cacao	20

3.9.1.1.1	Producción de Cacao en Alto Beni	21
3.10	Dendrologica	22
3.10.1	Árbol	23
3.10.1.1	Tronco o fuste	24
3.10.1.2	Copa	24
3.10.1.3	Corteza	24
3.10.1.3.1	Corteza muerta	25
3.10.1.3.2	Corteza viva	26
3.10.1.3.2.1	Exudaciones de la corteza viva	26
3.10.1.4	Duramen	26
3.10.1.5	Características organolépticas de la madera	26
3.10.1.5.1	Color	26
3.10.1.5.2	Olor	27
3.10.1.5.3	Sabor	27
3.10.1.5.4	Lustre o brillo	27
3.10.1.5.5	Grano	28
3.10.1.5.6	Textura	28
3.10.1.5.7	Veteado	29
3.10.1.5.8	Duramen y peso	29
3.10.1.6	Hojas	29
3.10.1.6.1	Hojas simples	30
3.10.1.6.2	Hojas compuestas	30
3.10.1.6.3	Filodios	30
3.10.1.6.4	Posición de las hojas	30
3.10.1.6.5	Forma de la lamina	31
3.10.1.7	Inflorescencia	31
3.10.1.7.1	Flor	31
3.10.1.8	Fruto	32
3.10.2	Importancia de los árboles	32
3.10.3	Ciclo vital de los árboles	33
3.11	Transectos	33

3.12	Tarara	34
3.13	Huasicucho	35
3.13.1	Taxonomía	36
3.13.2	Descripción botánica	37
3.13.2.1	Corteza	37
3.13.2.2	Hojas	38
3.13.2.3	Flores	38
3.13.2.4	Frutos	38
3.13.2.5	Semillas	38
3.13.2.6	Plántulas	39
3.13.3	Condiciones medio ambientales y distribución	39
3.13.3.1	Asociaciones ambientales	40
3.13.3.2	Asociaciones con especies arbóreas	40
3.13.4	Silvicultura	42
3.13.4.1	Ecología	42
3.13.4.2	Floración	43
3.13.4.3	Polinización	43
3.13.4.4	Recolección y almacenamiento de semillas	44
3.13.4.5	Dispersión de semillas, germinación y almacenamiento	44
3.13.4.6	Regeneración y requerimientos para sucesión	46
3.13.4.7	Ciclo de corta y tratamientos silviculturales	46
3.13.4.8	Crecimiento y densidad	47
3.13.4.9	Reacción a la competencia y perturbación	48
3.13.4.10	Incidencia de parásitos y trepadoras	49
3.13.4.11	Valor para la fauna silvestre	49
3.13.5	Propiedades Maderables	50
3.13.5.1	Usos	50
3.14	Sistema de Información Geográfica (SIG)	51
3.14.1	Datos Geográficos	52
3.15	Métodos para el análisis de datos	52

3.15.1	Medidas de tendencia central	53
3.15.1.1	La Media	53
3.15.1.2	La Varianza	54
3.15.1.3	Desviación Estándar	56
3.15.1.4	Coeficiente de Variación	57
3.16	Herramientas de diagnóstico para apoyar los Sistemas de manejo Conjunto de Bosques	59
3.16.1	Método sin parcelas	59
3.16.2	Medición de la Cobertura del Dosel	59
3.16.3	Perfiles de Vegetación	60
4	**LOCALIZACION**	61
4.1	Ubicación Geográfica del área de estudio	61
4.2	Descripción del Alto Beni.	62
4.2.1	Palos Blancos	63
4.3	Características Climáticas y Fisiografía generales	64
5	**MATERIALES Y MÉTODOS**	65
5.1	Materiales	65
5.1.1	De campo	65
5.1.2	De Gabinete	65
5.2	Métodos	65
5.2.1	Metodología.	65
5.2.2	Delineamiento estadístico.	65
5.3	Etapas de la Investigación	66
6	**RESULTADOS Y DISCUSIONES**	80
6.1	Resultados	80
6.1.1	Evaluación biofísica	80
6.1.2	Evaluación de los sistemas Agroforestales Integrales entre especies cultivadas	82
6.1.2.1	Riqueza de especies	83
6.1.3	Evaluación de la Interacción Ecológica y económica entre especie Huasicucho y Cacao	84

6.1.4	Evaluación Agroforestal	85
6.1.5	Perfiles de Vegetación	105
6.2	Discusiones	110
7	**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**	115
7.1	Conclusiones	115
7.2	Recomendaciones	115
8	Literatura citada	117

ÍNDIE DE CUADROS

Nº	TITULO	PAG.
1	Índice de Asociación Positiva y Negativa	41
2	Variables de estudio	80
3	Relación de Medias, Varianza, desviación Típica y coeficiente de Variación en las dos Comunidades de Estudio con respecto al DAP	86
4	Relación de Medias, Varianza, desviación Típica y coeficiente de Variación en las dos Comunidades de Estudio con respecto a la Cobertura del dosel de Sombra	89
5	Relación de Medias, Varianza, desviación Típica y coeficiente de Variación en las dos Comunidades de Estudio con respecto al Diámetro de Copa	92
6	Relación de Medias, Varianza, desviación Típica y coeficiente de Variación en las dos Comunidades de Estudio con respecto a la Altura Comercial	95
7	Relación de Medias, Varianza, desviación Típica y coeficiente de Variación en las dos Comunidades de Estudio con respecto a la Altura Total	98
8	Relación de Medias, Varianza, desviación Típica y coeficiente de Variación en las dos Comunidades de Estudio con respecto al Volumen	101

INDICE DE FIGURAS

Nº	TITULO	PAG.
1	Esquema simplificado de un Sistema	11
2	Croquis de instalación de componentes en un Sistema Agroforestal Multiestrato (SAFM)	20
3	Árbol de huasicucho	35
4	Huasicucho de 7 años de edad	37
5	La corteza externa del huasicucho	37
6	Plántulas de huasicucho	39
7	Rebrotes de huasicucho	42
8	Corteza interna del huasicucho	50
9	Metodología punto centro cuadrado (Mostacedo y Fredericksen, 2000).	75
10	Metodología punto centro cuadrado (Mostacedo y Fredericksen, 2000).	77
11	Suelo de la Comunidad Agua Clara y de la Comunidad Tarapacá	82
12	Relación de venta cacao y madera	85
13	Árbol con incidencia de trepadora	105
14	Perfil de Vegetación Horizontal y Vertical de la Parcela Nº1 en la Comunidad Agua Clara	107
15	Perfil de Vegetación Horizontal y Vertical de la Parcela Nº1 en la Comunidad Tarapacá	109

INDICE DE GRÁFICOS

Nº	TITULO	PAG.
1	Comparación de Medias DAP (cm) en arboles de huasicucho	85
2	Comparación de la Varianza de DAP en arboles de huasicucho	86
3	Comparación de la Desviación Estándar de DAP en arboles de huasicucho	87
4	Comparación del Coeficiente de Variación de DAP en arboles de huasicucho	87
5	Comparación de Medias de la Cobertura del Dosel de sombra (%) del huasicucho	88
6	Comparación de la Varianza de la Cobertura del Dosel de sombra del huasicucho	89
7	Comparación de la Desviación Estándar de la Cobertura del Dosel de sombra del huasicucho	90
8	Comparación del Coeficiente de Variación de la Cobertura del Dosel de sombra del huasicucho	90
9	Comparación de Medias del Diámetro de Copa (cm)	91
10	Comparación de la Varianza del Diámetro de Copa del huasicucho	92
11	Comparación de la Desviación Estándar del Diámetro de Copa del huasicucho	93
12	Comparación del Coeficiente de Variación del Diámetro de Copa del huasicucho	93
13	Comparación de Medias de la Altura Comercial del huasicucho	94
14	Comparación de la Varianza de la Altura Comercial del huasicucho	95
15	Comparación de la Desviación Estándar de la Altura Comercial del huasicucho	96
16	Comparación del Coeficiente de Variación de la Altura Comercial del huasicucho	96
17	Comparación de Medias de la Altura total del árbol de huasicucho	98
18	Comparación de la Varianza de la Altura total del árbol de huasicucho	99
19	Comparación de la Desviación Estándar de la Altura total del árbol de huasicucho	99
20	Comparación del Coeficiente de Variación de la Altura total del árbol de huasicucho	100
21	Comparación de Medias del Volumen del árbol de huasicucho	101

22	Comparación de La Varianza del Volumen del árbol de huasicucho	102
23	Comparación de la Desviación Estándar del Volumen del árbol de huasicucho	103
24	Comparación del Coeficiente de Variación del Volumen del árbol de huasicucho	103

INDICE DE ANEXOS

Nº	TITULO	PAG.
1	Hojas de huasicucho	127
2	Flores de huasicucho	128
3	Frutos y semillas de huasicucho	129
4	Mapa de Palos Blancos – Alto Beni	130
5	Formulario sobre información general de la Parcela. Palos Blancos - Alto Beni, Bolivia.	131
6	Formulario sobre información dasométrica y usos de árboles con DAP ≥ 5 cm. Alto Beni, Bolivia.	133
7	Datos climáticos promedios del Alto Beni, correspondientes a los años 2007, 2008 y 2009*	134
8	Incidencia de trepadora	135
9	Fotografías, toma de datos	136
10	Sistema Agroforestal Multiestrato, compuesto por Cacao, Banano y huasicucho.	137
11	Cacaotales con presencia de semisombra	138
12	Datos Tabulados de las variables estadísticas	139
13	Datos de los cuadrantes de las comunidades Palos Blancos-Alto Beni Bolivia	141
14	Croquis del área estudiada Agua Clara	143
15	Croquis del área estudiada Tarapacá	144

1. INTRODUCCION

El presente trabajo de investigación fue realizado en el municipio de Palos Blancos-Alto Beni, en dos comunidades Agua Clara y Tarapacá, permitió evaluar a la especie maderable huasicucho *(Centrolobium ochroxylum* Rose ex Rudd*)* en sistemas agroforestales multiestrato en bosque natural tomando en cuenta la interacción ecológica con cultivos de la zona como arroz, cacao, cítricos y banano para determinar el comportamiento, desarrollo y valor económico en asociación con cultivos en sistemas integrales impor9tantes para la región bajo condiciones ecológicas.

El estudio propone renovar el valor importante de la especie e incentivar a los agricultores la plantación de la especie en las zonas de establecimiento de sus parcelas con sistemas agroforestales que ellos implementen.

La pérdida de recursos forestales se ha convertido en un problema mundial de mayor preocupación, debido principalmente a la explotación sistemática de los bosques y los arboles que realizan las grandes empresas madereras y otros sectores que a través del cambio del uso de la tierra comprometen seriamente las condiciones medio ambientales, sin tomar en cuenta que existen otras alternativas importantes para el desarrollo de las zonas boscosas.

El Departamento de La Paz cuenta con una superficie total de 133,985 Km2 de los cuales 61,289 Km2 se encuentran cubiertas por bosques representando el 45,82% de su territorio como zona boscosa, según la masa de cobertura y uso actual de la tierra, (Ministerio de Desarrollo Sostenible y Ministerio de Aguas, 1997).

Desde inicios de la década de los años noventa la agricultura convencional en Alto Beni, fue sustituida paulatinamente por formas de producción más “sostenibles”. El monocultivo y la mecanización en zonas con suelos frágiles, en pendientes con altas

precipitaciones llego en muchos casos a la degradación acelerada de los suelos productivos (Wilkes, H. 2007)

Los sistemas agroforestales (SAF) consisten en una combinación de plantaciones de árboles y cultivos agrícolas y, en algunos casos, de ganado en espacio y/o tiempo. Las plantaciones simultáneas tienen como fin aprovechar el terreno de manera más eficiente al ocupar diferentes estratos (DED, 2007)

Según IIAB, 2005 citado por DED, 2007, menciona que los sistemas agroforestales sucesiónales o multiestrato son sistemas que se asemejan a la composición y dinámica del bosque natural de la zona, caracterizándose por una alta diversidad de plantas y árboles locales de diferentes estratos o niveles ubicados en una cierta densidad.

Generalmente en las comunidades de Palos Blancos - Alto Beni se encuentran sistemas agroforestales sucesiónales, una forma de producción agrícola y forestal conjunta, tratando de imitar la estructura, composición y dinámica de los bosques naturales, combinando especies forestales, frutales, palmáceas, medicinales y de poda, asegurando el ingreso a los productores a corto, mediano, y largo plazo (OSCAR, 2005; citado por DED, 2007).

1.1. Justificación

Bolivia es un país importante en cuanto a extensión de bosques tropicales productores de madera y de productos forestales no maderables, la extracción forestal ha sido una actividad extremadamente selectiva y enfocada en unas cuantas especies de las cuales ahora vemos el resultado de su extinción, de esta manera existen otras especies que hace algún tiempo no han sido tomadas en cuenta pero por la falta de maderas de alto valor se han visto amenazadas y ahora están siendo indiscriminadamente taladas.

En el Municipio de Palos Blancos de la zona de Alto Beni, Sud Yungas de La Paz, es muy frecuente encontrar parcelas con sistemas agroforestales tradicionales que fueron establecidos hace más o menos 12 años, por instituciones propuestas a brindar capacitación en un mejor uso del recurso suelo pero prácticamente la población no comprende esencialmente las técnicas científicas del establecimiento de un SAFM (Sistemas Agroforestales Multiestrato) con la interacción ecológica de un árbol maderable.

En las comunidades del Municipio de Palos Blancos se puede identificar parcelas multiestrato (SAFM) con el componente de especie huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*), especie muy importante para los agricultores de la zona, en estos tiempos es considerado un árbol significativo por sus características de crecimiento y desarrollo además de sus propiedades maderables.

Sin embargo esta especie arbórea también es utilizada por los productores por su servicio de semisombra en cacaotales, citricales y bananales, y considerada por su rápido crecimiento en competencia a comparación de otras especies arbóreas, además su comportamiento varía según la conformación de cultivos de un SAF multiestrato, y también según sea el piso ecológico en el que se encuentre.

También, se debe considerar la importancia del modo del establecimiento de los sistemas agroforestales multiestrato para poder explicar sus componentes, la forma de interacción con esta especie (huasicucho), y para analizar las características esenciales de dichos SAF multiestrato en las comunidades de Palos Blancos, siendo esta zona la de mayor producción en cacao y banano.

El huasicucho *(Centrolobium ochroxylum)* no se tomo en cuenta desde la incorporación de cultivos de cacao y banano en bosque natural, de esta manera recientemente se observo las características importantes del mismo hacia el crecimiento y desarrollo de los cultivos de importancia económica en Palos Blancos-Alto Beni.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Evaluar la presencia del huasicucho **(***Centrolobium ochroxylum***)** en dos comunidades del Municipio de Palos Blancos – Alto Beni (Agua Clara, y Tarapacá) en parcelas con Sistemas Agroforestales Multiestrato.

2.2. Objetivos específicos

- Comparar la incidencia de los factores ecológicos propiciados por la presencia del huasicucho **(***Centrolobium ochroxylum***)** en parcelas agroforestales de las comunidades de Agua Clara y Tarapacá que se ubican en diferentes comunidades en el Municipio de Palos Blancos.

- Analizar los sistemas de producción integrales en las parcelas agroforestales multiestrato en dos comunidades.

- Evaluar la Interacción ecológica y económica (uso y manejo) del huasicucho con los componentes de los sistemas agroforestales en dos comunidades del Municipio de Palos Blancos.

- Describir las características dendrologícas y silviculturales de la especie huasicucho.

2.3. Hipótesis

Ho Al comparar los factores ecológicos del huasicucho *(Centrolobium ochroxylum) n*o existe diferencia en las parcelas agroforestales de las comunidades de Agua clara y Tarapacá en Palos Blancos - Alto Beni.

Ho Al analizar los sistemas de producción integrales no existe diferencia en las parcelas agroforestales de las dos comunidades.

Ho Al evaluar la interacción ecológica y económica del huasicucho *(Centrolobium ochroxylum)* con los componentes de los sistemas agroforestales multiestrato no existe diferencia en las dos comunidades de Palos Blancos-Alto Beni

Ho Al describir las características dendrologícas y silviculturales de la especie huasicucho *(Centrolobium ochroxylum)* tienen complejas interacciones ecológicas y económicas.

3. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1. Definición de Evaluación

Evaluación es una actividad inherente a toda actividad humana intencional por lo que debe ser sistemática, y que su objetivo es determinar el valor de algo (Popham, 1990).

Popham (1990), menciona que es un proceso que implica la acumulación de información con una posterior interpretación en función del contraste con determinadas instancias de referencia o patrones de deseabilidad, para hacer posible la emisión de un juicio de valor que permita orientar la acción o la toma de decisiones.

3.2. Definición de Especie

Goitia (2003), Menciona que es la presente sucesión de individuos perpetuados por reproducción sexual por lo que existe continuidad de origen.

Chávez (1993), indica que en Biología se denomina especie *(del latín species)* a cada uno de los grupos en que se dividen los géneros, es decir, la limitación de lo genérico en un ámbito morfológicamente concreto, en biología una especie es la unidad básica de la clasificación biológica.

3.3. Concepto de Silvicultura

La silvicultura es la parte técnica forestal orientada al establecimiento, desarrollo, cuidado y reproducción de los bosques. Los fundamentos de la silvicultura son la base científica sobre l que se desarrolla esta ciencia, los aspectos biológicos y ecológicos, además del conjunto de otras ciencias especiales que interactúan para posibilitar la existencia de bosques, así como la posibilidad de restablecerlo, (Goitia, 2009)

El mismo autor indica que la silvicultura practica, es la técnica silvícola que se aplica a determinado bosque, para posibilitar obtener de él, rendimiento sostenible, en el marco de una ordenación forestal sostenible; esencialmente se divide en el conocimiento de las características ecológicas de reproducción de las especies, de su adaptación a podas, raleos, de su capacidad de macollaje* y la combinación de todas y cada una de estas actividades.

La silvicultura es interpretada de varias formas, pero el concepto más utilizado es: “la práctica de controlar el establecimiento, la composición y el crecimiento de los bosques”. Una definición, más sucinta, indica que la silvicultura es “la ecología forestal aplicada”, (Goitia, 2009)

La silvicultura comprende el aprovechamiento (generalmente denominado “primer tratamiento silvicultural”), los tratamientos culturales adicionales para la mejora de la regeneración o el control de composición de especies, calidad de árboles y crecimiento; y los tratamientos enfocados en la protección de bosque del ataque de plagas, patógenos y desastres naturales. (Fredericksen, *et al*., 2001)

3.3.1. Agricultura con silvicultura

Este caso se presenta cuando en la parcela se tiene una parte cultivos agrícolas y otra tiene árboles o bosques plantados o naturales, o simplemente vegetación natural arbustiva, o en el caso una mezcla entre ambos en el mismo sitio (Sorgechager, *et al*., 1991) Los mismos autores indica que existen tres combinaciones importantes: Agricultura con ganadería, Agricultura con silvicultura, y ganadería con silvicultura

3.4. Concepto de Dendrología

Dendrología: El termino *Dendrología* se deriva de dos palabras griegas, dendron=árbol, y logos = discurso, palabra o ciencia, o el estudio o ciencia de los árboles (Microsoft en carta, 2010).
Dayton, (1943); uso el termino en un resumen de la historia quizá fue la primera mención de la palabra dendrología la cual fue un libro de un medico naturalista italiano entre los primeros estudios de árboles no incluyeron los nombres, descripciones, clasificaciones e identificación.

El mismo autor señala que más tarde se desarrolló la ciencia de ordenar y crecer árboles en los bosques como dasonomía y se retuvo la materia restringida básica de la identificación de árboles. Al mismo tiempo se extiende el término a veces para incluir los arbustos y bejucos leñosos ornamentales y arboles forestales.

La Dendrología está relacionada también con la botánica o ciencias vegetales ya a la rama de taxonomía o clasificación. Se puede considerar como la división de la dasonomía o de botánica que trata de taxonomía de los árboles entonces Dendrología es la división de la dasonomía o de botánica que trata de la taxonomía de los árboles y otras plantas leñosas incluyendo al nomenclatura clasificación identificación y distribución de los mismos (Dayton, 1943);

3.5. Definición de Sistema

Del latín *Systēma*, *es el* conjunto de reglas o principios sobre una materia racionalmente enlazados entre sí (Microsoft Encarta, 2009).

3.5.1. Elementos de un sistema

Becht (1974), citado por Hart, (1985) menciona también, si la Unidad formada por los componentes funciona sin tener interacción con otros componentes del ambiente que

la rodea a la unidad, el sistema se define como *cerrado*. En el mundo real los sistemas son abiertos, es decir, tiene interacción con el ambiente.

El mismo autor indica que, esta interacción resulta en entradas y salidas a la unidad. Al observar fenómenos reales y define conjuntos de componentes que forman unidades, las fronteras entre unidades constituyen los limites de cada sistema. Hay ciertos elementos que todo sistema tiene: Componentes, Interacción entre elementos, Entradas, Salidas y Límites.

Los componentes de un sistema son los elementos básicos (la materia prima) del sistema. Ejemplo: Si un cuerpo humano es un sistema, los huesos, la sangre, los tejidos, etc., son entonces los componentes del sistema (Becht, 1974).

La interacción entre los componentes es lo que proporciona las características de estructura a la unidad. Dos cuerpos humanos pueden tener los mismos componentes (músculos, huesos, etc.) pero poseen apariencias diferentes (estructura) muy diferente (Hart, 1985).

Según Hart, (1985), las entradas y salidas de un sistema son los flujos que entran y salen de la unidad. El proceso de recibir entradas y producir salidas es lo que da función a un sistema, así como un motor que tiene la función de mover un automóvil es un sistema que toma gasolina (entrada) y produce energía mecánica (salida) que lo mueve.

Mariaca, (1999), indica que la característica funcional del sistema agropecuario se refiere a procesar ingresos, tales como radiación solar, agua y nutrientes. Produce egresos tales como alimentos, leña, fibras, etc. La objetividad de un sistema está en agrupar componentes de una manera organizada y simplificada. (Ver figura 1)

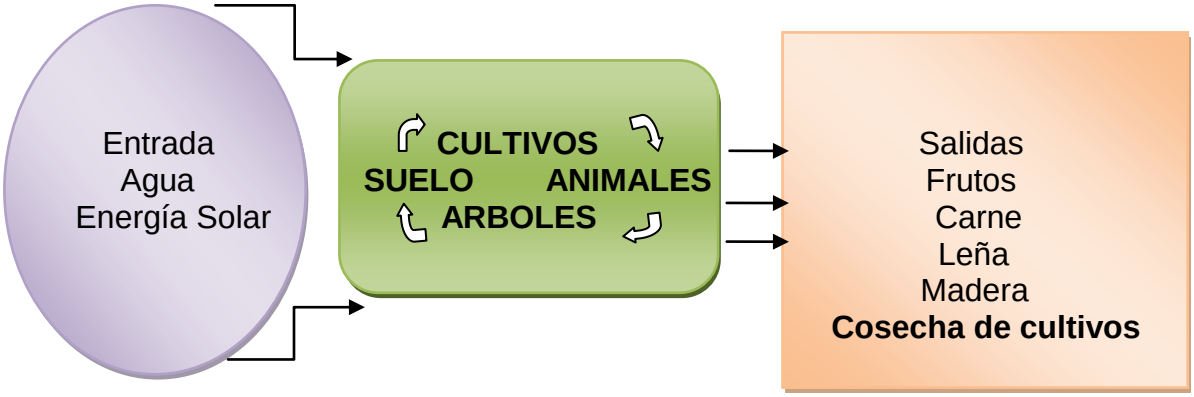


Figura. 1. **Esquema simplificado de un Sistema**

Fuente: Mariaca, R, (1999)

3.6. Enfoque de sistemas para el análisis de los Sistemas Agroforestales

CATIE, 1986 (citado por FAO-USAID, 1997), menciona que el enfoque de sistemas supone que la comprensión de las interacciones entre los elementos de un sistema facilita la comprensión de la función del sistema como un todo.

3.7. La Agroforestería

La Agroforestería es un nombre colectivo para sistemas de uso de la tierra en los cuales crecen árboles en asociación con cultivos agrícolas y/o pastura y ganado en un arreglo espacial o secuencial en el tiempo; en los cuales hay interacciones ecológicas y económicas entre los árboles y los componentes arbóreos y no arbóreos cada uno sirve para cubrir algunas de las necesidades de los productores para subsistencia (necesidades de alimento, forraje para ganado y leña) o en efectivo (Young, 1988 y Nair, 1993).

La Agroforesteria se reconoce como una práctica tradicional milenaria de cultivo de árboles en parcelas para el beneficio de la familia del agricultor, habiendo sido traída desde el conocimiento autóctono hasta la frontera de la investigación agrícola en las

dos últimas décadas; y de allí ha sido promovido como una práctica que mejora la sostenibilidad, combinando, los mejores atributos de la agricultura y la forestería (Sánchez, 1995).

Según Somarriba, (1992) la agroforesteria “es una forma de cultivo múltiple que satisface tres condiciones básicas”:

1. Existen al menos, dos especies de plantas que interactúan biológicamente
2. Al menos uno de los componentes es una leñosa perenne
3. Al menos uno de los componentes es una planta manejada con fines agrícolas, incluyendo pastos

Según Sorgechager, et al. (1991); indican que la actividad agropecuaria se divide en tres sectores la agricultura, Ganadería y Silvicultura, estas actividades se conocen también como formas de “uso de suelo” y pueden realizarse en forma independiente o en forma combinada.

La Agroforesteria combina la combinación y el servicio. Los principales productos de los árboles de usos múltiples son combustibles leñosos forraje y alimentos. Otros productos que se encuentran menos frecuentemente, incluyen las sustancias medicas gomas y resinas, taninos, aceites esenciales, fibras y ceras (Von Carwits, 1986)

Algunos autores sugieren que la Agroforesteria, por la liberación de varios productos, es menos vulnerable a fluctuaciones en el mercado (Lilieholm and Reeves, 1991) y en los grupos de subsistencia muchas razones han sido identificadas para prever que el cultivo de árboles mejora la estabilidad del consumo (Price, 1995).

Según Tabora, (1991) la Agroforesteria tiene potencial para amortiguar riesgos y reducir la incertidumbre. Ello está en relación directa con la diversidad de fuentes de ingreso, que amortigua los riesgos en las parcelas. La autosuficiencia de alimentos, por ejemplo

brinda al productor cierta flexibilidad para vender los productos en el tiempo y en los términos más favorables que cuando no tiene fuentes alternativas de ingreso.

Según Budowski, (1994) no cabe duda que en la mente de muchos, la Agroforesteria es una herramienta idónea para mejorar el nivel de vida de comunidades rurales, pero pasar de la teoría a la práctica representa un dilema. Las modalidades tradicionales tienen la ventaja de que se conocen y de hecho los que lo practican a menudo tienen un nivel de conocimiento muy superior al "experto" que quiere ayudarles y esto desde luego plantea problemas.

La Agroforesteria denota un sistema sustentable de manejo de tierras y cultivos que procura aumentar los rendimientos en forma continua, al combinar la producción de cultivos forestales leñosos (incluyendo la fruta y otros cultivos arbóreos), con cultivos estaciónales y/o animales, simultanea o secuencialmente, en la misma unidad de la tierra y la aplicación de prácticas de manejo que sean compatibles con las prácticas culturales de la población local (ICRAF, 1982)

Kress (1992) indica que hay la necesidad la Investigación en Agroforesteria que se manifiesta:

- Un gran crecimiento del problema con la degradación de suelo y la necesidad de ingresos adicionales de los comunarios
- La gran experiencia y tradición agroforestal campesina que está perdiéndose
- Un gran potencial de prácticas agroforestales que pueden asistir en el control de los problemas y la falta de información agroforestal.

3.7.1. Importancia de la Agroforesteria

En el norte paceño ha desaparecido gran parte del bosque nativo y en estos tiempos está en proceso de desaparición y los arboles han desaparecido por la erosión ya que

esta está presente especialmente en los terrenos de ladera, lo cual a empobrecido la tierra haciéndola de baja productividad, complementando a esta el pastoreo intensivo y la tala de árboles indiscriminadamente, la agroforesteria ayuda con esto para no tener problemas al contrario tener beneficios económicos, ecológicos y sociales (Sorgechager, et al.,1991).

3.8. Los Sistemas Agroforestales

Según CATIE (1986), un Sistema Agroforestal es un sistema agropecuario cuyos componentes son árboles, cultivos o animales.

Un Sistema Agroforestal tiene atributos de cualquier sistema: limites, componentes, interrelaciones, ingresos y egresos, una relación jerárquica con el sistema de finca y una dinámica; los componentes son los elementos físicos biológicos y socioeconómicos; los ingresos (por ejemplo, energía solar, mano de obra, productos agroquímicos) y egresos (por ejemplo, madera, productos animales) son la energía o materia que se intercambia entre diferentes sistemas (Calderón, 1994).

Los Sistemas Agroforestales asocian árboles, animales y cultivos dentro de la misma área, es el caso del estrato superior lo forman arboles para la leña o madera o para sombra, el estrato arbustivo inferior que por lo general lo forman arbustos productores o forrajeros bajo los cuales se alojan o alimentan animales (Sorgechager, et al., 1991).

3.8.1. Características de los Sistemas Agroforestales

La presencia de árboles provee a los Sistemas Agroforestales algunas características que favorecen la productividad y la sostenibilidad: efectos sobre el ciclaje de nutrimentos, estratificación en el uso de recursos, efectos sobre el microclima, influencia sobre el control de la erosión y sobre las poblaciones de plagas, entre otras (CATIE, 1986).

3.8.2. Clasificación de los Sistemas Agroforestales

Los Sistemas Agroforestales han sido clasificados de diferentes maneras: según su estructura en el espacio, su diseño a través del tiempo, la importancia relativa y la función de los diferentes componentes, los objetivos de la producción y las características sociales y económicas prevalentes.

Según la OTA, (1984); La clasificación se basa en la escala y en los objetivos de la producción; los Sistemas Agroforestales son clasificados allí en sistemas comerciales, de subsistencia e intermedios, en cada categoría se discuten las características ecológicas más relevantes de los sistemas incluidos.

Combe y Budowski (1979), indican varias formas de clasificación de Sistemas Agroforestales y presentan una lista de las principales técnicas agroforestales, con inclusión de las especies utilizadas.

Las bases de la clasificación no son independientes ni mutuamente excluyentes, la clasificación se simplifica si se toman en cuenta los aspectos estructurales y funcionales como base, sobre todo, para asignar los sistemas por categoría, de esta manera la clasificación es dinámica y no meramente descriptiva así se tiene los Sistemas Agroforestales sencillos o complejos (Nair, 1985).

3.8.3. Importancia y beneficios de los Sistemas agroforestales

Los sistemas agroforestales crean un equilibrio en la parcela: se incorpora abundante materia orgánica que mantiene o mejora la fertilidad del suelo que puede retener mayor cantidad de agua; la mayor disponibilidad de nutrientes y humedad a su vez favorece el crecimiento de las plantas. Estas se vuelven más fuertes y resistentes contra enfermedades y plagas, además en una parcela diversificada las plagas y enfermedades no encuentran condiciones para su proliferación masiva, por estas

razones los sistemas agroforestales traen importantes beneficios socio-económicos para las y los productoras/es. (DED, 2007).

Los SAF son formas de uso de la tierra que pueden incrementar la productividad, diversificar la producción y mejorar la sostenibilidad ecológica. Estos beneficios se alcanzan cuando las recomendaciones agroforestales responden a las condiciones particulares de cada parcela, de cada sistema de producción y de cada productor. Los SAF permiten asociar cultivos agrícolas con árboles (forestales, frutales, ornamentales, medicinales) y/o animales para satisfacer las necesidades del agricultor y resolver problemas ambientales del uso de la tierra (Somarriba, 1998).

Entre los principales beneficios de los SAF está el mejor aprovechamiento del potencial de productividad del sitio que favorece la protección del ambiente debido a su mayor complejidad biológica y estructural (CATIE, 2000; Fournier, 1981).

Adicionalmente, estos sistemas proporcionan otros beneficios directos e indirectos, tales como: mayor seguridad por la diversificación de la producción, mayor cantidad de productos y servicios que los monocultivos, mayor resistencia a plagas específicas por la existencia de varias especies, mejor distribución de la mano de obra en todo el año, uso más intensivo de los recursos disponibles de producción (suelo, luz, agua), aprovechamiento de varios niveles o estratos (el aéreo y el subsuelo), capitalización de la finca con la producción de especies maderables y mejor utilización del espacio físico del suelo (CATIE, 1980; Beer, 1991; Domínguez, et. al, 1997; Somarriba et. al, 1996; Venegas y Siau, 1994).

