

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
LA MOLINA**

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES



**OPTIMIZACIÓN DEL TAMAÑO DE LA
PARCELA EN UN INVENTARIO
FORESTAL DE UN BOSQUE SECO**

Presentado por:

Roque Calzada Evelyn Amparo

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO FORESTAL**

Lima - Perú
2017

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Los Miembros del Jurado que suscriben, reunidos para calificar la sustentación del Trabajo de Tesis, presentado por la ex-alumna de la Facultad de Ciencias Forestales, Bach. **ROQUE CALZADA EVELYN AMPARO**, intitulado “OPTIMIZACIÓN DEL TAMAÑO DE LA PARCELA EN UN INVENTARIO FORESTAL DE UN BOSQUE SECO”.

Oídas las respuestas a las observaciones formuladas, lo declaramos:

.....

Con el calificativo de

En consecuencia queda en condición de ser considerada APTA y recibir el título de INGENIERO FORESTAL.

La Molina, 10 de marzo de 2017

.....
Mg. Sc. Carlos Alberto Llerena Pinto
Presidente

.....
Ing. Wilfredo Salvino Ojeda Ojeda
Miembro

.....
Ing. Juan Carlos Ocaña Canales
Miembro

Mg. Sc. Victor Manuel Barrera Arroyo
Asesor

DEDICATORIA

A mi adorada abuelita Florentina Aranda Álvarez por toda su paciencia y cariño de siempre y sobre todo durante mi vida universitaria.

A mis amados padres Modesto Roque Atencio y Geovana Calzada Aranda, que me vieron nacer y que sus enseñanzas y sus buenas costumbres han creado en mi sabiduría, haciendo que hoy tenga todo lo que tengo y lo que soy.

A mis preciosas hermanas Katia Roque Calzada y Yeraldin Roque Calzada, mis amigas y por siempre mis compañeras de vida.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi patrocinador, profesor Víctor Barrena Arroyo por su apoyo incondicional y paciencia; al Profesor Enrique Gonzales Mora, por brindarme la oportunidad de formar parte del Proyecto VLIR, participar en el Subproyecto Sapote y desarrollar la presente tesis, al Caserío El Choloque, por su disposición y colaboración en el recojo de información de campo. A mis amigos Junior Suarez Franco y Gabriela Veneros Zerpa por el apoyo en la fase de campo. Finalmente agradezco a mi familia, amigos y todas aquellas personas que me apoyaron para terminar este documento.

RESUMEN

Con el propósito de determinar el tamaño óptimo de parcela para un inventario forestal, que proporcione información adecuada para contribuir con el manejo sostenible de los bosques secos del caserío “El Choloque”; se aplicó en el presente estudio un diseño de muestreo estratificado con distribución de parcelas de forma sistemática; teniendo como base de estratificación los tipos de bosque y aplicando a este muestreo la afijación óptima. En base a los objetivos del inventario se determinó que este fuera del tipo semi-detallado, considerando un error de muestreo de 15% y un coeficiente de variabilidad según tipo de bosque, establecidos según estudios previos. Las parcelas levantadas fueron de 20m x 250m, conformadas por cinco subparcelas. Se usó la prueba X^2 de bondad de ajuste para comparar la similitud de las distribuciones diamétricas de la parcela esperada (de 0,5ha) y las parcelas observadas (0,4ha, 0,3ha, 0,2ha y 0,1ha, contenidas dentro de la parcela inicial de 0,5ha) respectivamente. Para una mayor certeza del análisis se consideraron los errores de muestreo en cada caso. Los resultados arrojaron que la parcela 0,4ha presentan una distribución diamétrica similar a la parcela esperada y que el error de muestreo es aceptable para un nivel de tipo semi-detallado. Por lo tanto se tiene que el tamaño óptimo de parcela para evaluar los bosques de “El Choloque” es de 0,4ha. En cuanto a la influencia de la estratificación en la determinación del tamaño óptimo de parcela, se concluyó que influye ya que a pesar que la prueba X^2 de bondad de ajuste arrojó una similitud de las distribuciones diamétricas en todos los casos; el análisis del error de muestreo evidencio valores altos que sobrepasaban el establecido de 15% para un inventario semi – detallado.

Palabras claves: Inventario Forestal, parcelas, *Prosopis pallida*, *Loxopterygium huasango*

INDICE GENERAL

	Página
I. Introducción	1
II. Revisión de Literatura	3
1. Bosques Secos	3
1.1. Bosques secos de Lambayeque.....	7
2. Inventario Forestal	8
2.1. Clasificación de los inventarios forestales.....	10
2.2. Muestreo Forestal	11
2.3. Diseño de inventario forestal.....	12
2.3.1. Diseño de muestreo	12
2.3.2. Tamaño de muestra.....	14
2.3.3. Unidad de muestra.....	16
2.3.4. Distribución espacial de la muestra	18
2.4. Inventario forestal en bosques secos.....	19
2.4.1. Evaluación de la regeneración natural en bosques secos.....	22
2.5. Error de muestreo.....	23
3. Chi - cuadrado	25
3.1.1. Prueba de bondad de ajuste	26
III. Materiales y Métodos.....	29
1. Aspectos generales de la zona de estudio	29
1.1. ubicación geográfica	29
1.2. Accesibilidad.....	29
1.3. Topografía.....	29
1.4. Fisiografía.....	29
1.5. Hidrografía	29
1.6. Tipo de bosque	31
1.7. Composición florística.....	33
1.8. Antecedentes de uso y conflictos.....	33
2. Materiales y equipos	34
2.1. Materiales.....	34
2.2. Equipos.....	34
3. Metodología	35
3.1. Fase de planificación.....	35
3.1.1. Recopilación de información	35
3.1.2. Diseño de inventario	35
3.1.3. Conformación de brigadas	40
3.2. Fase de campo.....	41
3.2.1. Presentación a la comunidad.....	41
3.2.2. Capacitación de las brigadas de campo	41
3.2.3. Ejecución del inventario forestal.....	42
3.3. Fase de gabinete y análisis de datos de campo.....	47
3.3.1. Procesamiento de la información.....	47
3.3.2. Optimización del tamaño de parcela	49
3.3.3. Error de muestreo	52
3.3.4. Caracterización del bosque.....	53
3.3.5. Influencia de la estratificación	53
IV. Resultados y discusión.....	54

1. Fase de planificacion.....	54
1.1. Recopilacion de la informacion	54
1.2. Diseño de inventario.....	55
1.2.1. Tamaño de muestra.....	55
1.2.2. Tamaño y forma de parcela.....	56
1.2.3. Distribucion espacial.....	56
1.3. Conformacion de brigadas	58
2. Fase de campo.....	58
2.1. Presentacion a la comunidad y capacitacion de las brigadas en campo	58
2.2. Ejecucion del inventario forestal	58
2.2.1. Levantamiento de linea base	58
2.2.2. Levantamiento de parcela y toma de informacion.....	59
3. Fase de gabinete y analisis de datos de campo	60
3.1.1. Procesamiento de la informacion.....	60
3.1.2. Optimizacion del tamaño de parcela	62
3.1.3. Error de muestreo	75
3.1.4. Caracterizacion del bosque.....	79
3.1.5. Influencia de la estratificacion en la determinacion del tamaño optimo de parcela	93
V. Conclusiones.....	97
VI. Recomendaciones	98
VII. Referencias bibliográficas	99
VIII. Anexo.....	107

Índice de tablas

	Página
Tabla 1:	Evolución de la cobertura arbórea del bosque seco (2003 - 2007).....8
Tabla 2:	Resumen del Inventario Forestal del caserío El Choloque – Año 2003 22
Tabla 3:	Coefficiente de Variabilidad por tipo de bosque 36
Tabla 4:	Factor de forma sugerido para especies de Bosques Secos 48
Tabla 5:	Número de individuos por tamaño de parcela..... 50
Tabla 6:	Tamaño de muestra “n” por Afijación Óptima 55
Tabla 7:	Referencia de ubicación de las parcelas 59
Tabla 8:	Resumen de Inventario..... 60
Tabla 9:	Número de árboles por tamaño de parcela – Bosque Seco de Colina Baja.. 63
Tabla 10:	Área Total Evaluada por tamaño de parcela en el bosque seco de colina baja..... 63
Tabla 11:	Número de árboles por hectárea según tamaño de parcela– Bosque Seco de Colina Baja 64
Tabla 12:	Frecuencia relativa por hectárea según tamaño de parcela – Bosque Seco de Colina Baja 65
Tabla 13:	Número de árboles por tamaño de parcela – Bosque Seco Ralo de Llanura 65
Tabla 14:	Área Total Evaluada por tamaño de parcela en el Bosque Seco Ralo de Llanura..... 66
Tabla 15:	Número de árboles por hectárea según tamaño de parcela– Bosque Seco Ralo de Llanura 66
Tabla 16:	Frecuencia relativa por hectárea según tamaño de parcela – Bosque Seco Ralo de Llanura 67
Tabla 17:	Número de árboles por tamaño de parcela – Bosque seco de lomada..... 67
Tabla 18:	Área Total Evaluada por tamaño de parcela en el Bosque Seco Ralo de Lomada 68
Tabla 19:	Número de árboles por hectárea según tamaño de parcela – Bosque seco de lomada..... 68
Tabla 20:	Frecuencia relativa por hectárea según tamaño de parcela – Bosque seco de lomada..... 69
Tabla 21:	Prueba de bondad de ajuste en el Bosque Seco de Colina Baja..... 70
Tabla 22:	Prueba de bondad de ajuste en el Bosque Seco Ralo de Llanura 72
Tabla 23:	Prueba de bondad de ajuste en el Bosque Seco Ralo de Lomada..... 73
Tabla 24:	Cuadro resumen de resultados para la optimización del tamaño de parcela 75

Tabla 25:	Error de muestreo por tamaño de parcela en los diferentes tipos de bosques	76
Tabla 26:	Distribución diamétrica por tipos de bosque y tamaño de parcela usado – Frecuencia por ha.	79
Tabla 27:	Categoría de uso de los individuos evaluados por tamaño de parcela y tipo de bosque por ha.	81
Tabla 28:	Distribución de la población según tipos de calidad por tamaño de parcela y tipos de bosques, por ha.	84
Tabla 29:	Distribución de la población según tipos de sanidad por tamaño de parcela y tipos de bosques por ha.	86
Tabla 30:	Distribución volumétrica de las copas para los individuos con uso no maderable.....	88
Tabla 31:	Resumen de Inventario de Regeneración en las parcelas de 5m x 5m (HT 30 cm – DAP 4,9)	91
Tabla 32:	Resumen de Inventario de Regeneración en las parcelas de 10m x 25m (DAP : 5,0cm - 9,9 cm).....	92
Tabla 33:	Número de individuos con aptitud maderable y no maderable en la evaluación a la regeneración natural (5cm - 9.9cm de DAP)	92
Tabla 34:	Clase de sanidad de los individuos en regeneración natural (5cm - 9.9cm de DAP).....	93
Tabla 35:	Tamaño de muestra para el bosque “El Choloque” sin estratificar	93
Tabla 36:	Prueba de bondad de ajuste en el bosque seco de “El Choloque”	94
Tabla 37:	Error de muestreo por tamaño de parcela en un inventario sin estratificar ..	95

Índice de figuras

	Página
Figura 1:	Ubicación Geográfica de El Choloque 30
Figura 2:	Mapa Forestal del caserío “El Choloque” 32
Figura 3:	Tamaño y forma de parcela..... 37
Figura 4:	Tamaño y Forma de sub parcelas 38
Figura 5:	Distribución de parcelas 39
Figura 6:	Modo de desplazamiento en campo..... 42
Figura 7:	Resaltos horizontales..... 43
Figura 8:	Consideraciones para medir DAP en árboles de bosques secos 45
Figura 9:	Tamaños de parcela a comparar..... 51
Figura 10:	Distribución de parcelas y ubicación de líneas base en los bosques secos de “El Choloque” 57
Figura 11:	Comparación de distribuciones diamétricas de los cinco tamaños de parcela en el Bosque Seco de Colina Baja 71
Figura 12:	Comparación de distribuciones diamétricas de los cinco tamaños de parcela en el Bosque Seco Ralo de Llanura 73
Figura 13:	Comparación de distribuciones diamétricas de los cinco tamaños de parcela en el Bosque Seco Ralo de Llanura 74
Figura 14:	Coefficiente de variabilidad según tamaño de parcela 77
Figura 15:	Distribución diamétrica según tamaño de parcela y tipo de bosque..... 80
Figura 16:	Distribución porcentual del total de la población según tamaño de parcela 82
Figura 17:	Distribución porcentual de la población por categoría de uso y según tamaño de parcela y tipo de bosque 83
Figura 18:	Distribución porcentual de la población total segun Tipo de calidad y por Tamaño de parcela 84
Figura 19:	Distribución porcentual del Tipo de Calidad de los individuos según tamaño de parcela y tipo de bosque 85
Figura 20:	Distribución porcentual de la población total según Tipo de sanidad y por Tamaño de parcela 86
Figura 21:	Distribución porcentual por tipos de bosques según Tipo de sanidad y Tamaño de parcela 87
Figura 22:	Distribución de la frecuencia relativa de volumen de copas por tipo de bosques y tamaño de parcela..... 89

Índice de anexos

	Página
Anexo 1 Coordenada de inicio UTM y azimut de ingreso de parcela	107
Anexo 2 Instructivo de campo.....	109
Anexo 3 Distribución diamétrica por parcela en cada tipo de bosque	119
Anexo 4 Cálculo de CV% por tipo de bosque y tamaño de parcela	128
Anexo 5 Simulación de un inventario forestal sin estratificar a partir de los datos recogidos.....	131
Anexo 6 Cálculo de CV% en la simulación de un inventario forestal sin estratificar a partir de los datos recogidos.....	135

I. INTRODUCCIÓN

El inventario forestal realizado por muestreo, es el medio más apropiado para obtener las estimaciones de los parámetros de las poblaciones. Dado que las poblaciones forestales son, por lo general, extensas y de difícil acceso, su descripción se basa en una pequeña muestra de árboles, seleccionada de modo que representen toda la población en unidades o parcelas de muestreo, que pueden ser de dimensiones fijas y de dimensiones variables (Prodan 1997). Malleux (1982) indica que es conveniente referirse a una representatividad efectiva o eficiencia de la muestra cuando se tiene un menor error de muestreo y el costo que implica muestrear sea baja.

En la realización de los inventarios forestales ha sido una constante preocupación la forma y tamaño de unidad de muestreo a emplear, para captar de la manera más fiel posible la variabilidad de la masa arbórea. Los inventarios realizados en los bosques secos del Perú han empleado generalmente parcelas rectangulares o fajas de 0.5ha a 1ha (MINAG 1988). Prodan (1997) menciona que las fajas permiten delimitar con facilidad unidades de gran magnitud, a la vez que captan una alta proporción de la variabilidad del bosque. En cuanto al tamaño de parcela de muestreo, se deben tomar en cuenta algunas consideraciones que están en conflictos, de índole estadística, como la precisión y otras de índole práctica, como la dificultad en el levantamiento, el tiempo y el costo (Villa Salas, citado por Machado, 2005).

Los bosques secos en el Perú vienen siendo aprovechados irracionalmente, provocando procesos de deforestación y desertificación del bosque que en un principio debería ser el recurso de desarrollo sostenible local (Palomares 1996). Ante esta situación, los bosques secos en el Perú se están incorporando en forma progresiva en las agendas regionales y nacionales, convirtiéndose en tema de debate la conservación y el aprovechamiento y manejo sostenible de estos frágiles ecosistemas. El caserío El Choloque, ubicado en la comunidad de Tongorrape, distrito de Motupe, provincia de Lambayeque y departamento de Lambayeque, es una de las comunidades que viene desarrollando acciones para contrarrestar las amenazas por la tala indiscriminada y la desertificación en pro del manejo y desarrollo de sus bosques secos.

En la presente investigación se ejecutó un Inventario Forestal con diseño estratificado, con distribución de parcelas de forma sistemática; la presente investigación tiene como objetivo general determinar el tamaño óptimo de parcela, que proporcione información adecuada para contribuir con el manejo sostenible de los bosques secos del caserío “El Choloque”. En cuanto a los objetivos específicos se tiene: Determinar el tamaño óptimo de parcela, mediante la comparación de cinco diferentes tamaños de parcela dentro de un diseño de inventario estratificado; para lograr esto se comparó mediante la prueba de bondad de ajuste X^2 cuatro diferentes tamaños de parcela con la parcela usada inicialmente; determinar si la estratificación en el muestreo influye en la determinación del tamaño óptimo de parcela, mediante análisis estadísticos; finalmente se determinó la situación actual de los bosques del caserío “El Choloque” en cuanto a calidad y cantidad.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

1. BOSQUES SECOS

Lamprecht (1990) describe como Bosques Secos, aquellos que presentan las siguientes características: son bosques que van de densos a ralos, en alta proporción xerofíticos, en la época seca no presentan follaje y son relativamente pobres en su composición florística. Los bosques tropicales secos se encuentran a ambos lados del Ecuador, sobre todo a continuación del cinturón de bosques húmedos deciduos y se extienden hasta las regiones áridas que limitan el bosque, donde es sustituido por sabanas de arbustos espinosos, matorrales suculentos, semidesiertos, etc.

Linares-Palomino (2003) señala que Los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos (BTES) o simplemente Bosques Secos, como son conocidos por la mayoría, constituyen uno de los ecosistemas más amenazados del mundo. Se les atribuye un grado de endemismo muy alto, cabe resaltar que los organismos que viven en estos bosques han tenido que desarrollar mecanismos que les permite sobrevivir en ambientes cíclicos muy extremos, sequias muy prolongadas y por otro lado lluvias torrenciales concentradas en pocos meses, sino semanas.

La ubicación geográfica de los bosques secos de la costa norte en el continente sudamericano, así como su relieve topográfico, son algunos factores que contribuyen a una variabilidad climática, dentro de ellas pueden citarse las sequias; inundaciones y en especial ocurrencias como “El Niño”. El principal impacto positivo de este evento, “El Niño”, es que debido a la intensidad de las lluvias se hace posible la regeneración natural de los bosques secos y además permite y favorece la recarga de acuíferos (Alvarado 2005, SENAMHI 2014).

Los bosques secos representan el 42 por ciento de todos los bosques tropicales y subtropicales del mundo. En el Perú los bosques secos se encuentran en la Costa Norte, constituyendo la principal formación vegetal natural, abarcan alrededor de 3 230 263 ha, de las cuales el 67 por ciento se encuentra en Piura, el 19 por ciento en Lambayeque y el 14 por ciento en Tumbes, están incluidos en una clasificación particular denominada “Noroeste del Perú” (Schwartz 2004, AIDER 2014).

Se han reportado en estos bosques 8 147 especies de plantas, que representan el 47 por ciento del total de la diversidad vegetal del Perú (Sagastegui *et al.* Citado por Servan 2006).

Según INRENA - Proyecto Algarrobo (2003) y Alvarado (2005) las formaciones de bosques secos en la región Costa del “Noroeste del Perú” comprenden alrededor del 58 por ciento del área total de los departamentos de Tumbes, Piura y Lambayeque. Estos bosques tienen como características ser considerados ecosistemas frágiles; con lenta capacidad de regeneración natural; sometidos a estados de estrés hídrico y precipitaciones anuales que fluctúan entre 60 y 120 mm; temperaturas que oscilan en el día entre los 24°C y 27°C; la napa freática que varía entre los 15 m y 60 m de profundidad y una reducida composición florística

Linares-Palomino (2004) señala que los bosques secos del Perú han sido nombrados en base a su fisionomía (bosques, matorrales, arbustos, sabanas, etc.); en base a la cantidad de lluvia recibida (secos o sub – húmedos, pluvifolios); estacionalidad (estacionalmente húmedo o secos, xerofíticos); longevidad del follaje (siempre verdes, semi-siempreverdes, semidecíduos, deciduos) y diversas combinaciones y sub – combinaciones entre cada uno de ellos

INRENA - Proyecto Algarrobo (2003) señala que se distinguen los siguientes tipos de bosques secos en el “Noroeste del Perú”: bosque seco denso de colina; bosque seco semidenso de colina; bosque seco ralo de colina; bosque seco muy ralo de colina; bosque seco denso de llanura; bosque seco semidenso de llanura; Bosque Seco Ralo de Llanura; bosque seco muy ralo de llanura; bosque seco denso de montaña; bosque seco semidenso de montaña; bosque seco ralo de montaña; bosque seco muy ralo de montaña.

Según Schwartz (2004) los Bosques secos “Noroeste del Perú” son bosques de llanura principalmente; en el 57 por ciento de la cobertura total prácticamente han desaparecido los bosques densos (tipificados por contener más de 140 árboles por ha), predominando los bosques ralos y muy ralos (entre 30 y 70 árboles por ha).

Desde hace siglos y quizás milenios los bosques secos y ecosistemas estacionales similares han sido lugar preferencial para el establecimiento y desarrollo de diversas culturas, debido a la facilidad de limpiar y establecer agricultura en estos sitios, además que el clima estacional disminuye las probabilidades de plaga (Linares- Palomino 2003).

Actualmente los bosques secos están muy amenazados, principalmente por acciones antrópicas, han sido definidas en algunos casos, como los ecosistemas más amenazados en el Neotrópico, más aun que los bosque húmedos. La actividad humana en este ecosistema, que provocan frecuentemente incendios forestales, debido a la quema de vegetación para la conversión de bosques y matorrales a áreas de cultivo, estos incendios provocan la pérdida de todo material propagativo que existen en el suelo provocando la desertificación. El deterioro de estos ecosistemas tiene efectos negativos en cuanto a la conservación de la diversidad biológica; también sobre los bienes y servicios producidos por estos bosques, incluyendo uno fundamental: el agua. La reducción de la cobertura vegetal desencadena o intensifica procesos de desertificación y erosión que afectan también a las aéreas agrícolas y a la actividad pecuaria. Los procesos de degradación consecutivos conducen a un desplazamiento de las formaciones originales y a su sustitución por tipos de bosques más secos, con menos potencial productivo y menos resistente, hasta que logran establecerse las asociaciones sin árboles o arbustos (Lamprecht 1990, Alvarado 2005, Janzen citado por Servan 2006, AIDER 2014).

AIDER (2014), señala que la fragilidad de este ecosistema se debe a que la regeneración natural del bosque está sujeta a los ocasionales fenómenos de “El Niño” y las lluvias temporales que existen en esta zona del Perú. Por otra parte, se tiene la tala ilegal de árboles para la producción de carbón vegetal y el cambio de uso del suelo (tierras forestales a cultivos agrícolas de pequeña y gran escala) dejando como consecuencia considerables superficies desprovistas de árboles semilleros (principalmente de “algarrobo”), evitando que ante la llegada del fenómeno de “El Niño” estas áreas logren regenerarse naturalmente.

Existe la concepción de que el sobrepastoreo de ganado menor es un factor causal de la desertificación del bosque seco. Sin embargo, la naturaleza selectiva del ganado caprino que predomina en el bosque no apoya esta concepción; además la ganadería errante en sus diferentes recorridos comiendo vegetación, va dejando en sus excrementos gran cantidad de semillas de las diferentes especies, siendo estas las más grandes responsables de la recuperación de estos recursos, en presencia de eventos como “El Niño”. Son las actividades forestales extractivas, las que explican la amenazante disminución de la cubierta vegetal (Rodríguez 2005, Vilela 2005).

Según INRENA - Proyecto Algarrobo (1997), cada año se perdieron alrededor de 7 000 ha de bosques en Lambayeque, mientras que en Piura la tasa de deforestación asciende a 20 822, 24 ha/año, ambos departamentos poseen aproximadamente el 60 por ciento de bosques costeros y andinos del Perú. Estas cifras son consecuencia de la sobreexplotación de los recursos en conjunto con prácticas de aprovechamiento inadecuadas sin considerar la capacidad de recuperación.

Los bosques secos constituyen ecosistemas sumamente valiosos para la humanidad, y contribuyen mucho más que los bosques húmedos a la economía de las poblaciones locales, ya que aparte del interés maderable y el forraje para el ganado, se aprovechan casi todos sus componentes; generando una oferta principalmente de recursos no maderables que se obtienen de sus flores, hojas y frutos. Es decir que la utilización del bosque seco implica el manejo de las copas de los árboles para el desarrollo de las actividades productivas. La cantidad de recursos forestales maderables y no maderables que nos ofrece son un potencial para el desarrollo de actividades económicas como: ganadería, apicultura, artesanía, turismo y producción de derivados del fruto del “algarrobo”. El bosque seco tropical constituye un ecosistema de importancia estratégica para el desarrollo del norte del Perú, esto nos demuestra que la desaparición de estos bosques significaría para estas y las futuras poblaciones la pérdida de una de sus principales fuentes de subsistencia. Es posible pensar, entonces, en conservarlos, no prohibiendo su uso, sino más bien ordenando su aprovechamiento (Schwartz 2004, Alvarado 2005, AIDER 2014).

A pesar de los esfuerzos que realizan diferentes instituciones de la región, aun no se reconocen todas sus bondades, depredándolos continuamente y conduciéndonos de esta manera a la desertificación, como consecuencia a la pérdida de la biodiversidad y al aumento de la pobreza. Hay pocas opciones productivas disponibles en el bosque seco que permitan incrementar el ingreso de manera sostenible, considerando los bajos activos ambientales y sociales, fallas del mercado e institucionales, e inadecuadas prácticas forestales no permiten la regeneración del bosque más allá de las tasas de extracción (Calderon 1999, Rodríguez 2005).

Ante la problemática que atraviesan los bosques secos del Perú, el estado mediante la ley N° 26259 y su modificatoria en el año 2008 (proyecto de ley N° 2934 que modifica los artículos 1° y 2°), dispone prohibir hasta el año 2020, la tala de los árboles en los bosques secos

naturales ubicados en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad e Ica; así como la producción, transporte y comercialización de leña y carbón (Ley N° 26259, 1993).

1.1. BOSQUES SECOS DE LAMBAYEQUE

Junto con Piura, Lambayeque, poseen en sus territorios la mayor superficie de bosque seco tropical del Perú. Tienen como principales especies: Algarrobo, "*Prosopis pallida* (H&K) HBK"; Sapote, "*Capparis angulata*", Faique, "*Acacia macracantha* Humb. & Bonpl." Corona de cristo, "*Parkinsonia aculeata* L.", Palo verde, "*Cercidium praecox* Ruiz et Pav", Charan, "*Caesalpinea corymbosa*" Benth, Cuncuno, "*Vallesia glabra* (Cav.) link", Palo negro, "*Grawoskia boerhaviifolia* (L)". En el caso de Lambayeque se sabe que, a la fecha, existen más de 700 mil hectáreas de bosques entre áreas naturales protegidas, tierras de comunidades campesinas, predios privados y del Proyecto Olmos. Los pobladores tienen una estrecha relación con el bosque, pues les proporciona numerosos productos maderables y no maderables. Muchos de estos productos son utilizados para el autoconsumo o utilizados para trueque y pocos llegan al mercado. Dentro de los productos que se aprovechan son: la madera para construcción, postes, leña o carbón, plantas y frutas comestibles, semillas, fibras; además se utiliza el pasto como forraje para el ganado caprino y vacuno (Mendoza 2013, AIDER 2014).

Los bosques secos tienen marcada importancia para el desarrollo socio económico de las poblaciones rurales de la costa norte del Perú; se estima que 11 mil familias en Lambayeque viven y dependen directamente de este ecosistema, aprovechando los productos maderables (madera, leña y carbón) y no maderables (hojas y frutos) los que, a su vez, sustentan actividades como la ganadería, apicultura y transformación de los frutos de algarrobo, en jarabe o algarrobina, harina de algarroba y otros, generando ingresos económicos para solventar la precaria economía familiar (Otivo 2015).

Según AIDER (2014) la actividad forestal que se desarrolla está caracterizada por un elevado índice de ilegalidad. La población utiliza el bosque para la extracción de diversos bienes y servicios eco sistémicos, siendo la leña el principal producto recolectado, produciendo en algunos casos carbón, productos que son utilizados para autoconsumo y/o venta por la población local, siendo utilizadas con preferencia las especies forestales protegidas como son el "algarrobo", "faique" y "hualtaco". La obtención de carbón a partir de estas especies es una actividad que realizan muchas familias, con el fin de obtener ingresos y, que a pesar de su ilegalidad, se ha visto promovida por los permisos otorgados por la autoridad forestal para

talar árboles, de acuerdo a planes de manejo forestal que no son implementados ni fiscalizados y ocasionando un incumplimiento generalizado de la ley (AIDER 2014).

En este escenario, se ha desarrollado la experiencia de la comunidad El Choloque, en el distrito de Motupe, departamento de Lambayeque. La comunidad se encuentra organizada como Asociación para la Protección de los Bosques Secos del Caserío El Choloque (ASPROBOS) y han logrado conservar el bosque seco, amenazado por las talas indiscriminadas y la desertificación, y a la vez mejorar sus ingresos y nivel de vida gracias a los bienes y servicios que obtienen del bosque. Gracias a la activa participación de los pobladores en rondas campesinas se pudo controlar la tala ilegal de sus bosques, esto dio paso a un manejo de sus bosques centrado en la producción de miel orgánica. En la Tabla 1 se muestra la evolución experimentada por el bosque desde el 2003, cuando se empezó a aplicar el Plan de Manejo Forestal Comunitario (Sabogal y Casaza 2010).

Tabla 1: Evolución de la cobertura arbórea del bosque seco (2003 - 2007)

ZONA	Evolución 2003	Actividad Silvicultural	Evolución 2007	Proyección 2011
Bosque Seco Ralo de Lomada (Lomas Facunda)	Bosque seco muy ralo: 44 árboles/ha (Algarrobo), 16 plantas/ha , 7,8% de cobertura arbórea.	Protección de 10 Plántulas/ha.	Bosque seco ralo: 54 árboles/ha (Algarrobo), 12% de cobertura arbórea.	Bosque seco ralo: 54 árboles/ha (Algarrobo), 15% cobertura arbórea.
Bosque Seco Ralo de Llanura (Lomas Diana)	Bosque seco muy ralo: 152 árboles/ha(Algarrobo), 175 plantas/ha, 20,4% de cobertura arbórea.	Protección de 30 Plántulas/ha.	Bosque seco semidenso: 182 árboles/ha (Algarrobo), 31% de cobertura arbórea.	Bosque seco semidenso: 182 árboles/ha (Algarrobo), 45% de cobertura arbórea

FUENTE: Sabogal y Casaza 2010

2. INVENTARIO FORESTAL

Según FAO (2015) un inventario forestal consiste en la recolección sistemática de datos sobre los recursos forestales de una zona determinada. Permite la evaluación del estado actual del área de estudio y sienta las bases del análisis y la planificación, que constituyen el punto de partida de una gestión forestal sostenible. Su importancia radica en que sólo es posible adoptar decisiones que se funden en información fiable y sólida, por lo que es necesario un proceso

cíclico de recolección de datos, adopción de decisiones y evaluación de los resultados obtenidos.

Los inventarios forestales son un sistema de recolección de información, según los objetivos de manejo y producción; constituyen la parte fundamental en la planificación de la ordenación forestal con fines de manejo sostenible y aprovechamiento. Un inventario forestal permite determinar de manera cualitativa y cuantitativa el potencial del recurso forestal. En términos cualitativos, permite conocer la variación de la masa forestal en los diferentes estratos o ecosistemas, así como determinar la variación florística del bosque y las características intrínsecas de las especies registradas. En términos cuantitativos, el inventario determina el número de especies por unidad de área y las variables dasométricas, como DAP, altura comercial y altura total de los individuos inventariados (Ortiz 2002, Sula 2011).

Según FAO (2015) todas las operaciones relacionadas con un inventario deben seguir al menos los siguientes pasos:

- Definición de los objetivos del inventario y la información deseada.
- Desarrollo del diseño y los métodos de muestreo.
- Recopilación de datos (encuestas sobre el terreno, análisis de datos obtenidos por tele percepción y otras fuentes).
- Análisis de datos y publicación de los resultados.

Según Mandallaz (2008) el desarrollo y la mejora de las prácticas de manejo forestal, han dependido en gran medida de la evolución paralela de técnicas de inventario y la metodología estadística, sin estos, los inventarios forestales actuales serían imposibles de realizar.

En la ejecución de un inventario forestal se incorporan principios y técnicas perfeccionadas por otras disciplinas. Por ello, se requiere que el profesional forestal posea conocimientos de planificación, manejo de personal, cartografía, topografía, interpretación de fotografías aéreas, interpretación de imágenes satelitales, así como técnicas de medición (dasometría) e identificación (dendrología) de árboles y productos del bosque y especialmente, sobre técnicas estadísticas (Ortiz 2002).

Con los inventarios se debe procurar que la información generada sea representativa y confiable (Louman *et al.* 2001).

La representatividad del inventario depende del diseño: el tamaño y la forma de las parcelas, la distribución de las parcelas en el terreno, la estratificación, y el número de parcelas por estrato o tamaño de la muestra. Por supuesto es muy importante que las mediciones que se hace en estas parcelas, como la medición del diámetro a la altura del pecho (DAP), sean correctas y sigan las indicaciones del manual que se prepara para cada inventario (Louman *et al.* 2001).

En un inventario forestal se distinguen dos tipos de errores: errores no muestrales (sesgos) y errores muestrales (aleatorios). La optimización de un inventario consiste en minimizar los errores no muestrales y maximizar la eficiencia muestral (Ortiz 2002).

Thortes y Palacios citado por Ortiz (2002) afirma que hay que lograr una optimización del diseño de inventario de manera que se pueda estimar alguna dimensión poblacional con un mínimo error y un costo mínimo.

2.1. CLASIFICACION DE LOS INVENTARIOS FORESTALES

Según Malleux (1982), se clasifican de la siguiente manera:

- De acuerdo al método estadístico; se tiene dos tipos: Inventario al 100 por ciento e inventario forestal por muestreo (muestreo al azar o muestreo sistemático; pudiendo ser estratificado o sin estratificar en ambos casos).
- De acuerdo al grado de detalles; se tiene cuatro tipos: Inventario de reconocimiento; inventario exploratorio; inventario semidetallado e inventario detallado. El error de muestreo sobre el volumen maderable permitido en cada tipo varía. En el caso de inventario por reconocimiento puede ser mayor a 20 por ciento; inventarios exploratorios permite entre 15 por ciento y 20 por ciento de error de muestreo; inventarios semidetallados permiten entre 10 por ciento a 15 por ciento de error de muestreo; mientras que inventarios detallados permiten errores de muestreo no mayor a 10 por ciento.
- De acuerdo al objetivo del inventario, se puede señalar cuatro tipos: Evaluación del potencial maderero; evaluación para un plan de aprovechamiento forestal; evaluación para un plan de manejo y evaluación de la dinámica del bosque.