La rentabilidad y producción de biomasa son aspectos de mucha importancia que ubican a los SAF en posición de ventaja frente a otros sistemas. Al respecto, en América Central y el Caribe se han realizado numerosos estudios sobre costos y beneficios de los SAF, encontrándose que los SAF son más rentables, en la mayoría de casos, que otras alternativas agrícolas (Current, 1997; Linkimer, 2001).

La producción de biomasa en los SAF puede ser mayor que en otros sistemas, aportando una gran cantidad de biomasa al suelo hasta por 50 años. Estudios realizados en Camerún con el objetivo de caracterizar y evaluar el uso de la tierra, demostraron que la biomasa total de la vegetación es mayor en los SAF que en sistemas de agricultura migratoria (Bigger, 1981; IRAD, 1997).

Los SAF favorecen la biodiversidad de flora y fauna nativa al aumentar las posibilidades de hallar alimento, encontrar abrigo y permitir la reproducción, tanto de pájaros como de mamíferos (Benedetti, 1992; The Nature Conservancy, 1992; Perfecto, et. al. 1996; Moguel y Toledo, 1999).

Los SAF con cacao mantienen una diversidad de aves, murciélagos, mamíferos no voladores e invertebrados (especialmente hormigas) similares a la de los bosques naturales circundantes y superior a la de los hábitats agrícolas (Parrish, et. al. 1999). En cacaotales y bananales bajo SAF se registraron un total de 35 especies vegetales (Güiracocha et. al., 2001).

En los principales países productores de cacao de África central (Costa de Marfil, Ghana, Nigeria, Camerún y Togo), este cultivo es establecido bajo SAF de multi-productos y multi-estratos que permiten diversificar la producción y minimizar el riesgo, favorecen la biodiversidad y contribuyen a disminuir el calentamiento global. El conocimiento de la diversidad, composición florística y estructura de un determinado ecosistema es primordial porque permite identificar aspectos limitantes y posibles oportunidades para realizar un adecuado plan de manejo (Bawa y Mc Dade, 1994; Hooftman, 1998).

3.8.4. Evaluación de Sistemas Agroforestales

Montagnini (1992), menciona que la evaluación de Sistemas Agroforestales forma parte de una adecuada caracterización, a partir de esta se puede elaborar un futuro plan de manejo de los SAF.

El mismo autor indica que es preciso evaluar los SAF y con qué componentes interactúa ya que estos son dinámicos, es decir, que las condiciones cambian a través del tiempo y es necesario conocer su dinámica para futuros planes.

3.9. Sistemas Agroforestales Multiestrato

Los Sistemas Agroforestales Multiestrato o Sucesiónales son sistemas que se asemejan a la composición y dinámica del bosque natural de la zona, caracterizándose por una alta densidad de plantas y árboles locales de diferentes estratos o niveles ubicados en una cierta densidad (DED, 2007).

Los Sistemas Agroforestales dan rendimiento en etapas, empezando con la producción de las especies pioneras o cultivos anuales, seguido por la fase productiva de las especies secundarias con ciclo de vida mediana y, por ultimo, por las especies primarias que son los árboles de mayor duraron de ciclo de vida (DED, 2007 ; citado por ECOTOP, 2008)

3.9.1. Composición de especies en los Sistemas Agroforestales Multiestrato en Alto Beni

La composición de especies en un sistema agroforestal se inicia contando con el manejo y la ganancia de los cultivos agrícolas que puede reducir o pagar los costos de establecimiento de los árboles; además cuando queremos establecer un Sistema Agroforestal, primero se observa el bosque con el que contamos, sabemos que este no pierde su fertilidad sino se mantiene y aumenta (Wilkes, H. 2007).

El mismo autor indica que si se establece una plantación con todos los componentes, nuestros cultivos y las especies incorporadas tendrán buena dinámica y prosperaran.

Para la instalación de Sistemas Agroforestales Multiestrato se tomara en cuenta que se trabajara mucho el primer año sobre todo si se toma la decisión de hacerlo sin quema, sin embargo, si se instala la parcela sin quema se obtendrá mayor rendimiento, porque el suelo mantiene toda su fertilidad (DED, 2007).

La composición de especies en la región de Alto – Beni se realiza basada en la regeneración natural que ayuda a mantener fértil el suelo, mediante la poda se obtendrá mucha materia vegetal al suelo “Es la naturaleza quien la siembra y nuestro único trabajo consiste en cortarla durante el deshierbe selectivo” (Wilkes, H. 2007).

Se inicia con la replantación de componentes de alto valor económico en los principales está el cacao (*Theobroma cacao*) como cultivo principal, seguido por banano (*Mussa acuminata*) como segundo ente económico, en el caso de no existir árboles en regeneración natural se implementa según la especie y necesidad de cada cultivo agrícola (Wilkes, H. 2007).

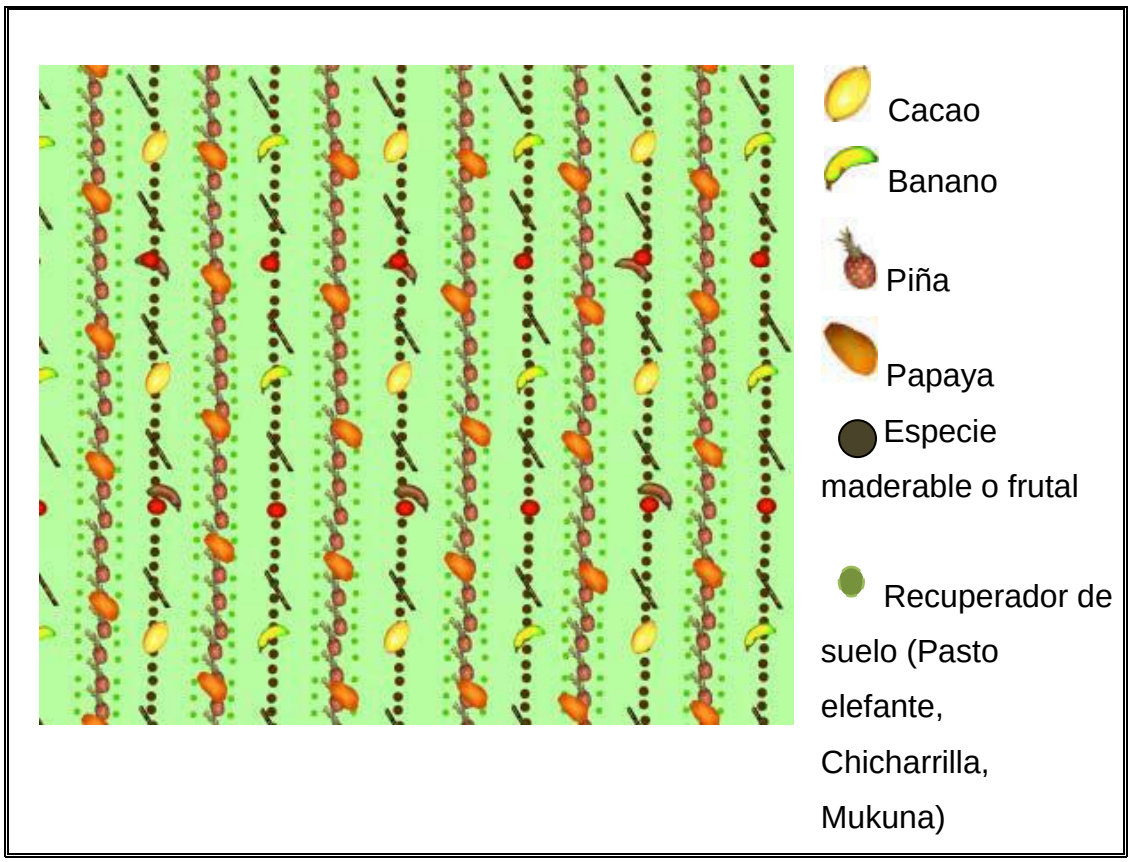


Figura 2. **Croquis de instalación de componentes en un Sistema Agroforestal Multiestrato (SAFM)**

3.9.1.1. Componente Cacao

El cacao (*Theobroma cacao* L.) pertenece a la familia *Esterculaceae*, orden Malvales y es una de las 22 especies del género *Theobroma*. Tiene un número cromosómico 2n=20 (Arguello et al. 2000).

El cacao está distribuido en las tierras bajas tropicales y se cultiva principalmente entre los 20° de latitud norte y 20° de latitud sur. Sin embargo las mejores plantaciones están localizadas entre de 20º latitud norte y 10° sur. En América el cacao se cultiva desde el sur de México hasta Brasil y Bolivia (Ochse et al. 1974).

Los excelentes recuentos históricos de Patiño (2002) sobre la presencia de cacao silvestre y cultivado en América sugieren que los cacaguales y los cacaotales (las plantaciones de cacao cultivado) tenían árboles de sombra y que **la ausencia de sombra era considerada perjudicial** para el desarrollo apropiado del cultivo de cacao. Sin embargo, existe muy poca información detallada sobre la estructura (composición botánica y funcional, complejidad tridimensional de la vegetación, densidad, distribución espacial, etc.) y dinámica sucesiónal de la matriz boscosa de los cacaguales.

Árboles de cacao en bosques muy maduros ocurren solo en forma de individuos aislados o de grupos reducidos de individuos debido posiblemente a las excesivas condiciones de sombra en el piso del bosque clímax (Bartley 2005). El mismo autor indica que no sabemos si la tolerancia de las plantas de cacao de varias edades a la sombra en el piso y estratos bajos y medios del bosque secundario le permite mantener sus poblaciones dentro de la matriz forestal sin la intervención humana

3.9.1.1.1. Producción de Cacao en Alto Beni

El estado actual de los cacaotales del Alto Beni; estos están plantados mayoritariamente a 4x4 m (625 árboles/ha) mediante siembra directa de 2-3 semillas por sitio; se utiliza semilla sexual híbrida (cruces interclonales de las colecciones del Ceibo, EES o seleccionada por los productores en sus parcelas). . (El Ceibo, 2008).

El mal manejo de la sombra en las plantaciones del Alto Beni es triplemente negativo:

1) La elevada exposición solar (que eleva la tasa fotosintética) aumenta las necesidades nutricionales del cacao; las plantaciones del Alto Beni no reciben fertilización orgánica ni inorgánica y solo cuentan con la fertilidad natural mantenida en el ciclo de la hojarasca, esto provoca un estrés constante en la planta que reduce la producción de grano y la predispone al ataque de enfermedades.

2) Se desaprovecha el potencial productivo del dosel de sombra para producir leña, fruta y madera para el consumo familiar y el comercio
3) Se desaprovecha el potencial del cacaotal para mantener especies nativas de elevado valor ecológico (conservación de flora útil y fuente de hábitat y alimento para fauna útil o de interés para la conservación), proteger y mantener la fertilidad del suelo (y los rendimientos del cacao), secuestrar carbono y proveer otros servicios ambientales que podrían utilizarse para acceder a nuevos esquemas de certificación, nichos especiales de mercado y mejores sobreprecios.

Es necesario optimizar el diseño y manejo del dosel de sombra de los cacaotales Orgánicos del Alto Beni para:

1) Manejar en forma integrada malezas, plagas y enfermedades (mediante la manipulación del microambiente producido por el dosel de sombra)
2) Equilibrar la tasa fotosintética con la nutrición mineral del cacao regulando la cantidad de radiación incidente.
3) Mantener el ciclo de la hojarasca y nutrientes, evitar erosión y asegurar la sostenibilidad ecológica y productiva del cacaotal
4) Diversificar y aumentar la producción del cacaotal (leña, fruta, madera, etc.)
5) Conservar biodiversidad vegetal y animal y proveer otros servicios ecológicos y ambientales (ej. secuestrar carbono)
6) Explorar otros sellos ecológicos y ambientales que mejoren el mercadeo y los precios del cacao.

3.10. Dendrologíca

Para Goitia (2000), la dendrologíca proviene de los vocablos griegos dentro (árbol) y logos (tratado, estudio), por lo tanto se pude definir como el estudio de los arboles. En el presente denominada botánica forestal, se relaciona de igual manera con la botánica

sistemática, proporcionando una definición para la dendrologica como el estudio de la identificación y clasificación de arboles.

Según Rodríguez y Sibile (1996), la descripción de los componentes del árbol como las características de dimensión, forma y peculiaridades del cuerpo del tronco, la base o aletones, la copa y la ramificación dados que son importantes para el manejo de información.

Según INIAT – OIMIT (1996), es la descripción de las características de los arboles, entre las cuales se encuentran; la nomenclatura del árbol (especie, familia, nombre común, nombre comercial), los componentes del árbol (tronco o fuste, copa, corteza y hojas) y la descripción de la madera.

Para Cabrera *et al.* (1992), citados por Clavijo (1999), indica que el estudio dendrólogico se debe hacer en base a un estudio de las características externas del árbol las cuales son: forma y disposición de las hojas, flores y frutos; tipo de corteza; forma de las raíces y sustancia que segregan tales como látex, resinas, etc.

3.10.1. Árbol

Para Salinas *et.al*., (1994), citado por Pomier (2006), indica que el árbol es una planta perenne que se ramifica a cierta altura del suelo, desarrolla a una parte aérea parcialmente leñosa, en la que se pueden diferenciar varios tejidos; madera, cambium y corteza, esta parte leñosa incluye el tronco, las ramas y las raíces principales. Todos los arboles pertenecen a las gimniospermas (ciprés, pino, etc.), que son plantas primitivas, o las angiospermas (plantas con embrión provisto de cotiledones con reserva alimenticia).

3.10.1.1. Tronco o fuste

Según Villarreal (1993), el tronco sirve a la planta como medio de conducción de los haces basculares y para sostener a las hojas, flores y frutos. Lleva cabo a la función fotosintética en sus partes verdes, y almacena sustancias alimenticias en algunos casos.

3.10.1.2. Copa

Según INIAT – OIMT (1996), es un conjunto formado por ramas, ramitas y el conjunto de hojas llamadas follaje del árbol, y se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Copa Globosa (como forma esférica).
- Copa aparasolada (como forma de sombrilla).
- Copa irregular
- Copa rala o estratificada (en forma de pisos)

3.10.1.3. Corteza

Según INIAT – OIMT (1996), la corteza externa esta formada por la capa exterior del tronco también llamada ritidoma y una capa interna compuesta por tejidos vivos llamada el cambium que es el tejido a partir d el cual se origina la corteza hacia afuera y la madera hacia adentro.

Para Vargas (1987), la corteza lo define como: cubierta exterior del árbol, la cual cumple tres funciones; almacenamiento, conducción de nutrientes (realiza por el floema), y protección del vegetal contra el desecamiento, ataque fúngico (hongos) daños mecánicos y variaciones mecánicas.
El mismo autor, indica que el estudio de la corteza es una parte importante de la dendrologíca que nos permite, conocer su estructura identificar individuos semejantes.

3.10.1.3.1. Corteza Muerta

Según INIAT – OIMT (1996), corteza muerta o ritidoma es un conjunto de capas superficiales o externas, compuestas de tejidos muertos que despegan mas o menos fácilmente al no recibir agua ni sustancias nutritivas, acompañadas del aumento progresivo del diámetro del tallo. Puede tener las siguientes características:

- Desprendimiento en capas (escamas o pedazos de corteza que dejan cicatrices definidas).
- Desprendimiento en pedazos o porciones irregulares (escamas o pedazos irregulares, con bordes angulosos; no dejan cicatrices llamativas).
- Desprendimiento en segmentos papelosos (los pedazos de corteza desprendidos tienen aspecto de hojitas de papel al ser observados de cierta distancia). Desprendimiento en segmentos coriáceos (pedazos de corteza con textura de cuero).
- Corteza o superficie del tronco con aristas (cicatrices prominentes, lineales o transversales).
- Corteza o superficie del tronco áspera (tiene aspecto áspero mirada desde cierta distancia. Incluye corteza fisurada, agrietada y las que desprenden en placas). Corteza o superficie del tronco lisa (aquella que observada desde cierta distancia no muestra protuberancias, rugosidades, fisuras ni grietas grandes).
- Corteza o superficie del tronco fisurada (presenta hendiduras o fisuras mas o menos anchas, longitudinales, tienen profundidad mas o menos uniforme, de bordes con aspecto de haber cicatrizado).
- Corteza o superficie del tronco agrietada (posee grietas o hendiduras angostas, generalmente cortas, horizontales, verticales o en ambos sentidos, de profundidad heterogénea).

Padilla (1987), describe la corteza externa o ritidoma como, tejidos floematicos o cortical, el cual puede ser descartado para dejar un tronco liso o puede ser retenido en la forma de una capa gruesa fibrosa y suberosa.

3.10.1.3.2. Corteza Viva

INIAT – OIMT (1996), de acuerdo a la corteza viva, es el conjunto comprendido entre la corteza muerta y el cambium. Al corte transversal, la corteza viva puede presentar estratos o capas denominadas: capa interna y capa externa de la corteza viva.

3.10.1.3.2.1. Exudaciones de la corteza viva

Según INIAT – OIMT (1996), al cortar la corteza viva, en la herida se pueden presentar tres situaciones como ser: corteza seca (sin jugo), corteza suculenta (de apariencia carnosa, con jugo), corteza viva con exudados (liquido mas o menos fluido que brota y pueden ser resinosos, gamosos o acuosos de diferentes colores).

3.10.1.4. Duramen

Para Vargas (1987), el duramen es la parte interna del tronco que en muchos arboles tienen color mas oscuro, se forma porque el árbol, a medida que el árbol va envejeciendo, solo necesita de los anillos mas externos para la conducción de líquidos, la madera interna que pierde gradualmente la actividad vital se va oscureciendo debido a la dispersión de dañinos resinas, aceites carbohidratos y otras sustancias.

3.10.1.5. Características organolépticas de la madera

3.10.1.5.1. Color

Cerrogrande (1982) citado por Clavijo (1999), define color de la madera como aquel que es originado por la presencia de sustancias colorantes y otros compuestos secundarios, es una característica muy importante para la identificación de las maderas.

Para INIAT – OIMT (1996), se considera el color del tronco recién cortado y cuando la madera esta en condición seca, con la ayuda de una tabla Munsell de colores para suelos; se distingue el color diferenciado a la capa externa o albura de la capa interna o duramen

3.10.1.5.2. Olor

Para INIAT – OIMT (1996), el olor es producido por efluvios de ciertas sustancias químicas, tales como resinas, aceites y gomas, que se encuentran infiltradas en la madera, las que al volatizarse emanan olores característicos. Se califica según la graduación de no distintivo, olores a veces fragantes, otras desagradables.

3.10.1.5.3. Sabor

Según INIAT – OIMT (1996), el sabor es la característica que producen al sentido del gusto algunas sustancias contenidas en las células de la madera. En ciertas especies ayuda al reconocimiento de acuerdo a las sustancias químicas que posee; puede ser distintivo o no distintivo.

3.10.1.5.4. Lustre o brillo

Para INIAT – OIMT (1996), es la característica típica de algunas especies, producida por el reflejo que causan los elementos que conforman los radios cuando estos son expuestos a la luz. Se califica de; bajo, mediano o moderado a elevado o intenso.

Para Vargas (1987), por su parte indica que el brillo es la capacidad que tiene la madera de reflejar la luz. Normalmente las maderas son más brillantes en sus caras radiales debido a la exposición de los radios, el brillo es también efecto en parte por el ángulo de reflexión de la luz.

3.10.1.5.5. Grano

Según INIAT – OIMT (1996), define grano como una característica observable en la sección radial o tangencial, producida por la disposición que tienen los elementos xilematicos longitudinales (vasos, fibras, traqueidas, parénquima, etc.), con respecto al eje longitudinal del tronco, se consideran;

- Grano recto: La dirección de los elementos es paralela al eje del árbol.
- Grano oblicuo: La dirección de los elementos leñosos forman ángulos agudos con respecto al eje del árbol.
- Grano entrecruzado: Los elementos leñosos se encuentran en dirección alterna u opuesta haciendo que la separación de la madera se haga difícil.
- Grano ondulado: La dirección de los elementos leñosos es ondeada u ondulada.

Para Vargas (1987), el grano es la disposición y dirección de los elementos constituyentes en relación al eje del árbol, pueden ser; grano recto o lineal, irregular, en espiral, entrecruzado u ondulado.

3.10.1.5.6. Textura

Según INIAT – OIMT (1996), característica dada por la distribución, proporción y tamaño relativo de los elementos leñosos (poro, parénquima, y fibras) tiene importancia en el acabado de la madera. Debe ser observado con la ayuda de una lupa de 10 aumentos en la sección transversal de la misma, generalmente palpable en las secciones longitudinales y puede ser de tres tipos: gruesa, mediana o fina.

Para Vargas (1987), define textura como la impresión visual producida por las dimensiones, distribuciones y porcentaje de los elementos estructurales en el leño, en latifoliadas por los poros, vasos y parénquima axial.

3.10.1.5.7. Veteado

Para Torrelli (1956) citado por Clavijo (1999), es el diseño o el dibujo que se produce en las superficies longitudinal es bien pulidas del leño. Producido por la disposición de sus elementos constitutivos, en especial los vasculares, radio y parénquima o también el tamaño y abundancia de los mismos.

3.10.1.5.8. Duramen y Peso

Según INIAT – OIMT (1996), se determina la dureza de la madera, por resistencia en la penetración de otros objetos; en tal sentido hay maderas desde muy duras hasta muy blandas. El peso específico (P.E.B) se expresa como el peso de la madera al 0% de humedad entre su volumen en condición saturada.

3.10.1.6. Hojas

Según Domenech (1991), se llama hoja, a todo grano que brota literalmente del tallo de las ramas, de crecimiento limitado y de forma laminar. Hay cinco categorías que de abajo arriba son; cotiledones o embriofilos (función protectora y nutricia del embrión), catafilos (protectora de los rudimentos y reservante), nemofilos u hojas propiamente dichas, hipsofilos y antofilos u hojas florales.

Según Lara (1988), la consistencia de las hojas puede ser; hojas papiráceas o cactáceas (delgadas, opacas o ligeramente traslucida con aparaciencia de papel), semi coriáceas (espesas, apariencia de papel grueso o cartulina), coriáceas (espesas, opacas y flexibles como el cuero).

3.10.1.6.1. Hojas simples

Lara (1988), indica que una hoja simple se puede diferenciar; el peciolo (porción que une la hoja con el tallo), la vaina (base del peciolo que envuelve al tallo),

3.10.1.6.2. Hojas compuestas

Según INIAT – OIMT (1996), en las hojas compuestas la lamina esta dividida en segmentos individuales llamados foliolos, cuando son de primer orden y foliolulos, cuando son de segundo orden. El foliolo a su vez tiene; lamina, peciolo que se llama peciolulo. El raquis es la prolongación del peciolo por encima del primer foliolo o par de foliolos.

3.10.1.6.3. Filodios

Para Rodríguez (1991), los filodios son ensanchamientos del peciolo que toman el aspecto de limbos que desempeñan funciones de fotosíntesis y de sostén.

3.10.1.6.4. Posición de las hojas

Según INIAT – OIMT (1996), el sitio de la rama donde se inserta la hoja, se llama nudo, la posición de la ramita entre dos nudos, se llama entrenudo. Según el número de las láminas foliares por nudo y la posición en la rama, las hojas pueden ser; dísticas, dispuestas en espiral, desusadas y agrupadas al final de las ramitas.

3.10.1.6.5. Forma de la lamina de la hoja

Según INIAT – OIMT (1996), las principales formas de laminas foliares son; elíptica (forma de elipse), oblonga (forma casi rectangular), ovada (forma de huevo), abobada (forma de huevo invertido), cordada (forma de corazón), lanceolada (forma de punta de lanza), falcada (forma de punta de lanza curvada), circular (forma de circulo).

El mismo documento menciona que el extremo o ápice de la misma lamina puede ser; agudo (forma un ángulo agudo), obtuso (forma un ángulo obtuso), acuminado (se proyecta brevemente el ápice). La base puede ser; agudo, obtusa o acorada.

3.10.1.7. Inflorescencia

Según Villarreal (1993), se llama inflorescencia al arreglo que tienen las flores en una rama o en la planta. En ellas se puede distinguir; el pedúnculo o soporte principal, los pedicelos o soportes individuales y las brácteas que protegen a las flores durante su desarrollo. Las inflorescencias puede clasificarse en; racimosas o indeterminadas que tienen un crecimiento centrípeto o indefinido y las cimosas o determinadas, con crecimiento centrifugo definido.

Para Rodríguez (1991), las inflorescencias racimosas se dividen en tres grupos: flores sésiles (que a su vez comprenden las inflorescencias espiga, espádice y amento); flores pedunculadas (racimo carimbo y panícula) y las flores con raquis plano y reducido (inflorescencias, umbela, cabezuela y sicono).

El mismo autor, indica que sobre el raquis de la inflorescencia en cabezuela, que es abultado o aplanado, se disponen a las flores en posición sésil. Existen dos clases de cabezuela; capitulo (sobre el raquis abultado nacen flores sésiles de la axila de brácteas individuales, presentado en conjunto el aspecto de una bellota).

3.10.1.7.1. Flor

Para Villarreal (1993), la flor, es un conjunto de hojas modificadas, donde se lleva a cabo la reproducción sexual en plantas superiores a través del androceno (aparato reproductor masculino, formado por estambres) y el gineceo (aparato reproductor femenino, formado por pistilos, los que presentan; ovario, estilo y estigma). En una flor se distinguen; un pedúnculo (que la sostiene y la conecta con la rama), un tálamo o

receptáculo (porción terminal y ensanchada del pedúnculo), el cáliz (verticilo mas extremo de la flor, formado por sépalos los que pueden encontrarse libres (cáliz diasépalo) y el cáliz con sépalos soldados total o parcialmente (gamosépalo) y la corola constituida por los pétalos.

3.10.1.8. Fruto

Según INIAT – OIMT (1996), la flor da origen al fruto, ovario fecundado y desarrollado se convertirá en fruto; los óvulos fecundados y desarrollados se convertirán en semillas. La estructura y nomenclatura de los frutos es compleja algunas formas básicas son: Samara, drupa, baya, legumbre, capsula y frutos compuestos.

3.10.2. Importancia de los arboles

En el documento FAO/PAF – BOL (1999), se describe que los arboles absorben CO2 de la atmosfera, en el proceso de crecimiento y lo almacenan en forma de celulosa, las plantaciones forestales con fines de captura del CO2 son eficaces cuando el producto final de la madera se transforma en productos duraderos, debido a que inmovilizan el CO2 en forma de celulosa durante largos periodos después de ser cortados. De igual manera, las plantaciones con fines de protección tienen efectos positivos en la absorción del CO2.

Luna, (1992) y del Valle, (1986) citado por Alarcón (2007), indican que el crecimiento y aprovechamiento de los arboles es uno de los datos básicos para el manejo y aprovechamiento de los bosques naturales o plantados. Los factores que influyen el crecimiento e incremento del árbol en altura, actúan también en el crecimiento en diámetro, por lo que el crecimiento en diámetro es mayor cuando hay menor competencia y mayor luz.

3.10.3. Ciclo Vital de los Arboles

El ciclo entero de vida de un árbol, comenzando con su forma de reproducción, si ésta se produce mediante dispersión de semillas, rebrotes o una combinación de ambos. Será necesario entender el destino de estas unidades reproductivas, incluyendo las tasas de depredación de semillas, de germinación y de supervivencia de plántulas en diferentes condiciones, además de las probabilidades de que la regeneración a partir de rebrotes forme fustes comerciales. También se deberá comprender las condiciones ambientales requeridas, así como las tasas de supervivencia y crecimiento de los árboles durante las fases de brinzal, latizal, fustal y árbol maduro. (Fredericksen, *et al*., 2001)

El mismo autor indica que, el período que se extiende desde la germinación de la semilla hasta que el árbol alcanza el tamaño de brinzal se denomina fase de establecimiento, ya que, durante ésta, la plántula desarrolla sus raíces, tallos y hojas iniciales, los cuales le permitirán sobrevivir en el sitio hasta alcanzar la madurez.

3.11. Transectos

Los transectos son esquemas representativos de una sucesión de características físicas socioeconómicas de una determinada área. Estas características permiten capturar una gran masa de información (ecosistemas, tipos de suelos y de vegetación, localización, población, cultivo, etc.). (DED, 2007).

Con este instrumento se puede determinar ciertos detalles que no son posibles obtener en los mapas a través de la simple observación, directa, además profundizar la comprensión del equipo sobre el área y sobre las interacciones que existen entre la actividad humana y el medio físico (Martínez, 2005).

3.12. Tarara

Se conoce como tarara a una serie de especies maderables que poseen un particular tipo de veteado en su madera, la que se caracteriza por su color amarillo o anaranjado, con franjas muy finas rojas, moradas o negras. (Killeen et al., 1993).

La tarara amarilla (*Centrolobium microachete*) es una especie de interés forestal gracias a las características de su madera, utilizada para mueblería, elaboración de objetos artesanales y utensilios caseros. Otros usos de esta madera incluyen la elaboración de pisos y construcción en general (Killeen et al., 1993).

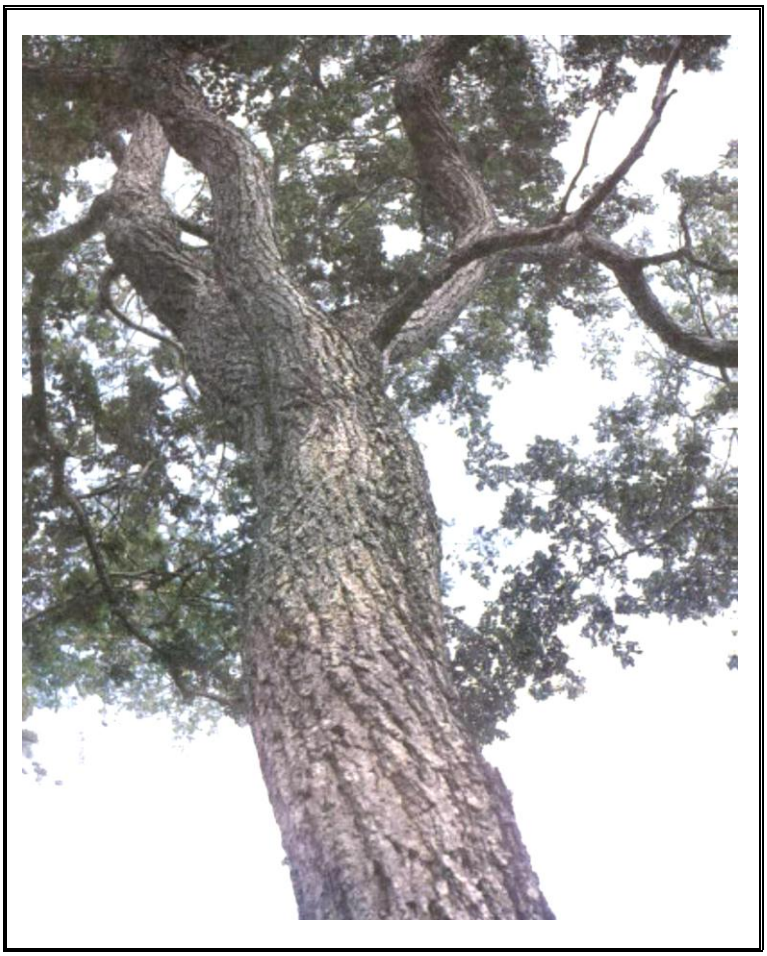
Centrolobium ochroxylum, otra especie de tarara, se utiliza como árbol ornamental en la ciudad de Santa Cruz y también ha sido propuesta para sistemas agroforestales (Saldías et al., 1994).

Centrolobium microchaete, especie comercialmente conocida en el exterior como "madera canaria" y cuyo nombre común en Santa Cruz es "tarara amarilla", pertenece a la tribu Dalbergideae de la familia Papilionoideae del sub-orden leguminosae, orden Rosales, que forma parte de la sub-clase Roseidae (Cronquist, 1988).

En el neotrópico se han descrito seis especies distribuidas desde Panamá hasta Bolivia, pero la delimitación de éstas es, todavía, confusa. La taxonomía del género se basa, principalmente, en la morfología foliar, corteza, posición de la espina estilar, espinas de la cámara seminífera, las que según Lima (1985) (citado en Killeen et al., 1993) no son características definitivas.
En Bolivia sólo existen tres especies*: Centrolobium microchaete; C. ochroxylum y C. tomentosum* (Killeen et al., 1993).