2.2. MUESTREO FORESTAL

Johnson (2000) señala que, la gestión y utilización de recursos forestales implica la toma de decisiones de muchos tipos; decisiones que deben ser hechas de manera inteligente, en base a información sólida sobre el recurso en cuestión. Gran parte de esta información sólo se puede obtener mediante la evaluación completa, pero rara vez es posible dado que el costo en términos de dinero y tiempo son casi siempre excesivos. En consecuencia, las decisiones se tienen que dar haciendo uso del conocimiento basado en una evaluación de sólo una parte del conjunto, cuando esto ocurre se habla de muestreo forestal.

Un muestreo significa utilizar los totales y promedios de una parte, para estimar los totales y el promedio de toda una población. Con el muestreo forestal se registran las características de una parte del bosque para estimar las características de todo el bosque. Para que un muestreo sea lo suficientemente representativo y confiable, debe estar bien diseñado. Esto quiere decir que la muestra a tomarse debe considerar la mayor variabilidad existente en toda una población. Por lo que se necesita establecer un tamaño de muestra lo bastante grande para incluir toda la variabilidad y que se tiene que escoger las unidades de muestreo de manera que se excluya sesgo (Mostacedo 2000, Louman *et al.* 2001).

Mientras más grande sea la muestra habrá mayor similitud con los datos de la población, sin embargo, existen métodos o diseños de muestreo que permiten obtener un buen resultado utilizando muestras pequeñas con una baja intensidad de muestreo (Carrera 1994, Anónimo s.f.).

Carrera (1994) señala que siempre existirán diferencias entre lo expresado en la muestra y la existencia de la población. Estas diferencias pueden juntarse en dos grupos: a) Diferencias entre los valores reales de la población y los valores medidos de la muestra. b) Diferencias entre los valores de la muestra y los valores que tendría la población en caso de ser totalmente medida

Es importante tener claro el concepto de que la preparación correcta del muestreo es fundamental para la estimación esperada; por ello al preparar un plan de muestreo es preciso tener en cuenta los siguientes elementos: sistema de estratificación, empleo de muestreo por zonas o uno en que el grado de probabilidad es proporcional al tamaño; la decisión de emplear una distribución sistemática o aleatoria de las unidades de muestreo; la distribución de éstos

en los estratos (sobre fotos, mapas o en el campo, la estimación del número de unidades requeridas para obtener la estimación deseada dentro de unos límites de exactitud aceptados, la extensión y forma de las unidades de muestreo, etc.). Uno de los problemas fundamentales del muestreo es la forma de distribución de las muestras. Se puede decir que, una gran parte del éxito del inventario forestal en base al muestreo, está en función de la adecuada ubicación de las muestras (Anónimo s.f., Carrera 1994).

La validez y la fuerza de los resultados varían de una opción a otra, al igual que el costo, en términos de dinero y tiempo; por lo tanto es deseable que quien tome las decisiones tenga una idea de la naturaleza de los procedimientos disponibles, sus fortalezas y debilidades, y sus costos relativos. El procedimiento utilizado en un caso concreto debe ser uno donde se obtiene la información necesaria, en el nivel deseado de precisión, con el menor coste en tiempo y dinero (Johnson 2000).

2.3. DISEÑO DE INVENTARIO FORESTAL

2.3.1. DISEÑO DE MUESTREO

Entre los principales diseños de muestreo utilizados en la ejecución de inventarios forestales se encuentran los muestreos aleatorios simples, sistemático, estratificado, en conglomerado y doble. Los tres factores que determinan que diseño escoger en un muestreo son: sencillez, costos y precisión requerida (Ortiz 2002, Melo *et al.* 2003).

a. Muestreo Sistemático:

Consiste en ubicar las muestras o unidades muestrales en un patrón regular en toda la zona de estudio. Este es el diseño preferido en inventarios forestales ya que se logra una representación más uniforme de la población además que la instalación de las unidades es generalmente más eficiente. Con frecuencia resulta más eficiente que el muestreo aleatorio simple, ya que se obtiene un menor error de estimación para un mismo tamaño muestral. Sin embargo, no se puede tener una estimación exacta de la precisión de la media de la variable considerada (Mostacedo 2000, Prodan 1997).

En el caso de bosques tropicales naturales, puede considerarse que, dentro de una unidad determinada por la causalidad, los elementos de la población se distribuyen según las leyes al azar, por lo tanto, puede considerarse que las poblaciones o sub – poblaciones conformadas por individuos y grupos de individuos están distribuidos aleatoriamente. Se puede pensar

entonces, que tanto una muestra sistemática como una muestra al azar podrán captar más o menos con la misma fidelidad las características de la población (Ortiz 2002).

Ortiz (2002) señala que en la práctica casi todos los inventarios realizados con muestreo sistemático son analizados utilizando las formulas del muestreo al azar.

b. Muestreo Estratificado:

Cuando la variación entre las unidades de muestreo de la población es muy alta, el error de muestreo será necesariamente alto. En este caso, es necesario subdividir la población en subpoblaciones y agrupar las unidades con condiciones similares en estratos, de manera que las unidades de muestreo que conforman el estrato sean lo más homogéneas posible, y que los estratos sean heterogéneos entre sí (Ortiz 2002).

Los estratos pueden corresponder a diferentes tipos boscosos delimitados sobre fotos aéreas, imágenes satelitales o escenas áreas de video. Los tipos boscosos pueden diferenciarse según la composición de especie, manejo o estado de intervención, estructura, estado de desarrollo, etc. Los estratos pueden constituirse en base a cartografía ordinaria, al subdividir el área boscosa conforme a variables ambientales, como altitud, exposición, etc. (Prodan 1997).

Las principales ventajas del muestreo estratificado son que se obtiene mayor información sobre el bosque, ya que además de estimarse los parámetros de las características de la población, se obtienen los parámetros de las características por estrato, además se obtiene una ganancia en la precisión de la estimación de la población al reducir la influencia de los valores extremos (Ortiz 2002).

Entre las desventajas se puede mencionar que cuando se trata de poblaciones con gran variabilidad, los estratos muchas veces resultan muy pequeños en extensión, por lo que no se puede hacer un muestreo de pequeña densidad dentro de cada estrato. Se debe conocer el tamaño de cada estrato y se debe hacer un muestreo en cada estrato para hacer estimaciones de medias y desviaciones para ese estrato (Ortiz 2002).

Malleux y Romero (1969) señalan que, para un bosque húmedo tropical, un muestreo estratificado sobre el sin estratificar tiene el error de muestreo menor y se concluye que, con un muestreo estratificado se puede reducir notablemente el tamaño de la muestra, lo que en si significa un apreciable ahorro de tiempo y costos.

En el presente estudio se aplicó el diseño estratificado con distribución de parcelas de forma sistemática. Según Malleux (1982) en los inventarios forestales este tipo de diseño es muy usado debido a las ventajas que proporciona una distribución sistemática en el desplazamiento y trabajo de campo del personal. Además se reducen errores personales en la medición de distancias, entre parcelas, debido al valor constante de estas medidas. Asimismo el uso de estratificación puede reducir el error de muestreo y por lo tanto aumenta la precisión.

2.3.2. TAMAÑO DE MUESTRA

El tamaño de muestra se refiere al área total por inventariar, expresado en número de parcelas de un tamaño definido (Ortiz 2002).

El número de unidades de muestreo (UM) viene determinado por la confianza estadística requerida de los datos, y por los recursos financieros y humanos disponibles para la evaluación (FAO 2009).

Para que el muestreo sea representativo y para que los datos tengan una distribución normal, lo ideal sería realizar el mayor número de muestreos. Existen algunos métodos matemáticos para determinar el número de unidades muestrales, sin embargo usualmente existen limitaciones financieras y de tiempo para realizar el número adecuado de muestreos (Mostacedo 2000).

El tamaño apropiado de la muestra es importante, porque tamaños de muestras innecesariamente grandes son costosos y desperdician dinero y tiempo, mientras que tamaños de muestras pequeños dan resultados pobres (Quevedo 2006).

El número de parcelas a muestrear no depende del tamaño del bosque sino de su variabilidad. Se puede calcular en función del máximo error de muestreo requerido o en relación con una intensidad de muestreo establecida (Ortiz 2002).

De la fórmula del error de muestreo se desprende que el tamaño de la muestra está en función de la variabilidad del bosque (CV%) y del error requerido. El coeficiente de variabilidad del bosque puede determinarse mediante un muestreo piloto o por información de otros inventarios cercanos al área (Ortiz 2002).

$$n = \frac{CV^2 \times t^2}{E^2}$$

Donde:

n: Tamaño de muestra.

CV: Coeficiente de variabilidad de bosque (%)

t: t de student.

E: Error de muestreo (%).

Cuando el bosque es dividido en estratos, cuando se haga un muestreo, cada estrato debe recibir un tratamiento especial o por lo menos debe estar representado en el tamaño de muestra total en la proporción debida; es decir, que el muestreo debe ser estratificado de acuerdo con la afijación de las muestras, siendo este muestreo estratificado proporcional (consiste en asignar a cada estrato un número de unidades muestrales proporcional a su tamaño) u óptimo (consiste en asignar a cada estrato un número de unidades muestrales proporcional a la variación). El muestreo con afijación óptima es más eficiente que el muestreo con afijación proporcional; su eficiencia se mide a través del error de muestreo o a través de la varianza. (Malleux 1982).

Ortiz (2002) y Malleux (1982), señalan que en el procedimiento de afijación de la muestra por estrato (también conocido como afijación óptima) el tamaño de la muestra (n) se distribuye proporcionalmente a la variación del estrato. Para calcular el tamaño de muestra (n_j) para cada estrato, se procede, tal como se muestran en las siguientes formulas:

$$P_j = \frac{N_j}{N}$$

$$n = \frac{(\sum P_j \cdot CV_j)^2 t^2}{E^2}$$

$$n_j = \frac{n \cdot p_j \cdot CV_j}{\sum p_j \cdot CV_j}$$

Dónde:

P_j : Tamaño proporcional de cada tipo de bosque, con respecto al Total.

CV_j : Coeficiente de variabilidad por tipo de bosque (%)

E: Error de muestreo (%)

n_j : Número de parcelas por tipo de bosque o estrato

2.3.3. UNIDAD DE MUESTRA

Dado que las poblaciones forestales son por lo general muy extensas y de difícil acceso su descripción se basa en una pequeña muestra de árboles, seleccionados de modo que representen a toda la población. Por razones prácticas, los árboles no se seleccionan individualmente, sino en grupos, llamados unidades muestrales (Prodan 1997).

Las unidades de muestreo o parcelas son aquellos elementos sobre los cuales se procede a hacer la evaluación, medición o cálculo de variables de interés (Ortiz 2002).

El tamaño y forma de las unidades de muestreo están definidos, generalmente, por la practicidad y operacionalidad de su demarcación y localización en el campo, que por cualquier otra argumentación (Pearce, citado por Moscovich 2006).

El tamaño y la forma de las parcelas influirán en la eficiencia de un inventario forestal, reflejándose esto, en el nivel de precisión alcanzado, y por la exactitud de los valores que están siendo estimados, además de tener una influencia directa sobre los costos del inventario (Moscovich 2006).

a. Tamaño de parcela

Los inventarios forestales pueden realizarse definiendo unidades de muestreo variable llamados también muestreo por puntos, o unidades de muestreo de área fija también llamados parcelas (Ortiz 2002).

El tamaño de parcela estará dado en función del objetivo del inventario, de la variabilidad del bosque, el tamaño de la población que se desea inventariar y de la precisión deseada (Ortiz 2002).

Las unidades pequeñas son más aptas para bosques homogéneos y las unidades grandes para bosques heterogéneos. Unidades pequeñas de muestreo incluyen dentro de ellas sitios pequeños y muy específicos, siendo la variabilidad interna de cada unidad baja; la mayor fuente de variabilidad está entre las unidades de muestreo, por la gran diferencia entre estos y lo específico de los sitios que representan. Unidades grandes incluyen sitios mayores, por lo tanto existe alta variabilidad dentro de las unidades de muestreo y baja variabilidad entre las unidades; además, se puede asegurar una mayor representatividad de las especies del bosque (Carrera 1994, Ortiz 2002).

Louman *et al.* (2001) indica que es difícil dar recomendaciones generales sobre el tamaño de las parcelas pues esto depende de las condiciones del bosque, en aquellas con buena visibilidad puede ser mejor tener muchas parcelas pequeñas bien distribuidas. En bosques con acceso difícil puede ser necesario establecer parcelas más grandes que en bosques más homogéneos, aunque también un mayor número de parcelas pequeñas podría resultar en una representatividad aceptable. Para saber cuál es el tamaño óptimo de las parcelas lo recomendable es hacer un estudio para cada tipo de bosque.

Moscovich (2006) señala que no hay informaciones acerca del mejor tamaño para unidades de muestreo, pero hace la salvedad que las unidades de tamaño pequeño proporcionan economía de tiempo, en tanto que las de mayor tamaño proporcionan reducción de mano de obra. En general se puede decir que el tamaño queda definido en función de la experiencia práctica y de un enfrentamiento entre beneficios y costos.

Estadísticamente se puede determinar el tamaño adecuado de las parcelas mediante la agregación de áreas; se tienen así distintos tamaños de parcelas que nos permiten determinar el tamaño óptimo de la unidad muestral. Se utiliza el coeficiente de variación ya que este estadístico permite comparar variables cuantitativas expresadas en tamaños diferentes (Ortiz 2002).

Ortiz (2002) señala que mientras mayor sea el tamaño de las unidades de muestreo, menor será la variabilidad entre las mismas, pero llega un momento en que mayores incrementos en la superficie de la unidad de muestreo no tienen mayor relevancia en la disminución del coeficiente de variación.

Cualquiera que sea el tamaño de la unidad de muestreo escogida, este no debe variar en el mismo inventario. En todo caso, hay que tener presente que el tamaño de las unidades de muestreo siempre se refieren al plano horizontal. En terrenos inclinados hay que hacer correcciones de pendiente, ya sea resaltos horizontales o utilizando una tabla de compensación de distancias (Ortiz 2002, Matteucci y Colma 1982).

b. Forma de parcela

Para el establecimiento de las unidades de muestreo en campo, se han adoptado formas geométricas convencionales como cuadrados, rectángulos y circunferencias, las cuales pueden ser fácilmente implementadas con base en levantamientos topográficos de tipo planimétrico. Sin embargo, la consideración más importante a tener en cuenta es el efecto de

borde que se pueda generar sobre la parcela, por lo tanto es más conveniente seleccionar formas con menor relación perímetro, superficie (Melo *et al.* 2003).

En inventarios en bosques naturales latifoliados, debido a su alta heterogeneidad, siempre es recomendable establecer parcelas largas y angostas para cubrir una mayor área de terreno. La decisión de la forma ideal de la unidad muestral debe basarse en lograr máxima eficiencia y minimizar el sesgo (Ortiz 2002).

Una de las parcelas más utilizadas en los diferentes tipos de estudios de vegetación, corresponde a los transectos que son parcelas rectangulares, en las cuales se facilita la evaluación de variables, caminando en línea recta, sin necesidad de hacer grandes desplazamientos laterales. Igualmente, el impacto dentro de la parcela se puede disminuir considerablemente, puesto que parte de la información se puede recolectar desde el exterior de la unidad (Mateucci y Colma 1982).

Pearce citado por Moscovich (2006) señala que la forma de las unidades de muestreo angostas y largas, en general, son mejores que las cuadradas.

2.3.4. DISTRIBUCION ESPACIAL DE LA MUESTRA

La representatividad de la muestra es fundamental para lograr resultados fidedignos. Una muestra pequeña bien distribuida es mucho más eficiente que muestras de gran tamaño mal distribuidas. La representatividad se logra con una buena distribución (Ortiz 2002).

Dauber (1995) recomienda que la muestra sea distribuida sistemáticamente en la superficie a inventariar en líneas de levantamiento paralelas equidistantes (generalmente en dirección este-oeste o norte-sur). Los puntos centrales de las unidades de esta manera estarán distribuidas en forma de una cuadrícula. Además propone la siguiente fórmula para calcular la distancia entre los puntos centrales de las unidades de muestreo:

$$d = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{n}}$$

Donde:

d: Distancia entre los puntos centrale (km)
A: Superficie total del bosque a inventariar (km²)
n: Número de unidades de muestreo

Los valores resultantes son de carácter estimativo y, en caso necesario, deben ser modificados para poder distribuir el número requerido de unidades (Dauber 1995).

2.4. INVENTARIO FORESTAL EN BOSQUES SECOS

MINAG (2012) recomienda usar el diseño de inventario forestal sistemático estratificado para los bosques secos. Inicialmente el coeficiente de variación más recomendable a utilizar será entre 40 y 50 por ciento los cuales se irán ajustando en base a revisión bibliográfica. El error de muestreo no deberá ser mayor al 20 por ciento referido al volumen maderable por hectárea. Para el cálculo del tamaño de la muestra se empleará la fórmula que se desprende del error de muestreo.

MINAG (2012) señala que la forma de la parcela de muestreo debe ser rectangular cuyas dimensiones son de 20 m de ancho por 50 m de largo que equivale a 0,1 ha. El largo de parcela puede variar pero el ancho se mantiene constante debido a que:

- Se mantiene una baja relación perímetro/área, lo que disminuye la posibilidad de incluir árboles que en realidad están fuera de la parcela.
- Se logra un adecuado control de distancia desde el eje central.
- Menores costos, debido a que se necesita abrir menos metros de brecha por cada unidad de muestreo, en relación con las parcelas de 10m de ancho.

Alemán *et al.* (2009) dirigió el Plan de Manejo Forestal para conducir un bosque de algarrobo; ubicado en Tumbes. Como información base para determinar el potencial de producción del recurso forestal se realizó un inventario forestal, de intensidad 5 por ciento, para lo cual se levantó información de 20 parcelas de 1 ha (20 m. x 500 m).

La Torre – Cuadros *et al.* (2008) realizaron un estudio para aportar a la clasificación de los bosques estacionalmente secos de la costa norte del Perú en general, y del departamento de Piura en particular. Con el objetivo de resaltar la importancia de los inventarios botánicos cuantitativos de la flora leñosa de los bosques estacionalmente secos y de su análisis mediante métodos numéricos, para revelar relaciones florísticas, así como comparar estos resultados con la clasificación del Proyecto Algarrobo. Para esto se colectó información de 65 parcelas de 0,1 hectáreas (20 m x 50 m).

Tarazona (1999) realizó un análisis de los datos de diecinueve inventarios y mapas forestales ejecutados en los departamentos de Piura, Lambayeque y Tumbes; en el marco de desarrollo del Proyecto Algarrobo impulsado por el INRENA. Las unidades operadoras locales que trabajaron en el Proyecto Algarrobo, tuvieron diferentes niveles de información; por lo tanto se buscó uniformizar el nivel de detalle de los inventarios, tanto para el procesamiento de la información de campo, como para la descripción de cada una de las zonas. El Proyecto Algarrobo, en su intento de uniformizar estos inventarios, ha hecho el esfuerzo de realizar verificaciones de campo, procesamiento estándar de datos, presentación de resultados e interpretación de los mismos; lo cual hizo posible realizar comparaciones entre los resultados. De acuerdo a los lineamientos del proyecto, la intensidad de muestreo se fijó en 0,5 por ciento. Se han empleado cuatro diseños de muestreo: sistemático estratificado, sistemático sin estratificar, al azar estratificado y al azar sin estratificar. Las parcelas evaluadas en el inventario forestal fueron de forma rectangular (fajas continuas y discontinuas) y cuadradas. El estudio de Tarazona (1999) concluye que, en el ecosistema bosque seco, los bosques de llanura son los que presentan mayor superficie y está cada vez más ralo y degradado fundamentalmente por la acción antrópica; además en cuanto a los parámetros poblacionales por tipo de bosque muestran que los valores promedios más altos caracterizan a los bosques más desarrollados y menos intervenidos, y los valores promedios menores, a los bosques más intervenidos que se desarrollan en condiciones adversas; existen también factores ambientales que deben analizarse; por último el factor humano modifica substantivamente el desarrollo y distribución de la vegetación y se recomienda tener en cuenta a la población del entorno al momento de formular los planes de manejo.

En cuanto a inventarios forestales hechos en Lambayeque, se puede destacar el “Proyecto 110010 Inventario Forestal”, que presenta el potencial forestal de Lambayeque; en esta publicación se da a conocer que las medidas de protección y recuperación de los bosques secos no ha frenado la acción depredadora de estos, sino que aún están bajo la fuerte presión de las poblaciones rurales que utilizan estos recursos y, por tanto, la solución estaría en el análisis de estas poblaciones. En este inventario forestal se evaluaron un total de 250 000 ha. Se usó un diseño de muestreo sistemático estratificado, la intensidad de muestreo se realizó en función al tipo de bosque, al nivel de detalle y margen de error deseado del 20 por ciento a nivel exploratorio. Las parcelas muestreadas tuvieron forma rectangular de 20m x 500m (1 ha), divididas en cinco subparcelas de 100 m de longitud (Jara *et al.* 1988).

Ojeda (1981) desarrolló el Inventario Forestal de los bosques secos del norte, para los departamentos de Tumbes, Piura y Lambayeque. Se evaluaron 211 400 ha en el departamento de Lambayeque, usando un muestreo al azar; la parcela usada tuvo una longitud de 250 m x 20 m de ancho (0,5 ha) y para fines de análisis estadísticos y presentación del estudio los resultados fueron llevados a la hectárea. Se registraron en Lambayeque 189,045 árboles/ha de las cuales 32,28 árboles/ha están por encima del diámetro mínimo de corta. Además menciona que la regeneración natural, de especies como el algarrobo, es consumida por el ganado caprino lo que representa un gran obstáculo para el desarrollo de la regeneración.

Medina (2003) ejecutó un inventario forestal en el caserío El Choloque, con el objetivo general de obtener información cuantitativa y cualitativa de los recursos forestales, para ordenar y manejar el área boscosa del sector. El inventario fue del tipo exploratorio, con un error de muestreo de 15 por ciento; se estratificó el área por tipos de bosques (Bosque Seco Ralo de Llanura, bosque seco ralo de lomada, bosque seco de colina) y se realizó un muestreo al azar, con una intensidad de muestreo de 0,5 por ciento. Se levantaron doce parcelas, cuatro por estrato; las parcelas usadas fueron cuadradas de 25 m x 25 m. De esta evaluación se concluyó que durante los últimos diez años estos bosques han sido sometidos a una tala selectiva de algarrobo, el sapote posiblemente había sido extraído antes. En las áreas evaluadas casi no se encuentran árboles de algarrobo de diámetros mayores a 30 cm, relegándose éstos a los potreros (áreas cerradas), cercos y laterales de caminos. En la Tabla 2 se presenta un resumen del Inventario Forestal del caserío El Choloque.

Tabla 2: Resumen del Inventario Forestal del caserío El Choloque – Año 2003

ZONA	TIPO DE BOSQUE <i>Especies</i>	ABUNDANCIA (Nº <i>árbol/ha)</i>	ÁREA BASAL <i>(m2 / ha)</i>	VOLUMEN <i>(m³ / ha)</i>	REGEN NATURAL <i>(plántulas / ha)</i>
Hualtaca	BS Colina				
	Hualtaco	392	5.10	20.72	200
	Palo Santo	20	0.29	0.74	-
	Charan	8	0.04	0.12	-
	Total	420	5.43	21.58	200
	Matorral				
	Algarrobo	4	0.02	0.11	-
	Overo	180	-	-	20,000
	Total	184	0.02	0.11	20,000
Loma Facunda	BS muy ralo de Lomada				
	Algarrobo	44	0.43	2.58	16
	Faique	56	0.20	1.43	44
	Total	100	0.63	4.01	60
Terrazas Loma Diana	BS muy ralo de Llanura				
	Faique				25
	Algarrobo	152	0.64	2.40	175
	Total	152	0.64	2.40	200

CV%	118.47
E%	67.38

FUENTE: Medina (2003)

2.4.1. EVALUACION DE LA REGENERACION NATURAL EN BOSQUES SECOS

Generalmente el inventario de la regeneración natural se realiza con la finalidad de conocer la capacidad de reposición de los bosques. Los parámetros que se suelen tomar en cuenta son; especie, altura, cantidad y el estado fitosanitario (Morales 2001).

Para evaluar las existencias de la regeneración natural, los investigadores generalmente se apoyan en las herramientas del muestreo diagnóstico, el cual contempla la utilización de parcelas de tamaño pequeño de 2x2 m, 5x5 m y 10x10m (Melo *et al.* 2003).

Morales (2001) realizó un estudio en la Zona Reservada de Batán Grande, ubicada en el departamento de Lambayeque. El diseño de muestreo forestal fue sistemático, con una intensidad de muestreo de 0.0553 por ciento. Se instalaron 197 parcelas, donde cada parcela está formada por tres subparcelas concéntricas de forma cuadrada, que tienen las dimensiones siguientes: 2 m x 2 m; 5 m x 5 m y 10 m x 10 m. Las dimensiones de subparcelas guardan relación con el tamaño de plantas que se van a evaluar, es decir, el área menor (2 m x 2 m) es para plantas más pequeñas de 10 cm a 100 cm; en la intermedia (5 m x 5 m) se evaluaron las plantas de 101 cm a 200 cm y en la sub parcela mayor (10 m x 10 m) es para medir plantas de 201 cm a 300 cm y menor a 5 cm de DAP (Morales 2001).

El inventario forestal del Bosque seco del Noroeste, dirigido por Jara (1988) incluyó en su toma de datos la evaluación simultánea de la regeneración natural en parcelas cuadradas de 10 m de lado, parcela que fue ubicada en la tercera sub parcela de la faja total de 20 m x 500 m.

Zevallos (1984) establece una parcela cuadrada de 10 m x 10 m en la que se llevó a cabo la evaluación de la regeneración natural para el departamento de Lambayeque.

2.5. ERROR DE MUESTREO

El error de muestreo indica el grado de diferencia existente entre los valores de la muestra con los valores reales de la población. Es importante no confundir este error con los que se cometen al elegir medir y registrar los datos (Carrera 1994).

El verdadero valor poblacional solo podría calcularse si se evalúa toda la población, con instrumentos cuidadosamente calibrados y con técnicas de medición cuidadosamente controladas. Cuando se toman muestras de una población no se puede llegar a conocer el verdadero valor poblacional, porque se cometen errores de medición, más el error de muestreo que se producen por el hecho de no haber evaluado todas las unidades de muestreo en la población (Ortiz 2002).

En cuanto a las mediciones realizadas en un inventario forestal, es importante repasar algunos conceptos importantes; según Ortiz (2002) la exactitud es la diferencia entre el verdadero valor poblacional y la medida o estimación de ese valor. El sesgo es la diferencia entre el resultado de la medición y el verdadero valor de la población. Se usa el término sesgado cuando esta diferencia es fija, y por lo tanto la magnitud del error se podría calcular o conocer en alguna forma. Ejemplo de casos de mediciones sesgadas son: cuando se usa una cinta métrica que se ha estirado con el tiempo, o cuando se redondea hacia arriba todas las mediciones de altura de los árboles. La precisión es el grado en que las mediciones o un estimado se acercan al promedio; está en función de la calibración de los instrumentos utilizados pero también depende de la variación que existe entre unidades de muestreo, la cual es una característica intrínseca de la población.

El error estándar (S_x) es una medida de la precisión con que se estima una media poblacional. Entre más pequeño sea el error estándar, la estimación es más precisa, y si se analizan con cuidado las fórmulas para calcular el error estándar, se concluye que la forma de aumentar la precisión de una estimación es incrementando el tamaño de la muestra (Ortiz 2002).

Louman *et al.* (2001) presenta el siguiente resumen de conceptos estadísticos, útiles en el procesamiento de inventarios forestales:

- Promedio:

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

- Desviación estándar:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

- La varianza de la muestra es: S^2
- Coeficiente de variación:

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100\%$$

- Error estándar

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

- Error de muestreo

$$E\% = \frac{t(CV)}{\sqrt{n}}$$

- Error de muestreo en inventarios estratificados con afijación óptima Malleux (1982)

$$E = \frac{\sum (P_j \cdot CV_j) t}{\sqrt{n}}$$

Donde:

X_i = valor promedio en una parcela (árb/ha, G/ha, vol/ha)

n = número de parcelas de la muestra

t = t de student

μ = promedio de la población total

P_j = proporción de estrato

3. CHI - CUADRADO

La distribución de chi – cuadrada (X^2) está relacionada con la varianza. Esta distribución se usa para hacer intervalos de confianza para la varianza poblacional y pruebas de hipótesis para la varianza poblacional. Esta estadística de X^2 también se usa para hacer pruebas de bondad de ajuste. Esto se hace para ver si los datos provienen de una población que sigue alguna distribución especificada, como discreta o continua, es decir, comparando los datos teóricos con los observados. Finalmente, la X^2 también se usa para hacer pruebas de independencia, etc. La distribución de X^2 está críticamente condicionada a muestreos de poblaciones normales, porque de otra manera puede conducir a errores muy grandes; además un tamaño de muestra grande, no garantiza una prueba confiable (Quevedo 2006).

La prueba de Chi- cuadrado (X^2) es una prueba de significación de hipótesis apropiada a estudios relacionados con datos discretos, clasificados en categorías y presentados en forma de frecuencias. Puede usarse la distribución normal para determinar si hay diferencia significativa entre frecuencias observadas y frecuencia esperada (Calzada 1970).

Quevedo (2006) señala que para muestras que fueran mayor igual a 30 casos, se usa la distribución normal. Sin embargo, para muestras menores que 30 observaciones se usa lo que se llama teoría de muestreo pequeño, que está relacionada con la distribución de t de Estudiante, con la Chi- cuadrado (X^2) o con la distribución F.

3.1.1. PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE

La distribución X^2 se utiliza al probar hipótesis donde los datos disponibles para el análisis están en la forma de frecuencias. Se utiliza la expresión “bondad de ajuste”, para referirse a la comparación de la distribución de una muestra con alguna distribución teórica que se supone describe la población de la cual provino la muestra. La justificación del uso de la distribución en estos casos se debe a Karl Pearson, quien demostró que puede utilizarse la distribución X^2 como una prueba de concordancia entre la observación y la hipótesis siempre que los datos estén en la forma de frecuencias (Wayne 1993).

Una prueba de bondad de ajuste permite probar la hipótesis de que una variable aleatoria sigue cierta distribución de probabilidad. Esta prueba se utiliza en situaciones donde se requiere comparar una distribución observada con una teórica o hipotética, compararla con datos históricos o con la distribución conocida de otra población (Quintero 2003).

Las pruebas de bondad de ajuste permiten evaluar cuan bien (o mejor dicho cuan mal) una variable aleatoria se ajusta a una distribución de probabilidades teórica. Se basa en la comparación de las frecuencias observadas con las frecuencias esperadas bajo el supuesto de que la hipótesis nula es verdadera. Esta prueba se aplica principalmente con variables cualitativas (Eyzaguirre, s.f.).

La hipótesis nula se define de acuerdo con las proporciones esperadas para cada una de las k categorías.

$$H_0: i = i_0 \quad \text{para } i = 1, 2, \dots, k$$

$$H_1: i \neq i_0 \quad \text{para al menos un } i$$

El estadístico de prueba tiene una distribución Chi – Cuadrado con k-1 grados de libertad y se define de la siguiente manera.

$$X_c^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

Donde o_i son las frecuencias observadas y e_i las frecuencias esperadas.

La hipótesis nula se rechaza con un nivel de significancia si el X^2 calculado resulta mayor que el valor de tabla chi tabular (Eyzaguirre s.f.).

Quintero (2003) señala que muchos de los análisis estadísticos que se aplican a los datos de una muestra requieren que las observaciones sean independientes y que tengan iguales probabilidades de selección. Estos supuestos sólo se satisfacen cuando se emplea un muestreo aleatorio simple con reemplazo, y se cumplen aproximadamente en una muestra aleatoria simple sin reemplazo, para una fracción de muestreo pequeña. En la práctica, muchas veces los diseños muestrales usados no satisfacen los supuestos del muestreo aleatorio simple; algunas observaciones pueden tener diferentes probabilidades de selección o, por razones logísticas, los individuos de una muestra forman conglomerados, causando que las unidades muestrales no sean independientes. Al conjunto de observaciones realizadas usando una técnica de muestreo con estas características, se le denomina muestra compleja. Usualmente los análisis estadísticos de una muestra compleja se hacen como si las observaciones cumplieran con los supuestos del muestreo aleatorio simple.

Es una práctica común, ignorar la complejidad del diseño muestral y proceder como si las pruebas chi-cuadrado de Pearson se comportaran de la misma forma que lo hacen bajo un muestreo aleatorio simple (Holt *et al.* Citado por Quintero 2003)

Para usar la prueba X^2 de bondad de ajuste es necesario que los valores de la variable en la muestra y sobre la cual se quiere realizar la inferencia esté dividida en clases, sea cual sea la variable de estudio (Calzada 1970).

Una condición básica para que se pueda llevar a cabo una prueba chi-cuadrado es que las frecuencias de las distintas clases debe ser suficientemente altas como para garantizar que pequeñas desviaciones aleatorias en la muestra no tengan importancia decisiva sobre el valor del estadístico de contraste. Las reglas que determinan cuando es posible o no realizar el contraste varían mucho de unos autores a otros. Se encuentran aquellos que opinan que no se puede realizar la prueba cuando alguna de las frecuencias, observadas o esperadas, sea menor que cinco. En el otro extremo se encuentran quienes opinan que, para que la prueba sea viable

ninguna de las frecuencias esperadas debe ser menor que uno y no más del 25 por ciento pueden ser menores que cinco; en lo que refiere a las frecuencias observadas no existirían límites. Si resultara que la prueba no es viable se podría recurrir a englobar los valores o clases de valores con sus vecinos más próximos y pasar así a engrosar sus frecuencias. Este procedimiento no puede llevarse hasta el absurdo pero proporciona una salida digna a situaciones complejas. Cuando sea necesario agrupar valores, los grados de libertad no se deben calcular hasta que se establezcan definitivamente las parejas de frecuencias observadas y esperadas con las que se calcula el estadístico de contraste (Calzada 1970).

Salazar (2011) realizó un estudio en una plantación ubicada en Huancayo, donde se realizan inventarios al 100 por ciento con cierta frecuencia. El objetivo de este estudio fue determinar la mínima intensidad de muestreo, con niveles aceptados de confiabilidad estadística, para estimar las existencias de la plantación y analizar la reducción del costo operativo del inventario por muestreo en dicha plantación. Como metodología se seleccionó el muestreo sistemático. Para determinar la mínima intensidad de muestreo se comparó la distribución diamétrica de las muestras (frecuencias observadas) con las de la población correspondiente (frecuencias esperadas) mediante la prueba Chi – cuadrado.