3.13. Huasicucho

El huasicucho es una especie forestal también conocida con distintos nombres comunes, tales como tarara o huasicucho de acuerdo a la región donde se encuentre. El huasicucho o tejeyeque es una especie forestal adecuada para sistemas agroforestales por el rápido crecimiento de su copa y el aporte de nutrientes al suelo a través de la descomposición de sus hojas, flores, frutos y ramas (Jatun Sach'a, 2005).



Fuente: **Fotografía Especies menos conocidas (BOLFOR, 1998)**

Figura 3. **Árbol de huasicucho**

Puede asociarse con especies agroforestales que necesitan regular su temperatura y que crecen con ayuda de semisombra (como el café y el cacao) las mismas pueden obtener (gracias al huasicucho) mayor acceso a nutrientes, esto garantiza una mejor calidad y mayor cantidad de frutos a producir (Conversación verbal, Ticona, 2008)

Se conoce como huasicucho (*Centrolobium ochroxylum* Rose. Ex Rudd) como una especie maderable que posee un particular tipo de veteado en su madera, la que se caracteriza por su color amarillo o anaranjado, con franjas muy finas rojas, moradas o negras.

El Huasicucho (*Centrolobium ochroxylum* Rose. Ex Rudd) es una especie de interés forestal gracias a las características de su madera, utilizada para mueblería, elaboración de objetos artesanales y utensilios caseros. Otros usos de esta madera incluyen la elaboración de pisos y construcción en general (Killeen et al., 1993).

3.13.1. Taxonomía

La taxonomía del Huasicucho esta basado en *(PIAF/EL CEIBO; SAPECHO, 2001)*

Orden: Fabales
Familia: Fabaceae
Genero: *Centrolobium*
Especie*: Centrolobium ochroxilum* Rose ex Rudd
Nombre común: Huasicucho, Tejeyeque, Tarara y en algunos lugares del mundo conocido como Tarara amarilla.
Nombre científico: *Centrolobium ochroxylum Rose ex Rudd*
Sinónimo: Centrolobium minus

3.13.2. Descripción botánica

Justiniano et al., (2008), describen que el Huasicucho es un árbol de porte mediano hasta grande de 25 a 30 m de altura y hasta 100 cm de diámetro altura del pecho (DAP); copa globosa hasta asimétrica de color verde claro intenso, frondosa con ramificación irregular y con muchas ramas gruesas, fuste cilíndrico, recto, con 5 a 7 aletones de pequeños a medianamente desarrollados tornando la base algo sinuoso. (Figura 4)

Fuente: **Fotografía propia, Palos Blancos – Alto Beni**

Figura 4. **Huasicucho de 7 años de edad**

3.13.2.1. Corteza

Superficie del tronco levemente fisurada, hasta de 2 cm de profundidad, de color gris hasta negruzco con placas irregulares en arboles grandes y con estrías paralelas en individuos jóvenes. La corteza interna es amarilla-crema que oxida a marrón claro con fibras rojizas y puntos de savia roja, (Figura 5), (Justiniano *et al*., 2003).

Fuente: **Fotografía propia, Palos Blancos – Alto Beni**

Figura 5. **Corteza externa del huasicucho**

La corteza externa del huasicucho es ligeramente fisurada agrietada de color gris a pardo. (Justiniano *et al*., 2003).

3.13.2.2. Hojas

Justiniano et al., (2003), señala que las hojas son compuestas, Imparipinnadas de 40 a 60 cm. de largo, alternas hasta espiraladas, con 15 a 21 foliolos opuestos de hasta 10 centímetros de largo y 5 a 7 centímetros, de ancho, oblongo – elípticos de color verde oscuro en el haz y de verde claro en el envés (Anexo 1)

3.13.2.3. Flores

Las flores son pequeñas de color amarillo, dispuestas en panículas terminales grandes; cáliz persistente con glándulas en la base, los estambres 10 monadelfos; ovario sésil o cortamente estipitado, punteado glanduloso, con 1-3 óvulos, el estilo encorvado. (Anexo 2), (BOLFOR, 1998).

3.13.2.4. Frutos

Grandes, samaroidales de hasta 17 cm. de largo y 10 cm. de ancho, verde cuando inmaduros, marrón oscuro y de consistencia quebradiza cuando maduros, con numerosas espinas aciculares en la cámara seminífera, ala distal hasta tres veces mayor que la cámara, (Anexo 3), (Justiniano *et al*., 2003).

3.13.2.5. Semillas

Las semillas se encuentran en número de 2 a 3 por fruto, rodeadas por tejido fibro-leñoso. Tienen forma algo cilíndrica, no recta y más bien sinuosa, con apariencia de gusano de hasta 1,5 cm de largo; color crema-blanquecino de apariencia y consistencia de nuez. (BOLFOR, 1998)

3.13.2.6. Plántulas

Las hojas son similares a las de los arboles adultos, recubiertas por las glándulas peltadas que al estrujarlas son pegajosas, generalmente la regeneración se produce se produce por medio de rebrotes de raíz. (Figura 6), (Justiniano *et al*., 2003).

El mismo autor menciona que la tasa de germinación de la especie es muy lenta y baja

Fuente: Especies Menos conocidas en América Latina (BOLFOR)

Figura 6. **Plántulas de huasicucho**

3.13.3. Condiciones Ambientales y Distribución

El género Centrolobium según Chichignoud et al. (1990), tiene un área de distribución que abarca desde Centro América (Panamá) hasta Sudamérica (Bolivia y Brasil). La distribución de la especie en Bolivia aún no está debidamente determinada.

Vargas (en Killeen et al., 1993) informa haber encontrado ejemplares en bosque de pie de monte en la Provincia Sud Yungas del departamento de La Paz. Sin embargo, Justiniano (et al., 2003) afirma que el huasicucho es propia de bosques subhúmedos, semideciduos y semi-siempre verdes de las regiones marginales del Precámbrico,

correspondientes a las regiones centro, este y norte de San Javier; y la cuenca del río Blanco (Este de la provincia Guarayos).

Los árboles de *Centrolobium ochroxylum*, por lo general, se hallan asociados topográficamente a pendientes medianas y bajas, siendo menos comunes sobre cursos de arroyos y quebradas, fondos de ladera y bosques de la base de grandes afloramientos rocosos (domos). (Justiniano *et al*., 2003).
En Alto Beni se encuentra en altitudes entre 600 y 850 m.s.n.m., en bosques submontanos o montanos húmedos, de topografía ondulada hasta accidentada, en laderas expuestas y en suelos firmes desde franco arenosos a franco arcillosos (Elbers, J., 1995)

3.13.3.1. Asociaciones Ambientales

Según Fredierсksen, (*et al*., 2001), en una muestra en San Javier, se observó que un 43% del total de árboles muestreados ocupaba el sub dosel arbóreo del bosque de altura y un 37.5% formaba parte del dosel del mismo. Asimismo, se comprobó que un 12% de los árboles de la muestra ocupaban posiciones dominantes en el dosel de bosques bajos, ubicados en fondos de laderas, orillas de arroyos.

El mismo autor señala que en bosques densos y con suelos profundos, el Huasicucho, presenta árboles con mayores dimensiones en cuanto a altura y DAP, ya que en éstos existe la protección de los vientos, además de la competencia, que le permiten un mayor crecimiento. Esta tendencia ha sido observada en la mayoría de los lugares donde las densidades de la especie son bajas o la presencia se manifiesta en manchas aisladas.

3.13.3.2. Asociaciones con Especies Arbóreas

Según BOLFOR (1998); En la zona de Alto Beni se puede encontrar a esta especie asociada con diferentes árboles, tales que cumplen función de producción en la tala de los mismos, de esta manera las especies asociadas positiva o negativamente con respecto a los árboles maduros de Huasicucho (>15 dap).

El índice de asociación (IA) es igual al índice observado (IO) vs. El esperado (IE). Cuando IA = 1 no existe asociación positiva o negativa de las especies con Huasicucho. Un IA > 1 indica una asociación positiva y IA < 1 muestra una asociación negativa. (BOLFOR, 1998).

Cuadro 1. **Índice de Asociación Positiva y Negativa**

Asociación especifica positiva	**IA**	**Asociación específica negativa**	**IA**
Centrolobium ochroxilum	36.80	Acosmium cardenasii	-0.08
Tabebuia serratifolia	12.00	Chorisia speciosa	-0.12
Aspidosperma cylindrocarpon	12.00	Caesalpinia pluviosa	-0.22
Combretum leprosum	7.59	Tabebuia impetiginosa	-0.21
Hymenaea courbaril	2.88	Gallesia integrifolia	-2.00
Ficus gomelleira	2.40	Capparis prisca	-2.44

Fuente: **Enriquecimiento de Cacaotales en Alto Beni (BOLFOR, 1998)**

Los datos del anterior cuadro demuestran claramente que existe una alta asociación entre individuos de Huasicucho; esto se debe a su distribución en pequeñas manchas aisladas a través del bosque (BOLFOR, 1998).

Este comportamiento se debe al rebrote de tocones y sistemas radiculares, la especie también está relacionada con especies propias de bosques de fondo de ladera y quebrada, este es el caso de Aspidosperma cylindrocarpon (jichituriqui negro o rosado) y Tabebuia serratifolia (tajibo amarillo), la primera abunda en los bosques mencionados

y la segunda, aunque en muy baja densidad, se presenta exclusivamente en bosques de ribera. (Fredericksen *et al*., 2001).

3.13.4. Silvicultura

Con buena capacidad de rebrote, florece desde agosto a noviembre, con frutos en diciembre, regeneración de esta especie en grupos. Las semillas de esta especie se pueden colectar en diciembre, después de sembradas, germinan entre los 6 y 8 días con un 70% de poder germinativo. Cada kg contiene 1.100 a 1.200 semillas (PIAF-EL CEIBO, 2001*)*

Fuente: **Fotografía propia, Palos Blancos – Alto Beni**

Figura 7. **Rebrotes de huasicucho**

3.13.4.1. Ecología

Justiniano et al., (2003), mencionan que es una especie decidua, heliófila*, durable común en el bosque húmedo de llanura aluvial. Florece masivamente entre abril y junio, los frutos maduran entre agosto y octubre, los cuales son dispersados por el viento cuando el árbol está desprovisto de follaje.

3.13.4.2. Floración

La floración es anual y altamente sincrónica, se produce, generalmente, a mediados de la época húmeda, entre marzo y abril; período caracterizado por la alta precipitación, la floración es semejante a la de Centrolobium tomentosum, en el Brasil (Lorenzi, 1992).

Ya hacia finales de febrero se observan los brotes, con algunas flores formadas por completo, pero no en toda la panícula, el desarrollo total de la floración, desde la panícula hasta el momento de máxima floración, normalmente dura un mes, este proceso se produce progresivamente, primero, desde los botones ubicados en la parte inferior del árbol, hasta el final de los radios de los racimos.

En algunos casos, es posible observar la formación de frutos antes de la caída de la última flor; La floración es anual, existiendo variaciones substanciales de un año a otro en el número de flores que se convierten en frutos, lo cual aparentemente está asociado a factores tales como la polinización y presencia de micro elementos en el suelo. (Saldías et al., 1994).

3.13.4.3. Polinización

Se han observado árboles de Huasicucho *(Centrolobium ochroxilum Rose ex. Rudd)* en plena fenofase de floración visitados exclusivamente por abejas sin aguijón de la subfamilia Meliponinae, a pesar de ello, no se descarta la polinización por otros insectos. Si este fuese el caso, estos últimos debieran presentar características similares a las de las abejas; lo que descartaría a los Lepidópteros y Dípteros. (Obs. pers. 2008).

Además, se conoce mediante información local (Comunidad Agua Clara – Palos Blancos – Alto Beni), que durante la floración se colectan panales de por lo menos tres o cuatro especies diferentes de abejas, se las ha visto y “son abejas sin aguijón pero si

pueden llegar a morder", al parecer se trata de la familia Meliponinae o también conocidas como abejas sin aguijón, que contienen cantidades relativas de polen y miel con características diferentes a las encontradas en otra época del año. Los comunarios de la comunidad atribuyen este hecho a la floración del huasicucho, (Conversación verbal, Nicolás Callata, comunidad Agua Clara, 2008).

3.13.4.4. Recolección y Almacenamiento de Semillas

Es conveniente realizar la recolección de frutos entre julio y agosto, cuando se produce la lluvia de semillas, que caen junto con los frutos. Cada fruto contiene, por lo general, entre 1 y 3 semillas. El retirar las semillas del fruto es casi imposible, por lo que se recomienda sembrar los frutos completos, retirando únicamente el ala para reducir el volumen y facilitar la cobertura del suelo. (Obs. pers. 2008).

La viabilidad de las semillas almacenadas es inferior a los seis meses (Lorenzi, 1992), debido a la baja tasa de germinación de la especie, no se recomienda la siembra directa para la reforestación. El uso de pseudoestacas sería una opción más viable para dicho fin.

3.13.4.5. Dispersión de Semillas, Germinación y Establecimiento

Los frutos del género *Centrolobium*, en general, poseen las diásporas dispersadas por el viento más grandes con relación a otras familias, la lluvia de semillas (en este caso junto con el fruto) se produce entre julio y agosto, al final de la época seca por lo que también ocurre con otras especies del género (Saldías et al., 1994; Lorenzi, 1992).

Anualmente se produce una gran cantidad de frutos, pero las variaciones de ésta son normales, las semillas son dispersadas por el viento y alcanzan distancias de hasta 100 m con respecto al árbol madre (Saldías et al., 1994).

En la comunidad de Agua Clara, se observó que la densidad de frutos hallados bajo el área de influencia de la copa oscila entre 0 y 54 frutos por m2, con una media de 13.7 frutos por m2; aunque estos valores pueden variar de un año a otro. (Conversación verbal, Blas, 2008).

En esa misma Comunidad, el árbol productor de menor tamaño encontrado en condiciones naturales tenía un DAP de 13,7 cm aunque se han observado, en barbechos y caminos, árboles más viejos de menor diámetro produciendo frutos. (Conversación verbal, Blas, 2008).

Según Fredericksen et al. (2001), en condiciones artificiales, se encontró muy baja capacidad de germinación de la especie (apenas un 4%), mientras que Saldías *et al.* (1994), indica que se obtuvo un 20% de viabilidad.

Lorenzi (1992), Indica que otra especie del mismo género (*Centrolobium tomentosum* Guill. ex. Benth), cuenta con porcentajes de germinación de hasta el 100% y el surgimiento de las semillas es entre 15 y 25 días después del almacigo.

Las semillas pueden germinar a los 25 días, con un ligero incremento hasta llegar al 4% a los 60 días; siendo la tasa de germinación de 0.083 semillas por día. (Fredericksen et al., 2001).

La especie posee una capacidad mediana de dispersión, gracias a la forma del fruto (sámara) que le permite “volar” a distancias cortas; sin embargo, el tamaño y peso, relativamente grandes, disminuyen el alcance de las diásporas, a pesar de la gran cantidad de semillas (Fredericksen et al., 2001).

La densidad media de árboles de huasicucho en el bosque (>5 individuos/ha), la regeneración es muy baja llegando a menos de 5 individuos/ha, esto es atribuible principalmente al gran porcentaje de depredación (41.3% aproximadamente), además

de la presencia de una gran cantidad de semillas no viables (hasta un 80%), de las cuales un 10% no tenía endosperma y un 20% presentaba signos de depredación por insectos, en síntesis la regeneración no es producto del ciclo de sucesión natural (dispersión y germinación de las semillas), sino que en su mayoría es el resultado de los brotes radiculares y rebrotes de pequeños troncos de árboles (Pinard *et al*. 1997).

3.13.4.6. Regeneración y requerimientos para Sucesión

Según Fuentes (1996); se conoce bastantes características ecológicas del Huasicucho, las cuales permiten obtener conclusiones muy alentadoras en cuanto a su manejo, además de asegurar tanto la regeneración como la sucesión de la especie.

- Primero, la regeneración natural responde muy bien a las alteraciones ocasionadas por la explotación forestal y la agricultura de pequeña escala.
- Segundo, cuando la regeneración natural es afectada por factores adversos como la depredación, la competencia y la baja tasa de germinación, ésta es suplida efectivamente por medios como los rebrotes radiculares.
- Tercero, una gran parte de los árboles no rentables económicamente debido a imperfecciones en el fuste, así como aquellos con diámetro menor al límite permisible, producen frutos y brotes radiculares, lo que los convierte en árboles semilleros.

3.13.4.7. Ciclo de corta y tratamientos Silviculturales

Centrolobium ochroxylum, por su condición de heliófita y pionera, no requiere tratamientos particulares para el manejo. Más aún, la especie no necesita cuidados especiales, pues aún si se extraen todos los individuos de un área (teniendo el cuidado de dejar tocones de aproximadamente 1 m de altura), la regeneración sería rápida debido a la facilidad con que la especie forma brotes a partir de las raíces y los tocones, (Conversación verbal, Blas, 2008).

Centrolobium ochroxylum invade áreas quemadas (Kennard, datos no publicados) y caminos de extracción (Mostacedo, datos no publicados) por medio de brotes, los cuales se originan en árboles maduros cercanos, por lo que responderá de forma positiva a las quemas controladas.

En efecto, debido a su baja tolerancia a la sombra y reacción negativa a la competencia, la tarara podrá requerir un control de las plantas competidoras para su rápido crecimiento, además de aperturas del dosel formadas por el aprovechamiento forestal, (Saldías et al., 1994).

Debido a su acelerado crecimiento, *Centrolobium tomentosum* (Lorenzi, 1992) y *Centrolobium ochroxylum* (Saldías et al., 1994) se recomiendan para sistemas agroforestales como cobertura de callejones forrajeros.

Dichas especies también se usan como cortinas rompe vientos y árboles dispersos en potreros en programas de reforestación de áreas degradadas, gracias a su particularidad de poblar con mucha facilidad lugares abiertos o que hayan tenido un grado considerable de alteración, (Saldías et al., 1994).

3.13.4.8. Crecimiento y densidad

Lorenzi (1992), señala que encontró en *Centrolobium ochroxylum* un índice de crecimiento correspondiente a 2-3 m en un año.

Fredericksen et al. (2001) señala que encontró individuos de la misma especie con un crecimiento absoluto de 24.3 cm en 4 meses (de noviembre a marzo); encontrándose el crecimiento relativo en el orden del 16.68%, estos resultados clasifican a como una especie de crecimiento rápido, que le permite ser pionera y de alta competitividad en lugares perturbados.

Se conoce que *Centrolobium ochroxylum* se distribuye en el bosque bajo de los Yungas y Alto Beni de acuerdo a ciertas condiciones topográficas y edáficas (comunidades vegetales); sin embargo, se puede afirmar que, en general, la densidad media es de 7.38 árboles/ha para individuos entre 5 y 70 cm de DAP (Fuentes, 1996).

3.13.4.9. Reacción a la Competencia y Perturbación

El huasicucho *(Centrolobium ochroxylum)* responde muy bien a perturbaciones ocasionadas por el aprovechamiento forestal, el chaqueo y en menor grado a los disturbios provocados por incendios forestales, tal aseveración es en chacos abandonados, donde después de 5 años, se encontraron individuos con un DAP entre 10-20 cm y una densidad de 17 individuos/ha; medidas que se incrementan con el transcurso de los años y que representan una densidad mucho mayor a la registrada en un bosque en condiciones naturales (Pinard y Huffman, 1997).

Pese a colonizar lugares que sufrieron disturbios, el sucesivo establecimiento y los índices de regeneración natural disminuyen a medida que el barbecho toma aspecto de bosque cada vez más maduro, esto último dependerá de que no se produzca ningún disturbio durante este proceso, además de que no hayan existido manchas de individuos o se encuentren otras en las cercanías, pues la invasión del huasicucho a nuevos claros, se efectúa mediante brotes y rebrotes a nivel radicular y generalmente no se produce por medio de semillas. (Fredericksen, *et al*., 2001).

La resistencia de la corteza de *Centrolobium ochroxylum* a los incendios forestales es baja; por lo que éstos causarán reducciones considerables en la población de la especie, por consiguiente, no es aconsejable la aplicación de tratamientos silviculturales que impliquen el uso de fuego; excepto la preparación inicial del sitio para favorecer el establecimiento de plantines y el rebrote de raíces. (Pinard y Huffman, 1997).

3.13.4.10. Incidencia de parásitos y trepadoras

La susceptibilidad a la invasión de lianas y trepadoras (Mukuna) es alta, con un 45% de incidencia en individuos maduros del dosel, sub-dosel y estrato medio arbóreo, estas lianas infestantes y trepadoras cubren gran parte del tronco y/o parte de la copa. (Fuentes, 1996).

El mismo autor indica que en ningún caso se observaron epífitas, tales como bromelias, orquídeas y helechos, con excepción de algunos ejemplares de la familia Araceae que crecían en la base de los fustes. El huasicucho es un hospedero frecuente de la especie *Philodendron undulatum* (Araceae), generalmente los parásitos están especializados en ciertas estructuras u órganos de la especie, estos se hallan, en su mayor parte, en los frutos y no en órganos vegetativos como hojas, troncos y raíces, donde no se ha reportado ningún caso de depredación o infección ocasionada por patógenos, aparte de infecciones causadas por la rotura de las ramas o el fuste. (Fredericksen, *et al.,* 2001)

3.13.4.11. Valor para la fauna silvestre

Hasta hace un año (1997), no se asignaba a los frutos de la tarara amarilla ninguna importancia desde el punto de vista alimentario, ni la bibliografía mencionaba algún valor de esta especie para la fauna se ha visto algunos vertebrados consumiendo semillas del fruto, se estableció el valor de la especie en este sentido (Justiniano, et al., 2003)

Justiniano, et al., (2003), Señala que existen loritas mejillas verdes (*Pyrrhura molinae*) destruyendo el fruto para obtener las preciadas, aunque reducidas semillas, estas aves, además de mostrar una extraordinaria habilidad para obtenerlas (al romper las espinas y abrir una sutura en el fruto de consistencia relativamente dura y fibrosa), solamente

escogían aquellas que poseían semillas en su interior, no así las estériles, que arrojaban al suelo sin intentar abrirlas.

Otro mamífero observado alimentándose ocasionalmente de semillas de Huasicucho es la ardilla *Sciurus bolivianensis*; se supone que otros roedores, como pequeños ratones, también podrían consumirlas, el fruto se convierte en un alimento, si no imprescindible, por lo menos muy requerido durante el período medio de la época seca, en el cual la disponibilidad de alimentos se reduce notablemente (Justiniano, et al., 2003), (Aguape, 1997).

3.13.5. Propiedades Maderables

Su madera es semidura, de color marrón claro con veteados oscuros, se deja trabajar fácilmente, con durabilidad garantizada incluso en climas tropicales húmedos (Figura 11), (PIAF-EL CEIBO, 2002).

Fuente: **Fotografía propia Palos Blancos- Alto Beni**

Figura 8. **Corteza interna del huasicucho**

3.13.5.1. Usos

Por sus atributos biológicos es empleado en Sistemas Agroforestales Multiestrato. Los carpinteros de Alto Beni lo utilizan para la fabricación de diversos muebles, así como la fabricación de parquet, machimbre, decorados, etc. (PIAF-EL CEIBO, 2002).

En la cuarta sección es un árbol que se usa para producción pero en el aspecto económico más técnico su madera es buena ya que se usa para la fabricación de muebles, ventanas, puertas, parquet, revestimientos, entablonados. (Conversación verbal con Eusebio Janco Tito de 63 años productor del árbol, maderero, 2008).

El huasicucho es un árbol que se usa como semisombra especialmente para el cacao, se lo usa por su rápido crecimiento y por su calidad de no exigencia de agua, en mis parcelas hay huasicucho, cacao, banano y cítricos y en la zona en épocas de sequia combate el sol para el cacao especialmente, (Conversación verbal con Nicolás Callata Mendoza, productor de cacao en la comunidad de Agua Clara, 2008).

El huasicucho no ha tenido mucho resultado en mi parcela pero aun lo utilizo porque en épocas de sequia da semisombra a mis cacaotales, (conversación verbal con Fortunato Velásquez productor de la comunidad Tarapacá, 2008)

3.14. Sistema de Información Geográfica (SIG)

Es un sistema de información especializado en análisis de información geográfica, es un conjunto organizado de herramientas de hardware y software y datos que permiten la captura, almacenamiento manipulación despliegue y análisis de información geográficamente georeferenciada (Navia, 2006).

El mismo autor menciona que, el SIG maneja dos tipos de información, La información del medio natural que corresponde a planos deducidos de las cuatro esferas naturales atmósfera, litosfera, hidrosfera y la biosfera, y la información del medio construido que

son los planos que reflejan la acción modificadora del hombre sobre los espacios (uso de suelos, demografía, infraestructura, límites políticos.)

Las funciones del sistema de información georeferenciada se podría resumir en: Entrada de datos que es el procedimiento que permite convertir información geográfica desde el formato análogo a un formato digital comprensible por el computador (Navia, 2006).

Gestión de la información espacial: Permite manipular información espacial su almacenamiento y administración (Navia, 2006).
Salida y composición cartográfica: Sirve para mostrar al usuario los propios datos del SIG y los resultados de las operaciones realizadas con ellos (Navia, 2006).

3.14.1. Datos Geográficos

Según Arnof (1995), son datos espacialmente referenciados que actúan como un modelo de la realidad cuyos componentes son su posición geográfica (bajo sistema de coordenadas). Los SIG's almacenan por medio de una base de datos, la localización del dato, su relación espacial con otros datos (Tipología) y una descripción a través de sus atributos propios (donde se ubica).

3.15. Métodos para el análisis de datos

El análisis de datos se puede realizar mediante métodos simples y complejos que van desde el uso de gráficos, estadísticos de tendencia central y dispersión, hasta las medidas comerciales, estas últimas utilizadas para venta, que tiene los propósitos de reducir el volumen de la información y obtener conclusiones sobre variabilidad y utilidad del germoplasma. (Arnof, 1995)

3.15.1. Medidas de tendencia central

Las medidas de tendencia central también conocidas como medidas de posición o localización, son las que se observan como un conjunto de observaciones en un solo valor. (López, 1982).

Las principales medidas de tendencia central son el promedio aritmético o media, la mediana, la moda, el promedio geométrico, y la media armónica (López, 1982).

La aplicación de cada una de estas medidas de tendencia central tienen sus ventajas y desventajas, es por eso que al aplicarlas se debe hacer un buen uso de ellas (López, 1982).

3.15.1.1. La Media

La media se define como la suma de todas las observaciones dividida entre el número de ellas (López, 1982).

En matemáticas y estadística, la **media aritmética** (también llamada **promedio** o simplemente **media**) de un conjunto finito de números es igual a la suma de todos sus valores dividida entre el número de sumandos. Cuando el conjunto es una muestra aleatoria recibe el nombre de **media muestral** siendo uno de los principales estadísticos muéstrales (López, 1982).

Dados los *n* números $\{a_1, a_2, \ldots, a_n\}$, la **media aritmética** se define simplemente como:

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} a_i = \frac{a_1 + a_2 + \cdots + a_n}{n}$$

3.15.1.2. Variancia

Es una medida de dispersión o variabilidad que considera todas las observaciones (López, 1982).

En teoría de probabilidad, la **varianza** (que suele representarse como σ^2) de una variable aleatoria es una medida de su dispersión definida como la esperanza del cuadrado de la desviación de dicha variable respecto a su media. (Hidalgo, 2003).

Está medida en unidades distintas de las de la variable. Por ejemplo, si la variable mide una distancia en metros, la varianza se expresa en metros al cuadrado. La varianza tiene como valor mínimo 0 (López, 1982).

Hay que tener en cuenta que la varianza puede verse muy influida por los valores atípicos y se desaconseja su uso cuando las distribuciones de las variables aleatorias tienen colas pesadas. En tales casos se recomienda el uso de otras medidas de dispersión más robustas (Hidalgo, 2003).

El término *varianza* fue acuñado por Ronald Fisher en un artículo de 1918 titulado *The Correlation Between Relatives on the Supposition of Mendelian Inheritance*.

Dada una variable aleatoria X con media $\mu = \mathrm{E}(X)$, se define su **varianza**, $\mathrm{Var}(X)$ (también representada como σ_X^2 o, simplemente σ^2), como

$$\mathrm{Var}(X) = \mathrm{E}[(X-\mu)^2].$$

Desarrollando la definición anterior, se obtiene la siguiente definición alternativa (y equivalente):

$$
\begin{aligned}
\mathrm{Var}(X) &= \mathrm{E}[(X-\mu)^2] \\
&= \mathrm{E}[(X^2 - 2X\mu + \mu^2)] \\
&= \mathrm{E}(X^2) - 2\mu\mathrm{E}(X) + \mu^2 \\
&= \mathrm{E}(X^2) - 2\mu^2 + \mu^2 \\
&= \mathrm{E}(X^2) - \mu^2.
\end{aligned}
$$

Si una distribución no tiene esperanza, como ocurre con la de Cauchy, tampoco tiene varianza. Existen otras distribuciones que, aun teniendo esperanza, carecen de varianza. Un ejemplo de ellas es la de Pareto cuando su índice *k* satisface $1 < k \leq 2$ (López, 1982).

La varianza representa la media aritmética de las desviaciones con respecto a la media que son elevadas al cuadrado (López, 1982).

Si atendemos a la colección completa de datos (la población en su totalidad) obtenemos la varianza poblacional; y si por el contrario prestamos atención sólo a una muestra de la población, obtenemos en su lugar la varianza muestral. Las expresiones de estas medidas son las que aparecen a continuación (López, 1982).

Expresión de la varianza muestral:

$$S_X^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(X_i - \overline{X}\right)^2}{n}$$

Segunda forma de calcular la varianza muestral:

$$S_X^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i^2}{n} - \overline{X}^2$$

Expresión de la cuasivarianza muestral (estimador insesgado de la varianza poblacional):

$$S_X^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(X_i - \overline{X}\right)^2}{n-1}$$

Expresión de la varianza poblacional:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N} \left(X_i - \mu\right)^2}{N}$$

Donde μ es el valor medio de $\{X_i\}$

3.15.1.3. Desviación Estándar

La Desviación Estándar o desviación típica es una medida de dispersión que no es más que la raíz cuadrada de la Variancia (López, 1982).

La **desviación estándar** o **desviación típica** (σ) es una medida de centralización o dispersión para variables de razón (ratio o cociente) y de intervalo, de gran utilidad en la estadística descriptiva (Hidalgo, 2003).

Se define como la raíz cuadrada de la varianza. Junto con este valor, la desviación típica es una medida (cuadrática) que informa de la media de distancias que tienen los datos respecto de su media aritmética, expresada en las mismas unidades que la variable (Hidalgo, 2003).

Para conocer con detalle un conjunto de datos, no basta con conocer las medidas de tendencia central, sino que necesitamos conocer también la desviación que representan los datos en su distribución respecto de la media aritmética de dicha distribución, con

objeto de tener una visión de los mismos más acorde con la realidad al momento de describirlos e interpretarlos para la toma de decisiones (López, 1982).

Expresión de la desviación estándar poblacional:

$$\sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (X_i - \mu)^2}{N}}$$

El término *desviación estándar* fue incorporado a la estadística por Karl Pearson en 1894.

Por la formulación de la varianza podemos pasar a obtener la desviación estándar, tomando la raíz cuadrada positiva de la varianza. Así, si efectuamos la raíz de la varianza muestral, obtenemos la desviación típica muestral; y si por el contrario, efectuamos la raíz sobre la varianza poblacional, obtendremos la desviación típica poblacional (López, 1982).

3.15.1.4. Coeficiente de Variación

EL coeficiente de variación es una medida de dispersión o variabilidad que mide el número de veces que la desviación estándar contiene al promedio de la muestra expresado en porcentaje (López, 1982).

En estadística el **coeficiente de variación (de Pearson)**, es una medida de dispersión útil para comparar dispersiones a escalas distintas pues es una medida invariante ante cambios de escala (Hidalgo, 2003).

Sirve para comparar variables que están a distintas escalas pero que están correlacionadas estadísticamente y sustantivamente con un factor en común. Es decir, ambas variables tienen una relación causal con ese factor (López, 1982).

Su fórmula expresa la desviación estándar como porcentaje de la media aritmética, mostrando una mejor interpretación porcentual del grado de variabilidad que la desviación típica o estándar (López, 1982).

Por otro lado presenta problemas ya que a diferencia de la desviación típica este coeficiente es variable ante cambios de origen. Por ello es importante que todos los valores sean positivos y su media de por tanto un valor positivo. A mayor valor de C.V. mayor heterogeneidad de los valores de la variable; y a menor C.V., mayor homogeneidad en los valores de la variable (Hidalgo, 2003).

Suele representarse por medio de las siglas **C.V.**

Exigimos que: $\bar{x} > 0$ Se calcula:

$$C_V = \frac{\sigma}{\bar{x}}$$

Donde σ es la desviación típica. Se puede dar en tanto por ciento calculando:

$$C_V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100$$

El coeficiente de variación permite comparar la dispersión entre dos poblaciones distintas e incluso, comparar la variación producto de dos variables diferentes (que pueden provenir de una misma población) (López, 1982).

Estas variables podrían tener unidades diferentes, por ejemplo, podremos determinar si los datos tomados al medir el volumen de llenado de un en base de cierto líquido varían más que los datos tomados al medir la temperatura de el liquido contenido en el en base al salir al consumidor. El volumen los mediremos en centímetros cúbicos y la temperatura en grados centígrados (López, 1982).

El coeficiente de variación elimina la dimensionalidad de las variables y tiene en cuenta la proporción existente entre una medida de tendencia y la desviación típica o estándar (Hidalgo, 2003).

3.16. Herramientas de diagnóstico para apoyar los Sistemas de manejo Conjunto de Bosques

3.16.1. Método sin parcelas

El método sin parcelas, también conocido como el método de cuarto con punto centrado (CPC) o de distancia, es uno de los métodos más rápidos y confiables para examinar grandes extensiones de bosque y/o áreas con vegetación heterogénea y distribuida al azar. Aunque este método no muestra por completo la diversidad vegetal del rodal, si revela especies dominantes y raras. La densidad de un área dada se calcula estimando primero la media de las distancias entre árboles, luego cuadrando a esta figura para sacar el área promedio que ocupa una planta (CATIE, 1992; FAO – USAID, 1997).

3.16.2. Medición de la Cobertura del Dosel

La cobertura del dosel se define como la extensión de área de suelo sombreada o cubierta de la luz por ramas y hojas de los árboles que conforman el dosel. Indica aperturas para la penetración de luz solar, que sugiere espacios disponibles para la regeneración natural y crecimiento de pasto. Una buena cobertura del dosel suprime el crecimiento de plantas y plantas herbáceas (CATIE, 1992; FAO – USAID, 1997).

Por lo tanto los datos de cobertura son importantes para tomar decisiones sobre la manipulación de la vegetación (podas parciales, completas o talas) para fomentar la productividad del pasto, crecimiento de arbustos y la identificación de plantas que gustan de sombra (CATIE, 1992; FAO – USAID, 1997).

La cobertura de la vegetación puede ser estimada registrando el porcentaje de traslape entre las copas de los arboles directamente arriba de un numero significativo de puntos en el bosque (CATIE, 1992; FAO – USAID, 1997).

3.16.3. Perfiles de Vegetación

Según CATIE, *et. al*., (1997), La vegetación en una parcela en regeneración puede consistir de árboles altos (extendidos y no extendidos), arboles enanos, arboles creciendo bajo la sombra de árboles más altos, arbustos, herbáceas, etc. Los perfiles de vegetación indican el arreglo o estructura del ecosistema del bosque sobre la superficie del suelo, describiendo la extensión vertical y horizontal de diferentes tipos de plantas.

Datos sobre la altura y extensión de árboles o arbustos son necesarios para tomar decisiones de manejo que maximicen el tipo de biomasa que la comunidad requiere. De cada mancha de bosque, la comunidad puede querer obtener pasto para fibra, arbustos para estiércol, ramas de árboles para leña, hojas de árboles para platos, o una combinación de todos estos (CATIE, 1992; FAO – USAID, 1997).

4. LOCALIZACION

4.1. Ubicación Geográfica del área de estudio

El estudio se llevó a cabo en la región del Alto Beni, Bolivia, ubicada 270 km al noreste del departamento de La Paz, coordenadas 15°10‘ y 15°55’ Sur, 66°55’ y 67°40’ Oeste. La región comprende la provincia Sud Yungas, con una extensión de 250.000 ha, La localización de las parcelas en estudio se presenta en las comunidades de Agua Clara (Área VI) y Tarapacá (Área II), Anexo 4).

4.2. Descripción del Alto Beni.

El Alto Beni es una zona caracterizada por una topografía ondulada a muy ondulada, con colinas y valles que varían entre 300 y 1.400 metros de altitud. El clima es cálido húmedo, con amplias variaciones estacionales; la temperatura media anual es de 26ºC, con valores mínimos de 16 ºC y máximos de 36 ºC; entre los meses de julio y septiembre son comunes los llamados “surazos”, con temperaturas que bajan de los valores mínimos (<16ºC) (Wilkes, H. 2007).

La precipitación promedio en el área de estudio es de 1193 mm con valores mínimos de 16.3 mm en agosto y máximos de 211.6 mm en enero. El período lluvioso ocurre entre diciembre y marzo y el período seco se presenta en los meses de julio y agosto (Wilkes, H. 2007).

La humedad relativa promedio es de 84.9% con una mínima de 79.7% en septiembre y máxima de 89.3% en mayo. La región incluye las zonas agroecológicas Bosque de Transición Amazónico (300a 500 m), Bosque Sub Montano (500 a 600 m), Bosque Húmedo Montañoso (600 a 1000 m). De acuerdo a esta clasificación, las 43 fincas del presente estudio están distribuidas de la siguiente manera: 25 en Bosque de transición

amazónico, 8 en bosque sub-montano y 10 en Bosque húmedo montano. (Mesén, 2003; Piaf-El Ceibo, 2003)

La región del Alto Beni forma parte de una gran unidad vegetal de los bosques en las Laderas Orientales de los Andes, denominada los Yungas, que significa “tierra caliente” (Wilkes, H. 2007).

La región comprende un conjunto de los valles cubiertos de selvas serranas tropicales de Bolivia que constituye una de las regiones con alta diversidad natural y cultural, pues no sólo representa el límite superior de las selvas húmedas de los Andes, sino que también constituye un importante límite cultural (Microsoft Encarta, 2005).

Beck (1988), divide el bosque de los Yungas en tres pisos altitudinales: la ceja de la montaña, los bosques de Medio Yungas y los bosques de los Yungas verdaderos. El Alto Beni pertenece a los Yungas verdaderos, ubicado por debajo de los 2000 m.

Beck (1988), La vegetación está representada por una diversidad de especies amazónicas y subandinas que cambian en función de la altitud. Desde los 300 hasta los 500 m se desarrolla un bosque de transición amazónico de topografía plana a levemente ondulada, la parte baja es susceptible a inundaciones.

Los árboles pueden alcanzar hasta 40 m de altura y 150 cm de diámetro, muchos de ellos con grandes aletones. Predominan las familias Moraceae, Bombacaceae, Euphorbiaceae y Palmaceae. A altitudes de 500 a 600 m los suelos son franco arenoso, moderadamente fértil y pendientes poco pronunciadas. A esta altitud predomina una vegetación típica de bosque submontanos con numerosas especies de las familias Leguminoseae, Anacardiaceae y Palmaceae (PIAF, 2003).

Entre los 600 y los 800 m el bosque es húmedo, siempre verde, los árboles pueden medir hasta 35 m de altura y 100cm de diámetro. En esta altitud aparecen especies

como *Terminalia spp., Centrolobium ochroxylum, Swietenia macrophylla, Calophyllum brasilense,* entre otras. Sobre los 800 m se desarrollan bosques montanos muy húmedos hasta nublados, con precipitaciones anuales mayores a 2000 mm, suelos con mucha pedregosidad y abundancia de especies hemiepífitas y helechos arbóreos. Aquí aparecen especies como *Aniba canelilla, Cedrela odorata, Dacryodes spp., Pseudolmedia macrophylla* y *Symphonia globulifera (DED, 2007).*

Todas las plantaciones de cacao se ubican en las partes bajas, entre los 300 y 800 m; no se planta cacao arriba de los 800 m 30 El Alto Beni esta dividido en siete áreas de colonización (I, III, II, IV, V, VI, VI) en las que viven 1300 productores de cacao asociados al Proyecto "Modernización de la Cacaocultura Orgánica del Alto Beni" (MCOAB), (PIAF, 2003).

4.2.1. Palos Blancos

El municipio de Palos Blancos es la cuarta sección de la provincia Sud Yungas del Departamento de La Paz, se encuentra a una distancia de 239 Km. De la capital del departamento, sobre la ruta 3 del corredor norte que une a los departamentos La Paz – Beni y Pando. Posee una superficie de 3.430 Km^2, limita al este con el departamento del Beni, al oeste con la provincia Larecaja, Caranavi y La Asunta, al norte con el Beni y la provincia Franz Tamayo y al sur la Asunta y el departamento de Cochabamba, (USAID, PDM, 2008 – 2012)

Los mismos autores indican que administrativamente está organizada en 15 distritos sobre la base de las 4 áreas (II, V, VI, VII) de las siete que componen el Alto Beni. Existen 278 organizaciones territoriales de las cuales 20 son juntas vecinales, 6 comunidades originarias indígenas y 248 comunidades – colonias, existiendo además 23 concesiones (Wilkes, H. 2007).

4.2.2. Características Climáticas y Fisiografía generales

El territorio seccional se localiza en la faja del subandino; con espacios en transición de Yungas y trópico, con un intervalo altitudinal entre 383 hasta los 1.200 sobre el mar (Anexo 5). Predomina el clima cálido en las riberas de la cuenca del río alto Beni y templado en las serranías de Marimonos y el Sillar. La temperatura promedio es de 27°C, con una máxima de 31°C y una mínima de 19°C, las precipitaciones pluviales alcanzan a los 1.172 mm. (USAID, PDM, 2008 – 2012)

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Materiales y equipos

5.1.1 De campo

- GPS (Sistema de Posicionamiento Global)
- Clinómetro
- Cinta métrica de 5 m
- Spray de color rojo
- Cámara fotográfica
- Grabadora de mano y Casettes
- Machete

5.1.2 De Gabinete

- Fotografías Aéreas I.G.M. (región Municipio Palos Blancos).
- Material de escritorio
- Material bibliográfico

5.2. Métodos

5.2.1. Metodología.

En este estudio se utilizó la metodología de Método sin Parcelas o Cuarto con Punto Centrado (CPC), Medición de cobertura del Dosel, Perfiles de Vegetación.

5.2.2. Delineamiento estadístico.

Se estudiaron 5 parcelas tomadas aleatoriamente de una población de 40, en la Comunidad de Agua Clara, y se estudiaron 5 parcelas tomadas aleatoriamente de una población de 40, en la comunidad de Tarapacá. Parcelas seleccionadas por área de colonización, Alto Beni, Bolivia.

a. Fuentes de información

Se obtuvo mediante la medición de variables biofísicas y agroforestales con el uso de formularios pre-elaborados (Anexos 5 y 6) y herramientas de campo como cinta métrica, clinómetro, GPS, libreta de campo, cámara fotográfica, machete.

b. Análisis de datos.

Para las variables cualitativas se realizó el análisis de frecuencias estadístico y para las variables cuantitativas se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión (UNC, 2004).

5.3. Etapas de la Investigación

El estudio se dividió en tres etapas

Etapa I: Selección de parcelas de investigación

Se revisó la información existente en la zona sobre, datos generales del productor, sus sistemas de producción y condiciones de vida. Posteriormente se efectuaron reuniones con dos de los comunarios dueños de las parcelas interesados en el estudio con el propósito de presentar los objetivos e importancia del estudio y luego se efectuaron visitas de reconocimiento a las parcelas de los mismos de las diferentes comunidades y áreas, a los que se preguntó sobre cultivos, condiciones climáticas, infraestructura, distancia a los centros poblados, etc.

Diagnóstico agroforestal participativo.

Se registró los datos, recorridos en la parcela y observaciones e identificación de árboles. Se evaluaron las características biofísicas de las parcelas, el uso actual de la tierra, el entorno socioeconómico del productor y su grupo familiar y el estado actual del componente arbóreo en cada parcela. Los datos biofísicos y agroforestales se tomaron en los tres usos de la tierra más importantes económicamente para el productor.

Evaluación Biofísica Comunidad Agua Clara

El diagnóstico biofísico permitió conocer las características y condiciones generales de la Parcela

a) **Ubicación**

Esta variable incluyó nombre del propietario, localidad o colonia, área, altitud y coordenadas geográficas (GPS).

b) **Uso de la tierra y superficie**

Se anotaron los tipos de cultivos, áreas de barbecho y bosque, arroyos o fuentes de agua, caminos, carreteras, áreas incultivables y otros. Adicionalmente se anotó el uso anterior, es decir los existentes al momento de establecerse el productor como propietario de la Parcela.

También se registró la superficie de cada uno de los usos actuales y la superficie total de la parcela. Parte de la información sobre superficies fue obtenida en las instituciones locales.

c) Tipo de suelo

La textura del suelo se determinó con la metodología de Chilón (1996). Se tomaron cinco sub muestras (cuatro en las esquinas y una en el centro de la parcela) equivalentes a dos cucharadas, a una profundidad de 5 cm.

Posteriormente se mezclaron las sub muestras y se humedecieron ligeramente; de esta mezcla se tomó una porción entre los dedos índice y pulgar y se oprimió gradualmente.

A continuación se formó un rollo moviendo el pulgar hacia delante y atrás (amasando continuamente para formar un “chorizo”). Cuando se formó fácilmente el rollo y permaneció como una cinta estable y larga, sin deshacerse, se calificó al suelo de arcilloso.

Cuando se formó el rollo, pero se desbarató o rompió rápidamente, el suelo se calificó como franco y cuando no se puedo formar el rollo se calificó como franco arcilloso.

Finalmente, se procedió a determinar qué partículas predominaban (arena, limo o arcilla) de la siguiente manera: si la muestra era granulosa y burda al tacto, la partícula predominante era arena, si la muestra era suave como talco e incluso “pintaba” o manchaba los dedos, predominaba limo y si la muestra era menos burda que en arena, predomina arcilla.

De acuerdo a Chilón (1996), la distribución aproximada de las partículas de arcilla, arena y limo en cada tipo de suelo, es la siguiente:

Arcilloso: 60% de arcilla, 20% de arena, 20% de limo
Franco-arcilloso: 40% de arcilla, 30% de arena, 30% de limo
Franco: 20% de arcilla, 40% de limo, 40% de arena
Franco-arenoso: 15% de arcilla, 20% de limo, 65% de arena

Arenoso: 5% de arcilla, 5% de limo, 90% de arena
Franco-limoso: 15% de arcilla, 20% de arena, 65% de limo
Limoso: 10% de arcilla, 5% de arena, 85% de limo

d) Datos climáticos

En las 5 Parcelas se anotó el tipo y época de acceso, distancia al pueblo, distancia a la fuente de agua para consumo familiar y datos climáticos que fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Bolivia (SENAMHI). (Anexo 7)

Evaluación biofísica de la comunidad Tarapacá

El diagnóstico biofísico permitió conocer las características y condiciones generales de la Parcela.

a) Ubicación

Esta variable incluyó nombre del propietario, localidad o colonia, área, altitud y coordenadas geográficas (GPS).

b) Uso de la tierra y superficie

Se anotaron los tipos de cultivos, áreas de barbecho y bosque, arroyos o fuentes de agua, caminos, carreteras, áreas incultivables y otros. Adicionalmente se anotó el uso anterior, es decir los existentes al momento de establecerse el productor como propietario de las parcelas.

También se registró la superficie de cada uno de los usos actuales y la superficie total de la parcela. Parte de la información sobre superficies fue obtenida en las instituciones locales.

Posteriormente se calculó la superficie mediante el método de rumbos y distancias.

c) Tipo de suelo

La textura del suelo se determinó con la metodología de Chilón (1996). Se tomaron cinco submuestras (cuatro en las esquinas y una en el centro de la parcela) equivalentes a dos cucharadas, a una profundidad de 5 cm.

Posteriormente se mezclaron las submuestras y se humedecieron ligeramente; de esta mezcla se tomó una porción entre los dedos índice y pulgar y se oprimió gradualmente. A continuación se formó un rollo moviendo el pulgar hacia delante y atrás (amasando continuamente para formar un “chorizo”).

Cuando se formó fácilmente la faja y permaneció como una cinta estable y larga, sin deshacerse, se calificó al suelo de arcilloso. Cuando se formó el rollo, pero se desbarató o rompió rápidamente, el suelo e calificó como franco y cuando no se puedo formar el rollo se calificó como franco arcilloso.

Finalmente, se procedió a determinar qué partículas predominaban (arena, limo o arcilla) de la siguiente manera: si la muestra era granulosa y burda al tacto, la partícula predominante era arena, si la muestra era suave como talco e incluso “pintaba” o manchaba los dedos, predominaba limo y si la muestra era menos burda que en arena, predomina arcilla.
De acuerdo a Chilón (1996), la distribución aproximada de las partículas de arcilla, arena y limo en cada tipo de suelo, es la siguiente:

Arcilloso: 60% de arcilla, 20% de arena, 20% de limo
Franco-arcilloso: 40% de arcilla, 30% de arena, 30% de limo
Franco: 20% de arcilla, 40% de limo, 40% de arena
Franco-arenoso: 15% de arcilla, 20% de limo, 65% de arena

Arenoso: 5% de arcilla, 5% de limo, 90% de arena
Franco-limoso: 15% de arcilla, 20% de arena, 65% de limo
Limoso: 10% de arcilla, 5% de arena, 85% de limo

d) Datos climáticos

En las 5 Parcelas se anotó el tipo y época de acceso, distancia al pueblo, distancia a la fuente de agua para consumo familiar y datos climáticos que fueron proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología de Bolivia (SENAMHI). (Anexo 7).

Etapa II: Evaluación de los sistemas Agroforestales Integrales entre especies cultivadas

Se evaluó la riqueza, abundancia, composición botánica, árboles conocidos por el productor, preferencias y usos de los árboles.

Sistemas Agroforestales integrales en la comunidad Agua Clara

Se realizó una pequeña encuesta al dueño de la parcela en estudio, señalando los componentes principales de su Sistema Agroforestal Multiestrato, además se inspecciono la variedad de árboles y cultivos que crecen en entorno al árbol en estudio.

Sistemas Agroforestales integrales en la comunidad Tarapacá

Se realizó una pequeña encuesta al dueño de la parcela en estudio, señalando los componentes principales de su Sistema Agroforestal Multiestrato, además se inspecciono la variedad de árboles y cultivos que crecen en entorno al árbol en estudio.

Etapa III: Evaluación de la Interacción Ecológica y económica entre especies

Se evaluó la interacción ecológica y económica entre el componente Huasicucho y el cultivo de mayor importancia en la zona que es el Cacao, ya que en las parcelas multiestrato se encontró la presencia de solo estos dos componentes, por ser el cultivo de importancia económica y con necesidades fisiológicas importantes, a las cuales el árbol en estudio apoya, para este estudio se utilizó las medidas de volumen de madera, calculando en pie tablar como principal unidad de venta en madera para aserraderos, comparando con el precio de venta de semilla de cacao según fuentes de acopio de la región.

Interacción Ecológica y económica especie Huasicucho vs. Cacao Comunidad Agua Clara

En la comunidad Agua Clara, se estudiaron parcelas multiestrato con dos componentes esenciales, cultivo de Cacao y Arboles, se entiende que en Alto Beni el Cacao es de alto potencial económico, por lo que es importante conocer las necesidades fisiologías que requiere, de esta manera se determinó el beneficio del Árbol Huasicucho para el cultivo de Cacao, de igual manera se determinó la producción anual del fruto del cultivo (mazorcas), tanto en producto bruto como producto neto para la venta (semillas secas con 80% de humedad, así como la oferta y demanda del mismo, para determinar el ingreso del productor, hacia el valor económico por la venta de madera en pie tablar, del árbol Huasicucho, en esta zona.

Para el cálculo en venta de madera se utilizó la siguiente formula:

$$V = \pi x D^2/4xHxF_f$$

Dónde:

V= Volumen (m^3)

π= 3.14163

D^2= Diámetro Altura Pecho (DAP)

H = Altura

F_f = 0,65

Realizando la siguiente Conversión para el Volumen en pie tablar (Pt), lo requerido para venta de madera.

1 pulgada (1") = 2,54 cm ----------1 pie (1') = 30,48 cm **1 pie tablar (1 pt=1 p²) =** pieza de 12`x12`x1` equivalente a 0,00236 metros cúbicos de madera aserrada ----------**1000 pies-tabla de madera aserrada** = 2,36 m³ de madera aserrada ----------**423,7 pies-tabla** = 1 m³ de madera aserrada (Valor bruto)

Fuente: Unidad Forestal, Alcaldía de Palos Blancos (precios de junio del 2008)

Interacción Ecológica y económica especie Huasicucho vs. Cacao Comunidad Tarapacá

En la comunidad Tarapacá, se estudiaron parcelas multiestrato con dos componentes esenciales, cultivo de Cacao y Arboles, se entiende que en Alto Beni el Cacao es de alto potencial económico, por lo que es importante conocer las necesidades fisiologías que requiere, de esta manera se determinó el beneficio del Árbol Huasicucho para el cultivo de Cacao, de igual manera se determinó la producción anual del fruto del cultivo (mazorcas), tanto en producto bruto como producto neto para la venta (semillas secas con 80% de humedad, así como la oferta y demanda del mismo, para determinar el ingreso del productor, hacia el valor económico por la venta de madera en pie tablar, del árbol Huasicucho.

Para el cálculo en venta de madera se utilizó la siguiente formula:

$$V = \pi x D^2 / 4 x H x F_f$$

Dónde:

V= Volumen (m^3)

π= 3.14163

D^2= Diámetro Altura Pecho (DAP)

H = Altura

F_f = 0,65

Realizando la siguiente Conversión para el Volumen en pie tablar (Pt), lo requerido para venta de madera.

1 pulgada (1") = 2,54 cm ----------1 pie (1') = 30,48 cm **1 pie tablar (1 pt=1 p²) =** pieza de 12`x12`x1` equivalente a 0,00236 metros cúbicos de madera aserrada ----------**1000 pies-tabla de madera aserrada** = 2,36 m³ de madera aserrada ----------**423,7 pies-tabla** = 1 m³ de madera aserrada (Valor bruto)

Fuente: Unidad Forestal, Alcaldía de Palos Blancos (precios de junio del 2008)

Etapa IV: Evaluación del Sistema Agroforestal Multiestrato

Evaluación del Sistema Agroforestal Multiestrato Comunidad Agua Clara

Las evaluaciones se realizaron en el cultivo más importante y en el bosque, contando, identificando y midiendo todos los árboles huasicucho con DAP ≥ 5 cm.

En las áreas de bosque natural de la parcela, se utilizó la metodología "punto centro cuadrado" de Mostacedo y Fredericksen (2000) que consiste en ubicar cinco puntos separados 20-25 m, a lo largo de un transecto (Figura 13). Se contaron e identificaron los arboles mas cercanos de la especie huasicucho por Parcela en Bosque natural (4 puntos X 4 cuadrantes = 3-4 árboles).

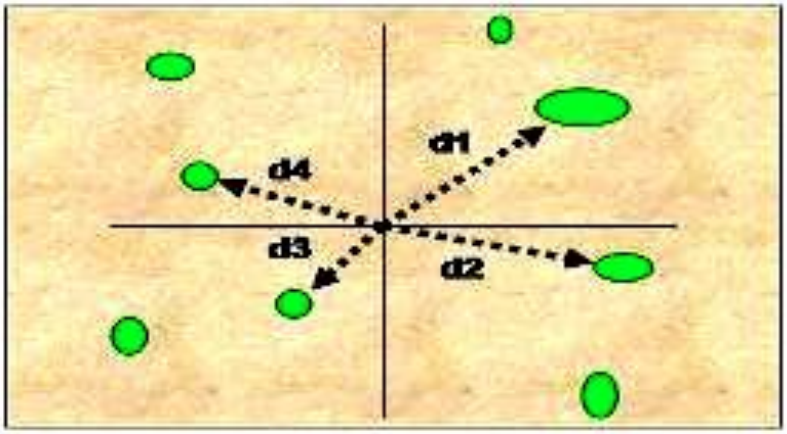


Figura 9. **Metodología punto centro cuadrado (Mostacedo y Fredericksen, 2000).**

Las variables dasométricas medidas en todos los árboles fueron: altura total del árbol (m), altura comercial (m), diámetro a la altura del pecho DAP (cm), diámetro de copa (m), opacidad de la copa (%)o cobertura del Dosel de sombra, estado sanitario del árbol y calidad del fuste.

El porcentaje de opacidad o cobertura del dosel de sombra se estimó visualmente desde la base del árbol y refiere al porcentaje de espacios "opacos" que no permiten el

paso de la luz del sol, o la “sombra” que el árbol refleja en el piso. Se utilizó la siguiente escala gráfica:

0-20% **20-40%** **40-60%** **60-80** **80-100%**

El DAP y el Diámetro de Copa se midieron con una cinta métrica común, y fue determinado por la distancia en metros entre los dos puntos más distantes de la misma.

La altura total de los árboles se obtuvo estimando la distancia entre la base del tallo hasta la hoja más alta de la copa y la altura comercial se midió con una cinta métrica desde la base del tallo hasta la primera ramificación o bifurcación. Adicionalmente, se calculó área basal y volumen utilizando las siguientes fórmulas (Orozco y Brumér, 2002):

$$\textbf{Área basal (m}^2\textbf{): (DAP/100)}^2 * \pi/4$$

La información sobre los usos de los árboles se obtuvo de las siguientes fuentes: el productor, personal técnico de Piaf- El Ceibo y publicaciones locales (Mostacedo, *et. al*. 2001; Ticona, 2001; Gulde y Crespo, 2002; Muasya, *et. al*. 2002; PIAF, 2003).

Análisis de perfil de vegetación Comunidad Agua Clara

a) Estructura Vertical

Se dibujó en papel milimitrado la posición de los arboles horizontalmente, para observar la perspectiva del cultivo de cacao, y el árbol Huasicucho, en estas graficas se observan con claridad el tamaño, y espacio que ocupa cada componente en el sistema.

b) Estructura Horizontal

Se dibujaron en el mismo papel milimetrado los árboles, donde se observara la cobertura del dosel o índice de opacidad desde una perspectiva de arriba, lo que nos permitirá observar y medir el área que ocupa cada árbol en el sistema el nivel de sombra que brinda el árbol al cultivo, ofreciendo beneficios al mismo.

Evaluación del Sistema Agroforestal Multiestrato Comunidad Tarapacá

Las evaluaciones se realizaron en los cultivos más importantes de las parcelas en el bosque natural, contando, identificando y midiendo todos los árboles de huasicucho con DAP ≥ 5 cm. En las áreas de bosque natural de la parcela, se utilizó la metodología "punto centro cuadrado" de Mostacedo y Fredericksen (2000) que consiste en ubicar cinco puntos separados 20-25 m, a lo largo de un transecto (Figura 14). Se contaron e identificaron 3-4 árboles por bosque (4 puntos X 4 cuadrantes = 3-4 árboles).

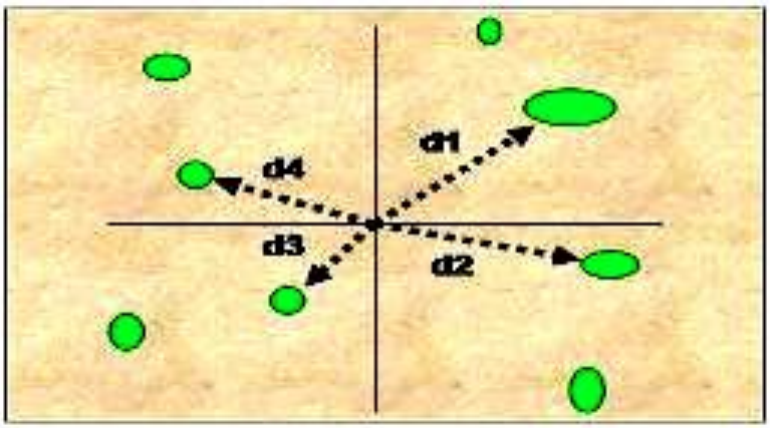


Figura 10. **Metodología punto centro cuadrado (Mostacedo y Fredericksen, 2000).**

Las variables dasométricas medidas en todos los árboles fueron: altura total del árbol (m), altura comercial (m), diámetro a la altura del pecho DAP (cm), diámetro de copa (m), opacidad de la copa (%), estado sanitario del árbol y calidad del fuste.

El porcentaje de opacidad se estimó visualmente desde la base del árbol y refiere al porcentaje de espacios “opacos” que no permiten el paso de la luz del sol. Se utilizó la siguiente escala gráfica:

0-20% **20-40%** **40-60%** **60-80** **80-100%**

El DAP y el diámetro de copa con una cinta métrica común, y fue determinado por la distancia en metros entre los dos puntos más distantes de la misma. La altura total de los árboles se obtuvo estimando la distancia entre la base del tallo hasta la hoja más alta de la copa y la altura comercial se midió con una cinta métrica desde la base del tallo hasta la primera ramificación o bifurcación. Adicionalmente, se calculó área basal y volumen utilizando las siguientes fórmulas (Orozco y Brumér, 2002).

$$\textbf{Área basal (m}^2\textbf{): (DAP/100)}^2 * \pi/4$$

La información sobre los usos de los árboles se obtuvo de las siguientes fuentes: el productor, personal técnico de Piaf- El Ceibo y publicaciones locales (Mostacedo, *et. al*. 2001; Ticona, 2001; Gulde y Crespo, 2002; Muasya, *et. al*. 2002; PIAF, 2003).

Análisis de perfil de vegetación Comunidad Tarapacá

a) Estructura Vertical

Se dibujó en papel milimitrado la posición de los arboles horizontalmente, para observar la perspectiva del cultivo de cacao, y el árbol Huasicucho, en estas graficas se observan con claridad el tamaño, y espacio que ocupa cada componente en el sistema.

b) Estructura Horizontal

Se dibujaron en el mismo papel milimitrado los árboles, donde se observara la cobertura del dosel o índice de opacidad desde una perspectiva de arriba, lo que nos permitirá observar y medir el área que ocupa cada árbol en el sistema el nivel de sombra que brinda el árbol al cultivo, ofreciendo beneficios al mismo.

6. RESULTADOS Y DISCUSIONES

6.1. Resultados

El resultado de la parcelas en las dos áreas de colonización presenta algunas diferencias. Sin embargo las condiciones biofísicas, agroforestales y socioeconómicas no presentan grandes cambios entre las parcelas y áreas estudiadas. Para tener una visión general de las características del Alto Beni y sus diferencias y semejanzas, en el cuadro 2 se presenta una información general sobre algunas de las variables de estudio. Posteriormente se analizarán con más detalle los resultados.

Cuadro 2. **Variables de estudio**

Comunidad	Superficie por parcela	Suelo	Altitud	Principales cultivos (en orden de importancia)	Pendiente	Preferencias de SAF por productor	Clima
Agua Clara	40	FA	567	Cacao Cítricos Banano Papaya	Inclinado > 20 ≤ 40 %	Achiote + forestales + banano Banano + forestales Cacao injerto Mango + cítricos Plátano + papaya	*
Tarapacá	40	A	505	Cacao Banano Cítricos Papaya	Plano ≤ 10 %	Bosque Barbecho (alto y bajo) Cacao híbrido Cítricos	*

* El Instituto Nacional de Meteorología no dispone de información climática por área de colonización, pero las características no varían considerablemente entre ellas.
FA= franco arcilloso; A= arcilloso

6.1.1. Evaluación Biofísica

a) Ubicación

La mayoría de las parcelas son accesibles durante todo el año en vehículos sencillos (84%), de doble transmisión (6%), a pie (10%) La distancia a

la carretera principal fue de 1km y la fuente de agua utilizada para el consumo de la familia está a 64 m de la vivienda.

b) Pendiente

La pendiente del suelo varió entre 0 y 43%. Las pendientes fueron mas pronunciadas en arroz (>40%), bosque (34%) y cacao híbrido (32%). En suelos planos se cultiva: plátano, papaya, mango, cacao injerto, banano, especies forestales y achiote.

c) Uso de la tierra y superficie

Cuando el productor llegó a la zona, la parcela estaba conformada básicamente por barbecho y bosque (28%) o únicamente bosque (26%). Así se mencionan los usos de la tierra encontrados.