Vallejos (2005) estudio dos métodos de muestreo en bosques, para luego comparar la bondad estadística de cada uno, método de muestreo en fajas y el de punto cuadrante. Los resultados obtenidos en dichos muestreos fueron comparados mediante una prueba estadística de “Chi - Cuadrado”, determinado por la similitud de las distribuciones diamétrica.

Reátegui (2005) determino un diseño de muestreo que represente la parcela de corta anual para la supervisión de censos forestales comerciales; para este propósito se realizaron dos censos luego se estableció emplear las fajas establecidas durante el censo como unidades de muestreo y el diámetro a la altura del pecho (DAP) como variable de estudio. De esta forma se seleccionó cuatro intensidades de muestreo (50, 20, 15 y 10 por ciento) considerando todas las combinaciones posibles. Finalmente se probó la hipótesis de que existe igualdad entre las distribuciones de frecuencias diamétrica de cada de muestreo y la de su respectiva población, mediante la prueba X^2 de bondad de ajuste.

Teniendo como base el uso de esta metodología en las investigaciones mencionadas, se usó en este estudio la prueba Chi – cuadrado de “bondad de ajuste”, para la determinación del tamaño óptimo de parcela en este inventario forestal.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

1. ASPECTOS GENERALES DE LA ZONA DE ESTUDIO

1.1. UBICACIÓN GEOGRAFICA

El caserío “El Choloque” del sector comunal “El Cardo” pertenece a la comunidad campesina de Tongorrape, en el distrito de Motupe. Provincia de Lambayeque y departamento de Lambayeque (Medina 2003), ver Figura 1.

1.2. ACCESIBILIDAD

El área de estudio se encuentra aproximadamente a 85 km de la ciudad de Chiclayo. Para acceder al caserío se toma la carretera Panamericana Antigua hacia el norte, al llegar al km 75 en el Sector La Capilla, se continúa por la trocha que parte de la carretera hacia el este y conduce hasta el caserío El Choloque (Medina 2003).

1.3. TOPOGRAFIA

El área de estudio presenta un relieve topográfico que va de plano a ondulado, cuyas pendientes varían entre 0 y 15 por ciento; la altitud a la que se encuentra varia de los 200 hasta los 400 m.s.n.m. Si se traza un transecto imaginario, por debajo de los 250 m.s.n.m., se observa que las áreas planas están hacia el oeste, mientras que hacia arriba, donde empiezan los contrafuertes de la cordillera esta las lomas y las colina (Proyecto Algarrobo 1994).

1.4. FISIOGRAFIA

El ámbito de estudio presenta una topografía variada, que va de un relieve plano en las terrazas en la parte más baja del valle al lado oeste donde se ubica el área agrícola, pasando por lomas que son ondulaciones bajas, relicto de estribaciones de la cordillera occidental, hasta colinas escarpadas y de fuertes pendiente, propias de los valles interandinos que se dirigen hacia el oeste y forman parte de los contrafuertes de la cordillera (Medina 2003).

1.5. HIDROGRAFIA

El área está flanqueada por dos ríos, al norte el río Yocape, se origina de la quebrada Palacio, de cauce angosto. Al sur discurre el río Chiniama el cual se origina en la divisoria de aguas, a partir de las quebradas Potrerillo y Largas Lomas, que se unen en el punto Bornas para dar origen al río, este en su sinuoso recorrido recibe el aporte de las quebradas Villa Rumi, Platanal, del Ojal, Cabuyal y el canal de Huayabamba. Su caudal es variable pero con agua permanente todo el año (Paredes 1992).

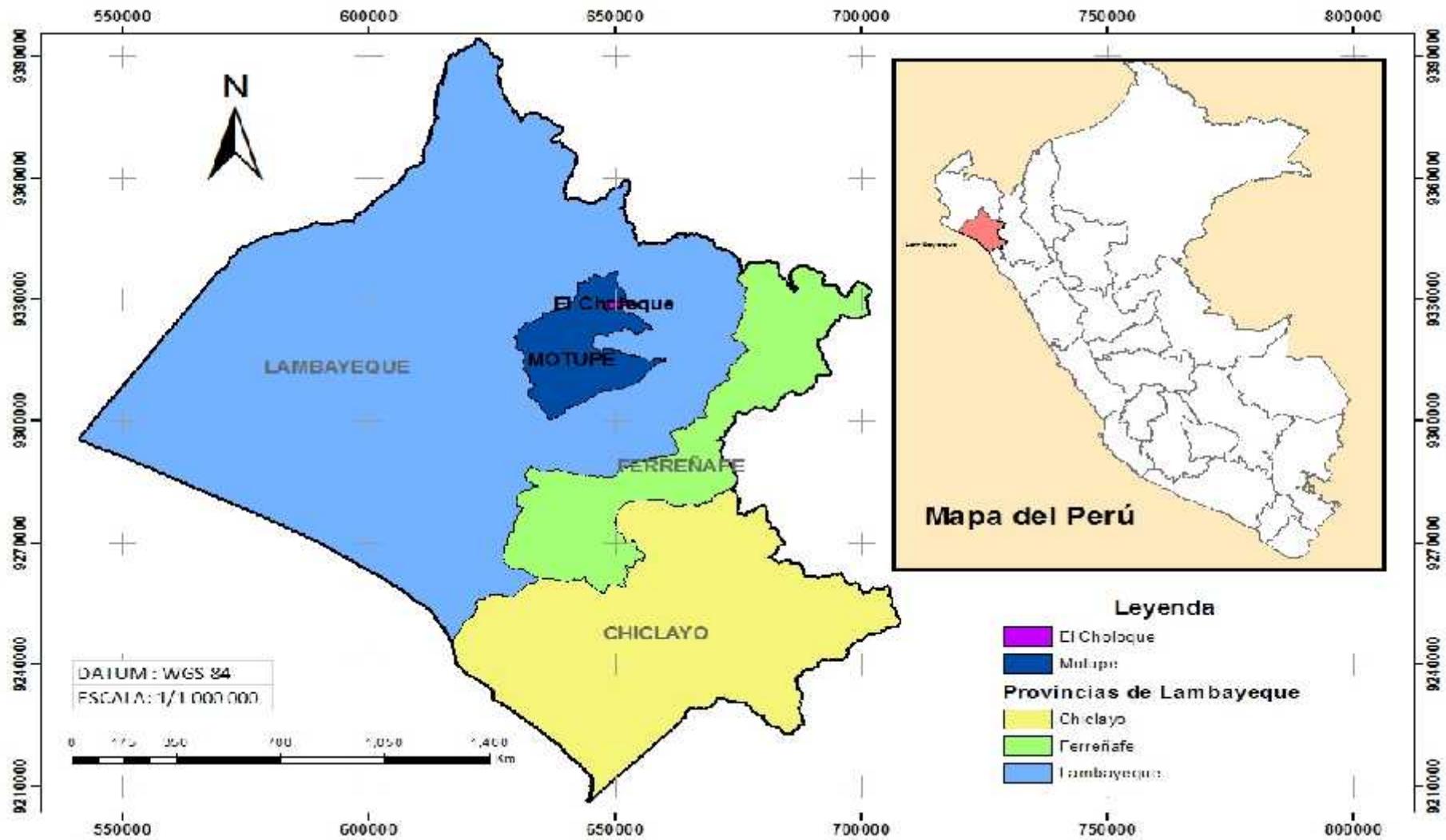


Figura 1: Ubicación Geográfica de El Choloque

FUENTE: Elaboración propia

1.6. TIPO DE BOSQUE

Se han determinado tres tipos de bosques: Bosque Seco Ralo de Llanura, Bosque Seco Ralo de Lomada, Bosque Seco de Colina (ASPROBOS 2004, Barreda 1993).

En la Figura 2 se muestra como se distribuyen los tipos de bosques mencionados.

1.1.1. BOSQUE SECO RALO DE LLANURA

Ubicados en las terrazas distribuidas hacia al oeste del área de estudio, los suelos son de textura areno-arcillosa. En este tipo de bosque la especie arbórea predominante es el algarrobo (*Prosopis pallida*). (Medina 2003).

1.1.2. BOSQUE SECO RALO DE LOMADA

Ubicados en ondulaciones bajas, relictos de las estribaciones de la cordillera occidental (lomas), los suelos son pedregosos compactos y de escaso drenaje. Está constituido por especies como el faique (*Acacia macracantha*) y algarrobo (*Prosopis pallida*) de regeneraciones de 1998 y abundante overo (*Cordia lutea*), pudiendo también ser denominados “bosques en establecimiento” (Medina 2003).

1.1.3. BOSQUE SECO DE COLINA BAJA

Ubicados en áreas escarpadas con pendientes mayores a 30 por ciento, los suelos son de textura arcillosa, muy pedregosos. En este tipo de bosque la especie que predomina es el hualtaco (*Loxopterygium huasango*), le siguen el palo santo (*Bursera graveolens*) y charán (*Caesalpineia paipai*) (Medina 2003).

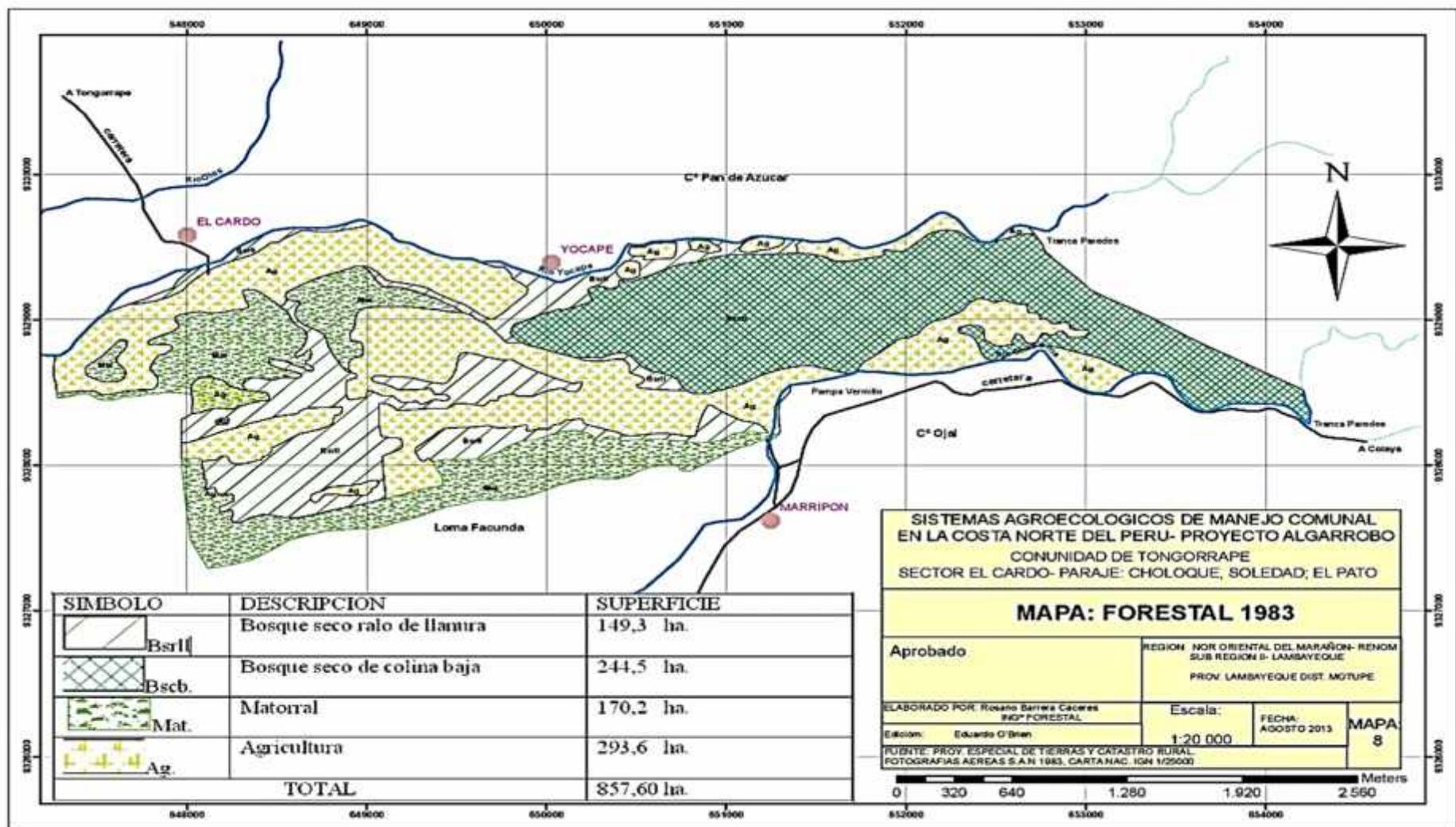


Figura 2: Mapa Forestal del caserío “El Choloque”

FUENTE: Elaboración propia

1.7. COMPOSICION FLORISTICA

Según ASPROBOS (2004) y Paredes (1992); las principales especies forestales, que se pueden encontrar en la zona son:

- *Loxoptery giunhuasango* – “Hualtaco”
- *Acacia macracantha* – “Faique”
- *Bursera graveoloans* – “Palo santo”
- *Caesalpineia paipai* – “Charan”
- *Cordia lutea* – “Overo” (arbusto)
- *Prosopis palida* – “Algarrobo”
- *Capparis scabrida* – “Sapote”

1.8. ANTECEDENTES DE USO Y CONFLICTOS

El área de estudio ha sufrido una extracción intensiva y selectiva, principalmente de algarrobo, palo santo y hualtaco, especies cuya madera ha sido subutilizada. El algarrobo se vendía como fuente de energía (carbón y leña) las familias la empleaban para su autoconsumo, el palo santo para la confección de cajones de frutas, y el hualtaco fue vendido a los aserraderos de parquet por los dirigentes comunales años atrás.

Actualmente las familias siguen usando el algarrobo para cocinar pero la difusión de cocinas mejoradas está permitiendo ahorrar este material, los cajones para frutas vienen siendo reemplazados progresivamente por cajas de plástico, en razón de la disminución de su costo. De las tres especies mencionadas, el hualtaco es el que mejor se ha recuperado permitiendo su aprovechamiento a corto plazo (ASPROBOS 2004).

2. MATERIALES Y EQUIPOS

2.1. MATERIALES

Previa a la fase de campo:

- Mapas del área de estudio.
- Información bibliográfica.

En la fase de campo:

- Cables
- Cintas métricas (2 m)
- Cinta métrica (25 m)
- Machete
- Lima- piedra de asentar
- Formularios
- Lápices-Borrador -Tajador
- Marcadores permanentes
- Botiquín de primeros auxilios
- Pilas

2.2. EQUIPOS

- Walkie - talkie Bellsouth T-388
- Brújula Suunto modelo KB-14
- GPS Garmin MAP 60 CSX
- Hipsómetro Suunto modelo PM-5

3. METODOLOGIA

3.1. FASE DE PLANIFICACION

3.1.1. RECOPIACION DE INFORMACION

Como parte de la etapa de planificación del Inventario Forestal, se recopiló la información necesaria del área de estudio, mediante la revisión de material bibliográfico y la cartografía existente. Además se buscó informes; inventarios forestales previos en la zona; investigaciones científicas y tesis.

La búsqueda de estos datos se realizó en la Biblioteca Agrícola Nacional (BAN); en el Centro de Documentación e Información Forestal (CEDINFOR); en las publicaciones del Ministerio de Agricultura (MINAG); en las publicaciones del Ministerio del Ambiente (MINAM); en el Instituto geográfico Nacional (IGN) y la Asociación de Protección de Bosques Secos (ASPROBOS).

3.1.2. DISEÑO DE INVENTARIO

a. Diseño de muestreo

En base a experiencias previas de Inventarios Forestales en bosques secos, previamente señalados, se aplicó en el presente estudio un diseño estratificado con distribución de parcelas de forma sistemática. Teniendo como base de estratificación los tipos de bosque establecidos en el Mapa Forestal Nacional (1983) y aplicando a este muestreo la afijación óptima.

b. Tamaño de muestra

Se usaron las siguientes formulas:

$$P_j = \frac{N_j}{N} \qquad n = \frac{\sum (P_j \cdot CV_j^2) t^2}{E^2} \qquad n_j = \frac{n \cdot p_j \cdot CV_j}{\sum p_j \cdot CV_j}$$

De acuerdo al tipo de bosque y en base a los objetivos del inventario se determinó que este fuera del tipo semi-detallado, considerando un error de muestreo de 15 por ciento y un coeficiente de variabilidad según tipo de bosque (Tabla 3). Los coeficientes de variabilidad fueron establecidos según estudios previos mencionados en la tesis de Tarazona (1999) y bajo lo recomendado en Lineamientos y Formatos para la Formulación de los Planes de Manejo Forestal en Bosques de la Costa – MINAG (2012).

Tabla 3: Coeficiente de Variabilidad por tipo de bosque

<i>Tipo de Bosque</i>	<i>CV (%)</i>
<i>Bosque Seco de Colina Baja</i>	40
<i>Bosque Seco Ralo de Llanura</i>	44
<i>Bosque Seco Ralo de Lomada</i>	45

FUENTE: Tarazona 1999, MINAG 2012.

c. Tamaño y forma de parcela

De acuerdo al análisis bibliográfico la parcela adecuada y que mejor funciona en bosques secos es la rectangular; por lo tanto se optó usar esta forma (Ojeda 1981, Jara *et al.* 1988, La Torre – Cuadros *et al.* 2008, Alemán *et al.* 2009, MINAG 2012).

Con respecto al tamaño y las dimensiones de parcela, el ancho no tiene mayor discusión, pues varios autores coinciden que 20 m es adecuado para tener un mayor control al momento del desplazamiento y levantamiento de la parcela. En cuanto al largo de la parcela existen varias dimensiones que han sido usadas, variando desde 50 m hasta 500m. Estas diferencias crean la incógnita de cuál es el largo de parcela óptimo y por ende el tamaño óptimo de parcela en este inventario forestal de bosque seco; incógnita que es el objetivo principal del presente estudio.

De acuerdo a la accesibilidad, fisiografía, la estratificación y las dimensiones de los bosques del área de estudio, se determinó que el largo de parcela no debe ser mayor a 250 m. Pues de lo contrario no cabrían dentro de los límites de cada tipo de bosque.

Por lo tanto se optó por implementar parcelas temporales (fajas) de 20 m x 250 m; conformada por 5 subparcelas divididas cada 50 m (Figura 3), esta división de subparcelas brindaron los datos para determinar el mejor tamaño de parcela como se muestra en la Figura 3. Con la información de esta parcela se construyeron 4 parcelas más de 20 m x 50 m; 20 m x 100 m; 20 m x 150 m y 20 m x 200 m.

Se evaluaron individuos a partir de 10cm de DAP o 31.42cm de CAP.

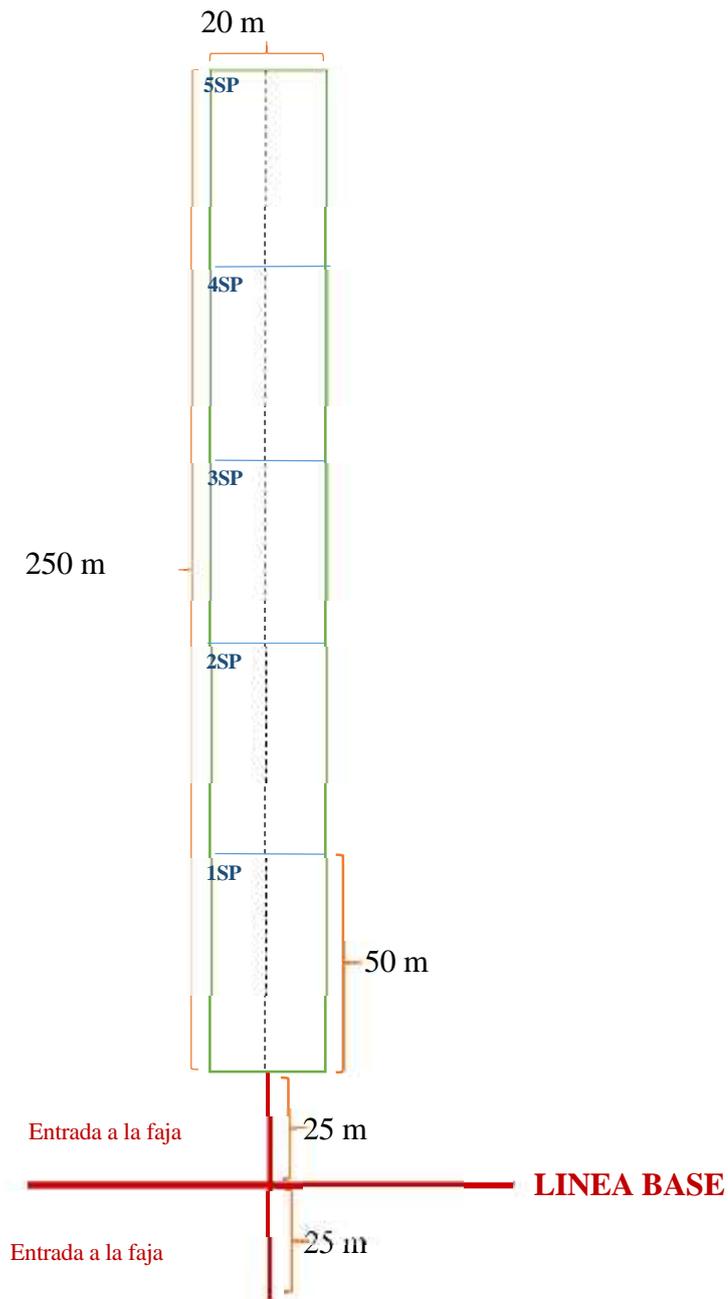


Figura 3: Tamaño y forma de parcela

FUENTE: Elaboración propia

Para determinar la situación actual de los bosques del área de estudio se evaluó la regeneración natural para lo cual se levantaron pequeñas parcelas de 10 m x 25 m y de 5 m x 5 m dentro de la subparcela tres (3SP), tal como se muestra en la Figura 4. Dentro de las parcelas de 5 m x 5 m se hizo un conteo de las plántulas con alturas superiores a 30 cm y hasta 4,9 cm de DAP. En las parcelas de 10 m x 25 m se evaluaron a los individuos con DAP entre 5,0 cm y 9,9 cm.

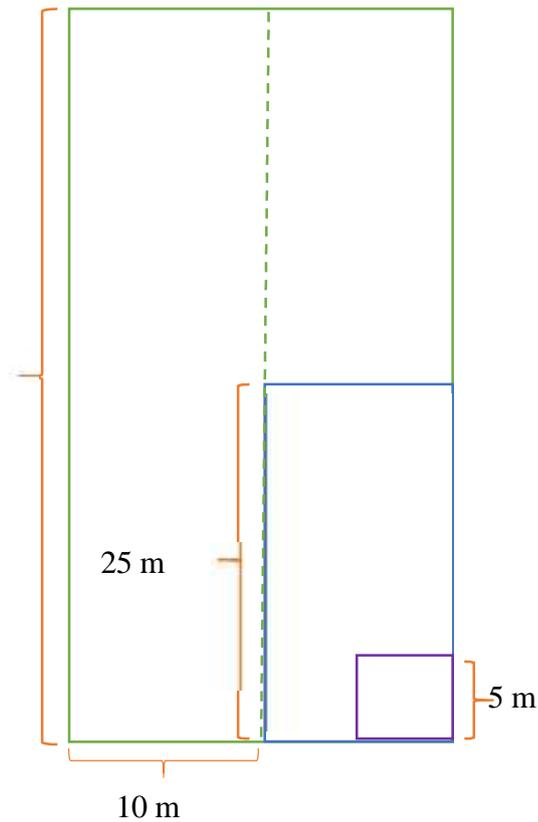


Figura 4: **Tamaño y Forma de sub parcelas**

FUENTE: *Elaboración propia*

d. **Distribución espacial**

Se uso la formula propuesta por Dauber (1995) para estimar la distancia a la cual serian distribuidas las parcelas.

$$d = \frac{\sqrt{A}}{\sqrt{n}}$$

De acuerdo a los calculos realizados las parcelas fueron distanciadas a 250 m una de otra; esto con el fin de recoger información de toda la diversidad dentro de cada tipo de bosque evaluado. Tal como se muestra en la Figura 5.

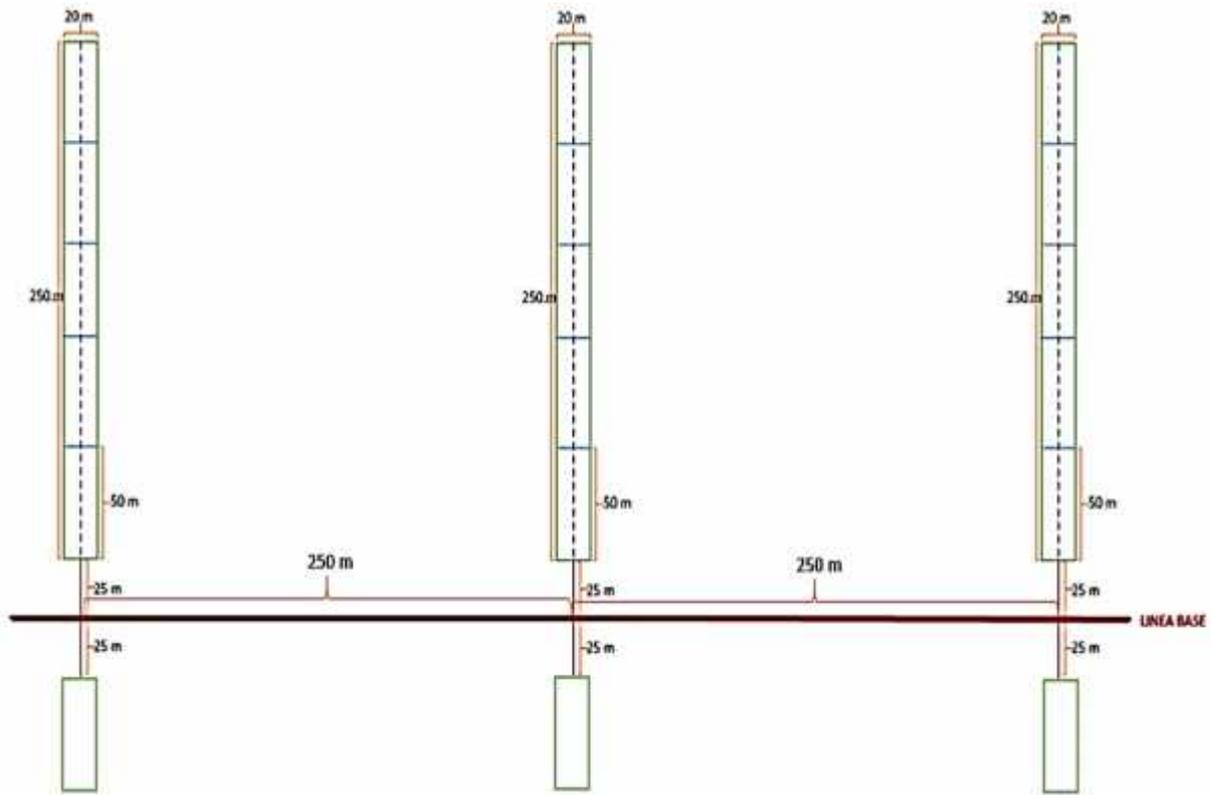


Figura 5: Distribución de parcelas

Fuente: Elaboración propia

Se ubicaron las fajas de forma equidistante dentro del área a inventariar, separadas a 250m una de otra; la dirección usada fue de norte a sur, en su mayoría. Se hicieron algunos cambios de dirección en algunas parcelas, esto debido a las dimensiones del bosque; en el caso del Bosque Seco Ralo de Llanura, se optó por levantar algunas parcelas con dirección este a oeste; mientras que en el Bosque Seco Ralo de Lomada y el Bosque Seco de Colina Baja se levantaron algunas parcelas siguiendo un azimut determinado.

3.1.3. CONFORMACION DE BRIGADAS

Previa coordinación con los dirigentes de la comunidad se contrató a seis personas de la localidad con los conocimientos necesarios y previa experiencia en inventarios forestales para desarrollar la labor de asistente y matero.

Se trabajó con tres brigadas de tres personas cada una, cuyos perfiles y funciones se detallan a continuación:

- **Jefe de brigada:** Bachiller de ingeniería forestal o estudiante de pre grado de últimos ciclos con experiencia en inventarios forestales y manejo de instrumentos. Es el responsable de la organización del trabajo, encargado de la brújula, libretista y la supervisión de los datos de forma permanente.
- **Matero:** Persona local con amplio conocimiento de los bosques de la zona y los nombres comunes de las especies en campo; que haya participado en al menos un inventario forestal. Será el encargado de reconocer y definir los árboles a medir además de medir el diámetro de los árboles, diámetro de ramas, radios de copa y sanidad.
- **Asistente:** Persona local con amplio conocimiento de los bosques de la zona y las especies en campo; que haya participado en al menos un inventario forestal. Encargado de abrir camino; recibirá las indicaciones del jefe de brigada y colocará los jalones. Manejará el hipsómetro y estimará las alturas (fuste, total y de copa).

3.2. FASE DE CAMPO

3.2.1. PRESENTACION A LA COMUNIDAD

Se contactó con los dirigentes de la comunidad a fin de programar una reunión con los comuneros del caserío, con el propósito de presentar al equipo de trabajo y el programa general de las actividades a realizar en la zona. En dicha reunión se solicitaron los permisos pertinentes a los comuneros para ingresar a sus terrenos y que se lleve a cabo el inventario forestal con la autorización debida.

3.2.2. CAPACITACION DE LAS BRIGADAS DE CAMPO

Luego de ser conformadas las brigadas de trabajo, se realizó un taller de capacitación para homogenizar conceptos y definir procedimientos de levantamiento de información, como:

- Reconocimiento de los límites de cada estrato, definido según el tipo de bosque.
- Procedimiento para levantar la línea base y ubicar las fajas, para lo cual se dio a conocer las coordenadas UTM (Zona 17 Datum WGS 84)
- Procedimiento para levantar la parcela y la forma correcta de desplazamiento de los integrantes.
- Uso correcto de los formatos.
- Medición de diámetros para especies de bosques secos, repaso de los casos más frecuentes.
- Medición de la altura, radios de copa y sanidad a los árboles.

Todos estos procedimientos se encuentran en el “Manual de Procedimientos de Campo”, que se le entregó a cada jefe de brigada (Anexo 1).

Finalmente se realizó una práctica con los instrumentos y equipos a usar (cinta métrica, hipsómetro, clinómetro y GPS).

3.2.3. EJECUCION DEL INVENTARIO FORESTAL

a. Levantamiento de línea base

Se levantaron líneas base por cada tipo de bosque; se tuvo como referencia las coordenadas UTM. Conforme se iba avanzando se colocaron jalones de 5cm de diámetro que indicaban la entradas a las parcelas. El levantamiento fue realizado por los jefes de brigada, se empezó desde el oeste, siguiendo una dirección oeste a este. Se usaron instrumentos como el GPS, cintas métricas y cables.

b. Levantamiento de parcela

Conforme se iba levantando la línea base y marcando las entradas a las parcelas con jalones; las brigadas (B1, B2 y B3) se fueron distribuyendo para empezar el levantamiento de parcela. Se empezó desde el jalón que marcaba la entrada a la parcela, siguiendo un desplazamiento tal como se observa en la Figura 6:

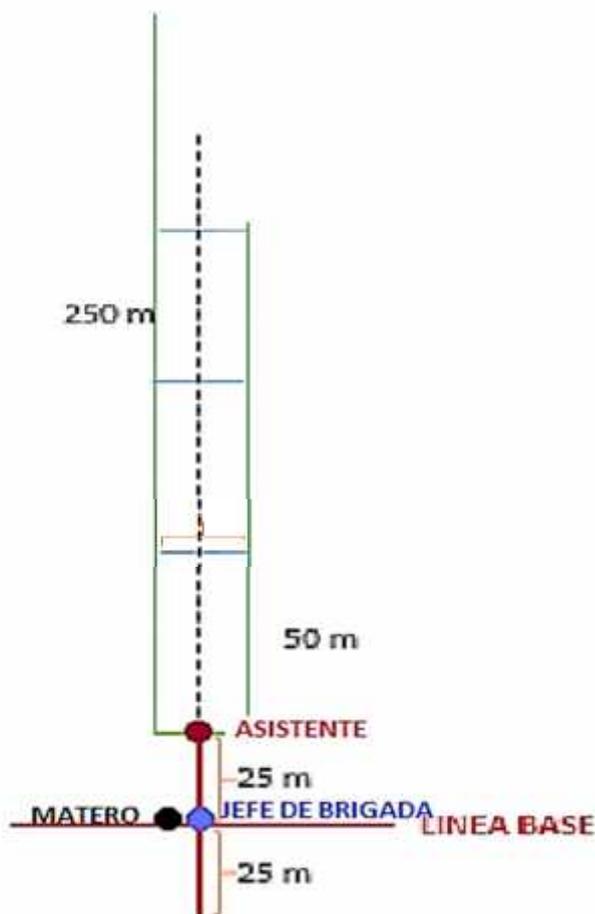


Figura 6: Modo de desplazamiento en campo

FUENTE: Elaboración propia

El brujulero (jefe de brigada) es quien daba la dirección a seguir al asistente según el azimut que correspondía en cada caso. El primero en ingresar es el asistente con un extremo del cable (de 25 m), al otro extremo el matero ayudo a mantener firme el cable. Una vez ubicado el inicio de parcela se colocó un jalón de 5cm de diámetro. El procedimiento se repitió en los siguientes tramos; y cada 50m se colocó un jalón de 5cm de diámetro el cual determinaba el inicio/fin de cada sub parcela. El ancho de la parcela se controló con cables de 10 m a cada lado. Conforme se iba avanzando se iba recogiendo la información necesaria.

Al encontrarse con terreno con pendiente pronunciada se realizaron resaltos horizontales, tal como se muestra en la Figura 7.