La superficie total de las 2 parcelas evaluadas fue 10 ha, con un promedio de 5 ha/parcela. Las parcelas tienen cinco usos principales: bosque 39%, barbecho (bajo y alto) 29%, cultivos 27%, áreas incultivables 3% y áreas no agrícolas 2%.

El término “barbecho bajo” se refiere a aquellos barbechos ≤ 6 años de edad, “barbecho alto” a los que tienen 7 - 15 años y “bosque” cuando la edad es ≥ 15 años.

d) Tipo de suelo

Se encontró en la lectura que el suelo en la comunidad Agua clara es franco-arcilloso y en la comunidad Tarapacá el suelo es Arcilloso, como se observa en la Figura 15, que corresponde a las observaciones realizadas y corroboradas por Chilón, (1996).

Figura 11. **Suelo de la Comunidad Agua Clara y de la Comunidad Tarapacá**

e) Datos climáticos

En las 10 Parcelas (1 ha c/u), que se hizo el estudio los datos climáticos son los mismos, ya que no existe mucha variación en distancia de una zona a otra, sin embargo existe u poco mas de precipitación en la Comunidad Agua Clara, ya que esta zona se encuentra en monte alto.

6.1.2. Evaluación de los sistemas Agroforestales Integrales entre especies cultivadas

6.1.2.1. Riqueza de Especies

Se evaluaron 20 árboles de huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*) los mas cercanos hacia el punto según metodología en una superficie total de 5 Hectáreas agrícolas en Sistema Natural Agroforestal Multiestrato en la primera comunidad (Agua Clara); el numero total de especies encontradas en el sistema agroforestal fue de 3, donde se encuentran Cacao, cítrico, y forestales, de esta manera se encontró que la riqueza de arboles en esta especie se encuentra en las 5 parcelas donde existe el cultivo de cacao por necesitar de sombra, además se observó que también existen arboles comerciales como Mara y Quina Quina, que son los más cotizados en esta región.

Se evaluaron 20 árboles de huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*) en una superficie total de 5 Hectáreas agrícolas en sistema Natural Agroforestal Multiestrato en la segunda comunidad (Tarapacá); el número total de especies encontradas en el sistema Agroforestal fue de 2, donde se encuentra Cacao, y forestales, se encontró riqueza de los arboles de esta especie en tres de las cinco parcelas estudiadas, se observo que en las tres parcelas donde se encontró la especie la producción del cultivo de cacao se encontraba más favorecida, sin embargo en las otra dos parcelas que no se encontraba la especie el cultivo de cacao se encontraba con portes más pequeños, también se encontró especies forestales de importancia económica como la Mara y Quina Quina, Toco colorado y Cedro.

De un total de 38 árboles de Huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*), en una superficie total de 10 hectáreas agrícolas, se encontró que la especie Huasicucho es predominante en cultivos de cacao, ya que el árbol es de crecimiento precoz y el tamaño de su fuste medianamente frondoso brinda buena sombra al cultivo, sin embargo en los cultivos de que no se encontró la especie se observaron cacao de porte pequeño y seco, lo cual dará resultado bajos rendimientos en producción.

La mayoría de cacaotales en Alto Beni se establecieron hace 30-40 años y actualmente alcanzan alturas hasta de seis metros por falta de podas. Dentro de la parcela, los cacaotales son los usos de la tierra que tienen mayor riqueza de árboles.
Los cacaotales del Alto Beni requieren un adecuado manejo de la sombra con especies que incrementen el capital financiero de la parcela y para ello es necesario el enriquecimiento con especies adecuadas. Este enriquecimiento está orientado a la sustitución de los árboles con poco o ningún valor comercial, lo que implica realizar una poda de formación que permita la filtración de luz suficiente (50% aprox.) para el crecimiento del las plántulas forestales.

El ingreso de luz favorece además, la emisión de cojinetes florales y en consecuencia la fructificación del cacao (Somarriba y Calvo, 1998). Los posibles beneficios de intervenir estas plantaciones son: fuente de ingresos a mediano y largo plazo (fruta, leña, madera), incremento de los rendimientos por las podas y por la mejor distribución de la sombra.

6.1.3. Evaluación de la Interacción Ecológica y económica entre especie Huasicucho y Cacao

Se evaluó la especie huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*) con el cultivo de Cacao, el cual se encontró en las dos comunidades de estudio; se calculo el Volumen en Pie tablares de la madera del árbol que se extrae para venta en las parqueterias, dicho árbol es utilizado para la fabricación de piso parquet, muebles marcos para ventana y los trozos para leña, entonces se evaluó el comportamiento del árbol y la acción del mismo con el cultivo de cacao en las parcelas multiestrato, se comparo el valor que genera la venta de madera del árbol frente a la producción de cacao en venta de semilla seca a los centros de acopio.

De esta manera se pude ver en la Figura 16. Que el 47% es venta anual en Toneladas de Cacao y el 36% es el porcentaje de venta de Madera de huasicucho cada 5 años,

sin embargo la cantidad de pies tablares que se extrae de dicha especie para venta recupera todas las inversiones, dando a conocer también que la especie huasicucho es portadora de dobles beneficios para el productor

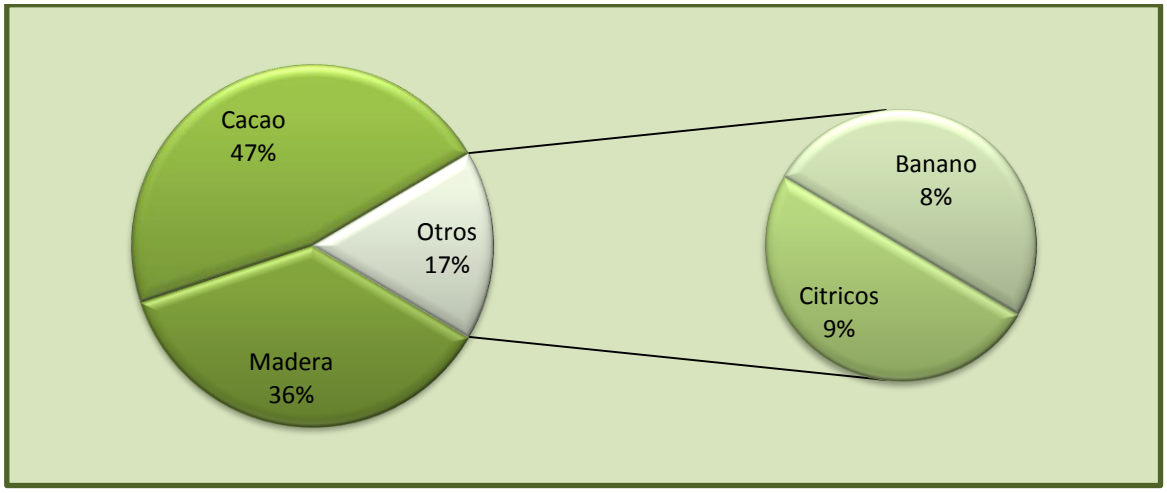


Figura 12. **Relación de venta de cacao y madera**

6.1.4. Evaluación Agroforestal

a) Diámetro Altura Pecho (DAP)

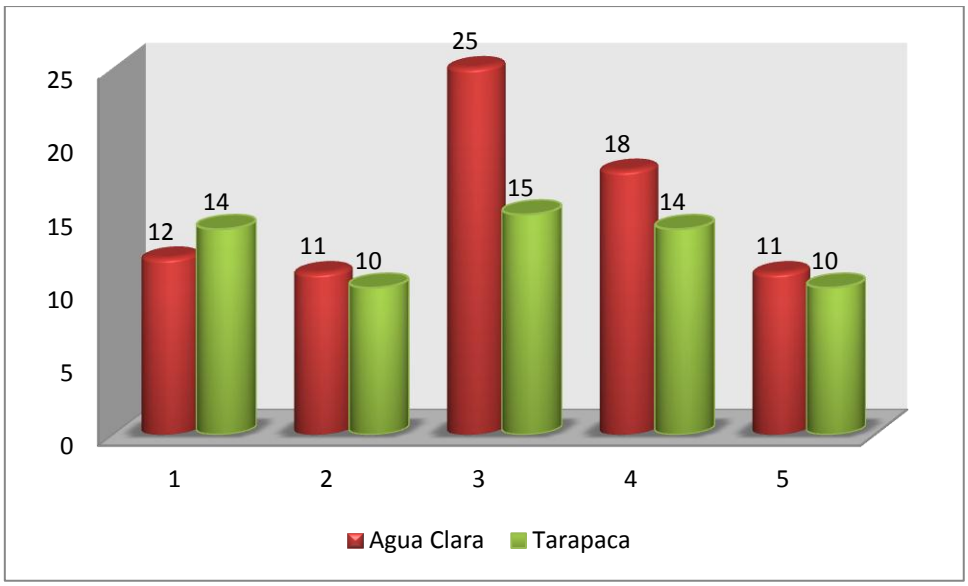


Grafico 1. **Comparación de Medias de DAP (cm) en arboles de huasicucho**

Como se puede observar en el Grafico 1. Se obtuvo una media con los datos con mayor DAP de la especie huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*) se vieron en la comunidad de Agua Clara. En el área VI se presentaron los mayores diámetros del tallo (25 cm), mientras que en el área II, en la Comunidad de Tarapacá se registraron los menores (10 cm) (Cuadro 3).

Cuadro 3. **Relación de Medias, Varianza, desviación Típica y coeficiente de Variación de DAP en las comunidades estudiadas.**

	AGUA CLARA					TARAPACA				
	Ha.1	**Ha.2**	**Ha.3**	**Ha.4**	**Ha.5**	**Ha.1**	**Ha.2**	**Ha.3**	**Ha.4**	**Ha.5**
X	12	11	25	18	11	14	10	15	14	10
S_2	5	4	22	3	6	2	11	1	2	5
S	2	2	1	2	5	1	5	1	1	3
CV	18	17	8	12	7	11	20	8	10	10

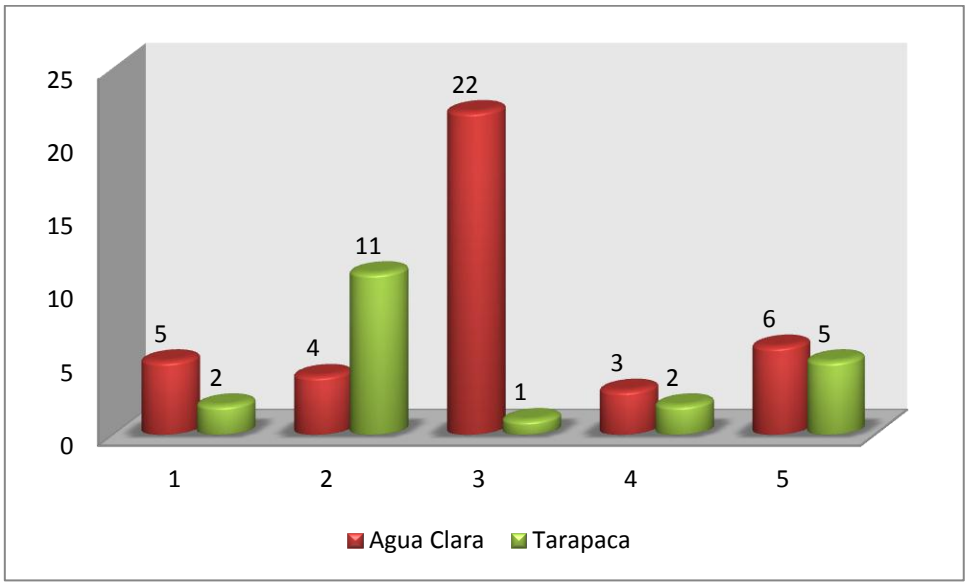


Grafico 2. **Comparación de la Varianza de DAP en arboles de huasicucho**

Como se observa en el grafico se encuentra la mayor Varianza promedio del DAP en la comunidad Agua Clara con respecto a la media de la población.

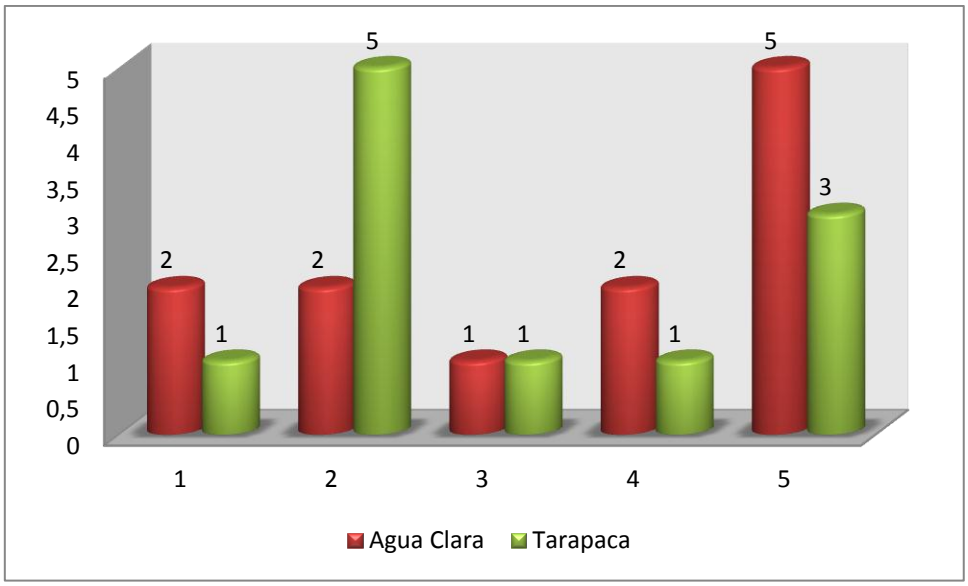


Grafico 3. **Comparación de la Desviación Estándar de DAP en arboles de huasicucho**

Como se observa en la Grafico 3. Se tiene el diámetro de los arboles de 25 cm. (DAP), con una tendencia a variar por encima o por debajo de dicho diámetro en 5 cm; esto permite ver las perdidas de crecimiento de acuerdo al clima, suelo o manejo.

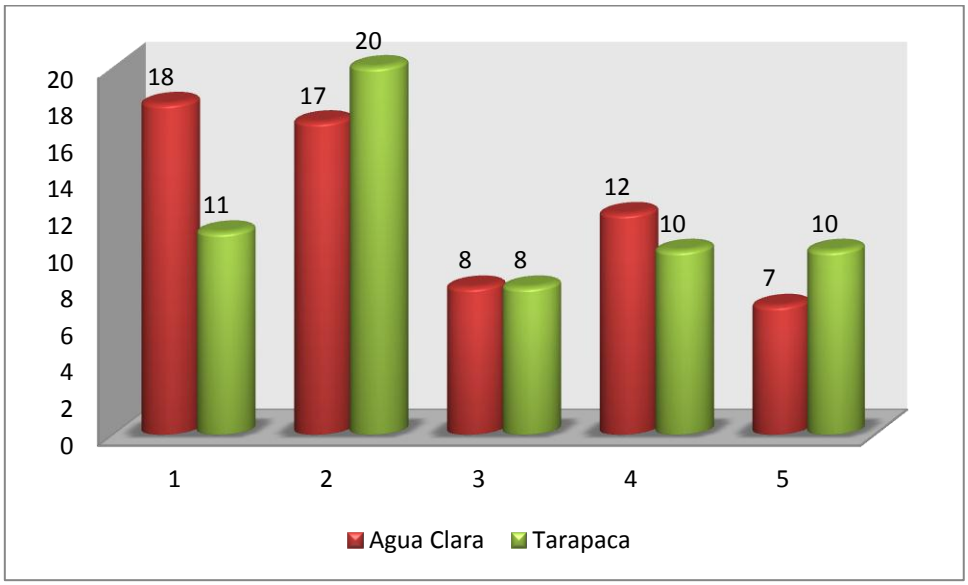


Grafico 4. **Comparación del Coeficiente de Variación de DAP en arboles de huasicucho**

En la Hectárea 1 y 2 de la comunidad Agua Clara se puede observar datos porcentuales de 18 y 20% de DAP, lo cual significa que estos datos tienen mucha mas variabilidad que los porcentajes que nos da en las Hectáreas de la Comunidad Tarapacá.

b) Cobertura del Dosel de sombra

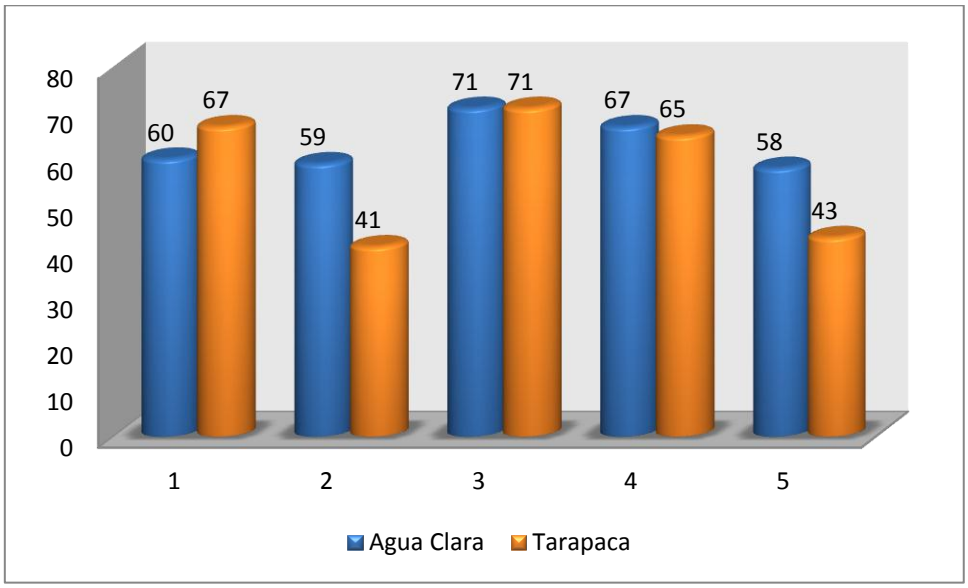


Grafico 5. **Comparación de Medias de la Cobertura del Dosel de sombra (%) del huasicucho**

Como se observa en la Grafico 5.; los arboles de la especie con mayor opacidad o cobertura de dosel fueron los de la Comunidad Tarapacá, se puede ver en el cuadro 4.

Cuadro 4. **Relación de Medias, Varianza, desviación Típica y coeficiente de Variación de la Cobertura del Dosel de sombra (%) del huasicucho**

COBERTURA DEL DOSEL DE SOMBRA

	AGUA CLARA					TARAPACA				
	Ha.1	**Ha.2**	**Ha.3**	**Ha.4**	**Ha.5**	**Ha.1**	**Ha.2**	**Ha.3**	**Ha.4**	**Ha.5**
X	60	59	71	67	58	67	41	71	65	43
S_2	131	40	207	31	0,14	209	806	69	35	830
S	11	6	14	6	0,37	46	28	8	6	29
CV	19	11	20	8	10	68	69	12	10	67

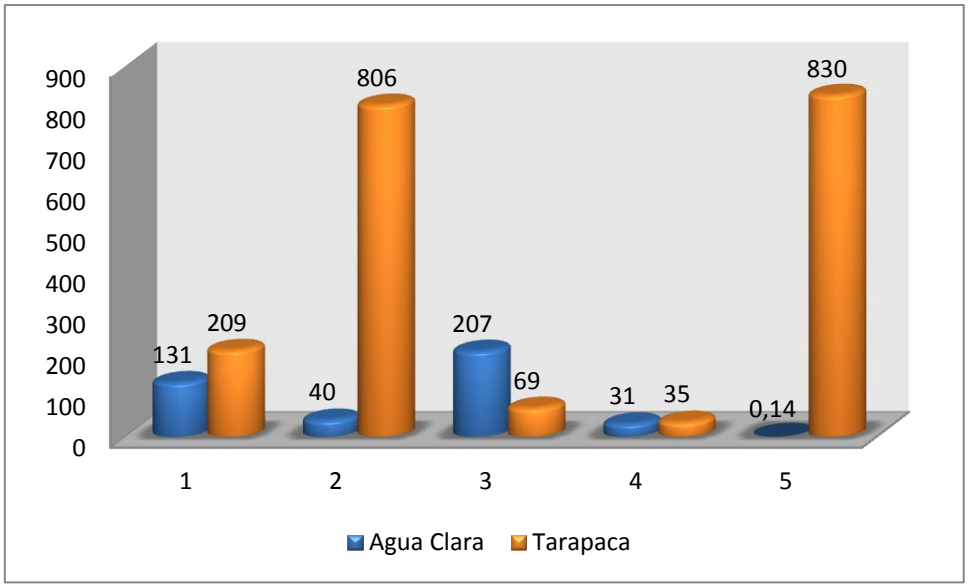


Grafico 6. **Comparación de la Varianza de la Cobertura del Dosel de sombra del huasicucho**

Como se observa en el grafico se encuentra la mayor Varianza promedio de la cobertura del dosel de sombra en la comunidad Tarapacá en las Parcelas 2 y 5 con respecto a la media de la población.

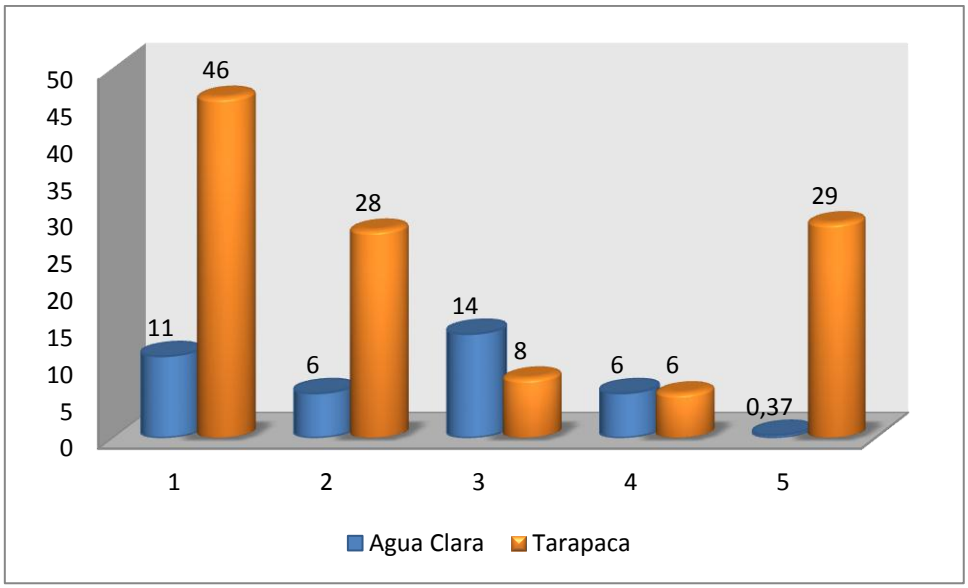


Grafico 7. **Comparación de la Desviación Estándar de la Cobertura del Dosel de sombra del huasicucho**

Como se observa en la Grafico 7. Se tiene una cobertura de dosel de Sombra de 67 %, en la Comunidad Tarapacá, con una tendencia a variar por encima o por debajo de dicho porcentaje en 46 %.

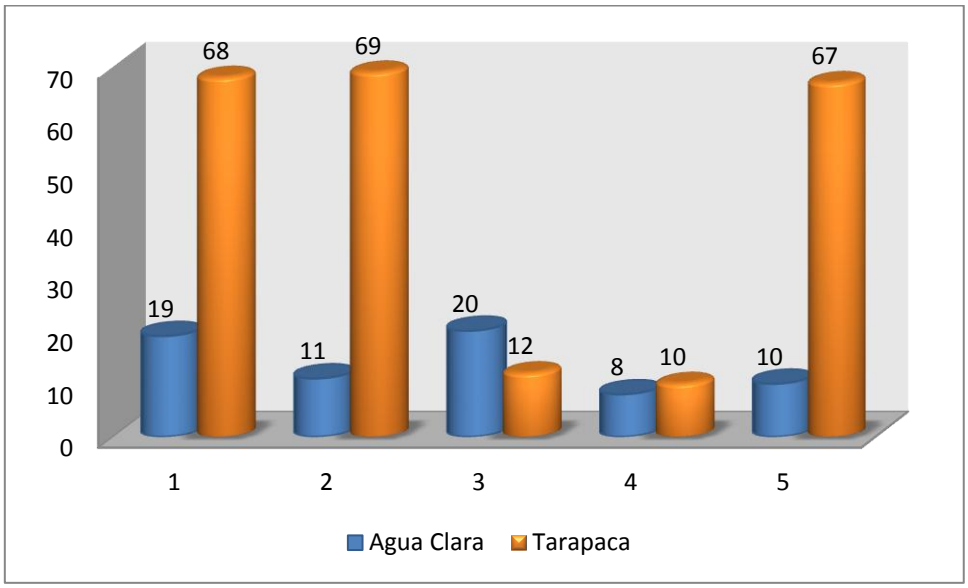


Grafico 8. **Comparación del Coeficiente de Variación de la Cobertura del Dosel de sombra del huasicucho**

En la Hectárea 1, 2 y 5 de la comunidad Tarapacá se puede observar datos porcentuales de 69% lo cual significa que estos datos tienen mucha mas variabilidad que los porcentajes que nos da en las Hectáreas de la Comunidad Agua Clara.

c) Diámetro de copa

Los mayores diámetros de copas fueron para La Comunidad Agua Clara con un diámetro de 8 m y los menores para la comunidad Tarapacá con un dato menor de 3 m (Ver Cuadro 5).

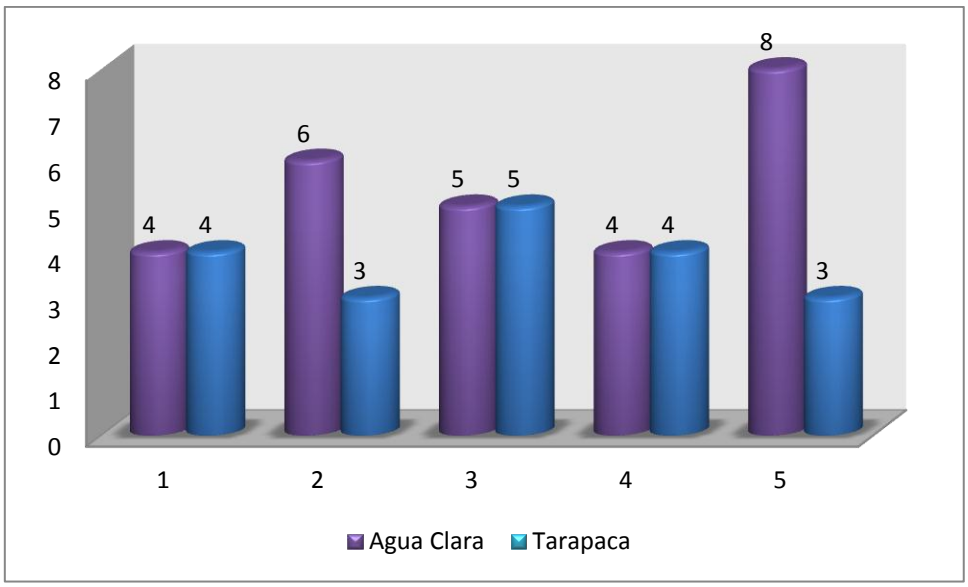


Grafico 9. **Comparación de Medias del Diámetro de Copa (cm)**

Cuadro 5. **Relación de Medias, Varianza, desviación Típica y coeficiente de Variación del Diámetro de Copa (cm) en las dos Comunidades de Estudio**

DIAMETRO DE COPA

	AGUA CLARA					TARAPACA				
	Ha.1	**Ha.2**	**Ha.3**	**Ha.4**	**Ha.5**	**Ha.1**	**Ha.2**	**Ha.3**	**Ha.4**	**Ha.5**
X	4	6	5	4	8	4	3	5	4	3
S_2	0,17	1	0,0036	0,06	5	0,16	4	0,036	0	4
S	0,41	1	0,19	0,24	4	0,43	2	0,19	1	2
CV	10	18	4	6	8	10	35	4	12	27

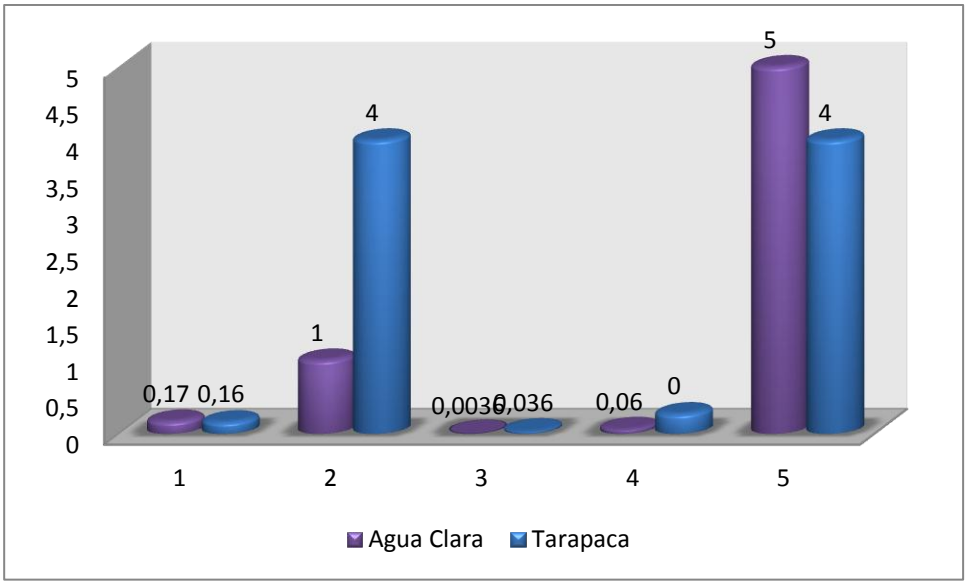


Grafico 10. **Comparación de la Varianza del Diámetro de Copa del huasicucho**

Como se observa en el grafico 10 se encuentra la mayor Varianza promedio del diámetro de copa en la comunidad agua Clara en las Parcela 5 con respecto a la media de la población.

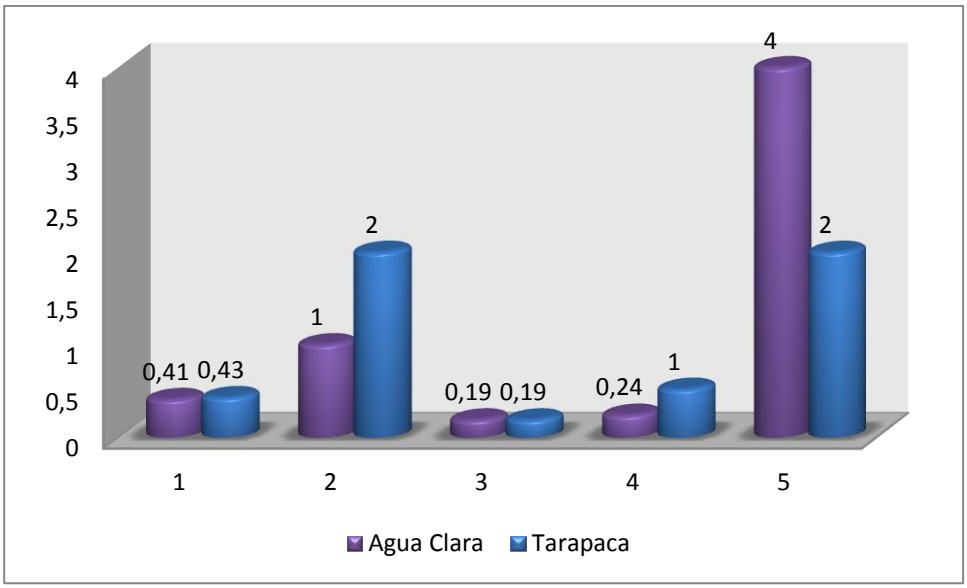


Grafico 11. **Comparación de la Desviación Estándar del Diámetro de Copa del huasicucho**

Como se observa en la Cuadro 5. Se tiene un diámetro de copa máximo de 5 m, en la Comunidad Tarapacá con un diámetro de máximo 2, con una tendencia a variar por encima o por debajo de dicho porcentaje en 4 %.

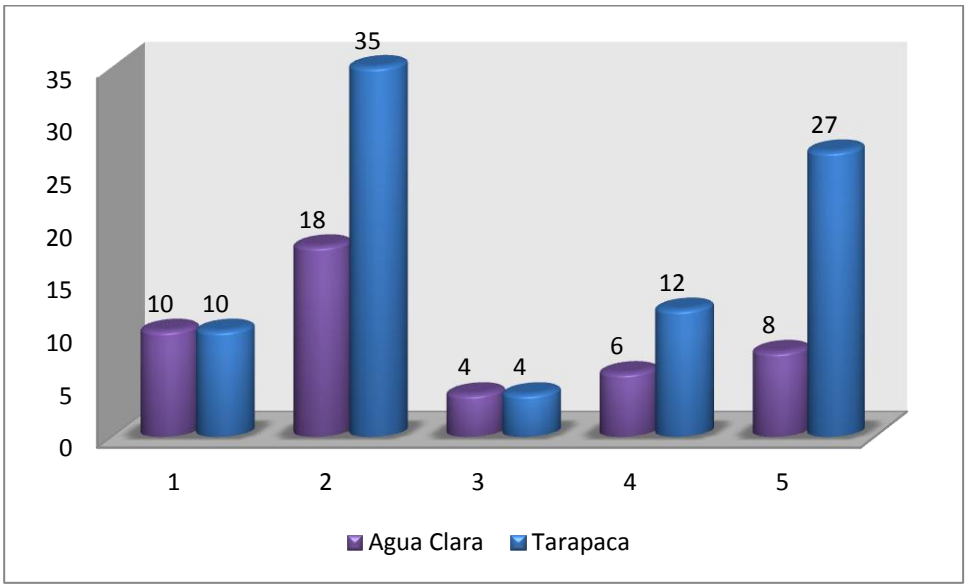


Grafico 12. **Comparación del Coeficiente de Variación del Diámetro de Copa del huasicucho**

En la Hectárea 2 y 5 de la comunidad Tarapacá se puede observar datos porcentuales de 35 y 27% del diámetro de copa, lo cual significa que estos datos tienen mucha mas variabilidad que los porcentajes que nos da en las Hectáreas de la Comunidad Agua Clara.

d) Altura Comercial

Los mayores datos de altura comercial se registraron para la comunidad Agua Clara con un máximo de 6 metros, sin embargo en un cuadrante se observo una máxima de 7 m. en la Comunidad Tarapacá. (Cuadro 6).

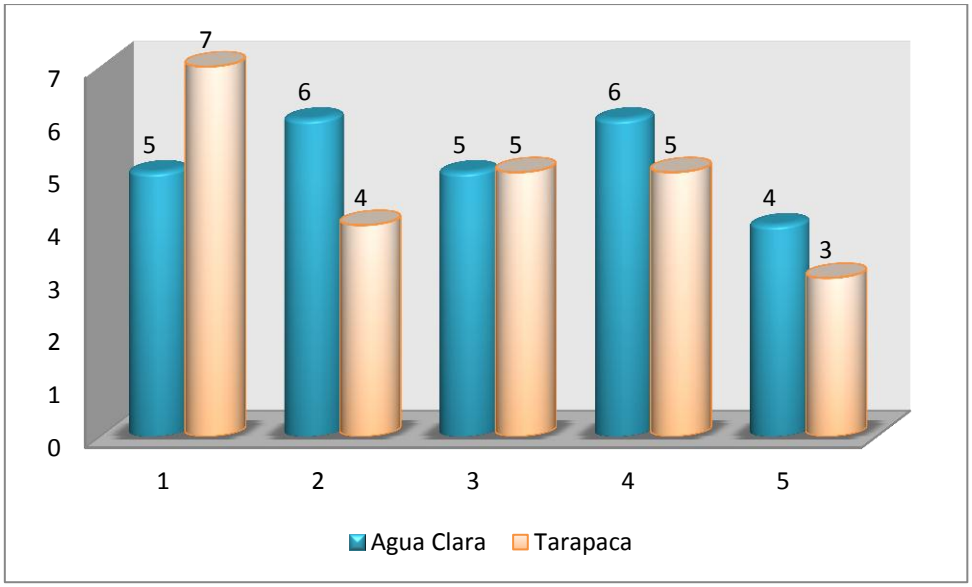


Grafico 13. **Comparación de Medias de la Altura Comercial del huasicucho**

Cuadro 6. **Relación de Medias, Varianza, desviación Típica y coeficiente de Variación de la Altura Comercial del huasicucho en las dos Comunidades de Estudio**

ALTURA COMERCIAL

	AGUA CLARA					TARAPACA				
	Ha.1	**Ha.2**	**Ha.3**	**Ha.4**	**Ha.5**	**Ha.1**	**Ha.2**	**Ha.3**	**Ha.4**	**Ha.5**
X	5	6	5	6	4	7	4	5	5	3
S_2	1	2	2	0,25	2	2	7	2	1	5
S	1	1	1	0,5	1	1	3	1	1	2
CV	18	20	23	9	29	22	35	23	20	72

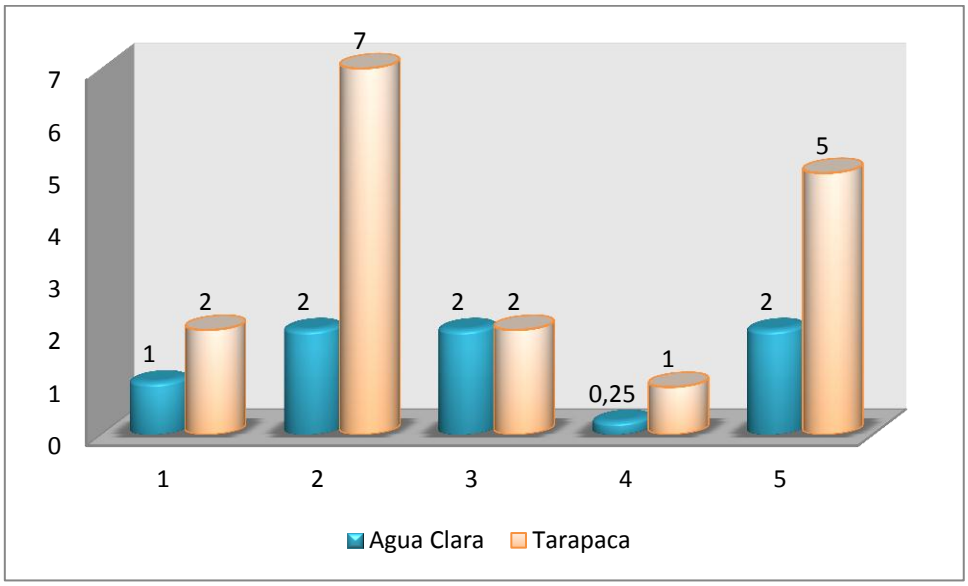


Grafico 14. **Comparación de la Varianza de la Altura Comercial del huasicucho**

Como se observa en el grafico 14 se encuentra la mayor Varianza promedio de la altura comercial en la comunidad Tarapacá en las Parcelas 2 y 5 con respecto a la media de la población.

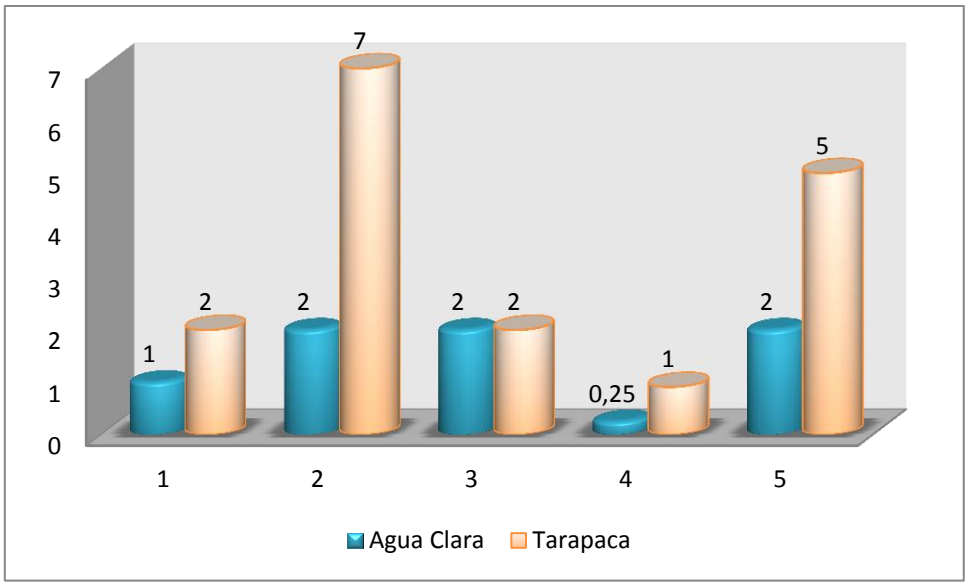


Grafico 15. **Comparación de la Desviación Estándar de la Altura Comercial del huasicucho**

Como se observa en la Cuadro 5. Se tiene una altura comercial máximo de 7 m, en la Comunidad Tarapacá, con una tendencia a variar por encima o por debajo de dicho porcentaje en 4 %.

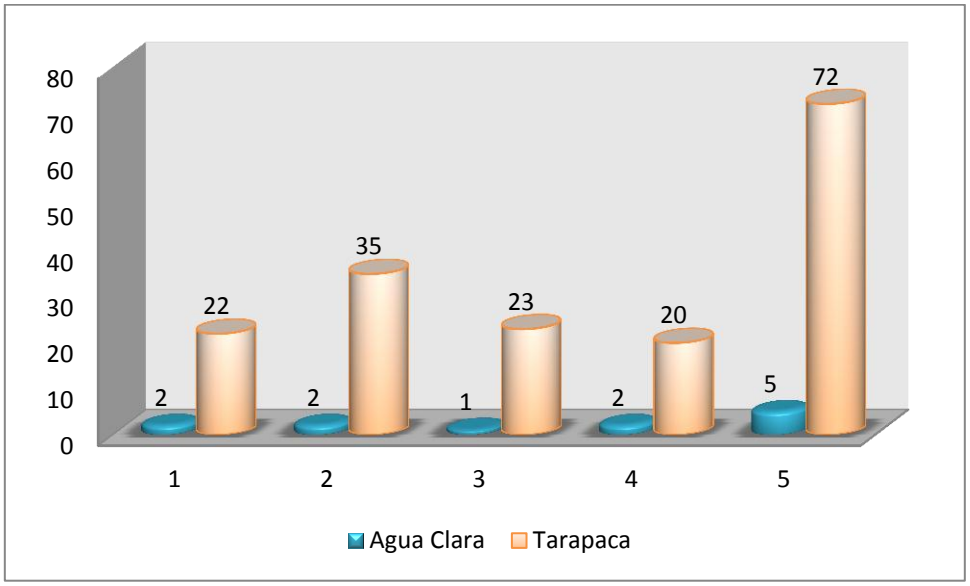


Grafico 16. **Comparación del Coeficiente de Variación de la Altura Comercial del huasicucho**

En la Hectárea 2 y 5 de la comunidad Tarapacá se puede observar datos porcentuales de 35 y 72% de la altura comercial, lo cual significa que estos datos tienen mucha mas variabilidad que los porcentajes que nos da en las Hectáreas de la Comunidad Agua Clara.

e) Altura total del árbol

Las máximas alturas totales de los árboles fueron registradas en la Comunidad de Agua Clara con un máximo de 12 m, sin embargo se observó una máxima de 12 en el primer cuarto de la Comunidad Tarapacá, (Ver Cuadro 7)

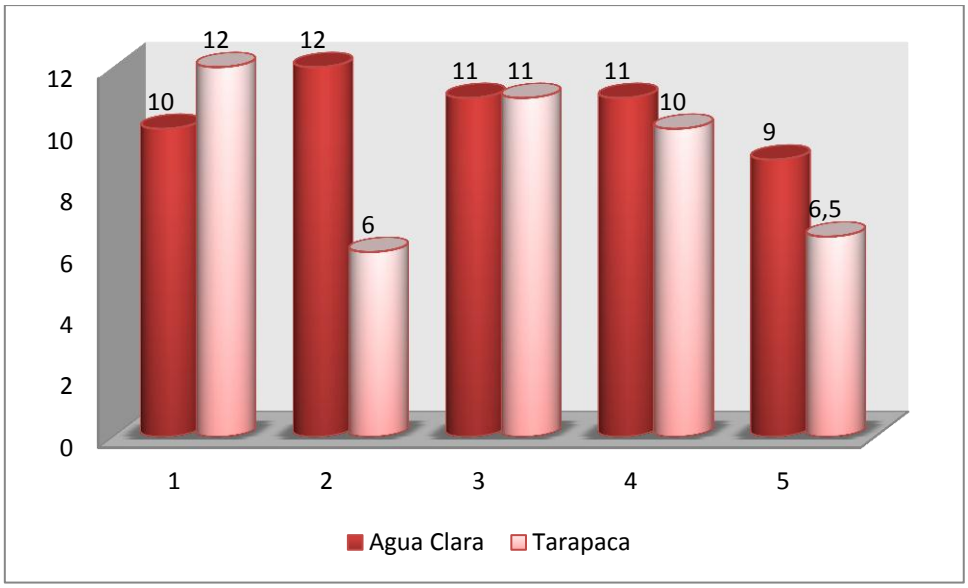


Grafico 17. **Comparación de Medias de la Altura total del árbol de huasicucho**

Cuadro 7. **Relación de Medias, Varianza, desviación Típica y coeficiente de Variación de la Altura total del árbol de huasicucho en las dos Comunidades de Estudio**

ALTURA TOTAL

	AGUA CLARA					TARAPACA				
	Ha.1	**Ha.2**	**Ha.3**	**Ha.4**	**Ha.5**	**Ha.1**	**Ha.2**	**Ha.3**	**Ha.4**	**Ha.5**
X	10	12	11	11	9	12	6	11	10	6,5
S_2	3	12	1	1	1	4	19	1	3	20
S	2	3	1	1	1	2	4	1	2	4
CV	16	30	10	10	13	17	35	10	16	68

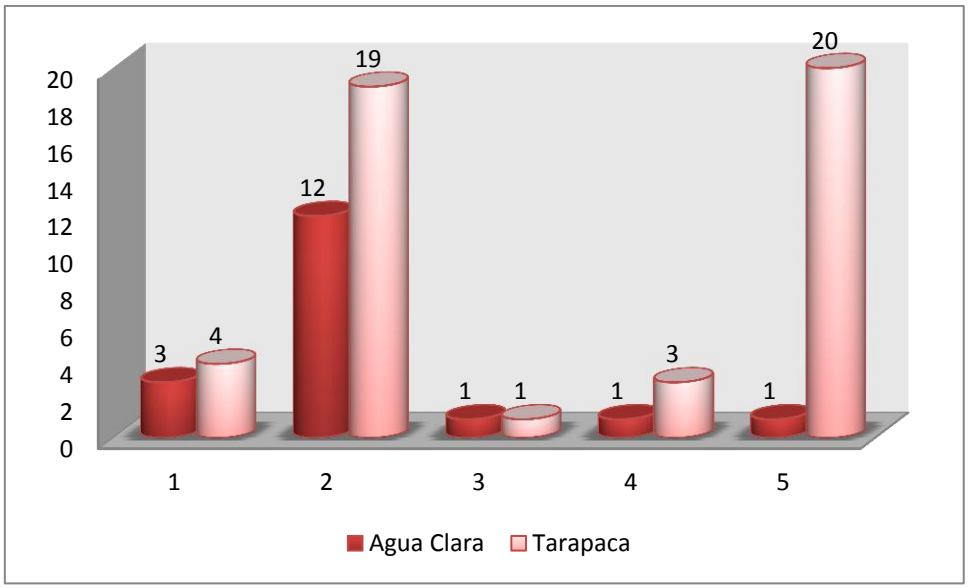


Grafico 18. **Comparación de la Varianza de la Altura total del árbol de huasicucho**

Como se observa en el grafico 18 se encuentra la mayor Varianza promedio de la altura total del árbol en la comunidad Tarapacá en las Parcelas 2 y 5 con respecto a la media de la población

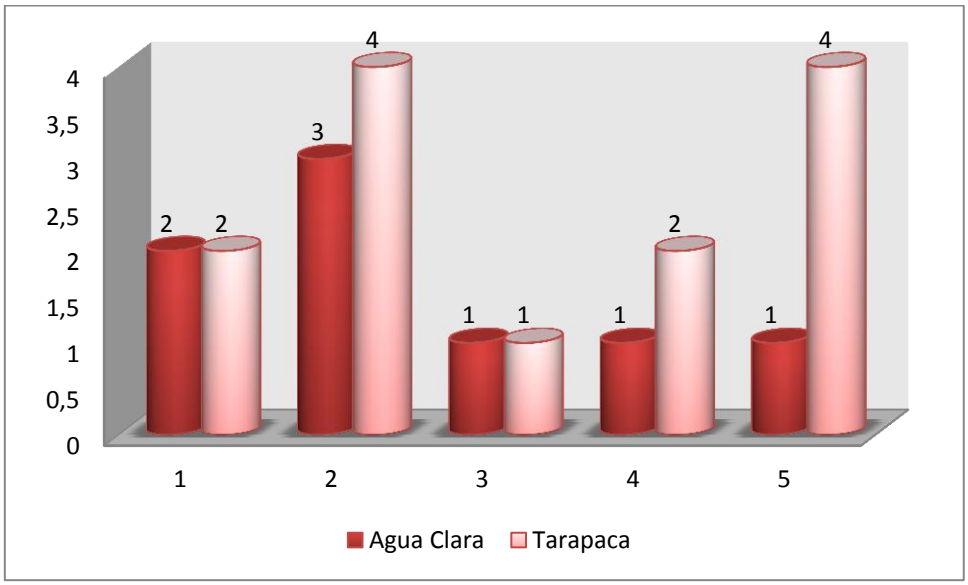


Grafico 19. **Comparación de la Desviación Estándar de la Altura total del árbol de huasicucho**

Como se observa en la Cuadro 7 se tiene una altura total máximo de 12 m, en la Comunidad Tarapacá con un Altura de máximo 12, con una tendencia a variar por encima o por debajo de dicho porcentaje en 4 %.

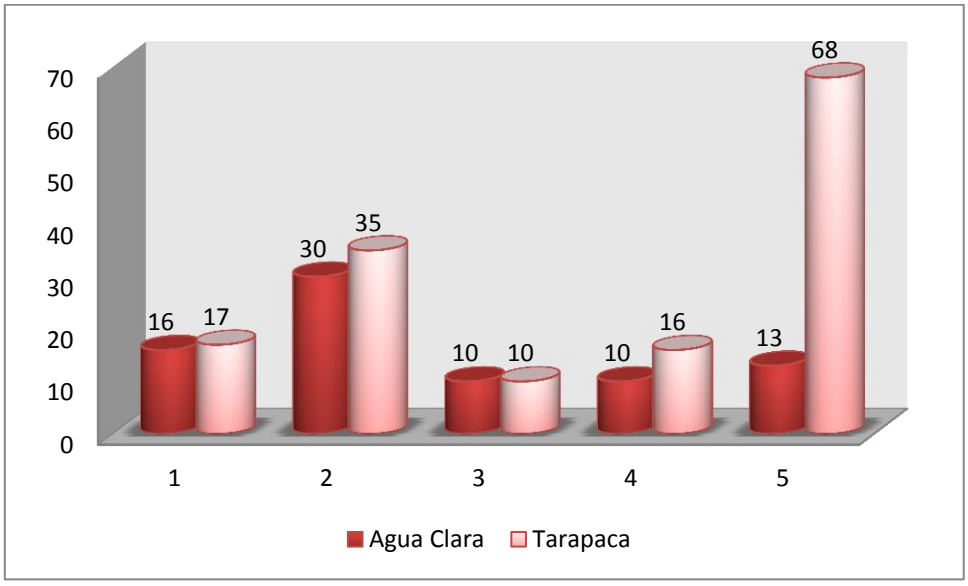


Grafico 20. **Comparación del Coeficiente de Variación de la Altura total del árbol de huasicucho**

En la Hectárea 2 y 5 de la comunidad Tarapacá se puede observar datos porcentuales de 35 y 68% de la altura total del árbol, lo cual significa que estos datos tienen mucha mas variabilidad que los porcentajes que nos da en las Hectáreas de la Comunidad Agua Clara.

f) Propiedades de la madera o corteza

Madera. Se encontró que los productores usan la madera de la especie para venta en las Parqueterias del lugar para la Fabricación de Parquet, Marcos para ventana y Muebles. Se estimo el Volumen de los arboles estudiados como se señala en el cuadro 8.

Cuadro 8. **Relación de Medias, Varianza, desviación Típica y coeficiente de Variación en las dos Comunidades de Estudio**

VOLUMEN

	AGUA CLARA					TARAPACA				
	Ha.1	**Ha.2**	**Ha.3**	**Ha.4**	**Ha.5**	**Ha.1**	**Ha.2**	**Ha.3**	**Ha.4**	**Ha.5**
X	460	425	662	583	291	661	395	650	471	226
S^2	43810	20149	60805	90398	5111	3782	109577	64444	34519	29607
S	209	142	247	300	715	61	351	254	186	172
CV	45	33	37	56	25	9	84	39	39	76

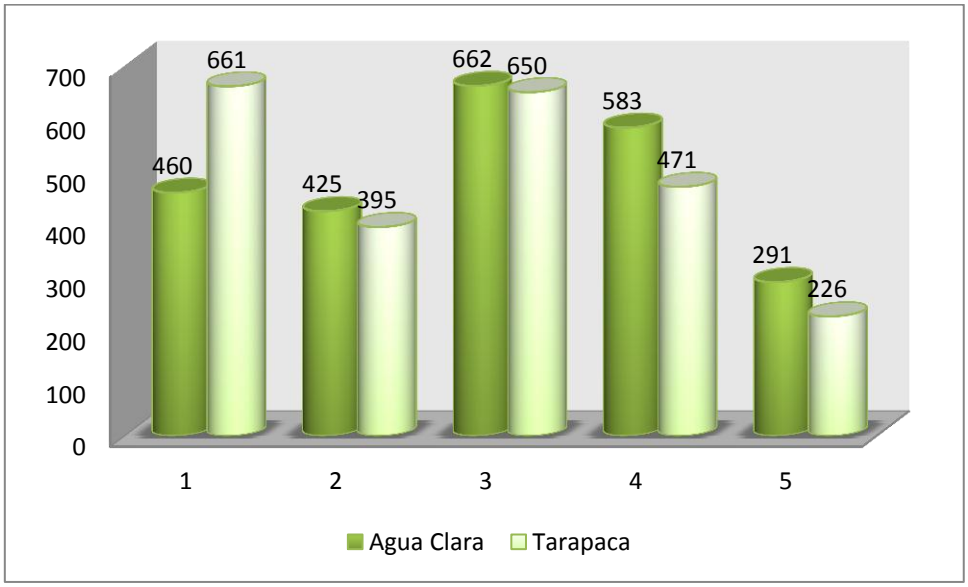


Grafico 21. **Comparación de Medias del Volumen del árbol de huasicucho**

Según la Grafico 21. El mayor volumen encontrado se encuentra en los arboles de la comunidad Tarapacá, a razón de ser arboles con más edad.

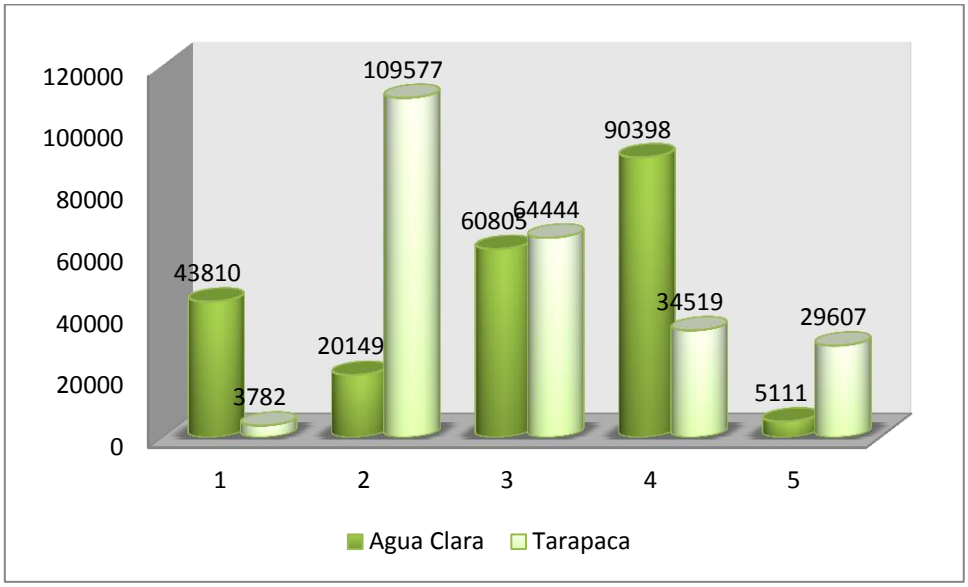


Grafico 22. **Comparación de La Varianza del Volumen del árbol de huasicucho**

Como se observa en el grafico 22 se encuentra la mayor Varianza promedio con respecto al volumen, en la comunidad Tarapacá en las Parcela 2 y en la Comunidad agua Clara en la Parcela 4, con respecto a la media de la población

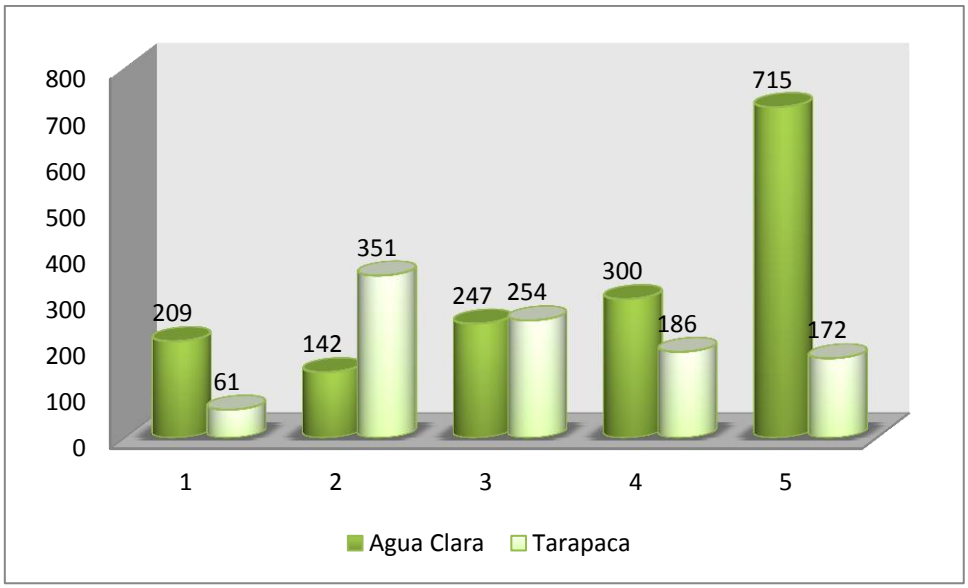


Grafico 23. **Comparación de la Desviación Estándar del Volumen del árbol de huasicucho**

En el Cuadro 8. Se tiene un Volumen máximo de 661 (Ft), en la Comunidad Tarapacá con un Volumen máximo de 662 (Ft), con una tendencia a variar por encima o por debajo de dicho porcentaje en 7%.

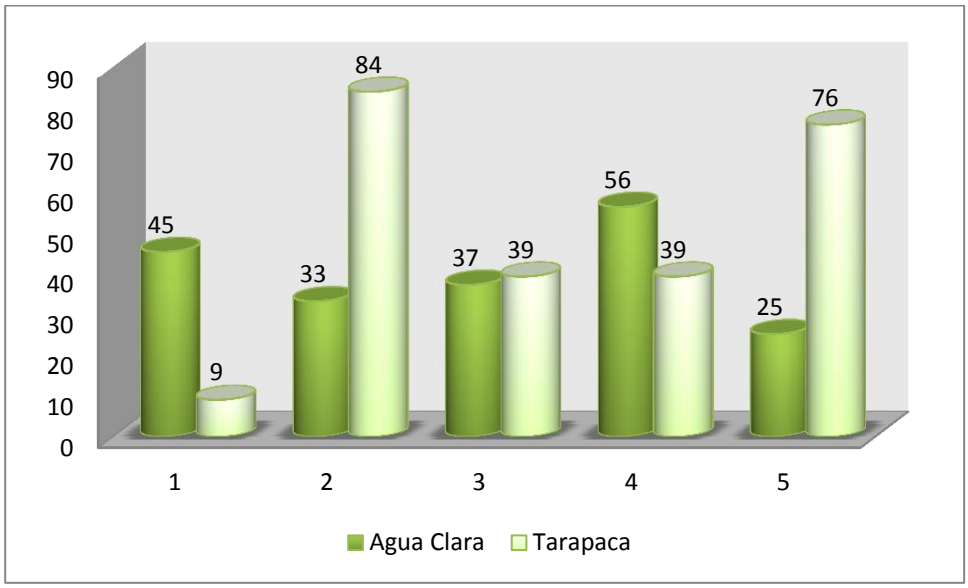


Grafico 24. **Comparación del Coeficiente de Variación del Volumen del árbol de huasicucho**

En la Hectárea 2 y 5 de la comunidad Tarapacá se puede observar datos porcentuales de 84 y 76% del volumen de madera del árbol, lo cual significa que estos datos tienen mucha mas variabilidad que los porcentajes que nos da en las Hectáreas de la Comunidad Agua Clara.

g) Identificación de incidencia de parásitos y trepadoras

No se encontró enfermedades en el árbol, sin embargo si se encontró incidencia de trepadoras en su mayoría la comúnmente llamada en lengua tradicional “Mukuna” planta trepadora, enredadera, rastreadora que en Alto Beni tiene mucha importancia y es por eso que no la eliminan, ya que es buena recuperadora de suelos al igual que el Kudzu, esta trepadora al secarse produce alto nivel de hojarasca o sea aporta nutrientes al suelo como Nitrógeno y otros minerales (Anexo 8).

En las dos comunidades se encontró esta planta calificándola no de plaga ni enfermedad si no un aporte y contribución al recurso suelo

Fuente: **Fotografía propia Palos Blancos-Alto Beni**

Figura 13. **Árbol con Incidencia de Trepadora**

6.1.5. Perfiles De vegetación

Con la ayuda de fotografías y puntos georeferenciados se identifico en graficas la estructura horizontal y vertical de los arboles que se detallan en los Anexos 9 y 10.

Donde Se observa la Dominancia en espacio y tiempo de la especie Huasicucho frente a un componente esencial como es el cacao. (Ver. Figura 18 y 19).

Donde:

En el **estrato superior** se encuentra la especie huasicucho (Centrolobium *ochroxylum*), en el **estrato Medio** como principal componente el Cacao (*Tehobroma cacao*) cítricos y banano y en los **estratos bajos** plántulas en rebrote y recuperadores de suelo como la Mukuna y el Kudzu.

Donde se puede observar que se encuentra el componente Cacao a cuatro metros cada uno, y el Huasicucho es utilizado como componente para semi sombra existiendo solo dos en el segundo cuadrante a una distancia de 12 metros con una edad de 8 años.