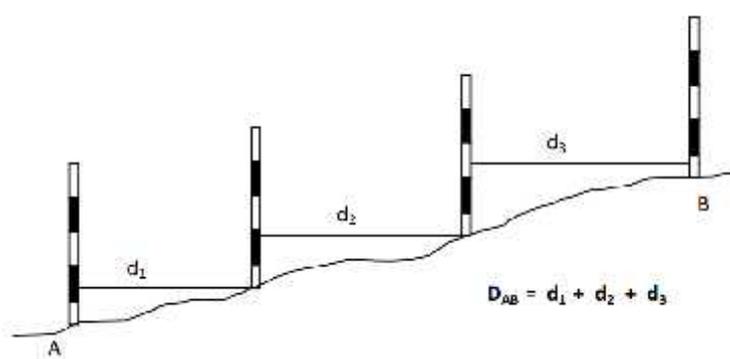


Figura 7: Resaltos horizontales

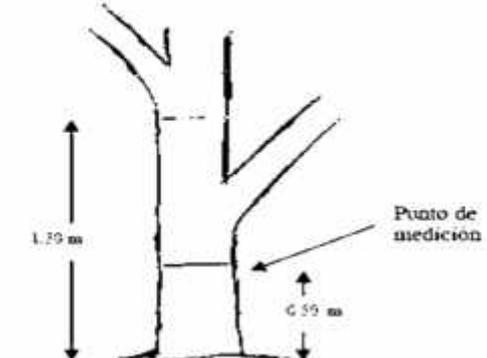
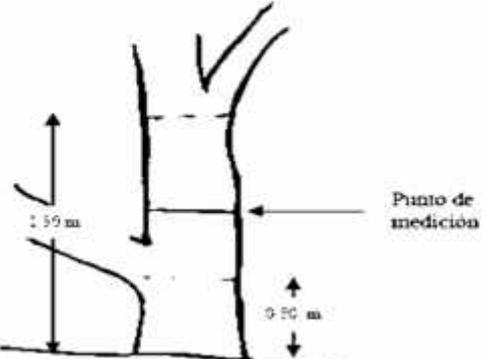
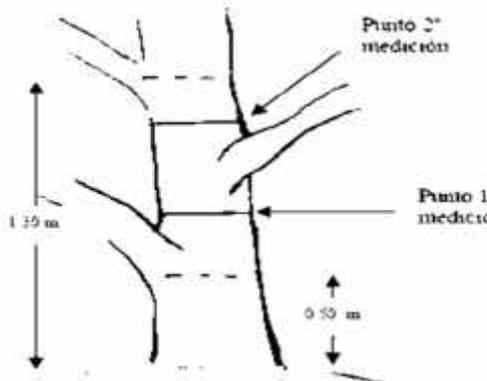
FUENTE: Ortiz (2002).

c. Parámetros a evaluar

Según el uso que se le viene dando al bosque seco de “El Choloque” se tiene una clasificación de especies para uso maderable (Hualtaco y Faique) y no maderable (Algarrobo, Charan, Palo Santo, Sapote y el arbusto Overo) especificado en su Plan de Manejo Forestal Comunitario (ASPROBOS 2004). Por lo tanto para una mejor caracterización del bosque, se evaluaron ciertos parámetros de acuerdo a estos grupos, además se evaluaron las especies que no entran en estos grupos (otros), pues son importantes para la estimación de volumen total. Los individuos evaluados fueron de DAP 10cm o CAP 31.41cm.

c.1. Parámetros generales para ambos grupos y otros:

- Nombre común: Nombre indicado por el matero.
- Circunferencia a la Altura del Pecho (CAP): se mide a 1,30 m del suelo. Se usó una cinta métrica simple. Para los árboles cuya ramificación y/o bifurcación se inicia por debajo de 1,30 m se tuvo en cuenta las consideraciones que se muestran en la Figura 8.

 <p>Punto de medición</p>	<p>Si el fuste se ramifica antes de 1,30 m, el diámetro se medirá a 50 cm del suelo.</p>
 <p>Punto de medición</p>	<p>Si el fuste se ramifica por debajo de los 50 cm de altura, el diámetro se medirá a 15 cm por encima de la ramificación.</p>
 <p>Punto 2° medición</p> <p>Punto 1° medición</p>	<p>Si el árbol presenta varias ramas por debajo de 1,30 m de altura, la medición del diámetro se efectuará en uno o más puntos entre los 0,50 m y 1,30 m sobre el suelo, el cual debe ser promediado.</p>

Continúa.

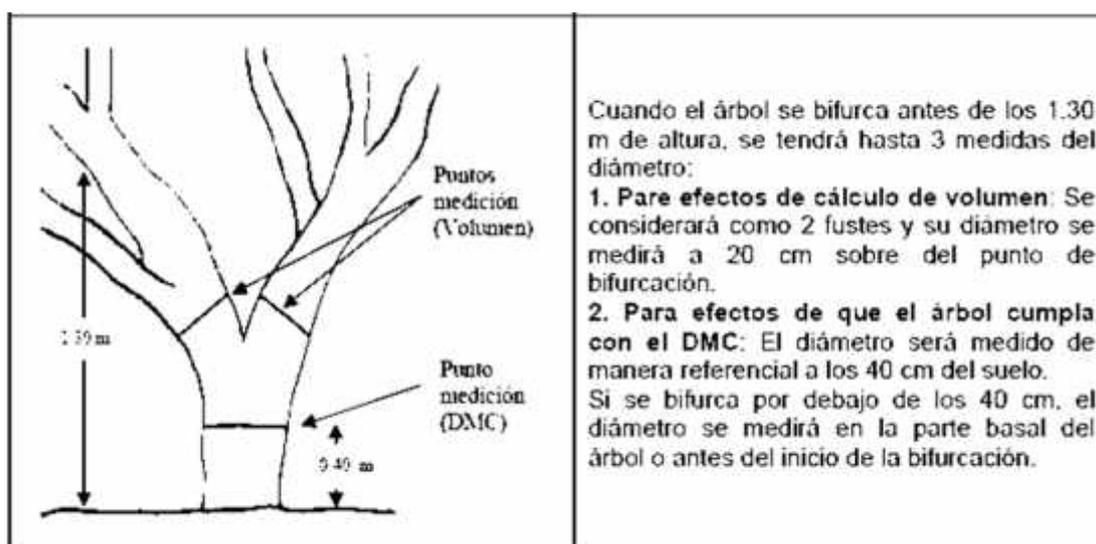


Figura 8: Consideraciones para medir DAP en árboles de bosques secos

FUENTE: MINAG (2012)

- Ramas: Se midió la circunferencia y la longitud de las ramas principales y basales. Se usó una cinta métrica simple, cuando las ramas estaban fuera del alcance del evaluador se optó por estimar visualmente tomando como referencia las medidas (longitud y diámetro) del fuste.
- Altura: Se midió Altura de Fuste (HF) y Altura total (HT), para lo cual se realizaron estimaciones visuales, las cuales fueron calibradas usando el hipsómetro cada 10 árboles.
- Evaluación de regeneración natural: Se usaron dos dimensiones de sub parcela; tal como se muestra en la Figura 4. dentro de las parcelas de 5 m x 5 m se hizo un conteo de las plántulas con alturas superiores a 30 cm y hasta 4,9 cm de DAP. En las parcelas de 10 m x 25 m se evaluaron a los individuos con DAP entre 5,0 cm y 9,9 cm, se recogió información de nombre común, DAP, HT, HCp y Sanidad.

c.2. Para especies de uso maderable:

Además de los parámetros generales ya mencionados, se recogió información de:

- Calidad: Este parámetro será evaluado en especies del grupo maderable; para evaluar esto se consideraron tres tipos de Calidad; 1, 2 y 3. La evaluación consistió en una inspección visual de árbol con énfasis en el fuste, donde:

Calidad 1: Es un árbol bueno, sano, sin defectos o con defectos mínimos, que como máximo representan hasta un 10 por ciento del fuste.

Calidad 2: Es un árbol regular, con presencia de pudrición o defectos sanitarios; dichas características representan un rango del 10 a 40 por ciento del fuste.

Calidad 3: Es un árbol defectuoso, con presencia pronunciada de pudrición del fuste, huecos, ataque de insectos y en general con presencia de defectos sanitarios; dicha condición representa más del 40 por ciento del fuste.

c.3. Para especies de uso no maderable:

Además de los parámetros generales ya mencionados, se recogió información de:

- Altura de copa (HCp), que viene a ser la altura que se genera entre el punto de reiteración o base de copa y el ápice del árbol. Esta medición se hizo con el fin de calcular el volumen de copa para estimar el potencial de producción de vainas, forraje, o como árboles para polinizar; teniendo como premisa que mientras mayor sea el volumen de copa mayor será la producción de frutos, flores y ramas.
- Radios de copa: Se midió los radios de copa en dirección a los cuatro puntos cardinales, mediante la proyección en el suelo, tomando como centro el eje principal del árbol. Se usaron las cintas métricas y el cartaboneo de pasos.
- Sanidad: Este parámetro se evaluó en el grupo de especies no maderables; para evaluar esto se otorgaron tres clases; 1, 2 y 3. La evaluación consistió en una inspección visual de todo el árbol, donde se evaluó la presencia de plagas considerando como sanidad “1”, a los individuos libres de ataque, sanidad “2”, a los individuos con presencia de ataque en el fuste y sanidad “3” a los individuos con presencia de ataque en fuste y copa.

3.3. FASE DE GABINETE Y ANALIS DE DATOS DE CAMPO

3.3.1. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

La información recogida en los formatos de campo se pasó a una computadora personal y se procesaron en hojas de cálculo del programa Excel.

La información fue procesada por estratos y se determinaron los valores poblacionales del bosque mediante la estimación de los siguientes parámetros: Densidad, distribución diamétrica, volumen total, volumen de especies maderables, distribución del volumen de copa para especies no maderables, regeneración natural por hectárea.

a. Diámetro

En campo fueron tomados datos de circunferencia (C) a la altura del pecho de cada árbol, en centímetros (cm), estos fueron transformados a la variable Diámetro (D) mediante la fórmula:

$$D = \frac{C}{f}$$

b. Volumen

Teniendo en cuenta que la mayoría de los árboles son ramificados (y otros bifurcados) el volumen se calculó en función de los diámetros y altura del fuste principal del árbol y los diámetros y longitudes de cada porción (ramas basales primarias y secundarias) del árbol. Se aplicaron las siguientes formulas:

$$AB = \frac{f}{4} \times D^2$$

$$V = AB \times l \times f$$

Donde:

: pi (3.1416)

D: Diametro o DAP (m)

AB: Área basal (m²)

l: Longitud del fuste, altura comercial, longitud de rama (m)

f: Factor de forma, considerando los valores mostrados en la Tabla 4.

V: Volumen (m³)

Tabla 4: Factor de forma sugerido para especies de Bosques Secos

Nombre Común	Nombre Científico	Factor de Forma
Algarrobo	<i>Prosopis pallida</i>	0.9
Almendo	<i>Geoffroea spinosa</i>	0.95
Angolo	<i>Pithecellobium multiflorum</i>	0.95
Ceibo	<i>Ceiba trichistandra</i>	1
Cerezo	<i>Muntingia calabura</i>	0.9
Chapra	<i>Leucaena trichodes</i>	0.85
Charan	<i>Caesalpinea paipai</i>	0.9
Faique	<i>Acacia macrantha</i>	0.9
Frijolillo	<i>Senna spectabilis</i>	0.9
Hualtaco	<i>Loxopterygium huasango</i>	0.85
Limoncillo	<i>Cynophylla sclerophylla</i>	0.9
Overo	<i>Cordia lutea</i>	0.88
Palo blanco	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	0.95
Palo santo	<i>Bursera graveolens</i>	0.75
Pasallo	<i>Eriotheca ruizii</i>	0.82
Pego pego	<i>Pisonia floribunda</i>	0.9
Polo polo	<i>Cochlospermum vitifolium</i>	1
sapote	<i>Bursera graveolans</i>	0.9

FUENTE: Ríos citado por MINAG (2012)

c. Densidad

Se calculó la densidad por estrato y en total del área evaluada. Se usó la siguiente fórmula (Louman *et al.* 2001):

$$D = \frac{N}{A}$$

Donde:

D: densidad

N: número de individuos

A: área determinada

d. Volumen de copa

En cuanto al volumen de copa para especies con uso no maderable, se usó la fórmula, propuesta por Ponce-Hernández (2004) la cual se aplica para especies con tipo de copa parabólica:

$$Vc(m^3) = f \cdot \frac{Dc^2 \times Hcp}{8}$$

Donde:

Dc: diámetro promedio de copa promedio

Hcp: Altura de copa

Se hizo una distribución según clases volumétricas de copa para evaluar el potencial no maderable en los diferentes tipos de bosques. Cabe señalar que los resultados de los volúmenes abarcan el espacio vacío entre ramas, por lo tanto los resultados son de carácter estimativo.

3.3.2. OPTIMIZACION DEL TAMAÑO DE PARCELA

De acuerdo al análisis bibliográfico la mejor prueba estadística para comparar la similitud de distribuciones diamétricas es la prueba Chi – cuadrado de “bondad de ajuste” (Quintero 2003, Reátegui 2005, Vallejos 2005 y Salazar 2011).

Se compararon las frecuencias relativas en cada caso y así se determinó el tamaño óptimo de parcela; para lo cual se siguieron los siguientes pasos:

a. Elaboración de los cuadros de Distribución de Frecuencias

Se empezó por hacer una distribución diamétrica, con intervalos de clase de 5cm (recomendado para bosques secos), donde se especificó el número de individuos por subparcela (1, 2, 3, 4 y 5) en cada clase; esto ayudo a determinar el número de individuos en cada tamaño de parcela (0,1ha; 0,2ha; 0,3ha; 0,4ha y 0,5ha) mediante la agrupación acumulativa de datos, según el esquema que muestra la Tabla 5:

Tabla 5: Número de individuos por tamaño de parcela

	N°	Tamaño de Parcela				
		0,1ha	0,2ha	0,3ha	0,4ha	0,5ha
Sub Parcela 1	A	A	A+B	A+B+C	A+B+C+D	A+B+C+D+E
Sub Parcela 2	B					
Sub Parcela 3	C					
Sub Parcela 4	D					
Sub Parcela 5	E					

FUENTE: Elaboración Propia

Luego de definir el número de individuos por clase diamétrica en cada tamaño de parcela, esta información fue llevada a la hectárea en cada caso, para después determinar la frecuencia relativa por hectárea, que serán usados para la prueba de bondad de ajuste. Se usaron las **frecuencias relativas**, pues de esta forma se estandarizan valores; ya que la suma total de los valores observados es igual a la suma total de los esperados, esto no se cumple al usar **frecuencias absolutas**, por una diferencia en las proporciones en cada clase diamétrica.

b. Prueba de Comparación

Se realizaron cuatro comparaciones; de la parcela total (0,5ha) que representa a las frecuencias relativas esperadas, con las parcelas de menor tamaño (de 0,4ha, 0,3ha, 0,2ha y 0,1ha) que representan a las frecuencias relativas observadas. Estas parcelas fueron extraídas de la parcela total, tal como se muestra en la Figura 9.

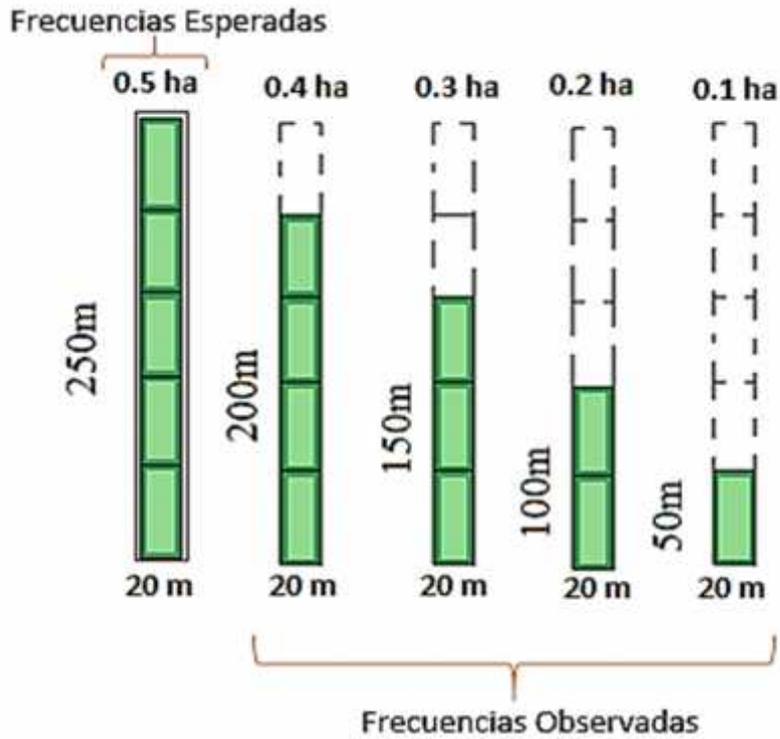


Figura 9: Tamaños de parcela a comparar

FUENTE: Elaboración Propia

Se estableció las siguientes Hipótesis:

- Hipótesis Nula (H_0): Existe Igualdad entre las distribuciones de frecuencia diamétrica.
- Hipótesis Alternante (H_1): No existe Igualdad entre las distribuciones de frecuencia diamétricas.

Estadístico de prueba:

$$X_c^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

Dónde:

O_i : Frecuencia relativa Observada de cada clase diamétrica de los diferentes tamaños de parcela (0,4ha; 0,3ha; 0,2ha o 0,1ha).
 E_i : Frecuencia relativa Esperada de cada clase diamétrica de la faja principal (0,5ha).

Se consideró un nivel de significancia de 0.05 y K-1 grados de libertad, donde K es el número de clases diamétricas.

Por último, el X^2 calculado se comparó con el X^2 tabular, usando el siguiente criterio de decisión:

- Rechazar la H_0 , si el X^2 calculado es mayor al X^2 tabular.
- No rechazar la H_0 , si el X^2 calculado es menor que el X^2 tabular.

3.3.3. ERROR DE MUESTREO

Se determinó el Error de muestreo del volumen por hectárea; usando las formulas presentadas por Louman *et al.* (2001) y Malleux (1982):

- Promedio:

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n}$$

- Desviación estándar:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

- Coeficiente de variación:

$$CV = \frac{S}{\bar{X}} \times 100\%$$

- Error estándar

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

- Error de muestreo

$$E = \frac{t(S_x)}{\bar{X}} \times 100\%$$

- Error de muestreo en inventarios estratificados con afijación óptima

$$E\% = \frac{\sum (P_j \cdot CV_j) t}{\sqrt{n}}$$

Donde:

X_i = valor promedio en una parcela (árb/ha, G/ha, vol/ha)

n = número de parcelas de la muestra

t = t de student

μ = promedio de la población total

P_j = proporción de estrato

Se calculó el error de muestreo por tamaño de parcela; para lo cual se agruparon los datos de volumen por hectárea, siguiendo la misma metodología mostrada en la tabla 5, es decir el valor acumulado según el tamaño de parcela.

3.3.4. CARACTERIZACION DEL BOSQUE

Con el fin de determinar la influencia del tamaño de parcela en la caracterización del bosque en estudio, se caracterizó el bosque según los parámetros evaluados en las parcelas de 0,5ha y se comparó con los resultados obtenidos usando el **tamaño óptimo de parcela**. Para lo cual se elaboró, en ambos casos, las distribuciones diamétricas, se calcularon errores de muestreo y se caracterizaron según la categoría de uso en calidad, sanidad y volumen de copa. Y se evaluó la regeneración natural en ambos casos

3.3.5. INFLUENCIA DE LA ESTRATIFICACION

Se probó la influencia de la estratificación en la determinación del tamaño óptimo de parcela mediante el desarrollo de una simulación.

Dicha simulación consistió en considerar la extensión total del caserío “El Choloque” como un solo tipo de bosque, de coeficiente de variabilidad (CV) 40 por ciento según MINAG (2012). Con este valor de CV% se calculó el tamaño de muestra (n_1), considerando un E% de 15.

El nuevo tamaño de muestra fue procesado de acuerdo a la metodología previamente detallada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. FASE DE PLANIFICACION

1.1. RECOPIACION DE LA INFORMACION

No se encontró información de inventarios forestales realizados en El Choloque en las publicaciones del MINAGRI, CEDINFOR, CDC, AIDER o la BAN. Por lo tanto se estableció contacto con los dirigentes de la comunidad y con la asociación que allí funciona, ASPROBOS, para recabar información. Es así que se tuvo acceso al informe final del Inventario Forestal del Caserío El Choloque (Medina 2003); y al Plan de Manejo Forestal Comunitario para los Bosques de El Choloque (ASPROBOS 2004).

En cuanto a la información cartográfica se utilizó el mapa forestal 1/ 15 000 de Barrera (1993) proporcionado por ASPROBOS. Es importante indicar que inicialmente se planteó utilizar imágenes satelitales, que poseían el MINAG y el GORE de Lambayeque; sin embargo, esta información no fue otorgada y se tuvo que utilizar, a pesar de su antigüedad, la información de tipos de bosques del mapa de 1993 al no haber más material cartográfico disponible. También se tuvo acceso a mapas temáticos de fisiografía, zonificación e hidrografía, presentados en el Proyecto Algarrobo por Barrera (1993).

El contacto y comunicación con los dirigentes de la comunidad permitió tener información certera sobre las condiciones del área de estudio, accesibilidad y la organización del personal que conformaron las brigadas de trabajo.

1.2. DISEÑO DE INVENTARIO

1.2.1. TAMAÑO DE MUESTRA

El tamaño de muestra total usado fue de 35 parcelas, se detalla en la Tabla 6.

Tabla 6: Tamaño de muestra “n” por Afijación Óptima

<i>TIPO DE BOSQUE</i>	<i>ha</i>	<i>CV (%)</i>	<i>p_j</i>	<i>CV (%) * P_j</i>	<i>n</i>	<i>n_j</i>	<i>n_j+10%</i>	<i>n_j (final)</i>
<i>Bosque Seco Ralo de Llanura</i>	149.3	44	0.26	11.65	32.21	8.81	9.7	10
<i>Bosque Seco Ralo de Lomada</i>	170.2	45	0.30	13.58		10.28	11	11
<i>Bosque Seco de Colina Baja</i>	244.5	40	0.43	17.34		13.12	14	14
TOTAL	564			42.57		32.21	35	35

<i>t</i>	2
<i>E</i>	15

1.2.2. TAMAÑO Y FORMA DE PARCELA

Se levantaron sin inconvenientes las parcelas rectangulares de 20m x 250m.

1.2.3. DISTRIBUCION ESPACIAL

Debido a que el mapa sobre el que se planeó el Inventario forestal no es actual, se tuvo que realizar algunos ajustes en cuanto a la distribución de parcelas que se había planeado previamente; ya que parte del área total del Bosque Seco Ralo de Llanura y del Bosque Seco Ralo de Lomada, actualmente tiene uso agrícola; por lo tanto la ubicación de parcelas quedó como se muestra en la Figura 10. Estas modificaciones fueron posibles gracias a la participación activa de los comuneros en la reunión de capacitación de las brigadas de campo, que se organizó previa al trabajo de campo.

Las coordenadas que indican donde empiezan las parcelas y el azimut de ingreso se detallan en el Anexo 1. Las parcelas fueron denominadas con la inicial del nombre con el que se le conocen localmente a los tipos de bosques respectivamente y el número a continuación se dio según como se iban levantando la información de dicha parcela. Distribución de parcelas y ubicación de líneas base en los bosques secos de “El Choloque”

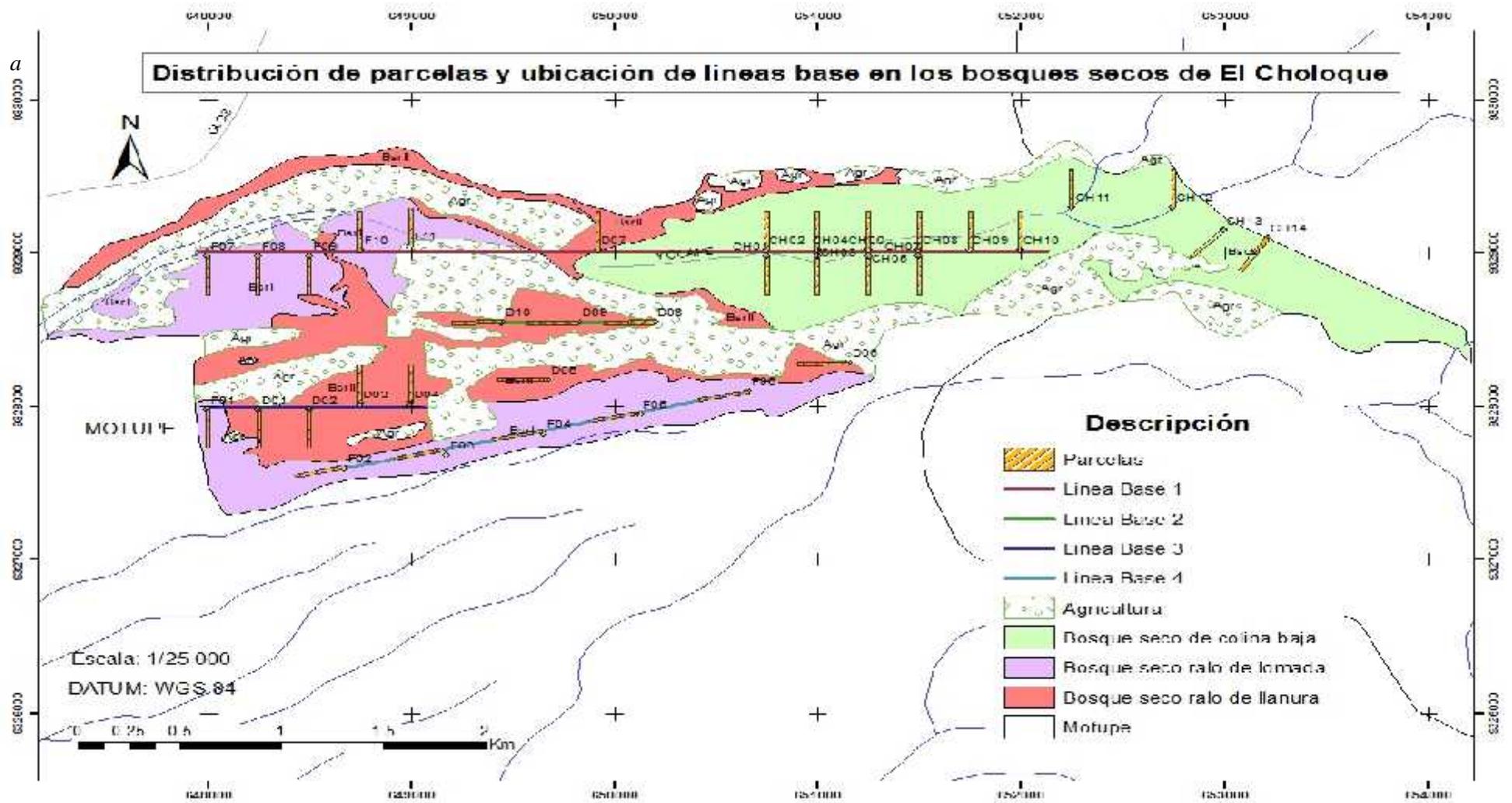


Figura 10: Distribución de parcelas y ubicación de líneas base en los bosques secos de “El Choloque”

FUENTE: Elaboración propia

1.3. CONFORMACION DE BRIGADAS

Se conformaron tres brigadas de tres personas cada una

- Tres jefes de brigada: tesista y dos alumnos de pregrado de ciencias forestales (de últimos ciclos y con experiencia en inventarios forestales).
- Tres asistentes: comuneros de “El Choloque” con experiencia en inventarios forestales
- Tres materos: comuneros de “El Choloque” con experiencia en inventarios forestales y reconocimiento de especies forestales de bosques secos.

2. FASE DE CAMPO

2.1. PRESENTACION A LA COMUNIDAD Y CAPACITACION DE LAS BRIGADAS EN CAMPO

En la reunión de presentación a la comunidad se dio a conocer el plan de trabajo y gracias a ello, con la participación de los comuneros, se logró modificar el plan inicial ajustándolo a la realidad actual de la zona de estudio.

La capacitación de las brigadas logró uniformizar conceptos; las actividades en las que más se incidieron fueron la medición de circunferencia del fuste, estimación de alturas y la evaluación de calidad y sanidad. Gracias a la práctica con instrumentos se logró que los integrantes de las brigadas trabajen con mayor habilidad en campo. La capacitación también sirvió para establecer un clima de confianza y compartir conocimientos.

2.2. EJECUCION DEL INVENTARIO FORESTAL

2.2.1. LEVANTAMIENTO DE LINEA BASE

Se realizó de acuerdo a las modificaciones que surgieron *in situ*.

La primera línea base empezó en el oeste, en la coordenada UTM (648000, 9329000); siguiendo un azimut 90°. Éste pasó por el Bosque Seco De Lomada donde se ubicaron las entradas a cinco parcelas. Pasando por el Bosque Seco Ralo de Llanura donde se ubicó la entrada a una parcela; hasta llegar al Bosque Seco De Colina Baja donde se ubicaron las entradas a diez parcelas.

La segunda línea base empezó en la coordenada UTM (650200, 9328550) siguiendo un azimut de 270°; fue levantada en el Bosque Seco Ralo de Llanura; donde se ubicaron las entradas a tres parcelas.

La tercera línea base empezó también en el oeste, en la coordenada UTM (648000, 9328000); siguiendo un azimut 90°. Éste pasó por el Bosque Seco De Lomada donde se ubicó la entrada a una parcela, paso también por el Bosque Seco Ralo de Llanura; donde se ubicaron las entradas a cuatro parcelas.

La cuarta línea base empezó en la coordenada UTM (650650, 9328100) siguiendo un azimut de 255° con dirección SO, fue levantada sobre el Bosque Seco De Lomada y se ubicaron cinco entradas de parcelas.

De las 35 parcelas, 29 fueron instaladas sobre las líneas bases mencionadas; las seis parcelas restantes fueron ubicadas solo con las coordenadas UTM tomando como referencia la línea base más próxima. Ver resumen en la Tabla 7 y Figura 10.

Tabla 7: Referencia de ubicación de las parcelas

	<i>Bosque Seco Ralo de Lomada</i>	<i>Bosque Seco Ralo de Llanura</i>	<i>Bosque seco de colina</i>
<i>Línea Base 1</i>	F7, F8, F9,F10, F11	D7	CH1, CH2, CH3, CH4, CH5, CH6, CH7, CH8, CH9, CH10
<i>Línea Base 2</i>		D8, D9, D10	
<i>Línea Base 3</i>	F1	D1,D2,D3,D4	
<i>Línea Base 4</i>	F2,F3,F4,F5,F6		
<i>Solo uso de UTM</i>		D5, D6	CH11, CH12, CH13, CH14

2.2.2. LEVANTAMIENTO DE PARCELA Y TOMA DE INFORMACION

El levantamiento de las 35 parcelas (fajas de 20 m x 250 m) fue desarrollado en un total de 10 días de trabajo efectivo, con un día de descanso. La toma de datos se desarrolló siguiendo la metodología planteada en gabinete. Las brigadas de trabajo contaron con todo el apoyo logístico por parte de la comunidad El Choloque; las labores se realizaron sin contratiempos

3. FASE DE GABINETE Y ANALISIS DE DATOS DE CAMPO

3.1.1. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACION

Se muestra en la siguiente tabla los resultados del inventario forestal realizado, los cuales se resumen por tipo de bosque en la Tabla 8.

Tabla 8: Resumen de Inventario

Tipo de Bosque	N° parcelas	Área Evaluada (ha)	Especies	N°	Total (N° de individuos)	N° Arb/ha	Total (N° Arb/ha)	Vol(m3)/sp	Total (Volumen (m3))	Vol (m3)/ha/sp	Vol (m3)/ha
Bosque seco de colina baja	14	7	Hualtaco	782	2024	111.7	289	64.249	105.03	9.18	15.004
			Overo	763		109.0		12.717		1.82	
			Palo Santo	361		51.6		18.509		2.64	
			Algarrobo	46		6.6		5.511		0.79	
			Sapote	24		3.4		1.838		0.26	
			Charan	13		1.9		0.484		0.07	
			Faique	4		0.6		0.382		0.05	
			Otros	31		4.4		1.338		0.19	
Bosque seco ralo de llanura	10	5	Overo	326	492	65.2	98	4.152	29.99	0.83	5.9974
			Algarrobo	146		29.2		23.961		4.79	
			Sapote	11		2.2		1.344		0.27	
			Faique	3		0.6		0.377		0.08	
			Charan	1		0.2		0.035		0.01	
			Otros	5		1.0		0.118		0.02	
Bosque seco ralo de Lomada	11	5.5	Algarrobo	428	781	77.8	142	23.421	36.04	4.26	6.55
			Overo	246		44.7		4.369		0.79	
			Hualtaco	21		3.8		1.253		0.23	
			Faique	18		3.3		4.048		0.74	
			Charan	2		0.4		0.141		0.03	
			Sapote	1		0.2		0.029		0.01	
			Palo Santo	4		0.7		0.249		0.05	
			Otros	61		11.1		2.531		0.46	
TOTAL	35	17.5			3297						

ESTRATO	CVj	E%
BSCB	47.10	15.4
BSRLL	58.11	
BSRL	32.65	

	Uso Maderable
	Uso No Maderable
	Otros

En el **Bosque Seco de Colina Baja (BSCB)**, se encontraron las siete especies de interés, entre árboles con aptitud maderable y no maderable. Sin embargo la especie de mayor abundancia por ha es el hualtaco, de uso maderable.

También se observa la presencia considerable de arbustos de overo, siendo el segundo más abundante; cabe señalar que la mayoría de estos individuos se ubicaron en la zona baja del bosque, cerca de la comunidad campesina. A pesar que fisiográficamente el terreno donde se ubican corresponde a bosques de colinas, esta formación homogénea y continua de matas de overo conforma una formación vegetal aparte, que se distingue dentro del bosque seco de colina baja. Esto se puede atribuir a la alta incidencia de tala selectiva en esta zona.

Además en este tipo de bosque se encuentra la mayor abundancia de palo santo, sapote y charan; por lo tanto además del manejo de las especies maderables, cabe también un manejo con fines no maderables.

En cuanto al **Bosque Seco Ralo de Llanura (BSRLL)**, se encontraron especies con aptitud no maderable en su mayoría; siendo la especie arbórea más representativa el algarrobo y la especie arbustiva el overo; ambos conforman casi toda de la diversidad de este bosque, ya que las otras especies en conjunto representan solo 4 árboles/ha.

Según esta información recogida, este bosque tiene el potencial para ser manejado con fines no maderables.

Con respecto al **Bosque Seco Ralo de Lomada (BSRL)**, se encontraron las siete especies de interés, entre árboles con aptitud maderable y no maderable. Sin embargo la especie de mayor abundancia por ha es el algarrobo, de uso no maderable. Por lo cual se podría decir que el potencial de este tipo de bosque es no maderable, con énfasis en el manejo del algarrobo ya que esta especie se encuentra con mayor abundancia en este tipo de bosque a comparación de los otros ya mencionados.

Es importante remarcar que la especie arbustiva overo se encuentra con considerable abundancia en los tres tipos de bosque; dicha especie, según Rodríguez (2005), es de fácil crecimiento y de producción forrajera constante que a pesar de las largas temporadas de sequía y las condiciones climatológicas irregulares, es fuente importante de forraje para el ganado especialmente caprino; y debido a esto se garantiza una buena diseminación de las semillas por las heces de estos animales.