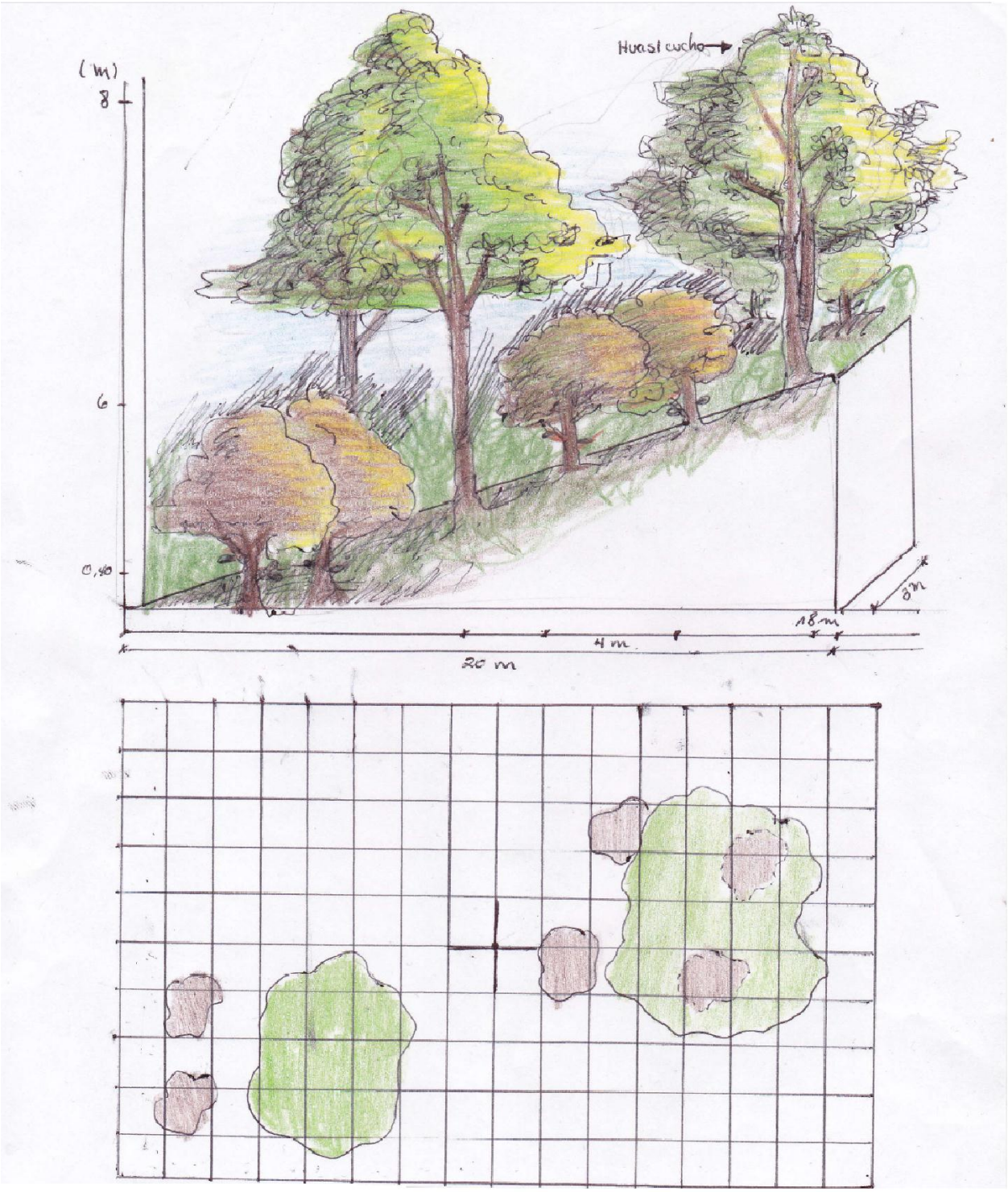


Figura 14. **Perfil de Vegetación Horizontal y Vertical de la Parcela Nº1 en la Comunidad Agua Clara**

Donde:

En el **estrato Alto** se encuentra la especie Huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*), en el **estrato Medio** como principal componente el Cacao (Tehobroma cacao), cítricos y en los **estratos bajos** plántulas en rebrote y recuperadores de suelo como la Mukuna y el Kudzu.

Donde se puede observar que se encuentra el componente Cacao a cuatro metros cada uno, y el Huasicucho es utilizado como componente para semi sombra existiendo solo dos en el segundo cuadrante a una distancia de 12 metros con una edad de 12 años.

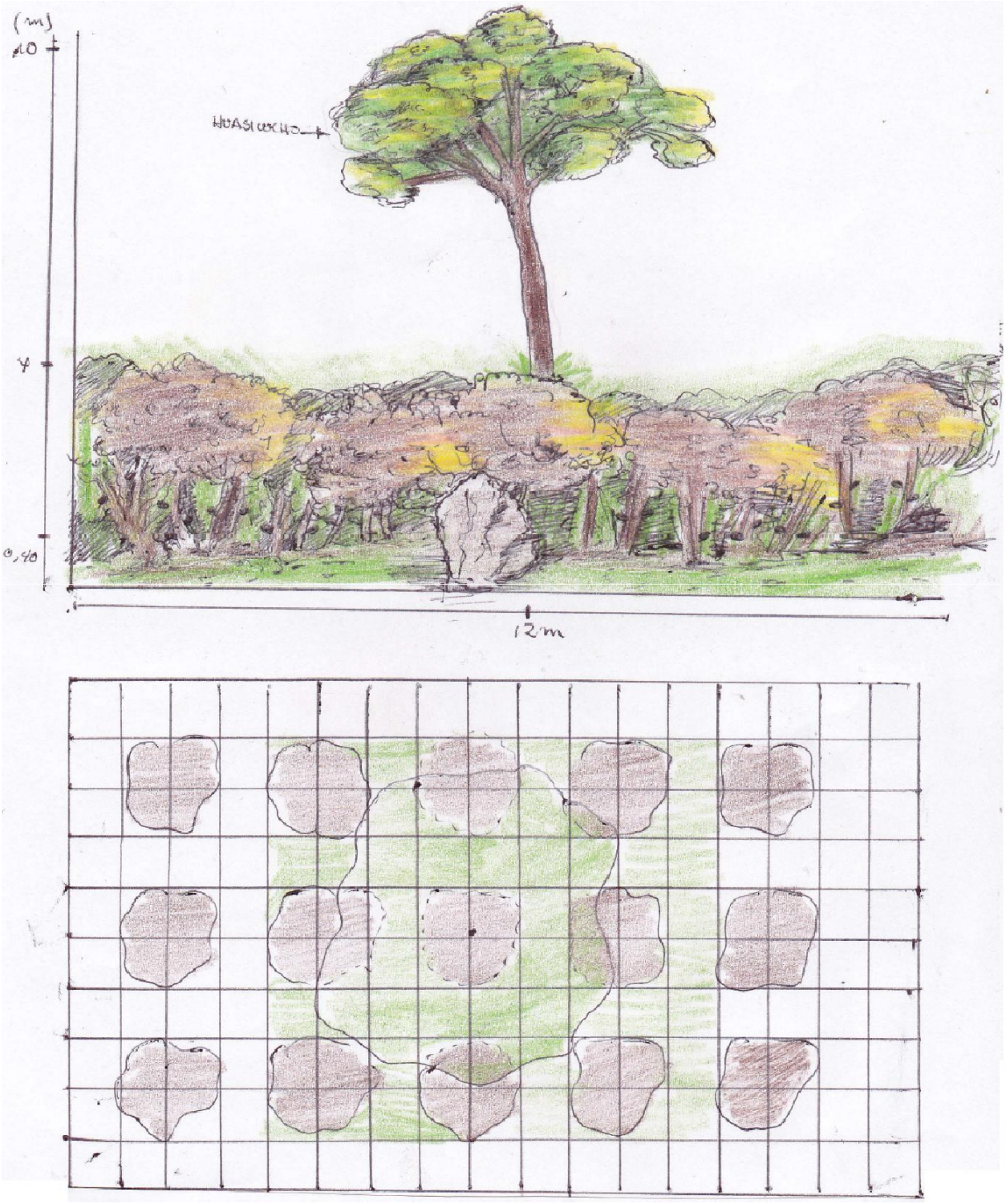


Figura 15. **Perfil de Vegetación Horizontal y Vertical de la Parcela Nº1 en la Comunidad Tarapacá**

6.2. DISCUSIONES

La aplicación del método sin parcelas o cuarto con punto centrado (CPC) permitió analizar las parcelas, integrando aspectos biofísicos, agroforestales, dendrologícas y silviculturales.

En base a este análisis, se encontraron arboles de huasicucho en las parcelas agroecológicas con SAFM, los cuales fueron diseñados en un ecosistema natural estos SAFM fueron analizados en función de la incorporación al actual sistema de producción con el componente arbóreo dentro de la parcela.

Varios estudios sobre evaluaciones de la presencia del componente arbóreo (de diferentes especies) se han realizado en países de Centroamérica que han proporcionado resultados satisfactorios con esta metodología, que es recomendada para el análisis de pequeñas parcelas (CATIE, 1986).

Con la medición de cobertura del dosel se estudio el área sombreada o cubierta de la luz por las ramas y hojas de los arboles que conforman el dosel, indicando las aperturas para la penetración de la luz (CATIE, 1992); lo cual nos ha dado resultados óptimos, ya que lo esencialmente necesario para el cultivo de cacao injerto o hibrido, es la semisombra que proporciona el componente arbóreo establecido, como señala Patiño (2002) y Bartley (2005), “que la ausencia de sombra es perjudicial para el crecimiento de los cacaotales”, hemos visto que en las parcelas estudiadas de la comunidad Tarapacá la cobertura del dosel es mas amplia, es decir el nivel de sombra varia de un 40 a 65 % lo que significa que es la mas apropiada para el cultivo de cacao (El CEIBO, 2008), el huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*), componente arbóreo en el sistema agroforestal multiestrato ha contribuido favorablemente al cultivo de cacao.

De esta manera trazando un plano horizontal y vertical en el espacio tiempo del SAFM estudiado, se tiene que los arboles con mayor altura (total), son encontrados en la comunidad Tarapacá, pero la mayor altura comercial es obtenida en la comunidad Agua

Clara, según Somarriba, 1998 señala que esto es debido a la lixiviación de minerales por las constantes precipitaciones, a pesar que las raíces de las plantas que se encuentran ahí sujetan las partículas del suelo e incorporan grandes cantidades de materia orgánica favoreciendo la estructuración del suelo , es decir disminuyen la velocidad del agua y su capacidad de arrastre (Orsag, 2003).

Avilán (1986) indica que las características físicas y químicas de los suelos influyen en el desarrollo de las ramas a través de sus efectos sobre la humedad. Aireación, dificultad mecánica a la penetración y desarrollo de las raíces, por lo tanto podemos decir que siendo el huasicucho un árbol de crecimiento rápido y a la característica de sus raíces profundas y de gran longitud ha debido existir una deficiencia en la comunidad Agua Clara en algún momento del crecimiento fisiológico del árbol lo que como consecuencia trajo un menor desarrollo foliar y menos crecimiento en tamaño, es decir que en altura total es un poco mas pequeño que en la otra comunidad pero de igual manera se considera con mayor altura comercial o venta para madera.

Sin embargo esto significaría que en algunos lugares de las parcelas existiría mayor absorción de nutrientes y en otras no por lixiviación, de esta manera en los datos se puede observar que existen arboles con mas altura o mas DAP en uno o dos de los cuadrantes estudiados; corroborando este dato tenemos que Poorter *et al*. (2001) y Williams (1996), citado por Licona *et* al. (2009), el crecimiento de un árbol depende muy probablemente de la especie y del tamaño del árbol (los arboles grandes tienen mayor área foliar, por lo tanto pueden crecer mas; los arboles grandes crecen mayormente en diámetro y no en altura), con relación a la cantidad de luz que recibe (a mayor cantidad de luz mayor fotosíntesis); por lo tanto en la comunidad Agua clara se encuentra menor volumen de madera para venta pero no con gran diferencia frente a la comunidad Tarapacá.

En la comunidad Tarapacá los sistemas agroforestales multiestrato se encuentran implementados en un área plana con escasa pendiente es así que tenemos el resultado de un suelo arcilloso, lo que indica que no existe lavado de nutrientes y las

precipitaciones son un riego exacto para el crecimiento de las plantas de los diferentes estratos.

De esta manera según Luna (1992) y del Valle (1986), citado por Alarcón (2007), indican que el crecimiento o incremento de los arboles o plantas de estratos alto y medios es uno de los datos básicos para el manejo y aprovechamiento de los bosques, naturales o plantados; los factores que influyen en el crecimiento del árbol en altura, actúan también en el incremento en diámetro por lo que el crecimiento en diámetro es mayor cuando hay menor competencia y mayor luz, entonces sabemos que el cacao injerto e hibrido es un cultivo exigente en todas sus etapas fisiológicas, y que necesita de mas cuidados, a pesar que el clima es favorable para el cultivo podemos mencionar que mediante los cambios acontecidos esporádicamente en el país pudo haber una cierta clase de cambio y en lo que se conoce del árbol actúe o reaccione de diferente manera.

El establecimiento de las parcelas en las comunidades de estudio, tienen algunas implicaciones, es necesario tener consciencia de que la introducción de los árboles en los sistemas de producción de la parcela o viceversa provoca algunas alteraciones en los cultivos que ya están presentes.

Entre estas alteraciones está la competencia (espacio, luz solar, agua, nutrientes) que se empezará a producir entre el árbol y las especies cultivadas. Sin embargo, debe tomarse en cuenta que la interacción árbol/cultivo puede tener efectos positivos y negativos. Como ejemplo del efecto negativo está una posible reducción en los rendimientos de los cultivos, sobre todo en aquellos cultivos con alta actividad fotosintética.

Pero el efecto de esta interacción también puede ser positivo, como el mejoramiento de las condiciones del suelo debido al aporte de materia orgánica procedente de la biomasa del árbol.

Otro efecto negativo de la presencia de los árboles en las parcelas, puede ser la proyección de la sombra que reduce el tiempo de exposición solar en las plántulas agrícolas. Si se realiza un análisis detallado sobre el efecto de la interacción árbol/cultivo, el resultado puede ser una larga lista de ventajas y desventajas. Sin embargo, tomando en cuenta las actuales condiciones agroforestales de las parcelas estudiadas se dice que estos SAFM fueron implementados en un ecosistema natural hace 12 años lo que significa que el componente arbóreo fue introducido después del cultivo provocando una interacción positiva pero quizá con mucha competencia en absorción de nutrientes, ya que el huasicucho según Blas (2008), es un árbol de crecimiento precoz y capaz de regenerarse naturalmente, por esa razón absorberá mayor cantidad de nutrientes dejando quizá escaso de alimentación al cultivo con el que interactúa.

Sin embargo esta interacción entre el huasicucho y el cacao es muy favorable según los datos obtenidos, no solo desde el punto de vista económico, sino también ecológico.

Obteniendo cantidades de madera considerables, el huasicucho es talado para la fabricación de parquet en las barracas del lugar por su veteado particular (Justiniano *et al.*, 2003) se ha encontrado que en la comunidad Agua Clara se tiene el mayor volumen vendido a 2,50 Bs el pie tablar (Callata, 2008), según los datos encontrados en la altura comercial, sin embargo parte de esta madera es utilizada para leña o entablonados para las casas que los mismos productores fabrican, según Somarriba (1992), hace algunos años la explotación se observaba en la mara y el cedro en esta zona, ahora la visión esta en la Quina Quina e ingresando a este el huasicucho, a pesar que la preferencia del productor es mas para semisombra de sus cacaotales.

En ciertas épocas del año, las parcelas que se han estudiado están expuestas al efecto de vientos fuertes provenientes del sur (llamados “surazos”) y que ocasionan el volcamiento de bananos, plátanos e incluso de ciertos árboles, entre esos el huasicucho, causando pérdidas económicas considerables.

Estos vientos no tienen una dirección determinada, por esta razón es necesaria la complementación de las cortinas con los árboles en linderos, formando un cuadrado. El establecimiento de cortinas rompe vientos con especies maderables, como el huasicucho que es de crecimiento precoz favorecería a proteger los cultivos y proporcionaría la oportunidad de obtener más productos en la parcela.

En las parcelas existen cacaotales viejos que fueron establecidos desde el inicio de la colonización (hace 30-40 años) y que actualmente son improductivas por la ausencia de poda del cacao y falta de manejo del dosel de sombra.

Actualmente, el dosel de sombra esta formado por árboles que carecían de valor comercial, hoy en día el huasicucho es muy cotizado por su madera pero en las parcelas estudiadas tienen una mala distribución dentro del cacaotal, debido a que han sido talados y se han regenerado naturalmente.

La intervención de cacaotales implica, necesariamente, la rehabilitación del cacao con podas que permitan el ingreso de luz y favorezcan el crecimiento de los nuevos árboles. El ingreso de luz favorece, además, la floración y fructificación del cacao (Somarriba y Calvo, 1998).

Los posibles beneficios de intervenir los cacaotales híbridos o injertos son: fuente de ingresos a mediano y largo plazo (fruta, leña, madera) e incremento de los rendimientos del cacao, de esta manera conociendo la interacción entre el cultivo quizá mas importante económicamente en Palos Blancos – Alto Beni y habiendo estudiado un árbol que hace años atrás no tenia importancia económica, ahora, por sus características fisiológicas puede implementarse en otras parcelas como desarrollo sustentable agrícola, ecológico ambiental.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

La Metodología utilizada para el estudio de la especie nos ayudo a conocer un poco mas a la especie Huasicucho (*Centrolobium ochroxylum* Rose ex Rudd), así actualmente los productores de Alto Beni podrán identificar a esta especie arbóreas de su entorno, reconociéndola por sus principales características fenotípicas y usos.

Sin embargo, desconocen las técnicas para el establecimiento, manejo y aprovechamiento de los árboles en sistemas agroforestales o plantaciones puras.

Los principales objetivos del productor del Alto Beni son la ampliación de la superficie de cacao y la introducción de especies maderables valiosas que le permita disponer de un ingreso permanente derivado de la venta del cacao y contar con recursos a mediano y largo plazo que aseguren el futuro de la familia.

Los principales ingresos económicos son obtenidos de los cultivos que actualmente cubren el 27% de la superficie total de la parcela, pero también existen otros beneficios obtenidos del bosque y barbechos como madera, frutas silvestres, animales de casería y ciertos materiales de construcción como postes, estacas y fibras.

7.2. Recomendaciones

Las recomendaciones de este estudio son de carácter técnico y están basadas en las actuales condiciones y necesidades de la mayoría de parcelas de Alto Beni.

Por esta razón, antes de implementar sistemas agroforestales (SAF), de deben realizar los ajustes necesarios para cada caso particular. Realizar cursos y/o talleres para capacitar al productor y su familia en temas relacionados con la identificación y usos de

las principales especies forestales como el Huasicucho que es esencial en un SAF multiestrato.

Asegurar la provisión de semillas de esta especie mediante la selección local de árboles semilleros.

Utilizar la información dasométrica (altura total, altura comercial, diámetro de la copa, opacidad y DAP) de este árbol en estudio para potenciales recomendaciones sobre sistemas agroforestales en parcelas del Alto Beni.

8. LITERATURA CITADA

- AGUAPE, R. 1997. Frutos del bosque ribereño de Lomerío y su importancia para la fauna silvestre, Santa Cruz-Bolivia. Tesis de grado. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz, Bolivia.
- ALARCÓN J. 2007. Estructura poblacional y efectos de tratamientos silviculturales en la tasa de crecimiento de especies comunales en un bosque amazónico de Bolivia. Trabajo dirigido para obtener el titulo de Ingeniero forestal Universidad Mayor de San Simón, Facultad de Ciencias Forestales y Pecuarias, escuela de Ciencias Forestales, Cochabamba-Bolivia. Pág. 4
- ARGUELLO O; MEJIA, L. 2000. Tecnología para el mejoramiento de los sistemas de Producción de cacao. CORPOINCA (Corporación Colombiana de Agricultura y Ganadería) Bucaramanga, CO. 144p.
- BARTLEY, BGD. 2005 The genetic diversity of cacao and its utilization. Cambridge, US, CABI. 335 p.
- BAWA, K.; MCDALE, L. 1994. The plant community: composition, dynamics and life-history processes. Commentary. *In* Mc Dale, L.; Bawa, K.; Hespenheide, H.; Hartshorn, G. eds. La Selva: Ecology and Natural History of a Neotropical Rain Forest. The University of Chicago, Chicago Illinois, USA. 68 p.
- BECK, S. 1988. Las regiones ecológicas y las unidades fitogeográficas de Bolivia. *In* Manual de Ecología, Instituto de Ecología. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz, Bolivia. Pág. 233-271.
- BEER, J. 1991. Implementing on-farm agroforestry research: lessons learned in Talamanca, Costa Rica. Agroforestry Systems. 15: 229-244.
- BENEDETTI, R. 1992. Sistemas Agroforestales. Ciencia e Investigación Forestal. 6(2): 281-293
- BIGGER, M. 1981. Observations on the insect fauna of shaded and unshaded amelonado cocoa. Bulletin of Entomological Research. 83: 475-505.
- BLAS, 2008; conversación verbal. Palos Blancos-Alto Beni

- BOLFOR (1997) Normas técnicas para la elaboración de instrumento de manejo forestal sostenible (inventarios, planes de manejo, planes operativos, mapas), en propiedades privadas o concesión, Ministerio de desarrollo sostenible y medio ambiente, La Paz, Bolivia 62 pág.
- BUDOWSKI, G., 1994. El alcance y el potencial de la agroforesteria con énfasis en Centroamérica. In L. Krisnamurthy y Leos, J. A. R. Agroforesteria en desarrollo. Educación, Investigación y Extensión Centro de Agroforesteria para el desarrollo Sostenible; Universidad Autónoma Chapingo. México. Pp. 1-16
- CALDERON, R. 1994. Estudio botánico. Paquera, Panica y San Isidro del Brijo, Peninsula de Nicoya, Costa Rica. Turrialba, C.R. CATIE s.p.
- CALLATA, 2008; conversación verbal. Palos Blancos-Alto Beni
- CATIE, 1992; FAO – USAID, 1997. Manual de métodos de campo, “Herramientas de diagnostico para apoyar los sistemas de Manejo Conjunto de Bosques”. Turrialba, Costa Rica, 48-54 p
- CLAVIJO, A. 1999 Estudio dendrologíco y anatómico de las especies de molle (*Schinus molle*), Aliso (*Agnus acuminata*), algarrobo (*Prosopis laevigata*), Soto (*Schinopsis haenkeana*), y Jacaranda (*Jacaranda mimosifolia*). Tesis de grado para obtener el grado de licenciatura. Universidad Mayor de san Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.
- CHÁVEZ C., M. E. 1997 Diagnóstico de plantaciones forestales en la zona de Lomerío, informe presentado a APCOB, Santa Cruz, Bolivia.
- CHILÓN, E. 1996. Manual de edafología: Prácticas de campo y laboratorio. Ed. CIDAT. La Paz, Bolivia. Pág. 83-84.
- DEUTSCHER ENTWICKLUNGSDIENST (DED), Servicio de cooperación Social Técnica, 2007. Sistemas Agroforestales, Experiencias del DED en tres regiones de Bolivia. Bolivia, 2007. 24 p.
- DOMENECH, T., J. 1991 Atlas de Bolivia. Editorial Jover Barcelona, España. 44 p.
- DOMÍNGUEZ, M.; Pérez, J.; Castelán, M. 1997. Diversificación del cacaotal: Alternativa de producción sustentable en Tabasco. Tabasco, México. 23 p.

- ENCARTA. 2005. Los Yungas, Bolivia. Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2005. © 1993-2004 Microsoft Corporation.
- ENCARTA. 2009. Los Yungas, Bolivia. Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2009. © 1993-2004 Microsoft Corporation
- ENCARTA. 2010. Los Yungas, Bolivia. Biblioteca de Consulta Microsoft ® Encarta ® 2010. © 1993-2004 Microsoft Corporation
- ELBERS, J., 1995. Estudio y Caracterización de suelos en zonas tropicales de América Latina.
- ECOLOGÍA TROPICAL (ECOTOP), 2008. Sistemas sucesiónales o Multiestrato. Sapecho – Bolivia, 2008. 63 p.
- FAO, 1994. Memoria: consulta de expertos sobre el avance de la agroforesteria en zonas áridas y semiáridas de América Latina y el Caribe, D.F. Santiago de Chile. In L. Krisnamurthy, 1996. V Curso –internacional de Entretenimiento. Vol. I. México. Pp. 93-103.
- FAO, USAID, 1997. Manual de Métodos de Campo, Herramientas de Diagnostico para apoyar los Sistemas de Manejo Conjunto de Bosques. Centro agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 99 p.
- FAO. 2002. Los bosques pueden contribuir al alivio de la pobreza. Non-Wood Forest Products. Roma, Italia. 9: 19-20.
- FOURNIER, L. 1981. Importancia de los Sistemas Agroforestales en Costa Rica. Revista Agronomía Costarricense 5(1/2): 141-147.
- FUENTES, J. 1996. Determinación de los diámetros mínimos de corta de las especies comerciales en los bosques comunales de la zona de Lomerío. Tesis de grado U.A.G.R.M. Santa Cruz –Bolivia
- GOITIA, L. (2003) Manual de dasonomía y selvicultura, texto de enseñanza. Universidad mayor de San Andrés.
- GOITIA, L... 2006. Apuntes de cátedra de Inventariarían Forestal, Facultad de Agronomía U.M.S.A. La Paz Boliva

- GULDE, G.; Crespo, J. 2002. Catálogo de Maderas Alternativas en la Zona de Alto Beni. Central de Cooperativas "El Ceibo Ltda." Programa de Implementaciones Agroecológicas y Forestales (PIAF), Sub-Proyecto Aprovechamiento Forestal. Sapecho, Alto Beni, Sud-Yungas, Bolivia. 68 p.
- GÜIRACOCHA, G.; Harvey, C.; Somarriba, E.; Krauss, U.; Carrillo, E. 2001. Conservación de la biodiversidad en sistemas agroforestales con cacao y banano en Talamanca, Costa Rica. Agroforestería en las Américas. 8 (8): 7-11.
- HART, D., R., 1985. Agro ecosistemas: Conceptos básicos. Centro agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Serie Materiales de enseñanza No. 1. Turrialba, Costa Rica. 159 p.
- HIDALGO, O 2003. Producción de Semillas Pre básica y Básica usando métodos de Multiplicación Acelerada. Manual de capacitación, centro Internacional de la Papa Lima, Perú 21-25 p.
- HOOFTMAN, D. 1998. Generic composition, structure and diversity of secondary forest at Amisconde, the pacific slope of the Cordillera de Talamanca. Revista Biología Tropical. Costa Rica. 46 (4): 1069-1079.
- ICRAF (International Council for Research in Agroforestry), 1997. Annual report. ICRAF Nairobi, Kenya, 204 p.
- IIAB, 2005. Inventario forestal y manejo de bosques en Alto Beni. Sapecho, Alto Beni, BO, Central de Cooperativas El Ceibo. Solicitar 56-MAN-10. *Disponible en B4*.
- IRAD, 1997. Progress report on slash-and burn agricultural research in Cameroon. IRAD/ASB Project, IRAD, Yaounde, Cameroon. 124 p
- INIAT – OIMT, 1996. Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuaria y organización Internacional de Maderas tropicales, Manual de Identificación de especies forestales de la subregión Andina Lima Perú.
- JANCO, T.; 2008; conversación verbal. Palos Blancos-Alto Beni
- JATUN SACH'A, 2005. Noticias Árbol Grande. Tejeyeque. Cochabamba –Bolivia; (Boletín Informativo #7, por el Ing. Eduardo Silva)

- KILLEEN, T.; BECK, S.; GARCIA, E. 1993. Guía de árboles de Bolivia. Editorial del Instituto de Ecología U.M.S.A. La Paz- Bolivia. 958 pág.
- Lara, R. 1988, Manual de dendrologia boliviana. CUMAT COTESU La Paz, Bolivia 268 p.
- LÓPEZ, A; OROZCO, L; SOMARRIBA, E; BONILLA, G. 2003. Tipologías y manejo de fincas cafetaleras en los municipios de San Ramón y Matagalpa, Nicaragua. Agroforestería en las Américas 10(37- 38):74-79.
- Lorenzi, H. 1992. Arvores brasileiras. Editorial Plantarum Ltda. Sao Paulo, Brasil. Pág. 172, 174, 196.
- LLANQUE, O.; ZONTA, A.; MILZ, J. 1993. Extrativismo: Conservación y desarrollo. Encuentro regional Bolivia, Perú, Brasil. La Paz, Bolivia. Pág. 27-30
- MESÉN, F. 2003. Proyecto Modernización de la Cacaocultura Orgánica del Alto Beni. Informe de Consultoría (documento del Proyecto). CATIE, Turrialba-Costa Rica. 28 p.
- MOGUEL, P.; TOLEDO, V. 1999. Biodiversity conservation in traditional coffee systems of Mexico. Conservation Biology. 13: 11-21.
- MOSTACEDO, B.; FREDERICKSEN, T. 2000. Manual de Métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Proyecto Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz, Bolivia. 87 p.
- MOSTACEDO, B.; JUSTINIANO, J.; TOLEDO, M.; Fredericksen, T. 2001. Guía Dendrológica de Especies Forestales de Bolivia. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz, Bolivia. 215 p.
- MONTAGNINI, F. (1992). Sistemas Agroforestales: Principios y Aplicaciones en los Trópicos. 2 ed. San José, CR, Organización para Estudios Tropicales OTS. 622 p.
- MUASYA, S.; SIMONS, A.; SALIM, A.; KINDT, R. 2002. Botanic Nomenclatura for Agroforestry Species Index. Nairobi. World Agroforestry Centre. 204 p.
- NAIR, P.K.R., 1993 An Introduction to Agroforestry Kluwer Academic Publishers/ICRAF. The Netherlands. 491 p.

- NAIR, P.K.R., 1994 a. Estado actual de la educación e investigación forestal. In L. Krisnamurthy y Leos, J. A. R. Agroforesteria en desarrollo. Educación, Investigación y Extensión Centro de Agroforesteria para el desarrollo Sostenible; Universidad Autónoma Chapingo. México. Pp. 240-273.
- NAVIA D.F. 2006 Apuntes de cátedra de sistemas de información geográfica. Facultad de Agronomía U.M.S.A. La Paz Boliva
- OBRADOR, P.; ANDRADE, M. 2002. Documento de Línea Base. Proyecto Modernización de la Cacaocultura Orgánica del Alto Beni. Sapecho, Bolivia. 220 p.
- OROZCO, L.; BRUMÉR, C. 2002. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Serie Técnica, Manual técnico Nº 50. CATIE, Turrialba, Costa Rica. Pág. 225.
- OSCAR, E. 2005. Las maderas de Colombia, fascículos 44 y 46, Antioquia, Chocó y centro Colombo-Canadiense de la Madera, Medellín
- PADILLA, S. 1986. Producción de Plantines Forestales en Vivero. Manual Silvo agropecuario del servicio Silvo Agropecuario (SESA). Universidad Nacional de Cajamarca (UNC) tomo 5 Lima Perú, Pág. 45-49
- PARRISH, J.; REITSMA, R.; GREENBERG, R.; MCLARNEY, W.; MACK, R.; LYNCH, J. 1999. Los cacaotales como herramienta para la conservación de la biodiversidad en corredores biológicos y zonas de amortiguamiento. Agroforestería en las Américas, 6 (22): 16-19
- PASTRANA, A., 2008. Conversación verbal, sobre Métodos por transectos en parcelas de sistemas agroforestales
- PASTRANA, A., 1998. El componente arbóreo en los sistemas agroforestales tradicionales. Prioridades y potencialidades de los indígenas Ngobe. “La Gloria”, Changuinola – Panamá. Tesis de Maestría. CATIE. Turrialba Costa Rica. 122 p.
- PERFECTO, I.; RICE, R.; GREENBERG, R.; VAN DER VOORT, M. 1996. Shade coffee: a disappearing refuge for biodiversity. Bioscience. 46: 598-608.
- PIAF- EL CEIBO, 2001. Guía de Especies Forestales del Alto Beni, Sapecho, Alto Beni, La Paz-Bolivia. 196 p.

- PIAF- EL CEIBO, 2002. Guía de árboles maderables del Alto Beni, Sapecho, Alto Beni, La Paz-Bolivia. 196 p.
- PIAF - El Ceibo (Programa de Implementaciones Agroecológicas y Forestales, El Ceibo). 2003. Sub - Programa de Aprovechamiento Forestal. Guía de especies forestales del Alto Beni. Sapecho. 196 p.
- PINARD, M. A.; PUTZ, F. E.; RUMIZ, D.; GUZMAN, R. En prensa. Ecological characterization of tree species to guide forest management decisions - An exercise in species classification in a easonally dry forest in Lomerío, Bolivia. *Forest Ecology and Management*.
- PINARD, M.A. Y HUFFMAN J. 1997. Fire resistance and bark properties of trees in a seasonally dry forest in eastern Bolivia. En Journal of Tropical Ecology.
- POPHAM, W.J. 1990. Problemas y técnicas de la evaluación educativa. Anaya Madrid.
- POMIER, K., 2006. Descripción dendrologica y determinar el proceso de germinación de dos especies de acacia, utilizando dos tipos de sustrato y dos métodos de tratamiento pre-germinativo, en el vivero forestal de Cota Cota. Provincia Murillo-La Paz. Tesis de grado para obtener el grado de Licenciatura. Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz, Bolivia.
- RODRÍGUEZ, R., M. 1991 Morfología y anatomía vegetal, Editorial. Los Amigos del libro. Cochabamba, Bolivia. 465 p.
- RODRIGUEZ M., SIBILLE, A. 1996 Manual de identificación de especies forestales de sub región andina. INIAT-Perú, OINT. Lima, PE. 98 p.
- SALDIAS, M.; QUEVEDO, R.; GARCIA, B.; LAWRENCE, A.; JOHNSON, J. 1994. Guía para el uso de árboles en sistemas agroforestales para Santa Cruz, Bolivia. C.I.A.T. 189 pp.
- SÁNCHEZ, L. 1995. Clasificación y ordenación de la vegetación del Norte de la Sierra Nevada, a lo largo de un gradiente altitudinal. Serie
- BOTÁNICA 74 (1): 47-71. Anuales del Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México.

- SENAMHI. 2003. Servicio nacional de meteorología e hidrología. Datos climáticos del Alto Beni. Bolivia
- SOMARRIBA, E., 1992. Que es agroforesteria. CATIE, Turrialba, Costa Rica. El Chasqui. 24: 5-13
- SOMARRIBA, E.; DOMÍNGUEZ, L.; LUCAS, C. 1996. Cacao bajo sombra de maderables en Ojo de Agua, Changuinola, Panamá. Manejo, crecimiento y producción de cacao y madera. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica. Pág. 31.
- SOMARRIBA, E.; CALVO, G. 1998. Enriquecimiento de cacaotales con especies maderables. Agroforestería en las Américas. 5 (19): 28-31.
- SOMARRIBA, E. 1998. Diagnóstico y Diseño Agroforestal. Agroforestería en las Américas. 5 (17-18): 68-72.
- SOMARRIBA, E.; CALVO, G. 2001. Planificación agroforestal de fincas. Manual preparado para el curso de Maestría del CATIE. Turrialba, Costa Rica. 80 p.
- SORIA, J. 1966. Principales variedades de cacao cultivadas en América Tropical. Turrialba 16(3):261- 265.
- TICONA, A. 2001. Uso de especies forestales. Proyecto de Investigaciones Agroecológicas y Forestales en Alto Beni, PIAF- El Ceibo. Sapecho, Alto Beni, Bolivia. (1): 21 p.
- THE NATURE CONSERVANCY, 1992. Evaluación Ecológica Rápida (EER). Un manual para usuarios de América Latina y el Caribe. Programa de Ciencias para América Latina. 232 p.
- TICONA, A. 2008. Conversación Verbal sobre su trabajo de Tesis. “Evaluación del porcentaje de emergencias de plántulas de Huasicucho (*Centrolobium ochroxylum Rose ex Rudd*) sembradas en la Asunta con semilla almacenada bajo condiciones ambientales en La Paz.
- UNC (Universidad Nacional de Colombia). 2003. Medición de la captura de carbono en ecosistemas forestales tropicales de Colombia: contribuciones para la mitigación del cambio climático. Orrego S, S.A.; Valle A, J.I. del; Moreno H, F.H.; eds. Medellín, Colombia. p 87.

- USAID, 2008. Plan de Desarrollo Municipal (PDM), 2008-2012, para el municipio de Palos Blancos. 30 p.
- VARGAS M.J. 1987. Anatomía y tecnología de la madera, manual del técnico forestal. ETSFOR misión forestal Alemana UMSS, Cochabamba, Bolivia 124 p.
- VELASQUEZ, F.; 2008; conversación verbal. Palos Blancos-Alto Beni
- VENEGAS, R.; SIAU, G. 1994. Conceptos, Principios y Fundamentos para el Diseño de Sistemas de Producción. Agroecología y desarrollo. (7): 15–28.
- VILLARREAL, Q. J. 1993. Introducción a la Botánica Forestal. Segunda Edición trillas. México distrito Federal, México. 151 p.
- VON CARWITS, P. G., 1986. Multipurpose tree yield data their relevance to agroforestry research and development and the current state of knowledge. Agroforestry Systems. 4: 291 – 314.
- YOUNG, A. 1988. Agroforestería y el potencial que contribuye al desarrollo de los trópicos. ICRAF. Nairobi Reprint No. 47. Reprinted from Journal of Biogeography. 15: 1930.
- WILKES, HERBERT R. 2007. Guía Metodológica para la implementación, el manejo y el aprovechamiento de Sistemas Agroforestales (DED, OSCAR, PIAF/CEIBO). 2 ed. CENFOTEC Industrial de Aldeas Infantiles SOS. Cochabamba, Bolivia. 78 p.
- ZANDSTRA, H.; PRICE, E.; LITSINGER, J.; MORRIS, R. 1986. Metodología de investigación en sistemas de cultivo en finca. Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo, CIID. Bogotá, Colombia. Pág. 38-40.

ANEXOS

Anexo 1. Hojas de huasicucho

As de hoja de huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*), imparipinadas

Envés de hojas de huasicucho (*Centrolobium ochroxylum*)

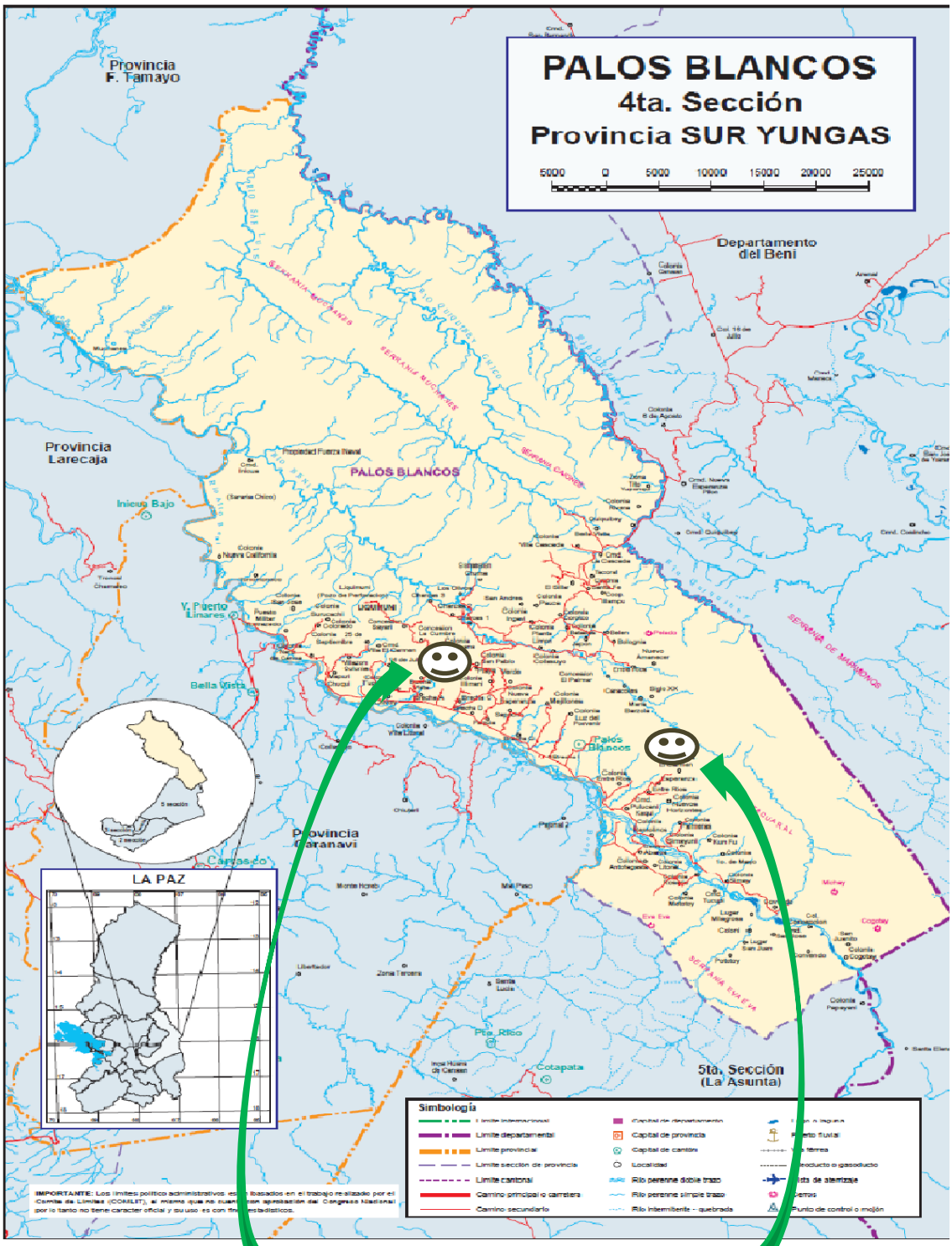
Anexo 2. Flores de huasicucho

Flores amarillas de huasicucho inflorescencia en panículas terminales

Anexo 3. Fruto y semillas de huasicucho

Fruto del huasicucho, grandes cámaras samaroidales

Anexo 4. Mapa de Palos Blancos - Alto Beni



Anexo 5.

Formulario sobre información general de la Parcela. Palos Blancos - Alto Beni, Bolivia.

Responsable……..…..….Fecha……...Parcela (lote) Nº…...…Superficie total (ha)……..…..….

Localidad o cantón…….....Área geográfica…….Municipalidad……..……

Nombre del propietario……Asociación a la que pertenece……...……..……..…..

Vive en la Parcela Si……..No…….. ¿A que distancia de la Parcela vive? (Km)……...……..….

Coordenadas geográficas: Latitud……. Longitud…… Altitud (msnm)…...……..…..…..…

Tenencia: Propio…… Alquilado……. Prestado……... Mediería…..…… Otro……..……..…

Tiempo de tenencia (años)……Tipo de acceso……Época de acceso……..….

Período lluvioso:……...…….

Período seco:……..…..……..…
Uso anterior de la tierra (al momento de ser adjudicado)……..…..…..…..…

Uso actual de la tierra……...…..….

Tipo de suelo: Uso 1……...…. Uso 2.…….…….…… Uso 3……...…….……...

Relieve general de la finca……..……..…….....…..

Distancia a la población más cercana (Km)……Distancia a la carretera principal (m)……..

Distancia a la fuente de agua principal (m)……. Tipo de producción……..……..……

Principales cultivos (usos de la tierra) de la finca:……...……

……...……
…...
Superficies por cultivos o usos de la tierra existentes en la parcela (ha):…….……...…
…….....
..….

……..……..
..…
Potencialidades de la zona, desde el punto de vista del productor……..……..…..…..……...
……...……..…
…….
Ha trabajado con sistemas agroforestales en el pasado?: Si…… No…….
¿Cuáles?.....
……..……
…….
Observaciones generales……..……...……
……..
…...

Anexo 6.

Formulario sobre información dasométrica y usos de árboles con DAP ≥ 5 cm. Alto Beni, Bolivia.

Propietario……..……...……. Localidad…….……..……....……. Área……..…… Nº…..…..……Fecha……...……..……..

COMUNIDAD ----------

HECTAREA 1										
Nº de Punto	**Cuarto**	**Distancia Pto. Central al Árbol (m)**	**Altura total del Árbol (m)**	**Altura Comercial (m)**	**DAP* (cm)**	**Diámetro de Copa**	**Cobertura del Dosel (%)**	**Estado Sanitario (Incidencia de trepadora)**	**Área Basal (m2)**	**Volumen (m3)**
HECTAREA 2										
HECTAREA 3										
HECTAREA 4										
HECTAREA 5										

Anexo 7.

Datos climáticos promedios del Alto Beni, correspondientes a los años 2007, 2008 y 2009*

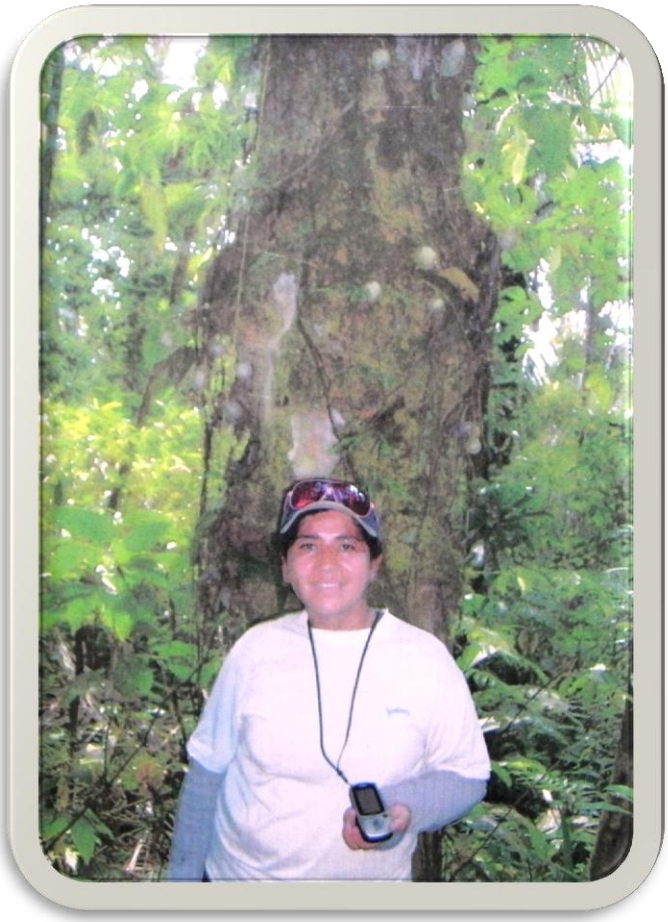
Variable	Meses												Anual
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.	
Precipitación (mm)	211.60	143.60	204.53	85.30	76.43	79.57	39.37	16.30	70.63	56.50	74.87	134.57	1193.27
Temperatura media (ºC)	27.17	26.80	26.37	26.20	24.67	22.70	22.93	23.90	25.23	26.47	27.40	27.13	25.58
Temperatura mín. extrema (ºC)	19.70	18.35	19.20	16.75	16.15	14.25	13.15	11.20	12.70	15.65	14.55	19.15	15.90
Temperatura máx. extrema (ºC)	38.20	36.75	36.05	35.60	34.40	32.35	33.30	35.05	38.25	38.65	39.70	19.15	36.33
Humedad relativa (%)	80.00	86.33	87.33	85.33	89.33	89.00	85.67	85.33	79.67	81.33	86.00	84.00	84.94
Período lluvioso													-
Período seco													-

* SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología), La Paz - Bolivia

Anexo 8. Incidencia de trepadora

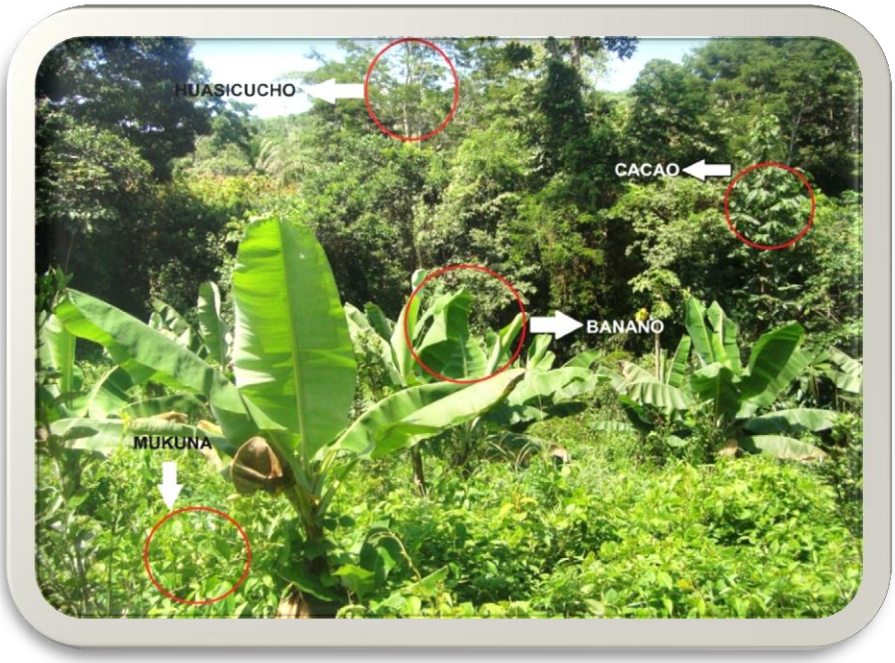
Incidencia de trepadora, enrollada desde la base (Mukuna o kudzu)

Anexo 9.



Toma de datos, marcación del punto (GPS), árbol numero tres

Anexo 10.



Sistema Agroforestal Multiestrato, compuesto por Cacao, Banano y huasicucho.

Distancia de plantaciones entre el caco y componente arbóreo

Anexo 11.

Cacaotales con presencia de semisombra

Anexo 12.

Datos Tabulados de las variables estadísticas

COMUNIDAD AGUA CLARA									
Ha. Nº	**Variable Estadística**	**Distancia punto central - Árbol**	**Altura total del Árbol**	**Altura Comercial**	**DAP***	**Diámetro de Copa**	**% Cobertura del Dosel de sombra**	**Área Basal**	**Volumen (m3)**
1	**X**	14,5	10	5,5	12,55	4,25	60,5	0,185	460,1
1	**S_2**	9	2,66	1	4,97	0,17	131	0,003	43810
1	**S**	3	1,63	1	2,23	0,41	11,4	0,061	209,3
1	**CV %**	20,68	16,3	18,18	17,76	9,7	18,9	32,97	45,49
2	**X**	17,12	11,75	6,25	11,5	5,87	58,75	0,227	425,24
2	**S_2**	44,06	12,25	1,58	3,66	1,06	39,58	0,0006	20,14
2	**S**	6,63	3,5	1,25	1,91	1,03	6,29	0,0262	141,94
2	**CV %**	38,76	29,78	20	16,65	17,54	10,7	11,55	33,38
3	**X**	24	11	5,5	14,97	4,75	70,75	0,23	661,95
3	**S_2**	104,6	1,33	1,66	1,42	0,03	206,75	0,00004	60805,3
3	**S**	10,23	1,15	1,29	1,19	0,19	14,37	0,0064	246,58
3	**CV %**	42,62	10,49	23,47	7,96	4,03	20,32	2,8	37,25
4	**X**	26,75	11	5,75	13,2	4,33	67,5	0,21	583,01
4	**S_2**	90,92	1,33	0,25	2,73	0,06	31	0,0003	90398,1
4	**S**	9,54	1,15	0,5	1,65	0,24	5,56	0,018	300,66
4	**CV %**	36	10,45	9	12	6	8,24	8,69	51,57
5	**X**	22,25	9	4,5	11,3	57,75	57,75	0,18	290,91
5	**S_2**	106,91	1,33	1,66	0,58	20,25	0,14	0,00009	5111,11
5	**S**	10,34	1,15	1,29	0,76	4,5	0,37	0,0095	714,92
5	**CV %**	46,47	12,83	28,68	6,73	7,79	10,09	5,31	24,57

Datos Tabulados de las variables estadísticas

COMUNIDAD TARAPACA									
Ha. Nº	**Variable Estadística**	**Distancia punto central - Árbol**	**Altura total del Árbol**	**Altura Comercial**	**DAP***	**Diámetro de Copa**	**% Cobertura del Dosel de sombra**	**Área Basal**	**Volumen (m3)**
1	**X**	16,5	12,25	6,75	14	4,17	67	0,22	660,68
1	**S_2**	17	4,25	2,25	2,26	0,16	209,4	0,0005	3782,2
1	**S**	4,12	2,06	1,5	1,5	0,43	45,76	0,023	61,49
1	**CV %**	24,98	16,82	22,22	10,73	9,67	68,29	10,64	9,308
2	**X**	12,5	6,25	3,75	10,5	2,87	41,25	0,16	394,62
2	**S_2**	72,33	18,91	6,91	51,66	4,06	806,25	0,0094	109577
2	**S**	8,5	4,34	2,62	7,18	2,015	28,39	0,097	331,02
2	**CV %**	68,03	69,58	70,13	68,4	70,1	68,83	58,83	83,88
3	**X**	15,75	11	5,5	14,97	4,75	70,75	0,23	650,19
3	**S_2**	8,25	1,33	1,66	1,42	0,03	68,91	0,013	64444
3	**S**	2,87	1,15	1,29	1,19	0,19	8,3	0,117	253,85
3	**CV %**	18,23	10,49	23,47	7,96	4,031	11,73	50,88	39,04
4	**X**	13,75	10	4,75	13,72	4035	65	0,21	471,31
4	**S_2**	12,25	2,66	0,91	1,79	0,27	39,33	0,00043	34519
4	**S**	3,5	1,63	0,95	1,33	0,52	6,27	0,02	185,79
4	**CV %**	20,45	16,32	20,15	9,75	12,09	9,64	9,68	39,42
5	**X**	11	6,5	3	9,57	2,95	42,75	0,135	225,8
5	**S_2**	57,33	16,66	4,66	11,84	3,87	830,25	0,0021	29607
5	**S**	7,57	4,43	2,16	3,44	1,96	28,81	0,09	172,06
5	**CV %**	68,83	68,22	72	35,96	66,74	67,4	66,94	76,2

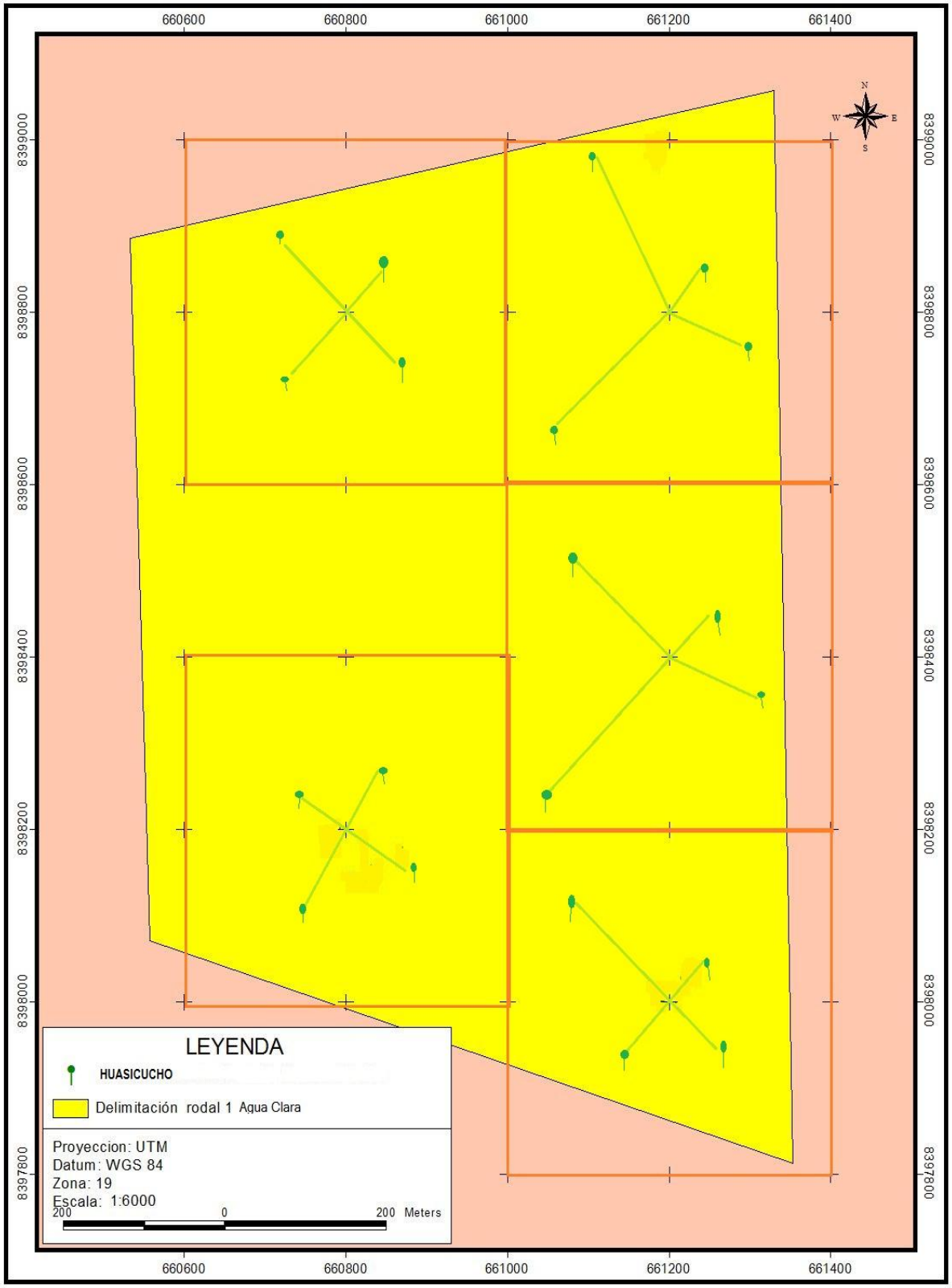
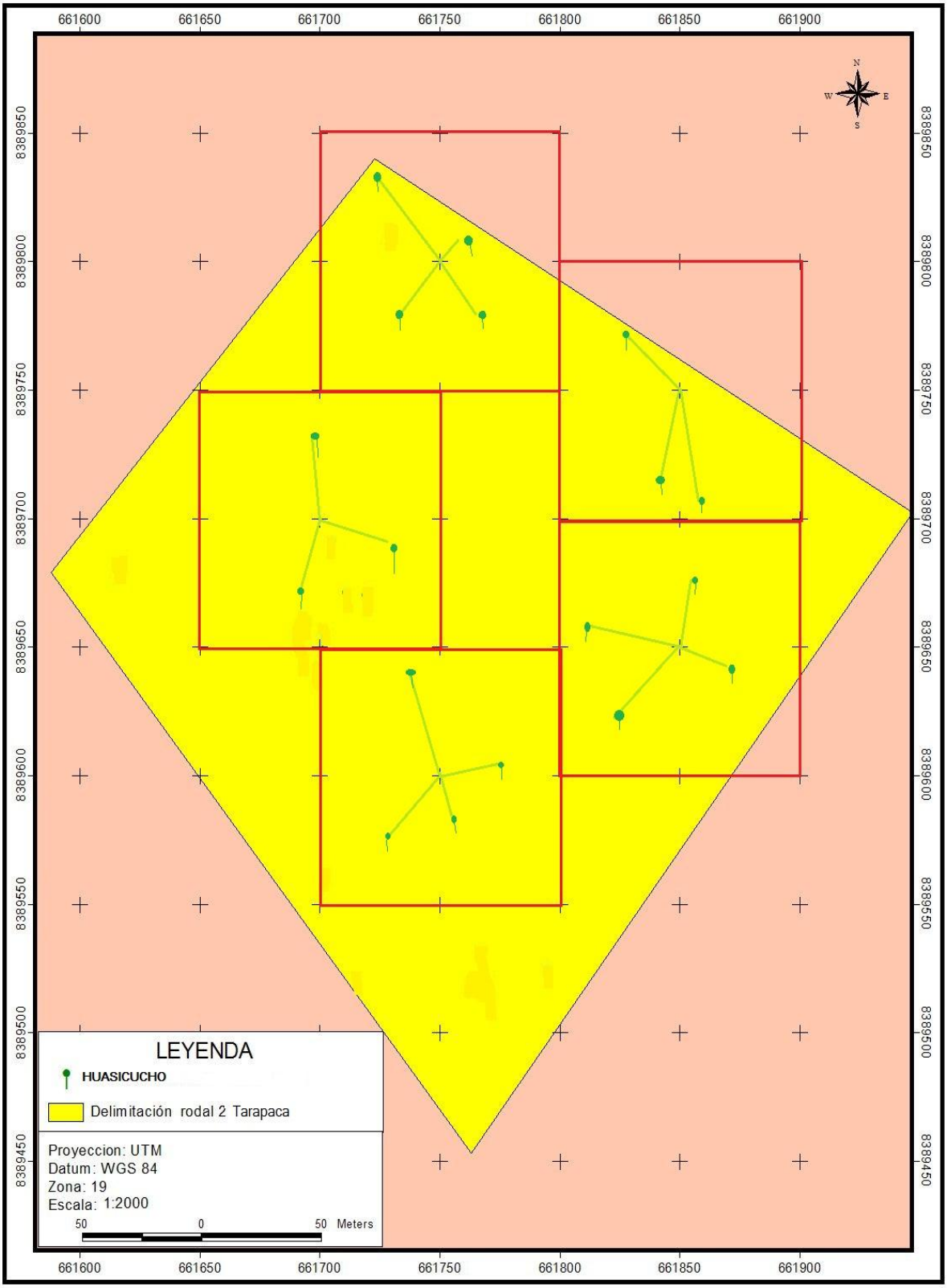
Anexo 13. Datos de los cuadrantes de las comunidades Palos Blancos-Alto Beni Bolivia

COMUNIDAD AGUA CLARA										
HECTAREA 1										
Nº de Punto	**Cuarto**	**Distancia Pto. Central al Árbol (m)**	**Altura total del Árbol (m)**	**Altura Comercial (m)**	**DAP* (cm)**	**Diámetro de Copa**	**Cobertura del Dosel (%)**	**Estado Sanitario (Incidencia de trepadora)**	**Área Basal (m2)**	**Volumen (m3)**
1	A	18	8	4	11,5	4,6	47	-	0,18	270,06
1	B	12	10	6	13,7	4,6	60	Mukuna	0,22	574,91
1	C	12	10	6	10	3,8	60	-	0,10	306,31
1	D	16	12	6	15	4	75	-	0,24	689,19
HECTAREA 2										
1	A	15	10	6	10	6	60	-	0,25	306,306
1	B	27	17	8	12	7	50	Mukuna	0,19	588,1075
1	C	13	10	5	14	4,5	65	Mukuna	0,22	500,2998
1	D	13,5	10	6	10	6	60	-	0,25	306,306
HECTAREA 3										
1	A	33	12	7	16,5	5	80	-	0,26	972,9044
1	B	30	12	6	15,3	4,8	73	Mora	0,24	717,0317
1	C	23	10	4	13,8	4,6	60	Mukuna	0,22	388,8861
1	D	10	10	5	14,3	4,6	70	-	0,22	521,9709
HECTAREA 4										
1	A	30	10	6	12	4,3	70	-	0,22	441,0806
1	B	35	10	6	12	4	60	Mora	0,18	441,0806
1	C	29	10	5	13,3	4,6	67	-	0,21	451,5206
1	D	13	12	6	15,5	4,4	73	-	0,24	735,9002
HECTAREA 5										
1	A	16	8	3	11	4	51	-	0,17	185,3151
1	B	12	10	5	11,4	4	60	Mora	0,18	331,7294
1	C	35	8	4	12,3	3,8	60	-	0,19	308,9402
	D	26	10	6	10,5	3,2	60	-	0,19	337,7024

COMUNIDADTARAPACA

HECTAREA 1										
Nº de Punto	Cuarto	Distancia Pto. Central al Árbol (m)	Altura total del Árbol (m)	Altura Comercial (m)	DAP* (cm)	Diámetro de Copa	Cobertura del Dosel (%)	Estado Sanitario (Incidencia de trepadora)	Área Basal (m2)	Volumen (m3)
1	A	22	12	6	15,3	4,4	73		0,24	717,03
1	B	12	10	6	13,7	4,6	60	Mukuna	0,22	574,91
1	C	16	15	9	12	3,7	60		0,19	661,62
1	D	16	12	6	15	4	75		0,24	689,19
HECTAREA 2										
1	A	16	8	6	16	3	50	Mukuna	0,25	784,14
1	B	15	7	4	12	4	50	Mukuna	0,19	294,05
1	C	19	10	5	14	4,5	65		0,22	500,30
1	D	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00
HECTAREA 3										
1	A	18	12	7	16,5	5	80		0,26	972,90
1	B	18	12	6	15,3	4,8	73		0,24	717,03
1	C	12	10	4	13,8	4,6	60		0,22	388,89
1	D	15	10	5	14,3	4,6	70		0,22	521,97
HECTAREA 4										
1	A	15	8	4	12,3	3,8	60		0,19	308,94
1	B	18	10	4	13,8	4,6	60		0,22	388,89
1	C	12	10	5	13,3	4,6	67		0,21	451,52
1	D	10	12	6	15,5	4,4	73	Mukuna	0,24	735,90
HECTAREA 5										
1	A	16	8	3	11	4	51		0,17	185,32
1	B	16	10	5	11,4	4	60	Mukuna	0,18	331,73
1	C	12	8	4	12,3	3,8	60		0,19	308,94
1	D	0	0	0	0	0	0		0,00	0,00

Anexo 14. Croquis del área estudiada Agua Clara



Anexo 15. Croquis del área estudiada Tarapacá