Según la proyección de la cobertura arbórea del bosque “El Choloque” presentada por Sabogal y Casaza (2010) basados en los resultados del Inventario presentado por Medina (2003) (Tabla 1), vemos que para el caso del **BSRLL** y **BSRL** las proyecciones al 2011, suponen un aumento de abundancia, estas proyecciones están referidas solo a la especie Algarrobo. En el caso del **BSRLL** se esperaba 182 árboles/ha, sin embargo tres años después, cuando se realizó el presente estudio, el valor de abundancia de algarrobo es de 29 árboles/ha. Para el **BSRL** se esperaba 54 árboles/ha, no obstante el presente estudio arroja un valor de abundancia de 77 árboles/ha. Estos resultados podrían evidenciar un manejo adecuado según el Plan de Manejo Comunitario (ASPROBOS 2004) en el caso del **BSRL** y la existencia de limitaciones en el manejo del **BSRLL** o la influencia de factores externos como la extracción selectiva de especies en esta zona o influencias climáticas.

Los resultados del Inventario forestal presentados por Medina (2003) para los tres tipos bosques de “El Choloque” (Tabla 2), difieren con los resultados del presente estudio, estos datos consideran a las especies arbustivas dentro del valor de abundancia. Según Medina se tiene que en el **BSCB** existen 600 árboles/ha, siendo las especies más abundantes hualtaco y overo y de volumen 21,58 m³/ha; en el **BSRLL** se tiene una abundancia de 152 árboles/ha y volumen de 2,4 m³/ha representados totalmente por el algarrobo; en el **BSRL** la abundancia es de 100 árboles/ha y un volumen de 4,02 m³/ha; representados por algarrobo y Faique.

En cuanto a las especies encontradas en el inventario del 2003, se ve que coinciden con las especies encontradas en el presente estudio, sin embargo los valores de abundancia y volumen difieren considerablemente. Se puede decir que dichos contrastes se deben al uso de otro tipo de muestreo; diferente tamaño de muestra; diferente distribución de parcelas o Cambios en la composición del bosque debido a intervenciones antropológicas o factores climáticos como el fenómeno de “El Niño”; sin embargo, hay que señalar que el error de muestreo del inventario realizado el 2003 es de 67,38 por ciento, mientras que el error de muestreo del presente estudio es de 15,4 por ciento; por lo cual se podría decir que los resultados del presente estudio se acercan más a los valores reales de la población evaluada.

3.1.2. OPTIMIZACION DEL TAMAÑO DE PARCELA

Como fue señalado se compararon los tamaños de parcela contenido en la parcela levantada inicialmente (Figura 9).

Los resultados se presentan según tipo de bosque:

a. Bosque Seco de Colina Baja

Los datos de la Tabla 9 derivan de la distribución diamétrica por sub parcela detallados en el Anexo 3.

Tabla 9: Número de árboles por tamaño de parcela – Bosque Seco de Colina Baja

Clase Diamétrica	Tamaño de Parcela				
	0,1ha	0,2ha	0,3ha	0,4ha	0,5ha
[10 - 15>	311	606	856	1120	1356
[15 - 20>	88	164	239	343	423
[20 - 25>	33	66	95	124	153
[25 - 30>	9	22	35	43	59
[30 - 35>	2	3	6	14	17
[35 - 40>	0	0	2	4	9
[40 - 45>	0	0	1	3	3
[45 - 50>	1	1	1	1	1
[50 - 55>	0	1	2	2	3
Total	444	863	1237	1654	2024

Tabla 10: Área Total Evaluada por tamaño de parcela en el bosque seco de colina baja

Área de Faja (ha)	0,1ha	0,2ha	0,3ha	0,4ha	0,5ha
N° de Parcelas	14	14	14	14	14
Área Total Evaluada (ha)	1,4	2.8	4.2	5.6	7

Se muestra en la Tabla 11 el número de árboles por hectárea según tamaño de parcela, esto fue hallado usando el área total evaluada, presentados en la tabla anterior.

Tabla 11: Número de árboles por hectárea según tamaño de parcela– Bosque Seco de Colina Baja

<i>Frecuencia (N° árboles/ha)</i>					
<i>Clase Diamétrica</i>	<i>Tamaño de Parcela</i>				
	<i>0,1ha</i>	<i>0,2ha</i>	<i>0,3ha</i>	<i>0,4ha</i>	<i>0,5ha</i>
<i>[10 - 15></i>	222.1	216.4	203.8	200	193.7
<i>[15 - 20></i>	62.9	58.6	56.9	61.3	60.4
<i>[20 - 25></i>	23.6	23.6	22.6	22.1	21.9
<i>[25 - 30></i>	6.4	7.9	8.3	7.7	8.4
<i>[30 - 35></i>	1.4	1.1	1.4	2.5	2.4
<i>[35 - 40></i>	0	0	0,5	0.7	1.3
<i>[40 - 45></i>	0	0	0.2	0,5	0.4
<i>[45 - 50></i>	0.7	0.4	0.2	0.2	0.1
<i>[50 - 55></i>	0	0.4	0,5	0.4	0.4
<i>TOTAL</i>	317.14	308.21	294.52	295.36	289.14

Los datos en la tabla anterior, sirvieron para determinar la frecuencia relativa por hectárea, en la tabla 12.

Tabla 12: Frecuencia relativa por hectárea según tamaño de parcela – Bosque Seco de Colina Baja

<i>Frecuencia relativa (%)</i>					
<i>Clase Diamétrica</i>	<i>Tamaño de Parcela</i>				
	<i>0,1ha</i>	<i>0,2ha</i>	<i>0,3ha</i>	<i>0,4ha</i>	<i>0,5ha</i>
<i>[10 - 15></i>	70.05	70.22	69.20	67.71	67.00
<i>[15 - 20></i>	19.82	19.00	19.32	20.74	20.90
<i>[20 - 25></i>	7.43	7.65	7.68	7.50	7.56
<i>[25 - 30></i>	2.03	2.55	2.83	2.60	2.92
<i>[30 - 35></i>	0.45	0.35	0.49	0.85	0.84
<i>[35 - 40></i>	0.00	0.00	0.16	0.24	0.44
<i>[40 - 45></i>	0.00	0.00	0.08	0.18	0.15
<i>[45 - 50></i>	0.23	0.12	0.08	0.06	0.05
<i>[50 - 55></i>	0.00	0.12	0.16	0.12	0.15
<i>Total</i>	100	100	100	100	100

b. Bosque Seco Ralo de Llanura

Los datos de la Tabla 13 derivan de la distribución diamétrica por sub parcela detallados en el Anexo 2.

Tabla 13: Número de árboles por tamaño de parcela – Bosque Seco Ralo de Llanura

<i>Clase Diamétrica</i>	<i>Tamaño de Parcela</i>				
	<i>0,1ha</i>	<i>0,2ha</i>	<i>0,3ha</i>	<i>0,4ha</i>	<i>0,5ha</i>
<i>[10 - 15></i>	69	85	201	330	408
<i>[15 - 20></i>	2	3	15	28	38
<i>[20 - 25></i>	0	0	5	12	16
<i>[25 - 30></i>	0	0	8	11	15
<i>[30 - 35></i>	0	1	2	4	5
<i>[35 - 40></i>	0	0	3	4	7
<i>[45 - 50></i>	0	0	1	2	3
<i>TOTAL</i>	71	89	235	391	492

Tabla 14: Área Total Evaluada por tamaño de parcela en el Bosque Seco Ralo de Llanura

<i>Área de Faja (ha)</i>	<i>0,1ha</i>	<i>0,2ha</i>	<i>0,3ha</i>	<i>0,4ha</i>	<i>0,5ha</i>
<i>N° de Parcelas</i>	10	10	10	10	10
<i>Área Total Evaluada (ha)</i>	1	2	3	4	5

Se muestra en la Tabla 15 el número de árboles por hectárea según tamaño de parcela, esto fue hallado usando el área evaluada total, presentados en la tabla anterior.

Tabla 15: Número de árboles por hectárea según tamaño de parcela– Bosque Seco Ralo de Llanura

<i>Frecuencia (N° árboles/ha)</i>					
<i>Clase</i>	<i>Tamaño de Parcela</i>				
	<i>0,1ha</i>	<i>0,2ha</i>	<i>0,3ha</i>	<i>0,4ha</i>	<i>0,5ha</i>
<i>Diamétrica</i>					
<i>[10 - 15></i>	69.0	42.5	67.0	82.5	81.6
<i>[15 - 20></i>	2.0	1.5	5.0	7.0	7.6
<i>[20 - 25></i>	0.0	0.0	1.7	3.0	3.2
<i>[25 - 30></i>	0.0	0.0	2.7	2.8	3.0
<i>[30 - 35></i>	0.0	0,5	0.7	1.0	1.0
<i>[35 - 40></i>	0.0	0.0	1.0	1.0	1.4
<i>[45 - 50></i>	0.0	0.0	0.3	0,5	0.6
<i>Total</i>	71	45	78	98	98

Los datos presentados en la tabla anterior, sirvieron para determinar la frecuencia relativa por hectárea, según se muestra en la tabla 16.

Tabla 16: Frecuencia relativa por hectárea según tamaño de parcela – Bosque Seco Ralo de Llanura

<i>Frecuencia relativa (%)</i>					
<i>Clase Diamétrica</i>	<i>Tamaño de Parcela</i>				
	<i>0,1ha</i>	<i>0,2ha</i>	<i>0,3ha</i>	<i>0,4ha</i>	<i>0,5ha</i>
<i>[10 - 15></i>	97.18	95.51	85.53	84.40	82.93
<i>[15 - 20></i>	2.82	3.37	6.38	7.16	7.72
<i>[20 - 25></i>	0.00	0.00	2.13	3.07	3.25
<i>[25 - 30></i>	0.00	0.00	3.40	2.81	3.05
<i>[30 - 35></i>	0.00	1.12	0.85	1.02	1.02
<i>[35 - 40></i>	0.00	0.00	1.28	1.02	1.42
<i>[45 - 50></i>	0.00	0.00	0.43	0,51	0.61
Total	100	100	100	100	100

c. Bosque seco de Lomada

Los datos de la Tabla 17 derivan de la distribución diamétrica por sub parcela detallados en el Anexo 2.

Tabla 17: Número de árboles por tamaño de parcela – Bosque seco de lomada

<i>Clase Diamétrica</i>	<i>Tamaño de Parcela</i>				
	<i>0,1ha</i>	<i>0,2ha</i>	<i>0,3ha</i>	<i>0,4ha</i>	<i>0,5ha</i>
<i>[10 - 15></i>	65	160	315	459	585
<i>[15 - 20></i>	4	11	38	84	120
<i>[20 - 25></i>	1	3	17	25	42
<i>[25 - 30></i>	0	1	6	17	22
<i>[30 - 35></i>	1	1	3	5	7
<i>[35 - 40></i>	0	0	0	0	1
<i>[40 - 45></i>	0	0	0	0	2
<i>[55 - 60></i>	0	0	0	0	1
<i>[60 - 65></i>	0	1	1	1	1
Total	71	177	380	591	781

Tabla 18: Área Total Evaluada por tamaño de parcela en el Bosque Seco Ralo de Lomada

<i>Área de Faja (ha)</i>	<i>0,1ha</i>	<i>0,2ha</i>	<i>0,3ha</i>	<i>0,4ha</i>	<i>0,5ha</i>
<i>N° de Parcelas</i>	11	11	11	11	11
<i>Área Total Evaluada (ha)</i>	1.1	2.2	3.3	4.4	5.5

Se muestra en la Tabla 19 el número de árboles por hectárea según tamaño de parcela, esto fue hallado usando el área evaluada total, presentados en la tabla anterior.

Tabla 19: Número de árboles por hectárea según tamaño de parcela – Bosque seco de lomada

<i>Frecuencia absoluta (N° árboles/ha)</i>					
<i>Clase Diamétrica</i>	<i>Tamaño de Parcela</i>				
	<i>0,1ha</i>	<i>0,2ha</i>	<i>0,3ha</i>	<i>0,4ha</i>	<i>0,5ha</i>
<i>[10 - 15></i>	59.09	72.73	95.45	104.32	106.4
<i>[15 - 20></i>	3.64	5.00	11.52	19.09	21.8
<i>[20 - 25></i>	0.91	1.36	5.15	5.68	7.6
<i>[25 - 30></i>	0.00	0.45	1.82	3.86	4.0
<i>[30 - 35></i>	0.91	0.45	0.91	1.14	1.3
<i>[35 - 40></i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.2
<i>[40 - 45></i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.4
<i>[55 - 60></i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.2
<i>[60 - 65></i>	0.00	0.45	0.30	0.23	0.2
<i>TOTAL</i>	64.55	80.45	115.15	134.32	142

Los datos presentados en la tabla anterior, sirvieron para determinar la frecuencia relativa por hectárea, según se muestra en la tabla 20.

Tabla 20: Frecuencia relativa por hectárea según tamaño de parcela – Bosque seco de lomada

<i>Frecuencia relativa (%)</i>					
<i>Clase</i>	<i>Tamaño de Parcela</i>				
<i>Diamétrica</i>	<i>0,1ha</i>	<i>0,2ha</i>	<i>0,3ha</i>	<i>0,4ha</i>	<i>0,5ha</i>
<i>[10 - 15></i>	91.55	90.40	82.89	77.66	74.90
<i>[15 - 20></i>	5.63	6.21	10.00	14.21	15.36
<i>[20 - 25></i>	1.41	1.69	4.47	4.23	5.38
<i>[25 - 30></i>	0.00	0,56	1.58	2.88	2.82
<i>[30 - 35></i>	1.41	0,56	0.79	0.85	0.90
<i>[35 - 40></i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
<i>[40 - 45></i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.26
<i>[55 - 60></i>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.13
<i>[60 - 65></i>	0.00	0,56	0.26	0.17	0.13
<i>Total</i>	100	100	100	100	100

d. Prueba de Comparación

Los valores usados para la prueba Chi – cuadrado fueron las frecuencias relativas por hectárea, los cuales se muestran en las Tablas 12, 16 y 20.

d.1. Bosque Seco de Colina Baja

Tabla 21: Prueba de bondad de ajuste en el Bosque Seco de Colina Baja

CLASE	Bosque Seco de Colina Baja								
	<i>E</i>	<i>O</i> ₁	<i>O</i> ₂	<i>O</i> ₃	<i>O</i> ₄	$(O_1-E)^2/E$	$(O_2-E)^2/E$	$(O_3-E)^2/E$	$(O_4-E)^2/E$
	0,5ha	0,4ha	0,3ha	0,2ha	0,1ha	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PRUEBA 4
[10 - 15>	66.996	67.715	69.200	70.220	70.045	0.008	0.072	0.155	0.139
[15 - 20>	20.899	20.738	19.321	19.003	19.820	0.001	0.119	0.172	0.056
[20 - 25>	7.559	7.497	7.680	7.648	7.432	0.001	0.002	0.001	0.002
[25 - 30>	2.915	2.600	2.829	2.549	2.027	0.034	0.003	0.046	0.271
[30 - 35>	0.840	0.846	0.485	0.348	0.450	0.000	0.150	0.289	0.181
[35 - 40>	0.445	0.242	0.162	0.000	0.000	0.093	0.180	0.445	0.445
[40 - 45>	0.148	0.181	0.081	0.000	0.000	0.007	0.031	0.148	0.148
[45 - 50>	0.049	0.060	0.081	0.116	0.225	0.002	0.020	0.089	0.626
[50 - 55>	0.148	0.121	0.162	0.116	0.000	0.005	0.001	0.007	0.148
TOTAL	100	100	100	100	100	0.151	0,578	1.352	2.015

Se calculó el Chi tabular, según el número de clases diamétricas

$$\text{Chi}_{\text{tab } 0.95} = 15.510,$$

$$g.l = N - 1 = 9 - 1 = 8$$

Bosque seco de colina			
Comparando	χ^2 calculado	χ^2 tabular	Decisión
PRUEBA 1 (0,5ha – 0,4ha)	0.151	15.510	No se rechaza H ₀
PRUEBA 2 (0,5ha – 0,3ha)	0,578	15.510	No se rechaza H ₀
PRUEBA 3 (0,5ha – 0,2ha)	1.352	15.510	No se rechaza H ₀
PRUEBA 4 (0,5ha – 0,1ha)	2.015	15.510	No se rechaza H ₀

De los valores se puede deducir que la distribución diamétrica del tamaño de parcela inicial (0,5ha) es similar a la distribución diamétrica de los cuatro tamaño de parcela que se probaron (0,4ha, 0,3ha, 0,2ha y 0,1ha). Esta similitud también se observa en la Figura 11, que nos muestra la comparación de distribuciones diamétricas, y se puede ver la tendencia de J invertida en cada caso.

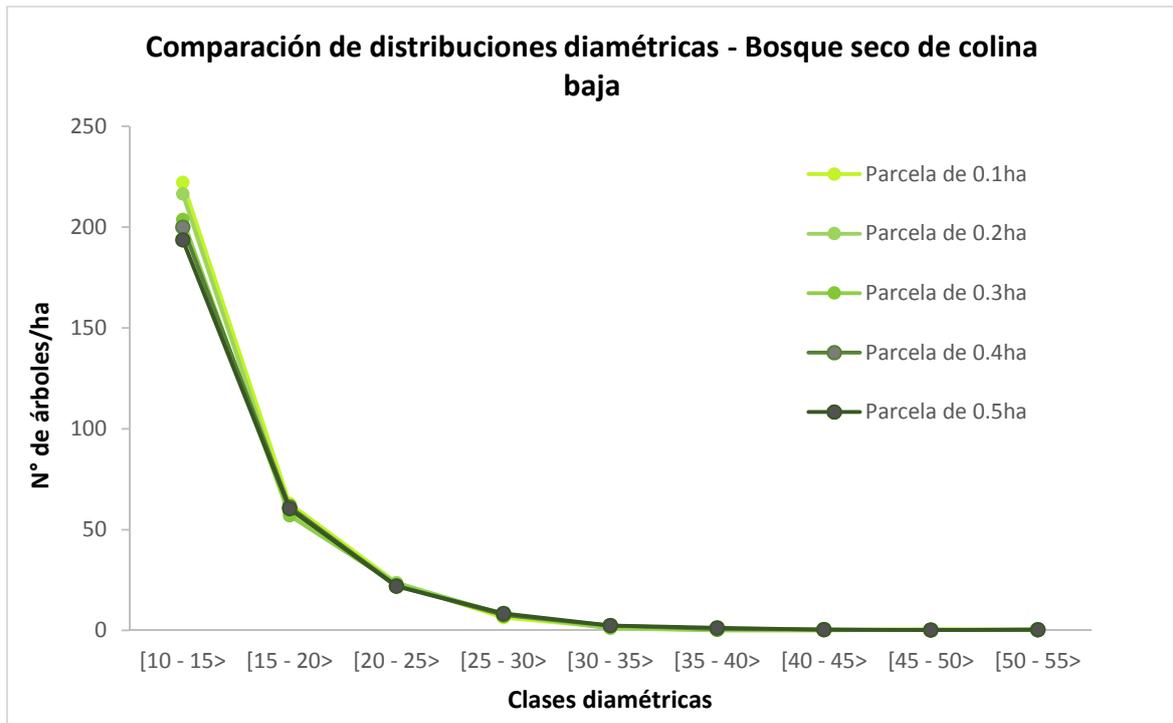


Figura 11: Comparación de distribuciones diamétricas de los cinco tamaños de parcela en el Bosque Seco de Colina Baja

d.2. Bosque Seco Ralo de Llanura

Tabla 22: Prueba de bondad de ajuste en el Bosque Seco Ralo de Llanura

CLASE	Bosque Seco Ralo de Llanura								
	<i>E</i>	<i>O</i> ₁	<i>O</i> ₂	<i>O</i> ₃	<i>O</i> ₄	$(O_1-E)^2/E$	$(O_2-E)^2/E$	$(O_3-E)^2/E$	$(O_4-E)^2/E$
	<i>0,5ha</i>	<i>0,4ha</i>	<i>0,3ha</i>	<i>0,2ha</i>	<i>0,1ha</i>	<i>PRUEBA 1</i>	<i>PRUEBA 2</i>	<i>PRUEBA 3</i>	<i>PRUEBA 4</i>
<i>[10 - 15></i>	82.927	84.399	85.532	95.506	97.183	0.026	0.082	1.908	2.451
<i>[15 - 20></i>	7.724	7.161	6.383	3.371	2.817	0.041	0.233	2.453	3.117
<i>[20 - 25></i>	3.252	3.069	2.128	0.000	0.000	0.010	0.389	3.252	3.252
<i>[25 - 30></i>	3.049	2.813	3.404	0.000	0.000	0.018	0.041	3.049	3.049
<i>[30 - 35></i>	1.016	1.023	0.851	1.124	0.000	0.000	0.027	0.011	1.016
<i>[35 - 40></i>	1.423	1.023	1.277	0.000	0.000	0.112	0.015	1.423	1.423
<i>[45 - 50></i>	0.610	0,512	0.426	0.000	0.000	0.016	0.056	0.610	0.610
TOTAL	100	100	100	100	100	0.224	0.842	12.706	14.918

Se calculó el Chi tabular, según el número de clases diamétricas

$$\text{Chi}_{\text{tab } 0.95} = 12.590$$

$$g.l = N - 1 = 7 - 1 = 6$$

Bosque Seco Ralo de Llanura			
Comparando	χ^2 calculado	χ^2 tabular	Decisión
PRUEBA 1 (0,5ha – 0,4ha)	0.2238	12.590	No Se rechaza H_0
PRUEBA 2 (0,5ha – 0,3ha)	0.8422	12.590	No Se rechaza H_0
PRUEBA 3 (0,5ha – 0,2ha)	12.7058	12.590	Se rechaza H_0
PRUEBA 4 (0,5ha – 0,1ha)	14.9176	12.590	Se rechaza H_0

De los valores se puede deducir que la distribución diamétrica del tamaño de parcela inicial (0,5ha) es similar a la distribución diamétrica de los tamaño de parcela 0,4ha y 0,3ha, pero es diferente para los tamaños de parcela 0,2ha y 0,1ha. Estas similitudes y diferencias también se observa en la Figura 12

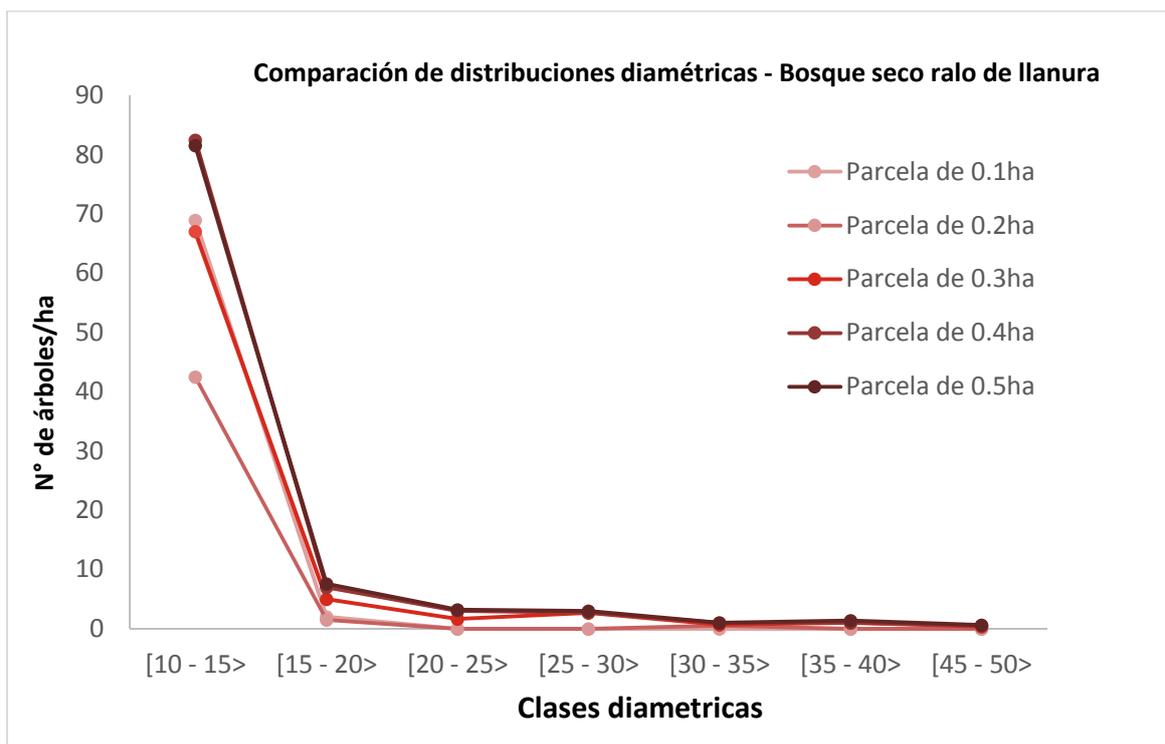


Figura 12: Comparación de distribuciones diamétricas de los cinco tamaños de parcela en el Bosque Seco Ralo de Llanura

Tabla 23: Prueba de bondad de ajuste en el Bosque Seco Ralo de Lomada

CLASE	Bosque Seco Ralo de Lomada								
	E	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄	(O ₁ -E) ² /E	(O ₂ -E) ² /E	(O ₃ -E) ² /E	(O ₄ -E) ² /E
	0,5ha	0,4ha	0,3ha	0,2ha	0,1ha	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PRUEBA 4
[10 - 15>	74.904	77.665	82.895	90.395	91.549	0.102	0.852	3.204	3.699
[15 - 20>	15.365	14.213	10.000	6.215	5.634	0.086	1.873	5.449	6.163
[20 - 25>	5.378	4.230	4.474	1.695	1.408	0.245	0.152	2.522	2.930
[25 - 30>	2.817	2.876	1.579	0,565	0.000	0.001	0,544	1.800	2.817
[30 - 35>	0.896	0.846	0.789	0,565	1.408	0.003	0.013	0.122	0.293
[35 - 40>	0.128	0.000	0.000	0.000	0.000	0.128	0.128	0.128	0.128
[40 - 45>	0.256	0.000	0.000	0.000	0.000	0.256	0.256	0.256	0.256
[55 - 60>	0.128	0.000	0.000	0.000	0.000	0.128	0.128	0.128	0.128
[60 - 65>	0.128	0.169	0.263	0,565	0.000	0.013	0.143	1.491	0.128
TOTAL	100	100	100	100	100	0.962	4.089	15.101	16.541

Se calculó el Chi tabular, según el número de clases diamétricas

$$\text{Chi}_{\text{tab } 0,95} = 15.510$$

$$g.l = N - 1 = 9 - 1 = 8$$

Bosque Seco Ralo de Lomada			
Comparando	χ^2 calculado	χ^2 tabular	Decisión
PRUEBA 1 (0,5ha – 0,4ha)	0.9625	15.510	No se rechaza H ₂
PRUEBA 2 (0,5ha – 0,3ha)	4.0892	15.510	No se rechaza H ₁
PRUEBA 3 (0,5ha – 0,2ha)	15.1011	15.510	No se rechaza H ₀
PRUEBA 4 (0,5ha – 0,1ha)	16.5415	15.510	se rechaza H ₀

De los valores se puede deducir que la distribución diamétrica del tamaño de parcela inicial (0,5ha) es similar a la distribución diamétrica de tamaño de parcela 0,4ha, 0,3ha y 0,2ha pero es diferente para el tamaños de parcela de 0,1ha. Estas similitudes y diferencia también se observa en la Figura 13.

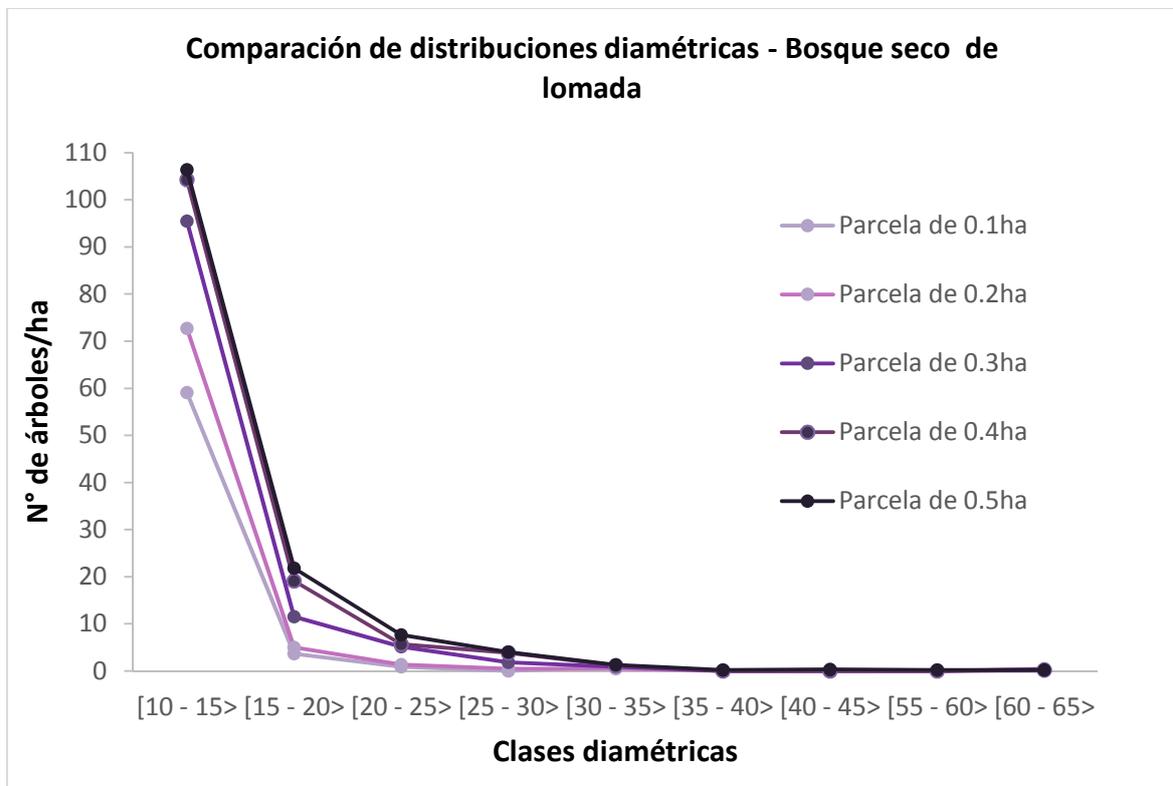


Figura 13: Comparación de distribuciones diamétricas de los cinco tamaños de parcela en el Bosque Seco Ralo de Llanura

El resumen de resultados para la optimización del tamaño de parcela se presenta en la Tabla 22.

Tabla 24: Cuadro resumen de resultados para la optimización del tamaño de parcela

		TAMAÑOS DE PARCELA PROBADOS			
Tipo De Bosque	X²	0,4ha	0,3ha	0,2ha	0,1ha
BSCB	0,5ha	Similar	Similar	Similar	Similar
BSRLL		Similar	Similar	difiere	difiere
BSRL		Similar	Similar	Similar	difiere

Para este inventario forestal estratificado es importante determinar para cual de los tamaños de parcelas probados existe una **similitud** de la distribución diamétrica para los tres tipos de bosques (estratos). Esta condición se encuentra en los tamaños de parcela de 0,4ha y 0,3ha según la prueba X².

Por lo tanto se puede decir que es válido usar cualquiera de estos dos tamaños de parcela y obtener resultados similares y validos estadísticamente que si se usaran parcelas de 0,5ha. En cuanto al tamaño óptimo, hasta este punto se podría indicar que el tamaño de parcela de 0,3ha es el indicado; ya que conforme señala Moscovich (2006) las unidades de tamaño pequeño proporcionan economía de tiempo y por ende en dinero. Sin embargo para tener una mejor decisión se analizó el error de muestreo por tamaño de parcela.

3.1.3. ERROR DE MUESTREO

Los datos de volumen (m³/ha) por tamaño de muestra que sirvieron para elaborar la Tabla 23, se muestran en el Anexo 3. En esta tabla se muestran los resultados del cálculo de Coeficiente de Variabilidad por estrato (CVj%) y Error de muestreo (E%) por tamaño de parcela.

Tabla 25: Error de muestreo por tamaño de parcela en los diferentes tipos de bosques

Tipo de Bosque	n	Pj	Tamaño de parcela (ha)	$X_{Vol/ha}$	S	CVj	CVj*Pj	$\Sigma CVj*Pj$	E%
BSCB	14	0.43	0.1	12.86	9.13	70.97	30.73	82.96	28.05
BSRLL	10	0.26		1.48	1.63	109.93	29.10		
BSRL	11	0.30		2.45	1.88	76.66	23.13		
BSCB	14	0.43	0.2	13.65	5.53	40,50	17.54	66.04	22.33
BSRLL	10	0.26		1.04	0.97	93.56	24.77		
BSRL	11	0.30		2.79	2.19	78.65	23.73		
BSCB	14	0.43	0.3	14.70	7.00	47.63	20.62	56.25	19.02
BSRLL	10	0.26		4.11	3.31	80.45	21.29		
BSRL	11	0.30		4.30	2.04	47.51	14.34		
BSCB	14	0.43	0.4	14.80	6.25	42.24	18.29	45.00	15.21
BSRLL	10	0.26		5.37	3.16	58.81	15.57		
BSRL	11	0.30		5.23	1.93	36.93	11.14		
BSCB	14	0.43	0,5	15.00	7.07	47.10	20.39	45.63	15.43
BSRLL	10	0.26		6.00	3.48	58.10	15.38		
BSRL	11	0.30		6.55	2.14	32.66	9.85		

En cuanto al CVj vemos como existe una relación inversa entre este y el tamaño de parcela, en la Figura 14 se muestra que al aumentar uno disminuye el otro hasta llegar a un punto de equilibrio, donde el aumento del tamaño de parcela no genera una disminución significativa en el CVj (Louman 2001). En el caso del BSCB y BSRL este punto de equilibrio comienza en el tamaño de parcela de 0,3ha; mientras que para el BSRLL el punto de equilibrio comienza en el tamaño de muestra de 0,4ha.

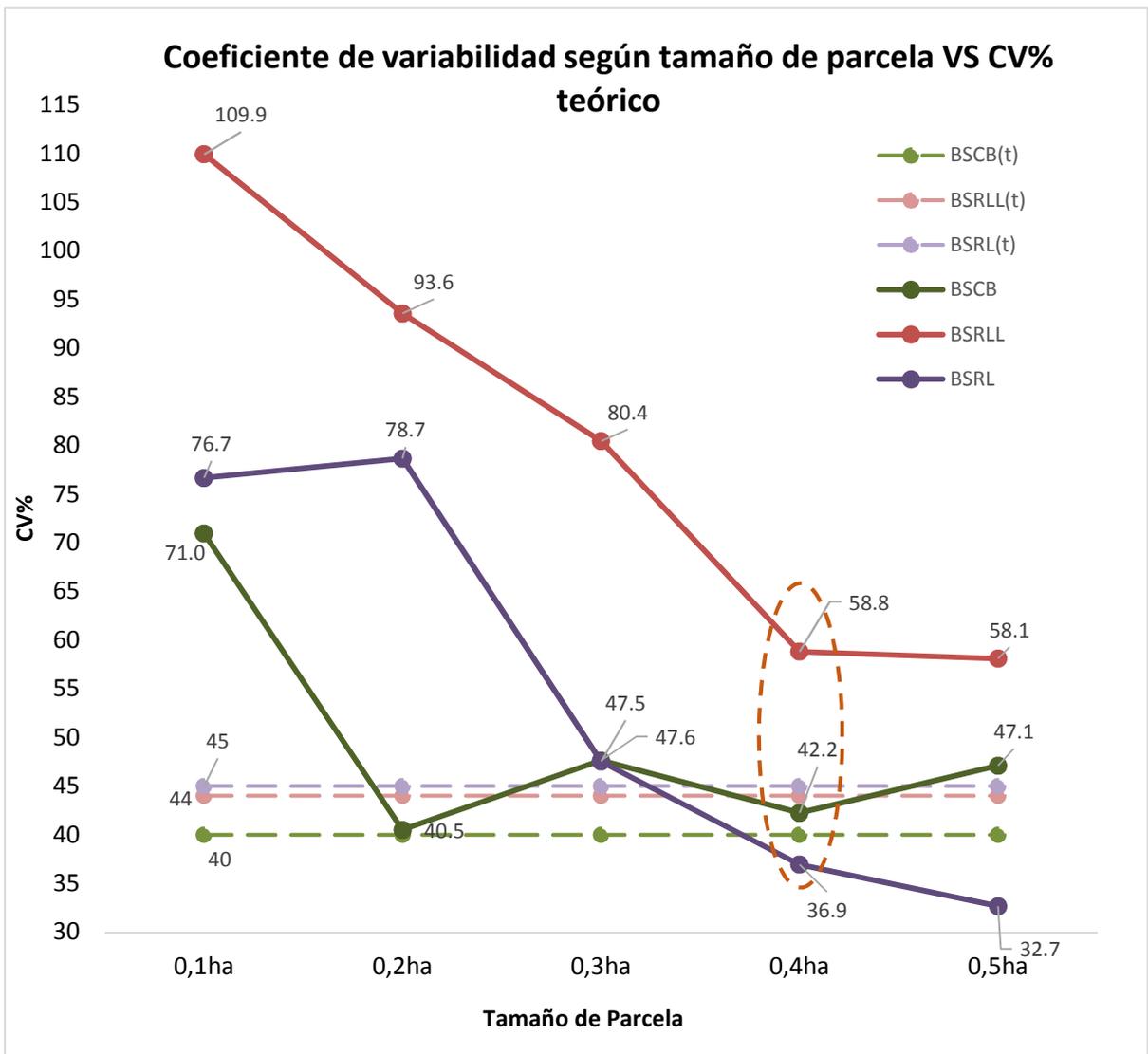


Figura 14: Coeficiente de variabilidad según tamaño de parcela

En la figura también se observa que los CVj teóricos, usados para determinar el tamaño de muestra, muestra mayores similitudes con respecto a los CVj calculados, para un tamaño de parcela de 0,4ha. Para el BSCB el CVj teórico es muy similar al calculado, esto indica que el tamaño de muestra usado para este tipo de bosque si representa la variabilidad del mismo. En el caso del BSRL el CVj teórico está por encima del CVj calculado, lo cual indica que el tamaño de muestra usado para este tipo de bosque si representa la variabilidad del mismo y que incluso se podría haber usado un tamaño de muestra menor. En cuanto al BSRL el CVj teórico está por debajo del CVj calculado, lo cual indica que el tamaño de muestra usado para este tipo de bosque no representaría adecuadamente la variabilidad del mismo, y que se deberían usar un tamaño de muestra mayor; esta diferencia se debe a que el CVj teórico usado

no contempla la extracción selectiva de individuos que viene afectando a este bosque y por lo tanto alterando la variabilidad del mismo.

En cuanto al Error de muestreo se puede observar la relación inversa entre el Error de Muestreo y el Tamaño de Parcela. Los valores más bajos de E% se encuentran en los tamaños de parcela 0,3ha; 0,4ha y 0,5ha.

El error de muestreo considerado inicialmente para el cálculo de tamaño de muestra es de 15 por ciento, el cual corresponde a un Inventario de tipo semi-detallado; considerando esto se puede observar en la tabla 23 que usando una tamaño de parcela de 0,4ha se obtiene un error de muestreo de 15.21 por ciento el cual es muy similar al usado inicialmente, mientras que el E% usando parcelas de 0,3ha se tiene es de 19.02 por ciento, valor que se acerca más al usado para un inventario de tipo exploratorio.

Por lo tanto considerando el Error de muestreo al análisis de optimización de parcela, se tiene que el tamaño de parcela óptimo para este tipo de inventario es de 0,4ha.

3.1.4. CARACTERIZACION DEL BOSQUE

Se contrastaron los resultados de caracterizar el bosque con el uso de parcelas de 0,5ha y el tamaño óptimo 0,4ha.

a. Distribución Diamétrica

Tabla 26: Distribución diamétrica por tipos de bosque y tamaño de parcela usado – Frecuencia por ha.

<i>Clases Diamétricas</i>	<i>BSCB</i>		<i>BSRLL</i>		<i>BSRL</i>	
	<i>0.4ha</i>	<i>0,5ha</i>	<i>0.4ha</i>	<i>0,5ha</i>	<i>0.4ha</i>	<i>0,5ha</i>
<i>[10 - 15></i>	200.0	193.7	82.5	81.6	104.32	106.36
<i>[15 - 20></i>	61.3	60.4	7.0	7.6	19.09	21.82
<i>[20 - 25></i>	22.1	21.9	3.0	3.2	5.68	7.64
<i>[25 - 30></i>	7.7	8.4	2.8	3.0	3.86	4.00
<i>[30 - 35></i>	2.5	2.4	1.0	1.0	1.14	1.27
<i>[35 - 40></i>	0.7	1.3	1.0	1.4	0.00	0.18
<i>[40 - 45></i>	0.5	0.4	0	0	0.00	0.36
<i>[45 - 50></i>	0.2	0.1	0.5	0.6	0.00	0.00
<i>[50 - 55></i>	0.4	0.4	0	0	0.00	0.00
<i>[55 - 60></i>	0	0	0	0	0.00	0.18
<i>[60 - 65></i>	0	0	0	0	0.23	0.18
<i>Total</i>	295.4	289.1	97.8	98.4	134.32	142.0

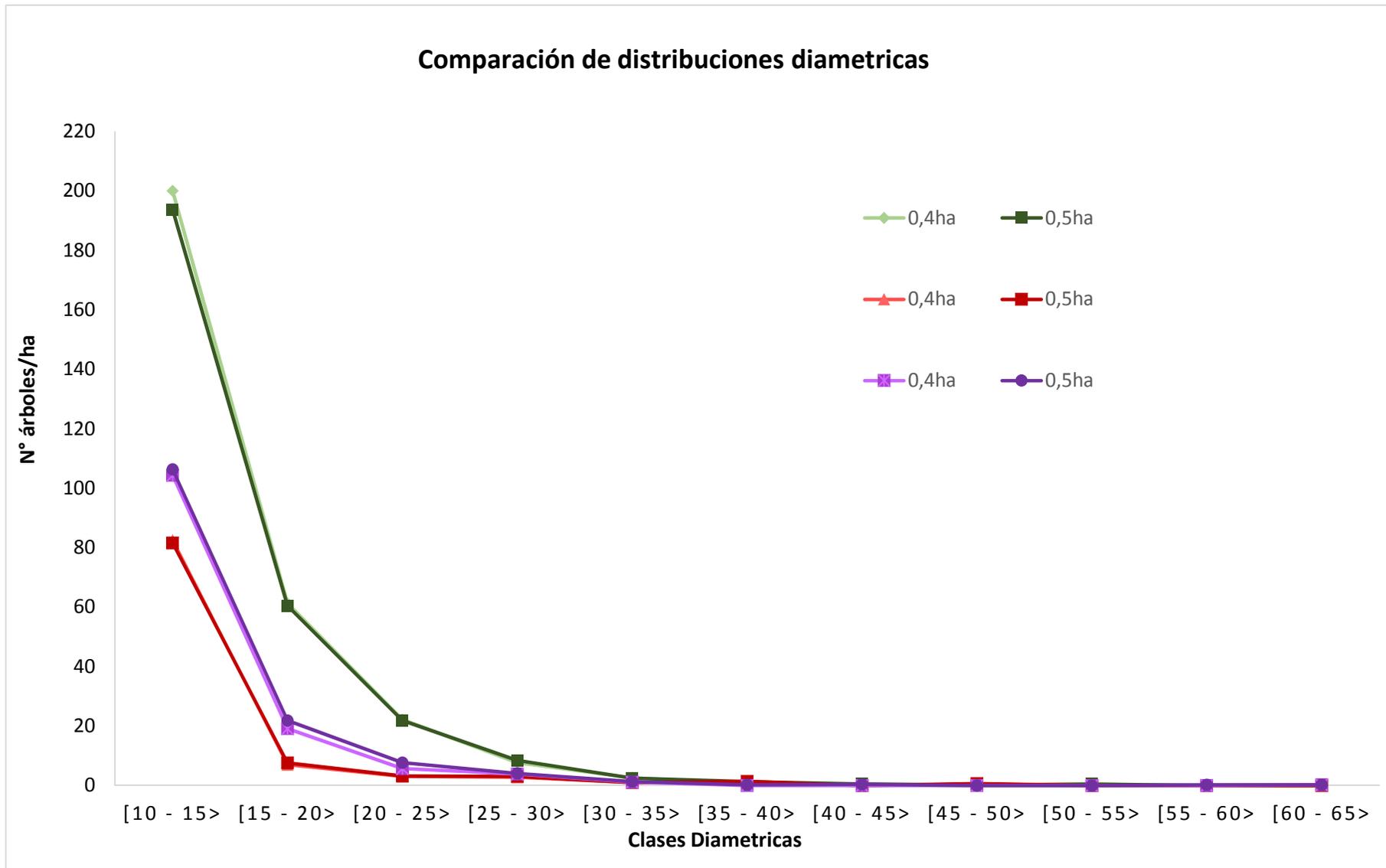


Figura 15: Distribución diamétrica según tamaño de parcela y tipo de bosque

En la Figura 15 se observa que las distribuciones diamétricas según tamaño de parcela son muy similares en cada tipo de bosque.

Se puede apreciar la tendencia de las curvas en forma de J invertida, en todos los casos; además la mayor cantidad de individuos se encuentra en la clase diamétrica de 10cm a 15cm; esta característica señala que la población estudiada es auto regenerativa, con una alta concentración de individuos en las clases menores y una reducción acentuada para las clases mayores. La tendencia de la curva de la J invertida también señala que estos bosques se encuentra en coherente proceso de desarrollo en dirección a etapas de crecimiento y productividad más avanzados, ya que la existencia de abundantes individuos jóvenes nos dice que estos irán a suceder individuos arbóreos que ya se encuentran posiblemente en la fase senil. Sin embargo hay que señalar que esta dinámica poblacional está limitada por la ocurrencia, hasta ahora impredecible, de “El Niño”, fenómeno climático que desequilibra las condiciones normales del ambiente y que gracias a las fuertes lluvias origina un medio apropiado para que el bosque reverdezca, las semillas germinen y el bosque crezca (AIDER 2015).

b. Categoría de Uso

Según el Plan de Manejo Forestal Comunitario para los bosques secos de “El Choloque” (2004) se han agrupado a las especies que conforman sus bosques en categorías de uso maderable y no maderable; por lo cual en el inventario ejecutado se aplicó esta categorización, teniendo como resultado que (Tabla 25):

Tabla 27: Categoría de uso de los individuos evaluados por tamaño de parcela y tipo de bosque por ha.

<i>Tamaño de Parcela</i>	<i>Categoría de uso</i>	<i>BSCB</i>	<i>BSRLL</i>	<i>BSRL</i>	<i>Total</i>
0,5ha	No Maderables	172.4	96.8	123.8	393.0
	Maderables	112.3	0.6	7.1	120.0
	Otros	4.4	1.0	11.1	16.5
0,4ha	No Maderables	179.5	96.5	116.8	392.8
	Maderables	112.1		6.4	118.5
	Otros	3.8	1.0	11.1	15.9

Tanto en el tamaño de parcela de 0,5ha y 0,4ha y los tipos de bosque, se tiene mayor presencia de especie con aptitud de uso No Maderable. En la Figura 16 se puede apreciar la distribución porcentual según estas categorías de uso, para toda la población evaluada:

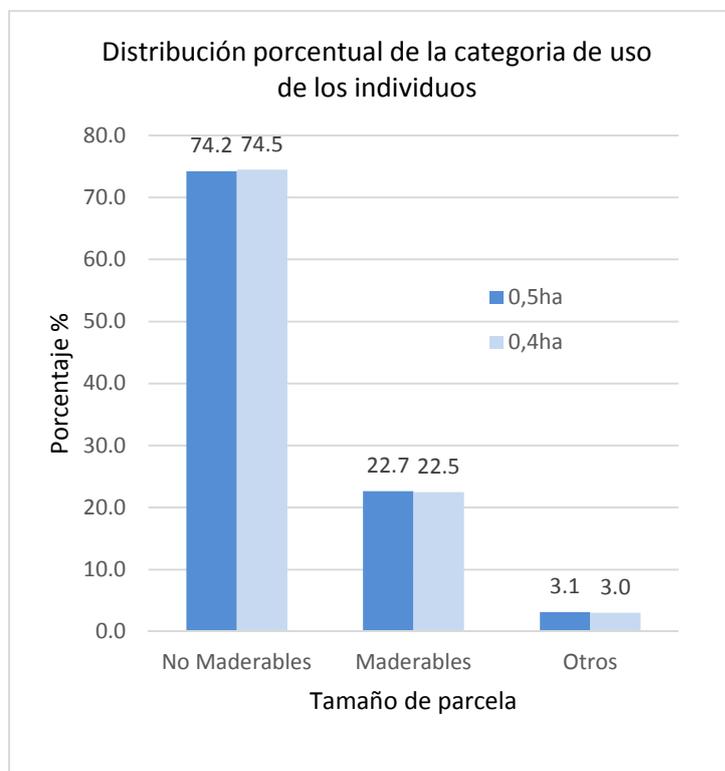


Figura 16: Distribución porcentual del total de la población según tamaño de parcela

La diferencia porcentual en cada categoría de uso, por tamaño de parcela es mínima. Por lo cual se puede decir que el tamaño de parcela de 0,4ha representa adecuadamente esta caracterización del bosque, tanto como lo hace el uso de parcelas de 0,5ha.

En la Figura 17 vemos la distribución porcentual de la población por categoría de uso y según tipo de bosque; en esta se evidencia que existe una gran similitud de las cifras que arrojan el uso de parcelas de 0,5ha con las de 0,4ha; incluso si se hace una diferenciación según tipo de bosque.

Además se puede decir que según la categoría de uso el BSCB tiene potencial para un manejo con fines No Maderables y Maderables, pues en este bosque se encuentran ambos grupos en buena proporción. Mientras que en el BSRL y BSRL al tener una composición mayormente de especies de uso No Maderables, su potencial sería un manejo con estos fines

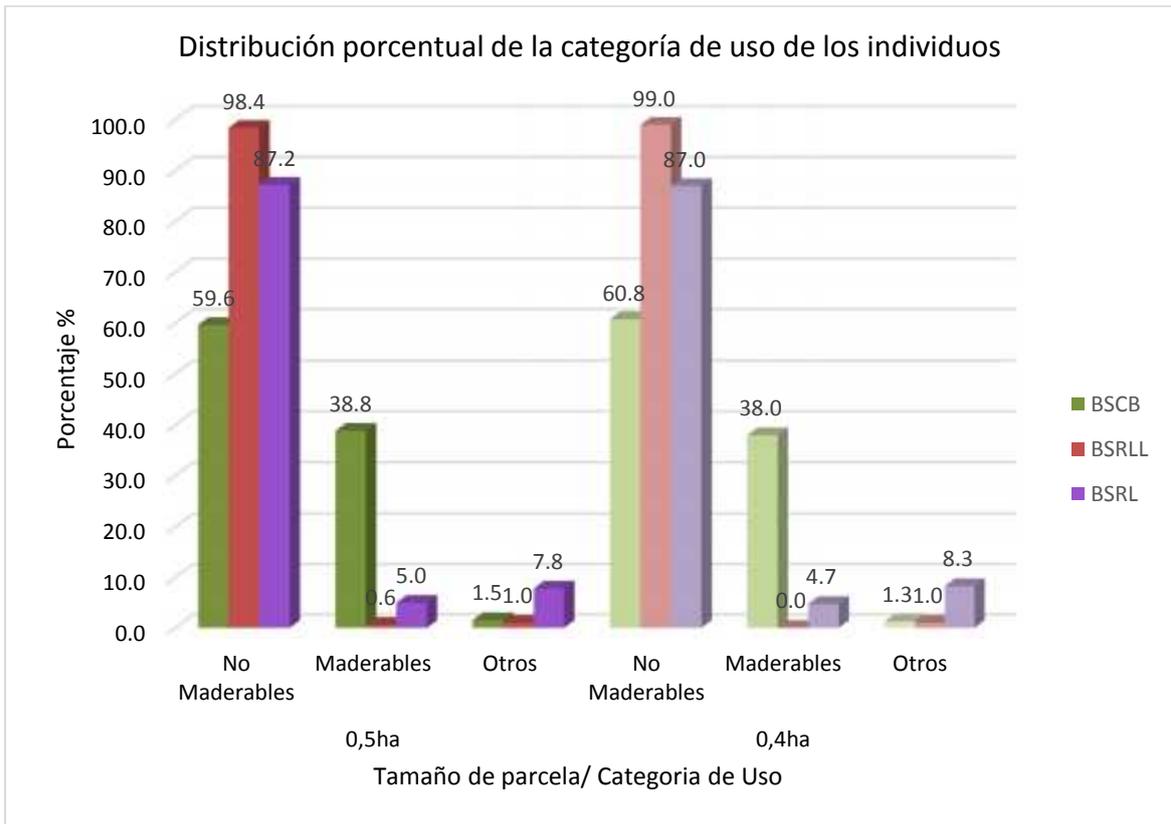


Figura 17: Distribución porcentual de la población por categoría de uso y según tamaño de parcela y tipo de bosque

c. Tipos de Calidad

Los resultados de la Tabla 26 presentan la clasificación según tipo de calidad, evaluada solo en las especies Maderables (Hualtaco y Faique). En esta Tabla vemos que los individuos, en su mayoría, se encuentran dentro del Tipo de calidad 1, tanto si consideramos un tamaño de parcela de 0,5ha como la de 0,4ha. El tipo de calidad 3 solo está siendo ocupado por individuos de la especie Hualtaco, por lo que es importante poner atención en el manejo a esta población.

Tabla 28: Distribución de la población según tipos de calidad por tamaño de parcela y tipos de bosques, por ha.

Tamaño de Parcela	N°/ha	BSCB		BSRLL		BSRL	
	Tipos de Calidad	Hualtaco	Faique	Hualtaco	Faique	Hualtaco	Faique
0,5ha	CALIDAD 1	73.14	0.57		0.40	2.55	2.55
	CALIDAD 2	34.43			0.20	1.27	0.73
	CALIDAD 3	4.14					
0,4ha	CALIDAD 1	72.14	0.54			2.73	2.27
	CALIDAD 2	34.29				1.14	0.23
	CALIDAD 3	5.18					

En la Figura 18 vemos que al comparar la distribución porcentual total de la población evaluada, los resultados al usar parcelas de 0,5ha y 0,4ha presentan valores similares. Por lo cual se puede decir que el tamaño de parcela de 0,4ha representa adecuadamente esta caracterización del bosque.

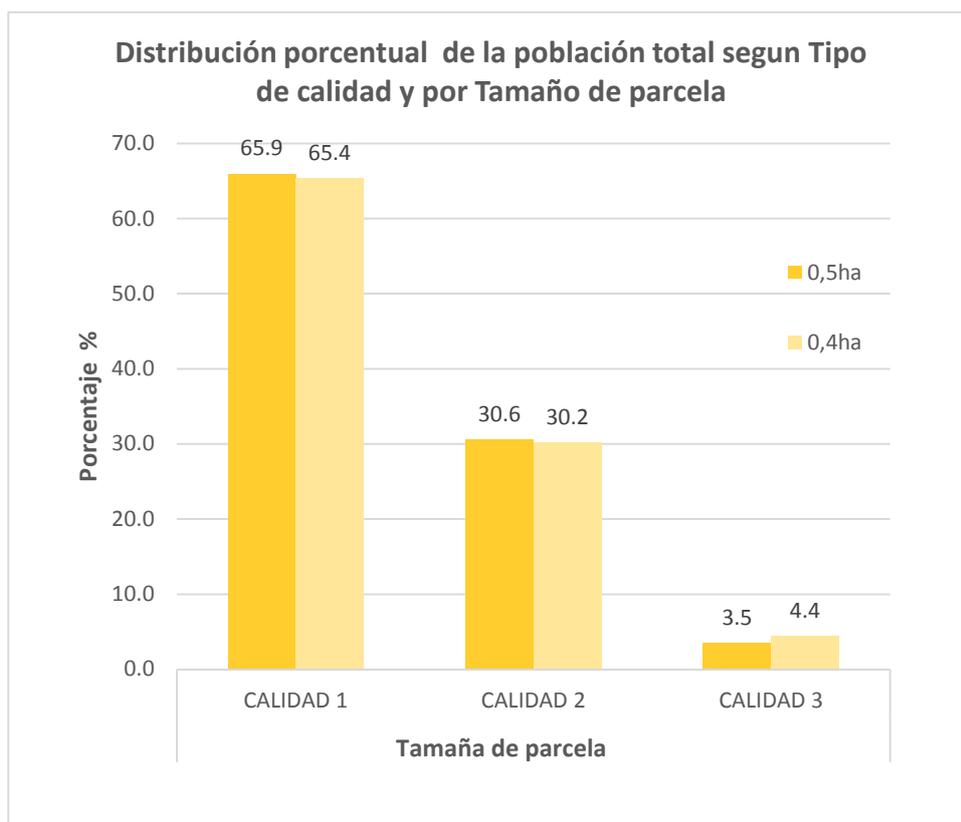


Figura 18: Distribución porcentual de la población total según Tipo de calidad y por Tamaño de parcela

En la Figura 19 vemos que la distribución porcentual evidencia una similitud entre el uso de parcelas de 0,5ha con las de 0,4ha para el BSCB y el BSRL; mientras que para el BSRL se ve que no se tiene información en las parcelas de tamaño 0,4ha. Esto se puede entender ya que incluso en las parcelas de 0,5ha solo se evaluaron 3 individuos que representan menos de 1 árbol/ha, por lo que al no ser una especie representativa del bosque, esta información se pierde al usar tamaños de parcela de menor tamaño.

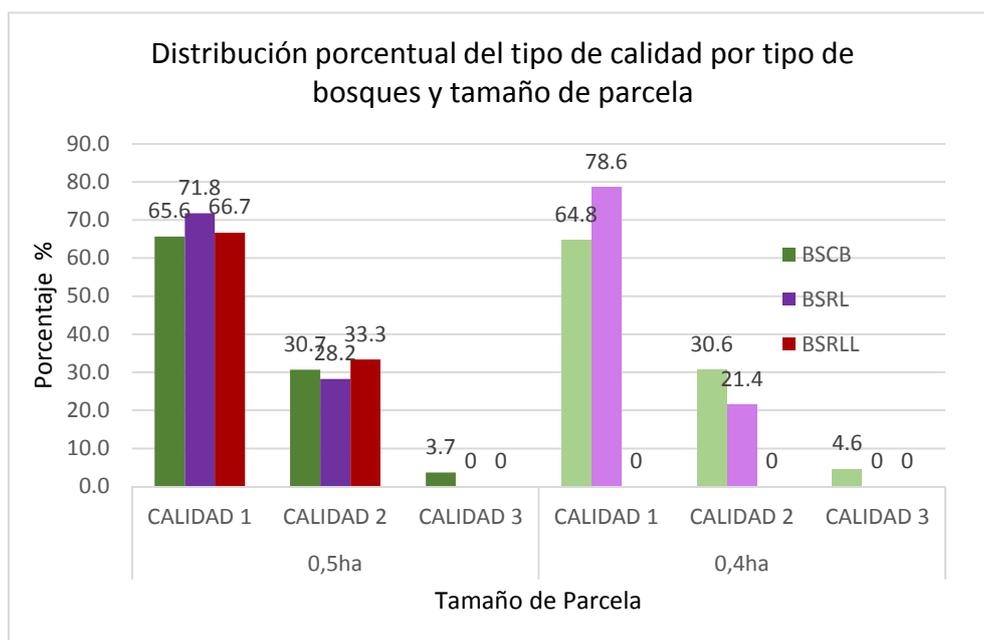


Figura 19: Distribución porcentual del Tipo de Calidad de los individuos según tamaño de parcela y tipo de bosque

d. Sanidad

Los resultados de la Tabla 27 presentan la clasificación según tipo de sanidad, evaluada solo en las especies No Maderables (Algarrobo, palo santo, sapote, charan y overo). En esta Tabla vemos que los individuos, en su mayoría, se encuentran dentro del Tipo de sanidad 1, tanto si consideramos un tamaño de parcela de 0,5ha como la de 0,4ha. El tipo de calidad 3 se encuentra en su mayoría en el BSRL.

Tabla 29: Distribución de la población según tipos de sanidad por tamaño de parcela y tipos de bosques por ha.

Tamaño de Parcela	N°/ha	BSCB	BSRLL	BSRL
	Tipos de Sanidad			
0,5ha	SANIDAD 1	171.4	90.4	115.8
	SANIDAD 2	1.0	6.2	3.1
	SANIDAD 3	0.0	0.2	4.9
0,4ha	SANIDAD 1	178.2	91.0	109.1
	SANIDAD 2	1.3	5.5	2.5
	SANIDAD 3	0.0	0.0	5.2

En la Figura 20 vemos que al comparar la distribución porcentual total de la población evaluada, los resultados al usar parcelas de 0,5ha y 0,4ha presentan valores muy cercanos. Por lo cual se puede decir que el tamaño de parcela de 0,4ha representa adecuadamente la caracterización de tipo de sanidad.

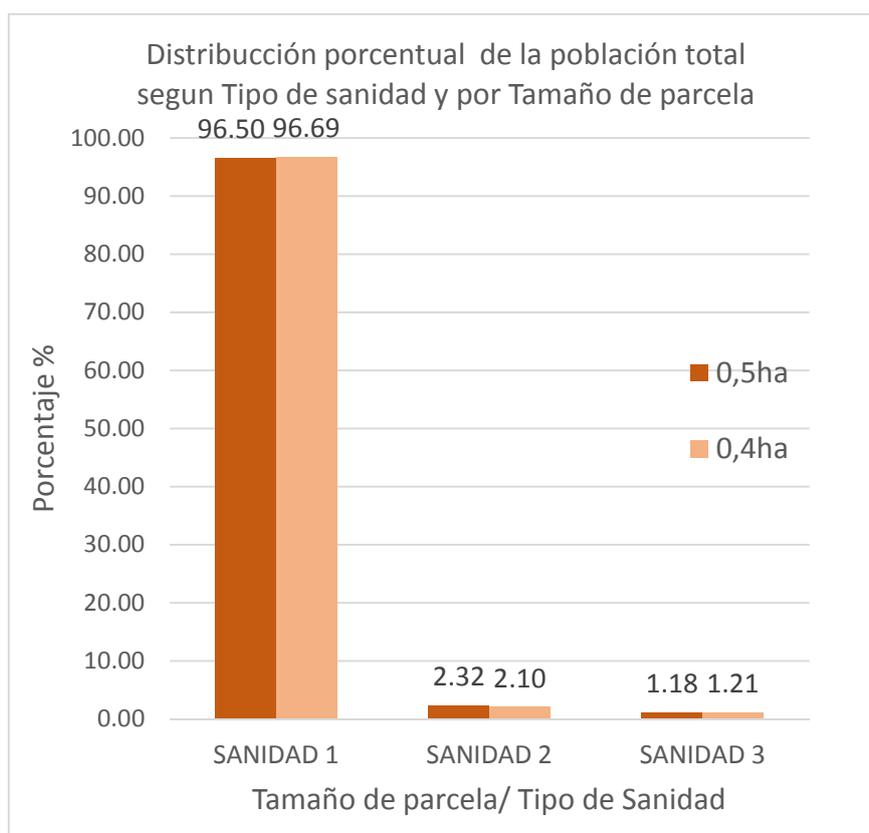


Figura 20: Distribución porcentual de la población total según Tipo de sanidad y por Tamaño de parcela

En la Figura 21 vemos que la distribución porcentual evidencia una similitud en los resultados, al usar parcelas de 0,5ha frente a las de 0,4ha; para los tres tipos de bosques.

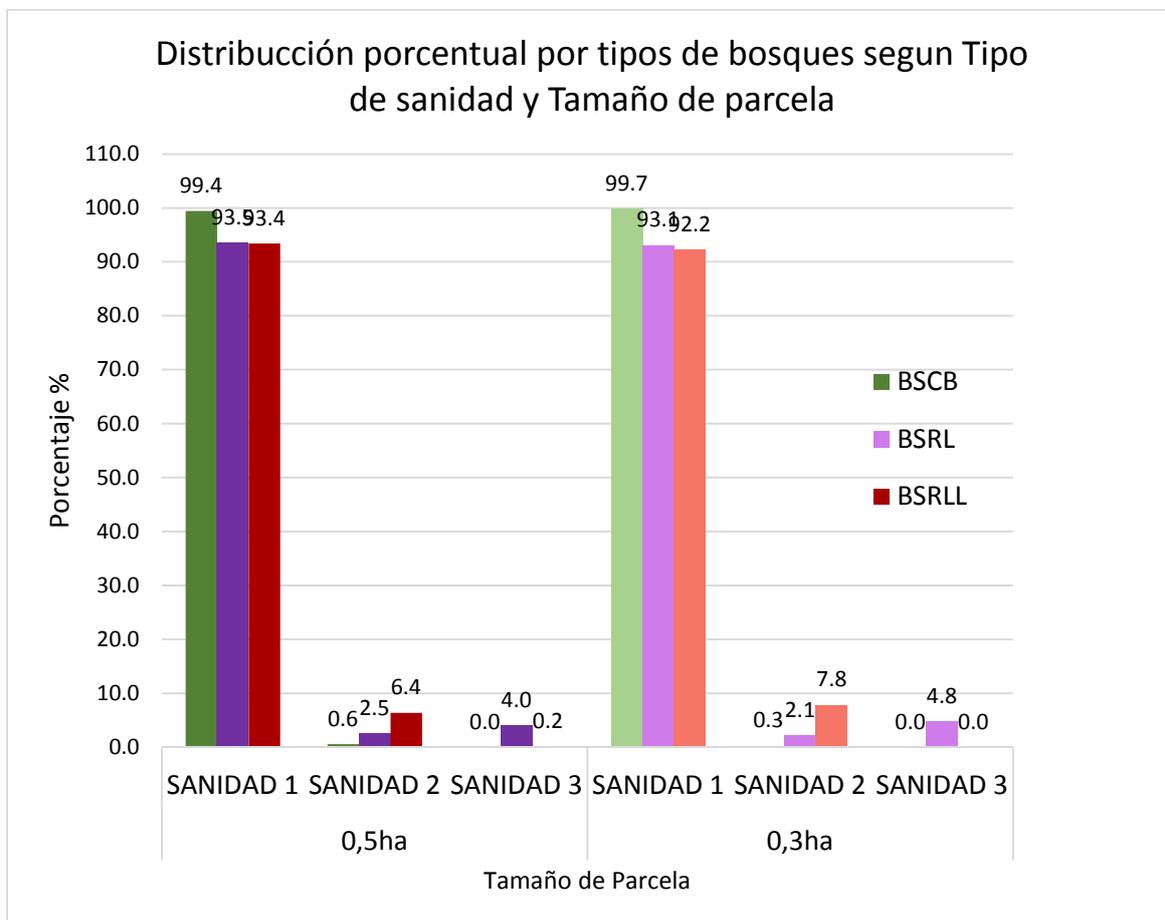


Figura 21: Distribución porcentual por tipos de bosques según Tipo de sanidad y Tamaño de parcela

e. Volumen de copa

Se ve en la Tabla 28 la distribución volumétrica de todos los individuos evaluados (de uso no maderable), la mayoría de estos se ubican en las clase de 10 a 20 m³ y de 20 a 30 m³ en todas las especies; excepto el overo cuya población se ubican en su mayoría en las primera clase de 0 a 10 m³ y de 10 a 20 m³. Esto se debe a que el overo es una especie arbustiva que en general desarrolla su copa en menor volumen que las especies arbóreas.

Tabla 30: Distribución volumétrica de las copas para los individuos con uso no maderable

Tipo de Bosque	Tamaño de Parcela	Especies de Uso no maderable	N° de árboles/ha	Clases - Volumen de copa (m ³)						
				[0 - 10>	[10 - 20>	[20 - 30>	[30 - 40>	[40 - 50>	[50 - 60>	[60 - +>
Bosque seco de colina baja		algarrobo	6.6	0.1	2.0	1.6	0.3	0.9	0.4	1.3
		Charan	1.9	0.3	1.1	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0
		overo	109.0	57.1	41.1	8.7	1.1	0.6	0.1	0.1
		Palo Santo	51.6	13.4	27.1	7.1	2.3	1.1	0.1	0.3
		sapote	3.4	0.4	1.6	1.1	0.1	0.1	0.0	0.0
Bosque seco ralo de llanura	0,5ha	algarrobo	29.2	1.8	5.2	4.6	1.4	2.4	2.2	11.6
		Charan	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		overo	65.2	23.2	23.4	10.6	5.8	1.4	0.4	0.4
		sapote	2.2	0.8	0.6	0.6	0.2	0.0	0.0	0.0
Bosque seco de Lomada		algarrobo	77.8	31.8	32.9	3.3	2.5	2.5	2.2	2.5
		Charan	0.4	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.2
		overo	44.7	24.7	17.8	1.6	0.2	0.2	0.2	0.0
		Palo Santo	0.7	0.0	0.0	0.4	0.2	0.0	0.2	0.0
		sapote	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Bosque seco de colina baja		algarrobo	6.8	0.2	2.0	1.8	0.4	0.7	0.5	1.3
		Charan	1.8	0.4	1.1	0.0	0.2	0.2	0.0	0.0
		overo	115.9	59.5	44.6	9.5	1.3	0.7	0.2	0.2
		Palo Santo	51.4	13.9	27.3	6.8	2.1	0.7	0.2	0.4
		sapote	3.6	0.2	1.8	1.3	0.2	0.2	0.0	0.0
Bosque seco ralo de llanura	0,4ha	algarrobo	28.8	2.0	4.3	5.3	1.3	2.3	2.5	11.3
		Charan	0.3	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		overo	64.8	24.3	22.8	10.3	5.5	1.0	0.5	0.5
		sapote	2.8	1.0	0.8	0.8	0.3	0.0	0.0	0.0
Bosque seco de Lomada		algarrobo	72.0	30.9	30.5	3.2	2.3	1.8	2.3	1.1
		Charan	0.2	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
		overo	43.6	23.2	19.1	0.9	0.2	0.0	0.2	0.0
		Palo Santo	0.7	0.0	0.0	0.5	0.2	0.0	0.0	0.0
		sapote	0.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Se puede observar en la Figura 22 que al comparar la distribución de frecuencias relativas de volúmenes de copas, según tipo de bosque y tamaño de parcela, se encuentra una similitud entre los resultados de 0,5ha y las de 0,4ha. Por lo cual se puede decir que un tamaño de parcela de 0,4ha representa adecuadamente la caracterización de volumen de copa.

Distribución de volumen de copas por tipo de bosque y tamaño de parcela

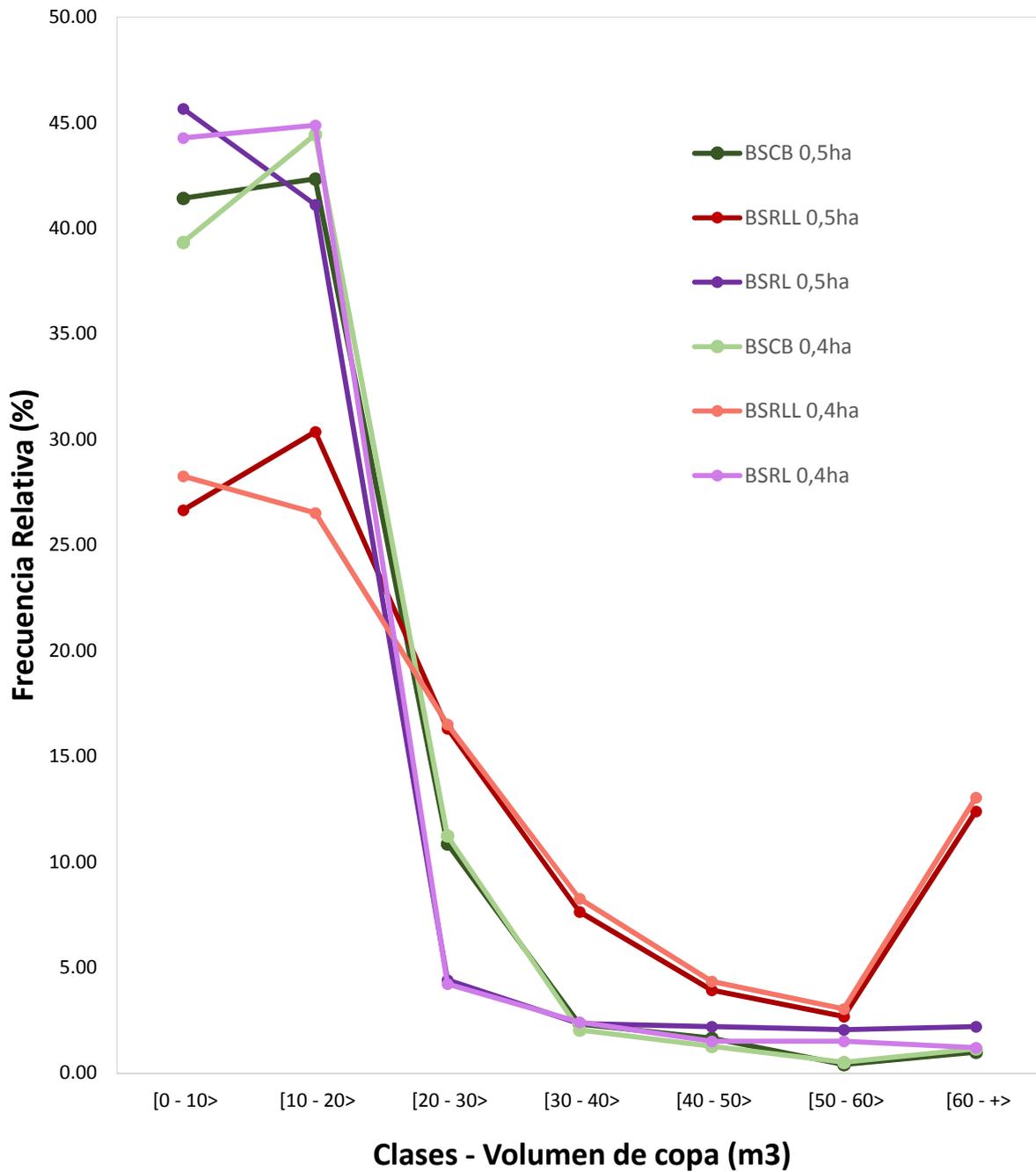


Figura 22: Distribución de la frecuencia relativa de volumen de copas por tipo de bosques y tamaño de parcela

Al realizar un contraste con la distribución diamétrica, se ve que la mayoría de individuos en fase juvenil y madura se encuentran en las primeras clases (de 10 a 15cm y de 15 a 20cm de DAP), lo cual coincide con la distribución de los individuos en las clases volumétricas (de 10 a 20 m³ y de 20 a 30 m³); por lo tanto es válido decir que dado el número de individuos en estas clases, la población en general tiene potencial productivo no maderable.

En cuanto al potencial no maderables por tipo de bosque, se puede decir que; para el **BSCB** el potencial sería melífero, por la abundancia del palo santo y su distribución volumétrica de copas que indica que los individuos tienen un tamaño de copa adecuado; además se tiene en este bosque un gran número de overos por lo tanto es fuente potencial de forraje. En el **BSRLL** el potencial sería producción de forraje y vainas por la cantidad de overo y algarrobo respectivamente; además según la distribución volumétrica del algarrobo se observa la existencia de árboles en clases mayores, lo que indica mayor superficie para la producción de frutos. En el **BSRL** el potencial sería producción de vainas y producción melífera por la cantidad de algarrobo, además se observa que en su distribución volumétrica los individuos se distribuyen en las clases mayores, lo que indica mayor superficie para la producción de vainas.

f. Regeneración Natural

No se realizó una comparación entre el uso de parcelas de 0,5ha y 0,4ha ya que independientemente del tamaño de parcela usado, para la evaluación de regeneración natural se levantan pequeñas parcelas dentro de estas. Se muestra el resumen de los datos recogidos en las parcelas de 5m x 5m y de las parcelas 10m x 25m en las Tablas 29 y 30 respectivamente.

Tabla 31: Resumen de Inventario de Regeneración en las parcelas de 5m x 5m (HT 30 cm – DAP 4,9)

TIPO DE BOSQUE	N° Parcelas	Área Evaluada (ha)	Especie	N° Total/Especie	Total	N° Plantas/ha	N° Plantas/ha
Bosque Seco de Colina Baja	14	0.035	Hualtaco	30	402	857	11486
			Faique	2		57	
			Charan	3		86	
			Palo santo	22		629	
			sapote	8		229	
			overo	82		2343	
otros	255	7286					
Bosque Seco Ralo de Llanura	10	0.025	Sapote	4	115	160	4600
			Overo	66		2640	
			Otros	45		1800	
Bosque seco de Lomada	11	0.0275	Faique	4	124	145	4509
			Algarrobo	15		545	
			Sapote	25		909	
			Overo	32		1164	
			Otros	48		1745	

Como vemos en la tabla anterior, la contabilización de las plántulas arroja números altos por hectárea, sin embargo esta abundante presencia no significa en ningún caso que la regeneración se haya establecido definitivamente. Muchas veces esta es efímera y desaparece a corto plazo, de forma casi total, por factores como la carencia de luz así como la presencia del ganado doméstico (Morales, 2001).

Tabla 32: Resumen de Inventario de Regeneración en las parcelas de 10m x 25m (DAP : 5,0cm - 9,9 cm)

<i>TIPO DE BOSQUE</i>	N° Parcelas	Área Evaluada (ha)	Especie	N° Total/Especie	Total	N° Plantas/ha	N° Plantas/ha
<i>Bosque Seco de Colina Baja</i>	14	0.35	Hualtaco	57	86	163	246
			Faique	1		3	
			Palo santo	21		60	
			overo	7		20	
<i>Bosque Seco Ralo de Llanura</i>	10	0.25	Algarrobo	6	11	24	44
			Sapote	4		16	
			Overo	1		4	
<i>Bosque seco de Lomada</i>	11	0.275	Algarrobo	42	61	153	222
			Palo santo	1		4	
			Sapote	3		11	
			Overo	15		55	

Tabla 33: Número de individuos con aptitud maderable y no maderable en la evaluación a la regeneración natural (5cm - 9.9cm de DAP)

<i>Tipo de Bosque</i>	<i>MAD</i>	<i>MAD%</i>	<i>NOMAD</i>	<i>NOMAD%</i>	<i>Total general</i>
<i>BSCB</i>	58	67.44	28	32.55	86
<i>BSRL</i>			61	100	61
<i>BSRLL</i>			11	100	11
<i>Total general</i>	58	36.71	100	63.30	158

Además se evaluó la sanidad en la regeneración natural (5cm - 9.9cm de DAP), el resumen se muestra en la Tabla 18 y Figura 20.

El cálculo de tamaño de muestra es de 35 parcelas, igual al número de parcelas usados en el inventario con estratificación; por lo cual se trabajó para los cálculos con las mismas parcelas ya levantadas.

a. Prueba de Comparación

Las tablas que preceden a la construcción de la tabla 34 se presentan en el Anexo 4.

Tabla 36: Prueba de bondad de ajuste en el bosque seco de “El Choloque”

CLASE	Bosque seco de “El Choloque”								
	E	O ₁	O ₂	O ₃	O ₄	(O ₁ -E) ² /E	(O ₂ -E) ² /E	(O ₃ -E) ² /E	(O ₄ -E) ² /E
	0,5ha	0,4ha	0,3ha	0,2ha	0,1ha	PRUEBA 1	PRUEBA 2	PRUEBA 3	PRUEBA 4
[10 - 15>	71.247	72.420	74.082	75.376	75.939	0.019	0.113	0.239	0.309
[15 - 20>	17.622	17.261	15.767	15.766	16.041	0.007	0.195	0.195	0.142
[20 - 25>	6.400	6.108	6.317	6.112	5.802	0.013	0.001	0.013	0.056
[25 - 30>	2.912	2.693	2.646	2.037	1.536	0.016	0.024	0.263	0.650
[30 - 35>	0.880	0.873	0,594	0.443	0,512	0.000	0.093	0.217	0.154
[35 - 40>	0,516	0.303	0.270	0.000	0.000	0.087	0.117	0,516	0,516
[40 - 45>	0.152	0.114	0.054	0.000	0.000	0.009	0.063	0.152	0.152
[45 - 50>	0.121	0.114	0.108	0.089	0.171	0.000	0.001	0.009	0.020
[50 - 55>	0.091	0.076	0.108	0.089	0.000	0.003	0.003	0.000	0.091
[55 - 60>	0.030	0.000	0.000	0.000	0.000	0.030	0.030	0.030	0.030
[60 - 65>	0.030	0.038	0.054	0.089	0.000	0.002	0.018	0.112	0.030
Total	100	100	100	100	100	0.188	0.660	1.746	2.149

Se calculó el Chi tabular, según el número de clases diamétricas

$$\text{Chi}_{\text{tab } 0.95} = 18.310$$

$$g.l = N - 1 = 11 - 1 = 10$$

Bosque seco de "El Choloque"			
Comparando	X²calculado	X²tabular	Decisión
PRUEBA 1 (0,5ha – 0,4ha)	0.1884	18.310	No se rechaza H ₀
PRUEBA 2 (0,5ha – 0,3ha)	0.6596	18.310	No se rechaza H ₀
PRUEBA 3 (0,5ha – 0,2ha)	1.7457	18.310	No se rechaza H ₀
PRUEBA 4 (0,5ha – 0,1ha)	2.1495	18.310	No se rechaza H ₀

De los valores se puede deducir que la distribución diamétrica del tamaño de muestra inicial (0,5ha) es similar a la distribución diamétrica de los cuatro tamaños de muestra que se probaron (0,4ha, 0,3ha, 0,2ha y 0,1ha).

Según los resultados obtenidos se podría decir que en un inventario no estratificado, al usar parcelas de 0,1ha, 0,2ha, 0,3ha, 0,4ha y 0,5ha se obtienen resultados similares. Hay que remarcar que la prueba Chi – cuadrado compara solo la similitud de las distribuciones diamétricas sin tener en cuenta el error de muestreo intrínseco; por lo cual para un mejor análisis es importante considerar la desviación estándar, coeficiente de variabilidad y el error de muestreo; lo cual evidencia la influencia de los valores máximos y mínimos, presentes en cada muestreo, al hacer una ponderación sin distinción de estratos.

b. Error de muestreo

En el Anexo 5 se ven los cuadros con los resúmenes de volumen por cada faja levantada, datos que sirvieron para realizar el cálculo de error de muestreo tal como se muestra en la Tabla 35.

Tabla 37: Error de muestreo por tamaño de parcela en un inventario sin estratificar

Tipo de Bosque	Tamaño de parcela (ha)	n	XVol/ha	S	CV%	E%	N° de árboles
Bosque seco de "El Choloque"	0.1	35	6.338	7.934245	125	41.69	586
	0.2		6.631	6.898088	104	34.64	1129
	0.3		7.755	6.027398	77.7	25.88	1852
	0.4		9.095	6.400485	70.4	23.43	2636
	0,5		9.774	6.516951	66.7	22.20	3297

En la Tabla anterior se ve como el coeficiente de variabilidad asciende conforme disminuye el tamaño de parcela; y en todos los casos se aleja notablemente al valor teórico usado de 43

por ciento. Según Malleux y Romero (1969), para un bosque húmedo tropical; es posible mediante la estratificación la reducción de las varianzas de la población. Según los resultados mostrados en la tabla anterior esto también se cumple en un bosque seco.

Con respecto al el error de muestreo tiende a subir conforme va disminuyendo el tamaño de parcela; en ningún caso el E% calculado se acerca a 15 por ciento, valor que se quiere alcanzar. Esto indica que con el mismo número de parcelas el error es mayor al error que se obtiene en el inventario forestal estratificado. Para alcanzar el error esperado se tendría que aumentar considerablemente el número de parcelas a inventariar (Malleux y Romero 1969).

Con respecto a la influencia de la estratificación en la determinación del tamaño óptimo de parcela se puede decir que **si influye**, ya que al no estratificar, a pesar de los resultados de la prueba de X^2 , el análisis del E% muestra que sin estratificar ningún tamaño de parcela es adecuado para ser usado en este inventario de tipo semidetallado.

Esta simulación confirma la importancia de estratificar para obtener una mayor precisión en la estimación de datos promedios de la estructura de un bosque y confirma lo que los estudios realizados por Malleux y Romero (1969), para un bosque húmedo tropical, también cumplen en un bosque seco.

V. CONCLUSIONES

- 1) Se ha determinado que el tamaño de parcela óptimo para inventariar el bosque de “El Choloque” con estratificación y a un grado de detalle semi-detallado es de 0,4ha, según las pruebas de bondad de ajuste y el contraste con el error de muestreo.
- 2) Al estratificar el bosque se tienen errores de muestreo menores; por lo cual se pueden elegir tamaños de parcela con mayor seguridad que represente adecuadamente cada estrato.
- 3) Al estratificar el bosque se logra reducir el tamaño de muestra lo que se traduce en un apreciable ahorro de tiempo y costos.
- 4) La caracterización del bosque “El Choloque” mostró que se trata de una población joven con potencial productivo tanto maderable como no maderable.
- 5) La Prueba X^2 de Bondad de Ajuste, demostró ser eficaz en determinar diferencias entre dos distribuciones de frecuencias diamétricas de los diferentes tamaños de parcela probados.

VI. RECOMENDACIONES

- Poner en práctica el uso de parcelas de 0,4ha en la evaluación de los bosques de “El Choloque” como base para su plan de manejo forestal; ya que esto disminuiría el tiempo de evaluación y por ende los costos de inventario.
- Actualizar el mapa forestal del bosque “El Choloque”.
- Hacer una evaluación en el BSRL para determinar los impactos reales que ha tenido, este tipo de bosque, frente a las actividades antrópicas a las que ha sido sometido.
- Se recomienda seguir con las prácticas de manejo que se vienen realizando a partir del 2004, y enfrentar las limitaciones como oportunidades de mejora.
- Según la caracterización del bosque se recomienda, seguir con el manejo que se viene realizando en los tres tipos de bosques.
- Incluir en el manejo del BSCB la producción melífera.
- Para el BSRL se recomienda aumentar el control que se tiene para evitar la extracción y por ende la degradación de este bosque.
- Incluir en el manejo del BSRL, la producción de forraje y vainas de algarrobo.
- Para el BSRL se recomienda implementar un manejo con fines no maderables, para la producción de vainas de algarrobo y producción melífera.
- Se recomienda para el BSRL hacer énfasis en el control de la sanidad, ya que es el único tipo de bosque que presenta individuos con tipo de sanidad 3.
- Se recomienda considerar en siguientes inventarios para este bosque seco la declinación magnética al momento del levantamiento de líneas base.
- Continuar con las investigaciones en bosques secos.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIDER (Asociación para la Investigación y el Desarrollo Integral). 2014. Proyecto de carbono forestal en el Perú. Alternativa para mitigar el cambio climático e incrementar los beneficios económicos en la actividad forestal. Lima, PE. 470p.
- _____. 2004. Unidades piloto demostrativas para el desarrollo de las poblaciones campesinas del bosque seco. Documento de sistematización. Piura, PE. 129p.
- Alemán, M. Espinoza, E. Navarro, A. 2009. Recurso Forestal *Prosopis pallida* “Algarrobo”. Asociación Comunal para el Manejo del Bosque Seco de la Cuenca de Bocapan (ACMBB). (En línea). Tumbes, PE. 57p. Consultado 5 dic. 2015. Disponible en http://redpeia.minam.gob.pe/admin/files/item/4d8a4fa7462bc_Plan_de_Manejo_Forestal._Recurso_Forestal_Prosopis_pallida.pdf
- Alvarado, J. 2005. Reforestación con algarrobo “*Prosopis pallida*” en el ecosistema estacional laguna de la Niña – Lambayeque. Trabajo Profesional (Ing. Fores.). Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 69p.
- Anónimo, s.f. Consultado 5 mar. 2015. Disponible en: http://www.bdigital.unal.edu.co/125/10/54_-_9_Capi_9.pdf
- Barrera, R. 1993 Mapa Forestal 1983. Sector El Cardo Paraje Choloque, Soledad, El Pato. CEIMAD Proyecto Algarrobo. Esc. 1:10 000 BYN
- Calderon, C. 1999. Manejo forestal en los bosques secos – tecnologías aplicadas. Trabajo Profesional (Ing. Fores.). Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 158p.
- Calzada, J. 1970. Métodos estadísticos para la investigación. Editorial Jurídica. Lima, PE. 643 p.
- Carrera, F. Tineo, A. 1994. Inventarios Forestales en Bosques secos. Proyecto RENARM/Producción en Bosques Naturales. CATIE. Turrialba, C.R. Consultado 5 dic. 2015. Disponible en: http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/1056/Curso_inventarios_forestales.pdf;jsessionid=4BF AAD967D5553E51FF25B5A99B60988?s equence=1

- Dauber, E. 1995. Guía práctica y teórica para el diseño de un inventario forestal de reconocimiento. BOLFORD. Proyecto de manejo forestal sostenible Ministerio de Desarrollo sostenible y medio ambiente. Santa Cruz, BO. 53p. Consultado 7 abril 2015. Disponible en: http://rportal.net/library/content/Forestry_Silviculture_CBNRM/documentos-bolfor/guia-practica-y-teorica-para-el-diseno-de-un-inventario-fore.pdf/at_download/file
- Eyzaquirre, R. s.f. Apuntes de clase Curso de Métodos Estadísticos para la Investigación. Departamento de Estadística e Informática. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, PE. 143p
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2015. Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2015. Informe Nacional Perú. Consultado 16 jul 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/3/a-az305s.pdf>
- _____. 2015. Inventario forestal. Consultado 14 abril 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/forest-inventory/basic-knowledge/es/>
- _____. 2009. Manual para la recolección integrada de datos de campo. Monitoreo y Evaluación de los Recursos Forestales Nacionales. Versión 2.2. Documento de Trabajo de Monitoreo y Evaluación de los recursos Forestales Nacionales. Roma. Consultado 12 enero 2015. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/016/ap152s/ap152s.pdf>
- INRENA (Instituto Nacional de Recursos Naturales). 2003. Proyecto Algarrobo - Mapa de Bosques Secos del departamento de Lambayeque. Memoria descriptiva. Lima, PE. 43 p.
- _____. 1997. Bosque seco y desertificación. Seminario Taller sobre el Algarrobo de la región Grau. Lambayeque, PE. 131p
- Jara, F; Otivo, J. 1990. Potencial forestal del departamento de Lambayeque: inventario forestal del bosque seco en el departamento de Lambayeque. Dirección General Forestal y de Fauna. Piura, PE. 56 pp.

- Johnson, E. 2000. Forest sampling desk reference. (En línea). USA. 985 p. Consultado 11 ene. 2015. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=AITLBQAAQBAJ&lpg=PP1&pg=PP5#v=onepage&q&f=false>
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura en los Trópicos. Los ecosistemas forestales en los bosques tropicales y sus especies arbóreas – posibilidades y método para un aprovechamiento sostenido. Eschborn- Alemania. 335p.
- La Torre-Cuadros, M; Linares-Palomino, R. 2008. Mapas y clasificación de vegetación en ecosistemas estacionales: un análisis cuantitativo de los bosques secos de Piura. (En línea). Rev. Perú biol. vol.15 no.2. Lima, PE. Consultado 06 de feb. 2016. Disponible en http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-99332008000100006&lng=en&nrm=iso
- Linares-Palomino, R. 2003. Los Bosques Tropicales Estacionalmente secos en el Perú. Distribución, composición y relaciones florísticas. Tesis (Biólogo). Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- _____. 2004. Los bosques tropicales estacionalmente secos: II. Fitogeografía y Composición Florística. Arnaldoa. Consultado 20 de setiembre 2014. Disponible en: www.geocities.com/bosquesechos/
- Louman, B; Quiros, D; Nilsson, M. 2001. Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en américa central. CATIE. Turrialba, CR. 265p.
- Machado, G. Leon, M. 2005. Selección del tamaño de parcela de muestreo para el inventario de los bosques pluvisilvas en guantánamo. Centro de Informacion y Gestión Tecnológica. Consultado 30 marzo de 2015. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181322702006>
- Malleux, J; Romero, R. 1969. Estudios sobre los efectos de la estratificación de bosques tropicales con fines de inventario. Revista Forestal del Perú. Órgano Oficial del Instituto Forestal. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima- PE. 1(3) 48-57.
- Mandallaz, D. 2008. Sampling techniques for forest inventories. Chapman & Hall/CRC . Taylor & Francis Group. U.S consultado 10 abril 2015. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=lCnIGO1rt18C&lpg=PP1&ots=NLehPhknP1&lr&pg=PR4#v=onepage&q&f=false>

- Matteucci, S; Colma, A. 1982 Metodología para el estudio de la vegetación. Washington, D.C. U.S.
- Melo, O; Vargas, R. 2003. Evaluación Ecológica y Silvicultura de ecosistemas boscosos. Universidad del Tolima. Ibagué, CO. 235p.
- MINAG (Ministerio de Agricultura). 1981 “Inventario forestal del bosque seco del norte: Tumbes, Piura y Lambayeque”. Lima, PE. 81p.
- _____. 1988. “Inventario Forestal del bosque seco del Noroeste” Piura, PE. 56p.
- MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego). 2012. Lineamientos y Formatos para la Formulación de los Planes de Manejo Forestal en Bosques de la Costa. Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre. Ministerio de Agricultura. Lima, PE. 145p.
- MINAM (Ministerio del Ambiente). 2016. La conservación de bosques en el Perú (2011 - 2016). Conservando los bosques en un contexto de cambio climático como aporte al crecimiento verde. Lima, PE. Consultado 12 ago. 2016. Disponible en <http://www.minam.gob.pe/informessectoriales/wp-content/uploads/sites/112/2016/02/11-La-conservaci%C3%B3n-de-bosques-en-el-Per%C3%BA.pdf>
- Moscovich, F; Brena, D. 2006. Comprobación de cinco métodos de muestreo forestal en un bosque nativo de *Araucaria angustifolia* Bert. O. Ktze. Quebracho Santiago del Estero. Consultado 20 abril 2015. Disponible en: http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30262006000100002&lng=es&nrm=iso
- Morales, L. 2001. Diagnostico cuali-cuantitativo de la Regeneración Natural de los Bosques Secos en la Zona Reservada de Batan Grande. Tesis para optar el título de Ingeniero forestal. UNALM. Lima, PE. 58p
- Mostacedo, B. Fredericksen, T. 2000. Manual de Métodos Básicos de muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR). Santa Cruz, BO. 87p. Consultado 20 febrero 2015. Disponible en: <http://www.bionica.info/Biblioteca/Mostacedo2000EcologiaVegetal.pdf>

- Ortiz, E; Quiroz, D. 2002. Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central/eds. Lorena Orozco, Cecilia Brumer, Turrialba, C.R. CATIE, 264P. Consultado 8 octubre 2014. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Inventarios_Forestales%20Bosques_Latifoliados_AC.pdf
- Otivo, J. 2015. Aportes para un manejo sostenible del ecosistema bosque tropical seco de Piura. Asociación para la Investigación y Desarrollo integral - AIDER, Piura, PE. 67p.
- Palomares, M. 1996. PONENCIA DE PERU: Manejo del bosque seco del Noroeste del Perú. Lima, PE Consultado 8 octubre 2014. Disponible en: <http://infobosques.com/descargas/biblioteca/423.pdf>
- Pineda, P. Marmillod, D. Ferreira, P. Ocampo, R. 1995. Elementos de muestreo para el diseño de un inventario del Bayal (*Desmoncus* spp.) en el bosque petenero. Programa de Investigación científica. II semana científica. CATIE. 103-107pp. Consultado 7 febrero 2015. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=rdIOAQAAIAAJ&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=true>
- Ponce-Hernandez, R. 2004. Assessing carbon stocks and modelling win-win scenarios of carbon sequestration through land-use changes. FAO, Roma, IT. 166p. Consultado 23 julio 2016. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/carbonstocks.pdf>
- Prodan, M; Peters, R; Cox, F; Real, P. 1997. Mensura Forestal. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San Jose, C.R. 561p.
- Quevedo, H. 2006. Métodos Estadísticos para la Ingeniería Ambiental y la Ciencia. Universidad Autonoma de CD. Juarez. 848p. Ciudad Juarez, ME. Consultado 23 Nov 2014. Disponible en: <http://bivir.uacj.mx/LibrosElectronicosLibres/UACJ/ua00001.pdf>

- Quintero, M. 2003. Comparación de la distorsión del error tipo I en las de independencia y de bondad de ajuste, utilizando el muestreo con parcelas de área fija y el método de Bitterlich. Tesis (Mg. Sc en Estadística Aplicada) Mérida, VE. Universidad de Los Andes. 168p. Consultado 2 febrero 2015 disponible en: http://webdelprofesor.ula.ve/forestal/mariaq/archivos_guias_apuntes/Tesis_maestria.pdf
- Reátegui, E. 2005. Diseño de Muestreo para la Supervisión de los Censos Forestales Comerciales en Bosques Tropicales de Madre de Dios. Tesis (Ing. Fores.). Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. . 144p
- Rodriguez, A. Alvarez, R. 2005. Uso múltiple del bosque seco del Norte del Perú: Análisis del Ingreso y Autoconsumo. Zonas Áridas N°9. CIZA, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, PE. (9) 131- 148.
- _____; Uhlenbrock, M. 2005. Poverty and natural resource degradation: Agropastoralism in the Northern Coast Of Peru. Zonas Áridas N°9. Centro de Investigación de Zonas Áridas. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima- PE. (9) 83-106.
- Sabogal, C; Casaza, J. 2010. Casos Ejemplares de Manejo Forestal Sostenibles en América Latina y el Caribe. FAO. Roma – IT. 284p. Consultado 7 febrero 2014. Disponible en: http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/casejes.pdf
- Salazar, S. 2011. Óptima intensidad de muestreo para la actualización del stock de madera en pie del fundo El Porvenir. Tesis (Ing. Fores.). Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. . 144p
- Schwartz, E. 2004. Estudio de tendencias y perspectivas del Sector Forestal en América Latina Documento de Trabajo. Informe Nacional Perú. INRENA. FAO. Roma. 92p. Consultado 15 jun. 2016. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/j4024s/j4024s00.pdf>

- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú). 2014. El fenómeno El Niño en el Perú. Reducir la vulnerabilidad de la población y sus medios de vida ante riesgo de desastres. Desarrollar el conocimiento del riesgo. Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – PLANAGERD 2014 – 2021 (en línea). Lima, PE. Consultado 12 dic. 2015. Disponible en http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/07/Dossier-El-Ni%C3%B1o-Final_web.pdf
- Servan, A. 2006. Caracterización florística y análisis de diversidad de la vegetación leñosa de bosque seco en el área de distribución de la pava aliblanca (*Penelope albipennis* Taczanowsky). Tesis (Ing. Fores). Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Sula, O. 2011. Valoración del manejo sustentable de los productos forestales no maderables en el páramo de Sachaguayco, Canton Mocha, provincia de Tungurahua. Tesis (Ing. Fores). Escuela superior politécnica de Chimborazo. Riobamba, EC. Consultado 23 enero 2015. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/740/1/33T0080%20SULA%20LGA.pdf>
- Tarazona, R. 1999. Variabilidad de los Bosques Secos en la Costa Norte del Perú, con relación a su distribución Latitudinal. Tesis para optar el título de Ingeniero forestal. UNALM. Lima, PE. 60p
- Thorsten, J. Palacios. W. 2000. Manual para inventarios forestales. CATIE. Quito, EC. 77p
- Uhlenbrock, M; Rodriguez, A. 2005. Evaluación de la productividad primaria neta arbórea potencial y la arquitectura vegetal para una mejor producción caprina en el departamento de Piura. Zonas Áridas N°9. CIZA, Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, PE. Pag. 161 – 177p
- Vallejos, L. 2005. Comparación de dos sistemas de Muestreo – Fajas y Punto Cuadrante- en la unidad modelo de manejo y producción forestal dantas – Huánuco. Tesis (Ing. Forestal). UNALM. 156p
- Vilela, J. 2005. Sistematización de la experiencia del INRENA Proyecto Algarrobo, en el manejo del fuego en la región Piura (Experiencia 1998 - 2000). Tesis (Ing. Fores). Lima, PE. Universidad Nacional Agraria La Molina. 54p

Wayne, D. 1993. Bioestadística. Base para el Análisis de las Ciencias de la salud. Ed. LIMUSA, S.A. de C.V. ME. 663 p.

VIII. ANEXO

ANEXO 1

COORDENADA DE INICIO UTM Y AZIMUT DE INGRESO DE PARCELA

<i>Tipo de Bosque</i>	<i>Nº Fajas</i>	<i>Faja</i>	<i>X</i>	<i>Y</i>	<i>AZIMUT</i>
<i>Bosque Seco Ralo de Llanura</i>	10	D01	648250	9327980	180°
		D02	648500	9327980	180°
		D03	648750	9328020	0°
		D04	649000	9328020	0°
		D05	649675	9328175	285°
		D06	651155	9328285	285°
		D07	649920	9329020	0°
		D08	650200	9328550	270°
		D09	649825	9328550	270°
		D10	649450	9328550	270°
<i>Bosque Seco Ralo de Lomada</i>	11	F01	648000	9327980	180°
		F02	648675	9327600	255°
		F03	649175	9327685	255°
		F04	649650	9327825	255°
		F05	650125	9327950	255°
		F06	650660	9328100	255°
		F07	648000	9328980	180°
		F08	648250	9328980	180°
		F09	648500	9328980	180°
		F10	648750	9329020	0°
		F11	649000	9329050	0°

Tipo de Bosque	Nº Fajas	Faja	X	Y	AZIMUT
Bosque Seco de Colina	14	CH01	650750	9328980	0°
		CH02	650750	9329020	180°
		CH03	651000	9328980	0°
		CH04	651000	9329020	180°
		CH05	651250	9328980	0°
		CH06	651250	9329020	180°
		CH07	651500	9328980	0°
		CH08	651500	9329020	180°
		CH09	651750	9329020	0°
		CH10	652000	9329020	180°
		CH11	652250	9329300	0°
		CH12	652750	9329300	180°
		CH13	653000	9329150	170°
		CH14	653216.5	9329100	170°

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 2

INSTRUCTIVO DE CAMPO

INSTRUCTIVO DE CAMPO PARA LA EJECUCION DEL INVENTARIO FORESTAL EN EL BOSQUE DE "EL CHOLOQUE"

Presentación

El presente instructivo describe los detalles del diseño del inventario a realizarse y tiene como objetivo guiar el proceso de ejecución del inventario forestal y la evaluación del bosque seco de "El Choloque". Este manual pretende orientar a los integrantes de las brigadas y establecer las funciones de cada miembro y ser un soporte en cada etapa de la evaluación.

1. Brigadas de Evaluación y funciones

Se trabajará con 3 brigadas de 3 personas cada uno.

Jefe de brigada (JB): Es el responsable de la organización del trabajo, encargado de la brújula, libretista y la supervisión de los datos de forma permanente.

Matero (M) Encargado de reconocer y definir los árboles a medir además de medir el diámetro de los árboles, diámetro de copa, sanidad

Asistente (A): Encargado de abrir camino; recibirá las indicaciones del jefe de brigada y colocara los jalones. Manejara el hipsómetro y estimara las alturas (fuste, total y de copa).

2. Equipos, Instrumentos y materiales



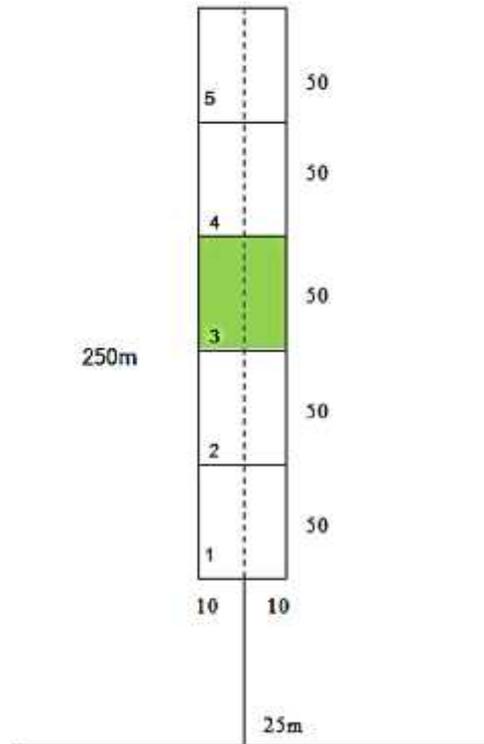
- Mapas del área de estudio.
- Cables
- Machete
- Lima- piedra de asentar
- Formularios
- Lápices-Borrador -Tajador

- Botiquín de primeros auxilios

3. PARCELAS DE EVALUACION

Las parcelas serán de tipo temporal de forma rectangular de 20 m x 250m (fajas) se evaluarán individuos de $DAP \geq 10\text{cm}$ o $CAP \geq 31.41\text{cm}$. La faja está Conformada por 5 subparcelas; dentro de la subparcela 3, se levantarán pequeñas parcelas de 10m x 50m y de 5m x 5m; para evaluar regeneración natural.

Figura 1. Faja principal



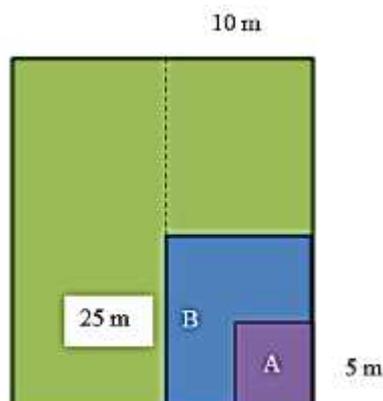
Parcelas de 10m x 25m (B):

Se evaluaron a los individuos con DAP entre 5,0 cm y 9,9cm.

Parcelas de 5m x 5m (A):

Dentro de estas parcelas se hará conteo la regeneración natural de las especies de interés. Se hizo un conteo de las plántulas con alturas superiores a 30 cm y hasta 4,9 cm de DAP.

Figura 2. Tamaño y Forma de sub parcela

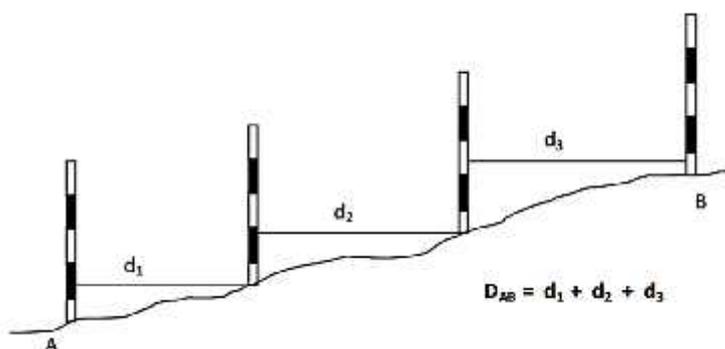


4. LEVANTAMIENTO DE LINEAS BASE

Se levantarán las líneas base por cada tipo de bosque; se tendrá como referencia las coordenadas UTM. Conforme se va avanzando se colocarán jalones de 5cm de diámetro que indicaban la entrada a las parcelas. El levantamiento será realizado por los jefes de brigada, se empezará desde el oeste, siguiendo una dirección oeste a este. Se usarán instrumentos como el GPS, cintas métricas y cables.

Al encontrarse con terreno con pendiente pronunciada se realizarán resaltos horizontales, tal como se muestra en la siguiente figura.

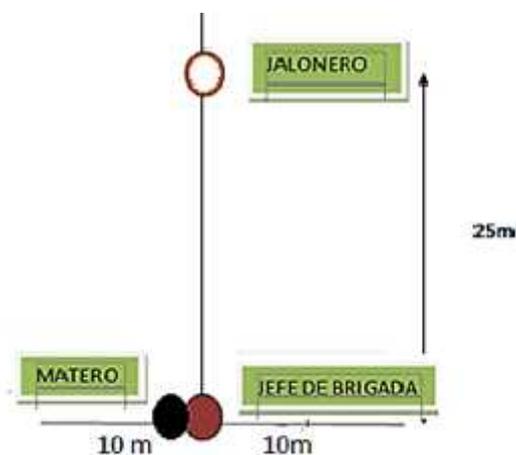
Figura 3. Resaltos Horizontales



5. LEVANTAMIENTO DE PARCELAS DE EVALUACION

- Antes de salir del campamento, el JB verifica con la lista de verificación que los instrumentos y equipos se encuentren listos y en las mochilas para llevarlos al campo.
- Las brigadas ingresarán al campo según un orden determinado. Ahora bien en cada brigada, primero entrará el A con un extremo del cable (25m) abriendo camino en la dirección que el JB le indica, se ubicará a 25m con ayuda del M quien sostendrá el otro extremo del cable; colocará un jalón y se comenzará con la evaluación. El JB tendrá la labor de recolección de datos y anotación de estos. El procedimiento se repite en los siguientes tramos; se tendrá en cuenta que cada 50m se colocará un jalón de 5cm de diámetro el cual determinará el inicio/fin de cada sub parcela, con respecto al ancho de la faja se controlará 10m a cada lado.

Figura 4. Modo de desplazamiento en campo



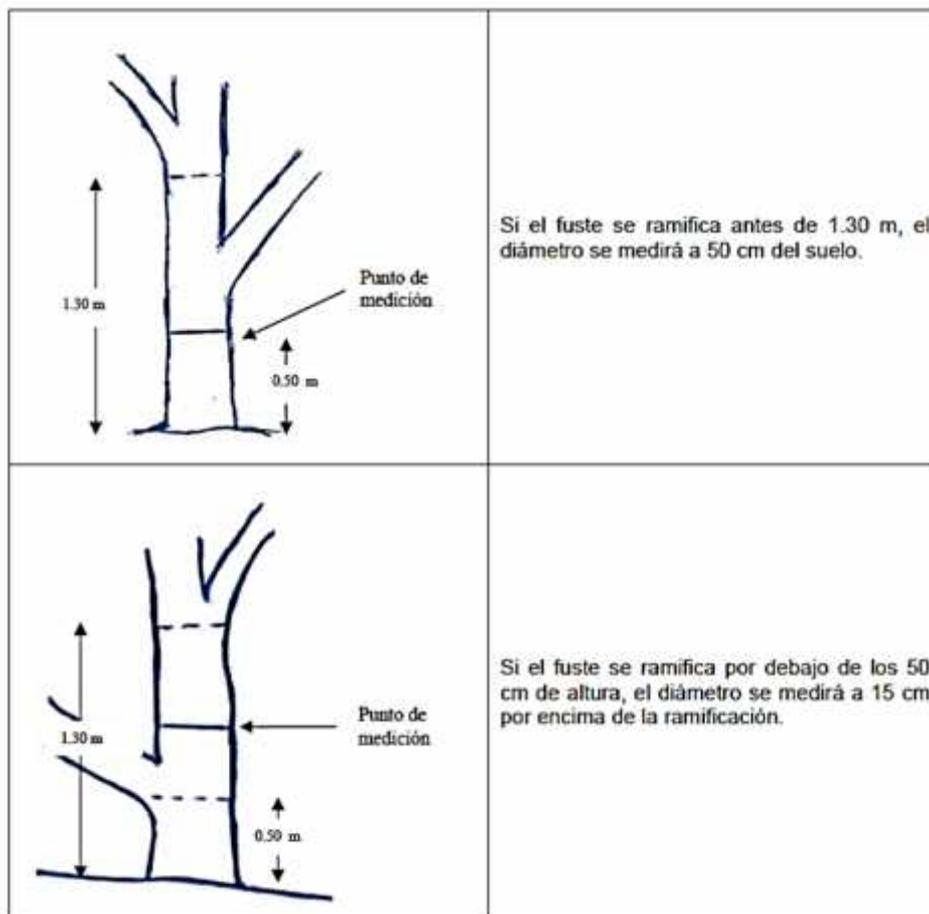
6. PARAMETROS A EVALUAR

Dentro de la faja (20m x 250m), se evaluarán los individuos de $DAP \geq 10\text{cm}$ o $CAP \geq 31.41\text{cm}$.

Para especies maderables: (Hualtaco y Faique)

- Nombre común
- Diámetro a la Altura del Pecho (DAP); El diámetro del fuste o DAP se mide a 1,30 m del suelo. Para los árboles cuya ramificación y/o bifurcación se inicia por debajo de 1.30 m, se tendrá en cuenta ciertos criterios de medición :

Figura 5. Medición de DAP en árboles de bosques secos

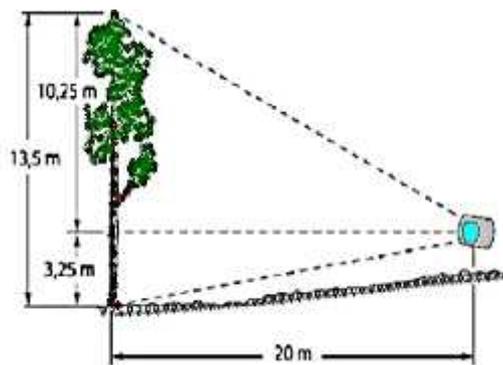


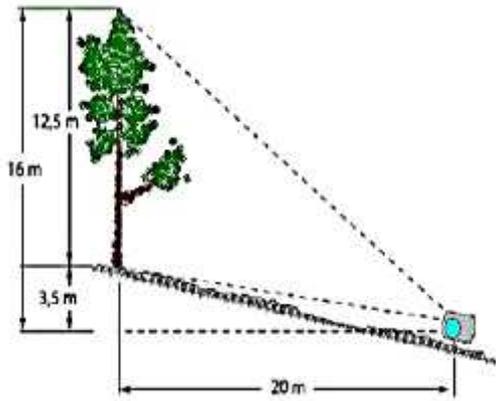
Continuación

<p>Punto 2º medición</p> <p>1.30 m</p> <p>Punto 1º medición</p> <p>0.50 m</p>	<p>Si el árbol presenta varias ramas por debajo de 1.30 m de altura, la medición del diámetro se efectuará en uno o más puntos entre los 0.50 m y 1.30 m sobre el suelo, el cual debe ser promediado.</p>
<p>Puntos medición (Volumen)</p> <p>1.30 m</p> <p>Punto medición (DMC)</p> <p>0.40 m</p>	<p>Cuando el árbol se bifurca antes de los 1.30 m de altura, se tendrá hasta 3 medidas del diámetro:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Para efectos de cálculo de volumen: Se considerará como 2 fustes y su diámetro se medirá a 20 cm sobre del punto de bifurcación. 2. Para efectos de que el árbol cumpla con el DMC: El diámetro será medido de manera referencial a los 40 cm del suelo. Si se bifurca por debajo de los 40 cm, el diámetro se medirá en la parte basal del árbol o antes del inicio de la bifurcación.

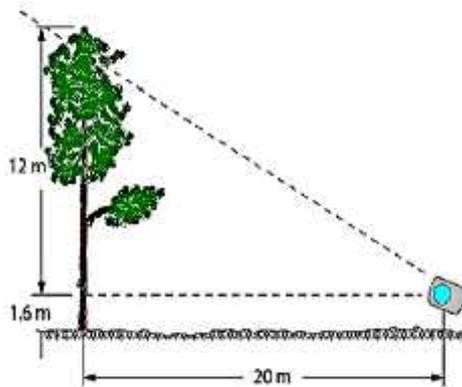
- Altura de Fuste (HF): Es la altura tomada desde la base del árbol hasta donde empieza la ramificación de la copa.
- Altura total (HT): Es la altura total del árbol. Para medir esto se utilizara el Hipsómetro 1 vez cada 10 árboles evaluados por estimación visual.

Figura 6. Medición de árboles con hipsómetro





Es un instrumento de fácil empleo, Consta de una regla graduada que se sostiene en posición vertical con su parte inferior en línea con la base del árbol. Su graduación, está relacionada con el largo del brazo del operario y la distancia al árbol (pueden ser 15 o 20 m de distancia).



- Calidad:

Calidad A: Árbol bueno, sano, sin defectos o con defectos mínimos, dichos defectos representan como máximo hasta un 10 por ciento del fuste aprovechable.

Calidad B: Árbol regular, con presencia de pudrición o defectos sanitarios; dichas características pueden presentarse en un rango del 10 a 40 por ciento del fuste aprovechable. Excepcionalmente aquellos con menor defecto podrían ser considerados semilleros, siempre y cuando no se cuenta con el número suficientes de árboles de calidad "A".

Calidad C: Árbol defectuoso, con presencia pronunciada de pudrición del fuste, huecos, ataque de insectos y en general con presencia de defectos sanitarios; dicha condición representa más del 40 por ciento del fuste aprovechable. No pueden ser considerados semilleros.

- Rama: En los bosques secos, cuyas especies principalmente son empleadas para leña o carbón y para lo cual se utiliza incluso las ramas delgadas, lo ideal será medir o estimar la longitud de las ramas principales y basales. La longitud de ramas puede ser estimada tomando como referencia la longitud del fuste calculado inicialmente.

Para especies no maderables: (Algarrobo, Charán, Palo santo, Sapote)

- Nombre Común
- Diámetro Altura de Pecho (DAP), se tendrá en cuenta ciertos criterios de medición especificados en ANEXOS.
- Altura total
- Diámetro de copa.- Indicando la medición del diámetro de copa de las especies arbóreas.
- Altura de Copa
- Sanidad: Se evaluará la presencia de plagas según lo siguiente:

CODIGO	Clasificación
1	Libre de ataques
2	Presente en fuste
3	Presente en fuste y copa

7. FORMULARIOS DE CAMPO:

Estos formularios serán elaborados para recabar la información de cada una de las variables a ser medidas en el inventario, además servirán como guía en el campo, pues se le agregaran esquemas de las unidades de muestreo.

FORMULARIO FAJA PRINCIPAL

Nombre del Jefe de Brigada:

Bosque:

Hora de inicio

Nombre Asistente 1:

Faja:

Hora Final

Nombre Asistente 2:

Sub parcela:

Pendiente:

Azímüt

Nro.	Nombre Común	Diámetro (cm)	Altura Total (HT)	Altura Comercial (HC)	Calidad de Fuste	Ramas		Sanidad	Radios de copa				Altura de Copa	
						Diámetro	Longitud		Y	X	Y -	X -		

REGENERACION NATURAL: PARCELAS 10m x 25m

Nombre del Jefe de Brigada:

Bosque:

Hora de inicio

Nombre Asistente 1:

Faja:

Hora Final

Nombre Asistente 2:

Sub parcela:

Pendiente:

Azímüt

Nro.	Nombre Común	Diámetro (cm)	Altura Total (HT)	Sanidad	Radios de copa				Altura de Copa
					Y	X	Y -	X -	

REGENERACION NATURAL: PARCELAS 10m x 25m

Nombre del Jefe de Brigada:

Bosque:

Hora de inicio

Nombre Asistente 1:

Faja:

Hora Final

Nombre Asistente 2:

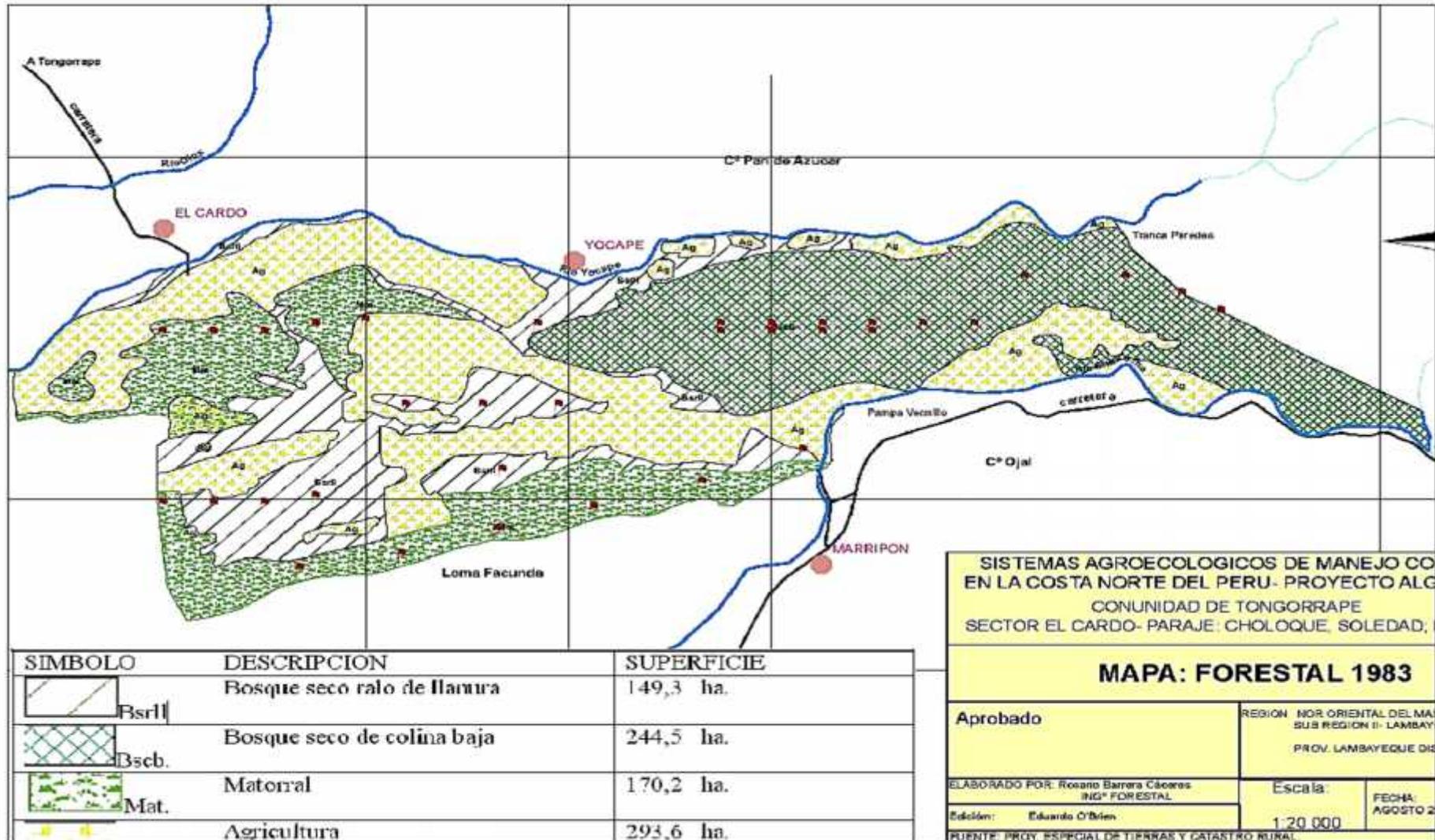
Sub parcela:

Pendiente:

Azímüt

Nro.	Nombre Común	Conteo

8. MAPA GUIA



9. LISTA DE VERIFICACION

EQUIPOS Y MATERIALES	ENTRADA	SALIDA
Mapa De Localización De Parcelas De Evaluación		
GPS		
Brújula		
Clinómetro		
Hipsómetro		
Walkie - Talkie		
Cinta Métrica		
Cables		
Machete		
Formularios De Levantamiento		
Lápices		
Tajador		
Borrador		
Tablero		
Pilas		
Botiquín		

Bibliografía

Huerta, P. Lombardi, I; Barrena, V.; Cuba, K. 2006. Instructivo de campo brigadas de Evaluación. Lima, PE. 38p

MINAGRI. 2012. Lineamientos y Formatos para la Formulación de los Planes de Manejo Forestal en Bosques de la Costa. Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre. Ministerio de Agricultura. Lima, PE. 145p.

ANEXO 3

DISTRIBUCIÓN DIAMETRICA POR PARCELA EN CADA TIPO DE BOSQUE

BOSQUE SECO DE COLINA BAJA

Codificación: CH00

Número de Parcelas: 14

CLASE		FAJA CH01					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	1	7	13	10		31
15	20	1	4	2	1	2	10
20	25	0	5			2	7
25	30	0		1		1	2
30	35	0		1			1
35	40	0		1			1
40	45	0					0
45	50	0					0
50	55	0		1			1

CLASE		FAJA CH02					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	6	3	8	6	12	35
15	20	3	1	3	7	4	18
20	25	0	1	1	3		5
25	30	0			1		1

CLASE		FAJA CH03					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	16	2	2	8		28
15	20	10	3		2		15
20	25	4	3	1			8

CLASE		FAJA CH04					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	3	2	7	13	11	36
15	20		2	3	8	9	22
20	25	0	1	1	2	2	6
25	30	0				1	1
30	35	0		1	1	1	3
35	40	0				4	4
40	45	0					0
45	50	0					0
50	55	0	1				1

CLASE		FAJA CH05					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	40	28	25	37	40	170
15	20	1	6	3	1		11
20	25	2	1				3
25	30		2				2

CLASE		FAJA CH06					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	56	43	33	34	16	182
15	20	9	3	6	8	5	31
20	25	0	1	1		2	4
25	30	0	1	1		1	3
30	35	0			1		1

CLASE		FAJA CH07					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	18	23		2		43
15	20	5	2		3		10
20	25		1		1		2
25	30	1					1

CLASE		FAJA CH08					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	23	22	36	24	16	121
15	20	4	13	10	5	5	37
20	25	5	2	1	1	4	13
25	30			1		2	3

CLASE		FAJA CH09					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	18	32	30	33	47	160
15	20	12	5	8	11	17	53
20	25	0	2	2	1	4	9
25	30	2		1			3

CLASE		FAJA CH10					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	15	17	6	6	21	65
15	20	10	9	6	11	6	42
20	25	5	5	5		2	17
25	30		3			3	6

CLASE		FAJA CH11					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	37	36	41	35	27	176
15	20	8	6	3	14	10	41
20	25	5		4	10	4	23
25	30		2		4	3	9
30	35				1		1
35	40				1		1

CLASE		FAJA CH12					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	16	22	15	20	16	89
15	20	8	8	14	6	3	39
20	25	5	2		1	2	10
25	30	3	1		1		5
30	35		1		1		2
35	40						0
40	45						0
45	50	1					1
50	55						0

CLASE		FAJA CH13					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	30	27	17	17	9	100
15	20	12	5	6	14	5	42
20	25	4	7	7	5	4	27
25	30		1	5	2	4	12
30	35	1			2	2	5
35	40				1		1
40	45			1	1		2
45	50						0
50	55					1	1

CLASE		FAJA CH14					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	32	31	17	19	21	120
15	20	5	9	11	13	14	52
20	25	3	2	6	5	3	19
25	30	3	3	4		1	11
30	35	1		1	2		4
35	40			1		1	2
40	45				1		1

RESUMEN TOTAL							
CLASE		Bosque seco de colina baja					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	311	295	250	264	236	1356
15	20	88	76	75	104	80	423
20	25	33	33	29	29	29	153
25	30	9	13	13	8	16	59
30	35	2	1	3	8	3	17
35	40	0	0	2	2	5	9
40	45	0	0	1	2	0	3
45	50	1	0	0	0	0	1
50	55	0	1	1	0	1	3
TOTAL		444	419	374	417	370	2024

BOSQUE SECO RALO DE LLANURA

Codificación: D00

Número de Parcelas: 10

CLASE		FAJA D01					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15		1	8		1	10
15	20				1	1	2
20	25					1	1
25	30			1		2	3
30	35		1				1
35	40			1		1	2
40	45						0
45	50			1		1	2

CLASE		FAJA D02					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	2	4	3	1	1	11
15	20				2		2
20	25				1		1
25	30						0
30	35			1			1

CLASE		FAJA D03					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	2		1	6		9
15	20						0
20	25				1		1
25	30				2		2
30	35						0
35	40				1	1	2
40	45						0
45	50				1		1

CLASE		FAJA D04					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	1		1			2
15	20			1	3	1	5
20	25			2			2
25	30			3	1		4
30	35						0
35	40			1			1

CLASE		FAJA D05					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	16	3	28	42	23	112
15	20	2	1	4	2	3	12
20	25			1	2		3
25	30			2			2
30	35				1	1	2
35	40			1			1

CLASE		FAJA D06					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15		2	4	4	8	18
15	20			2	1	2	5
20	25			1	2		3
25	30			2		1	3
30	35				1		1

CLASE		FAJA D07					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	9		18	38	20	85
15	20				1		1
20	25					1	1

CLAS		FAJA D08					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	7		5	4	1	17
15	20			5	2	2	9
20	25			1	1	2	4
25	30					1	1
30	35						0
35	40					1	1

CLASE		FAJA D09					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	7	1	7	5	2	22
15	20				1		1

CLASE		FAJA D10					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	25	5	41	29	22	122
15	20					1	1

RESUMEN TOTAL							
CLASE		Bosque seco ralo de llanura					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	69	16	116	129	78	408
15	20	2	1	12	13	10	38
20	25	0	0	5	7	4	16
25	30	0	0	8	3	4	15
30	35	0	1	1	2	1	5
35	40	0	0	3	1	3	7
40	45	0	0	0	0	0	0
45	50	0	0	1	1	1	3
Total		71	18	146	156	101	492

BOSQUE SECO RALO DE LOMADA

Codificación: F00

Número de Parcelas: 11

CLASE		FAJA F01					TOTAL
		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	
DIAMETRICA							
10	15	2		1	1		4
15	20	1			3		4
20	25				1	4	5
25	30		1	3	2		6

CLASE		FAJA F02					TOTAL
		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	
DIAMETRICA							
10	15	10		1	2	3	16
15	20		2		8	2	12
20	25			1	1	3	5

CLASE		FAJA F03					TOTAL
		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	
DIAMETRICA							
10	15	14	27	47	48	50	186
15	20			5	6	3	14
20	25		1	2	1	1	5
25	30				1		1

CLASE		FAJA F04					TOTAL
		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	
DIAMETRICA							
10	15	5	16	27	18	4	70
15	20			2	4	5	11
20	25				1		1
25	30			1	1		2

CLASE		FAJA F05					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	12	20	39	37	30	138
15	20	1	1	10	7	5	24
20	25			1	1		2
25	30			1			1
30	35						0
35	40						0
40	45						0
45	50						0
50	55						0
55	60						0
60	65		1				1

CLASE		FAJA F06					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	12	29	28	21	21	111
15	20		3	4	9	6	22
20	25		1	3	2		6
25	30				1		1

CLASE		FAJA F07					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	1		4	2	8	15
15	20		1	2	2		5
20	25			1	1	1	3
25	30				2		2
30	35					2	2
35	40					1	1
40	45					1	1

CLASE		FAJA F08					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	2		1		6	9
15	20	1				3	4
20	25			1		3	4
25	30				1	3	4
30	35	1					1
35	40						0
40	45						0
45	50						0
50	55						0
55	60					1	1

CLASE		FAJA F09					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	3		2	3	1	9
15	20	1			1	4	6
20	25	1		2		1	4
25	30				2	1	3
30	35			1	1		2
35	40						0
40	45					1	1

CLASE		FAJA F10					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	3		1	7	1	12
15	20			2	1	3	6
20	25			2		2	4
25	30				1	1	2
30	35			1			1

CLASE		FAJA F11					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	1	3	4	5	2	15
15	20			2	5	5	12
20	25			1		2	3
25	30						0
30	35				1		1

RESUMEN TOTAL							
CLASE		Bosque seco ralo de lomada					
DIAMETRICA		SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	TOTAL
10	15	65	95	155	144	126	585
15	20	4	7	27	46	36	120
20	25	1	2	14	8	17	42
25	30	0	1	5	11	5	22
30	35	1	0	2	2	2	7
35	40	0	0	0	0	1	1
40	45	0	0	0	0	2	2
55	60	0	0	0	0	1	1
60	65	0	1	0	0	0	1
Total		71	106	203	211	190	781

ANEXO 4

CÁLCULO DE CV% POR TIPO DE BOSQUE Y TAMAÑO DE PARCELA

VOLUMEN TOTAL POR PARCELA (FAJA)

BOSQUE SECO DE COLINA BAJA					
FAJA	Vol.m3				
	0.1ha	0.2ha	0.3ha	0.4ha	0.5ha
1	0.082	2.115	9.151	9.522	10.434
2	0.331	0.752	1.589	3.509	4.202
3	2.317	3.77	4.016	4.428	4.428
4	0.065	2.86	4.843	7.024	14.565
5	0.944	2.193	2.774	3.513	3.984
6	1.187	2.199	3.19	4.61	5.766
7	0.995	1.504	1.504	1.772	1.772
8	1.159	2.667	3.907	4.953	6.477
9	1.108	2.028	3.368	4.559	7.046
10	0.989	3.046	4.112	4.862	6.118
11	1.63	2.673	3.98	7.746	9.613
12	3.387	5.125	6.394	7.526	8.264
13	1.542	3.169	6.276	9.295	11.106
14	2.271	4.106	6.628	9.535	11.252
TOTAL	18.007	38.207	61.732	82.854	105.03
PROMEDIO (X)	1.2862	2.72907	4.40943	5.91814	7.5019
POR ha	12.862	13.6454	14.6981	14.7954	15.004

FUENTE: Elaboración propia

BOSQUE SECO RALO DE LLANURA					
FAJA	Vol.m3				
	0.1ha	0.2ha	0.3ha	0.4ha	0.5ha
1	0	0.159	2.191	2.282	5.99
2	0.084	0.18	1.006	1.71	1.768
3	0.04	0.04	0.046	3.7	4.363
4	0.038	0.038	3.111	3.818	3.887
5	0.404	0.569	1.993	3.074	3.981
6	0	0.058	1.672	3.249	3.742
7	0.13	0.13	0.298	0.685	1.024
8	0.216	0.216	0.716	1.232	3.225
9	0.113	0.137	0.225	0.337	0.38
10	0.457	0.546	1.074	1.373	1.627
TOTAL	1.482	2.073	12.332	21.46	29.987
PROMEDIO (X)	0.1482	0.2073	1.2332	2.146	2.9987
POR ha	1.482	1.0365	4.11067	5.365	5.9974

FUENTE: Elaboración propia

BOSQUE SECO DE LOMADA					
FAJA	Vol.m3				
	0.1ha	0.2ha	0.3ha	0.4ha	0.5ha
1	0.15	0.32	1.064	1.945	2.547
2	0.342	0.669	0.845	1.766	2.814
3	0.344	0.884	2.111	3.296	4.342
4	0.106	0.432	1.176	1.765	1.998
5	0.301	1.525	2.488	3.355	3.925
6	0.224	0.941	1.731	2.572	3.092
7	0.057	0.119	0.81	1.744	4.733

BOSQUE SECO DE LOMADA					
FAJA	Vol.m3				
	0.1ha	0.2ha	0.3ha	0.4ha	0.5ha
8	0.626	0.626	0.795	1.198	4.388
9	0.446	0.446	1.632	2.713	4.185
10	0.087	0.087	0.917	1.356	2.2
11	0.01	0.088	0.615	1.308	1.815
TOTAL	2.693	6.137	14.184	23.018	36.039
PROMEDIO (X)	0.2448	0.55791	1.28945	2.09255	3.2763
POR ha	2.4482	2.78955	4.29818	5.23136	6.5525

FUENTE: Elaboración propia

CÁLCULO DE CV% APARTIR DE LAS TABLAS ANTERIORES

RESUMEN TOTAL						
Tipo de Bosque	n	pj	Tamaño de parcela (ha)	X_{Vol/ha}	S	CV
Bosque seco de colina	14	0.43	0.1	12.86	9.13	70.97
			0.2	13.65	5.53	40.50
			0.3	14.70	7.00	47.63
			0.4	14.80	6.25	42.24
			0.5	15.00	7.07	47.10
Bosque seco ralo de llanura	10	0.26	0.1	1.48	1.63	109.93
			0.2	1.04	0.97	93.56
			0.3	4.11	3.31	80.45
			0.4	5.37	3.16	58.81
			0.5	6.00	3.48	58.10
Bosque seco ralo de lomada	11	0.30	0.1	2.45	1.88	76.66
			0.2	2.79	2.19	78.65
			0.3	4.30	2.04	47.51
			0.4	5.23	1.93	36.93
			0.5	6.55	2.14	32.66

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 5

SIMULACIÓN DE UN INVENTARIO FORESTAL SIN ESTRATIFICAR A PARTIR DE LOS DATOS RECOGIDOS

DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA DEL BOSQUE “EL CHOLOQUE” JUNTANDO LOS DATOS DE LOS TRES TIPO DE BOSQUES

BOSQUE SECO “EL CHOLOQUE”						
CLASE DIAMETRICA	FRECUENCIA ABSOLUTA					TOTAL
	SUB1	SUB2	SUB3	SUB4	SUB5	
[10 - 15>	445	406	521	537	440	2349
[15 - 20>	94	84	114	163	126	581
[20 - 25>	34	35	48	44	50	211
[25 - 30>	9	14	26	22	25	96
[30 - 35>	3	2	6	12	6	29
[35 - 40>	0	0	5	3	9	17
[40 - 45>	0	0	1	2	2	5
[45 - 50>	1	0	1	1	1	4
[50 - 55>	0	1	1	0	1	3
[55 - 60>	0	0	0	0	1	1
[60 - 65>	0	1	0	0	0	1
TOTAL	586	543	723	784	661	3297

FUENTE: *Elaboración propia*

**DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA DEL BOSQUE “EL CHOLOQUE” POR
TAMAÑO DE PARCELA**

BOSQUE SECO “EL CHOLOQUE”					
CLASE DIAMETRICA	TAMAÑO DE PARCELA				
	0.1ha	0.2ha	0.3ha	0.4ha	0.5ha
[10 - 15>	445	851	1372	1909	2349
[15 - 20>	94	178	292	455	581
[20 - 25>	34	69	117	161	211
[25 - 30>	9	23	49	71	96
[30 - 35>	3	5	11	23	29
[35 - 40>	0	0	5	8	17
[40 - 45>	0	0	1	3	5
[45 - 50>	1	1	2	3	4
[50 - 55>	0	1	2	2	3
[55 - 60>	0	0	0	0	1
[60 - 65>	0	1	1	1	1
TOTAL	586	1129	1852	2636	3297

FUENTE: Elaboración propia

**DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA DEL BOSQUE “EL CHOLOQUE” POR
TAMAÑO DE PARCELA POR HECTAREA**

BOSQUE SECO “EL CHOLOQUE”					
CLASE DIAMETRICA	Frecuencia/ha				
	0.1ha	0.2ha	0.3ha	0.4ha	0.5ha
[10 - 15>	127.1	121.6	130.7	136.4	134.2
[15 - 20>	26.9	25.4	27.8	32.5	33.2
[20 - 25>	9.7	9.9	11.1	11.5	12.1
[25 - 30>	2.6	3.3	4.7	5.1	5.5
[30 - 35>	0.9	0.7	1.0	1.6	1.7
[35 - 40>	0.0	0.0	0.5	0.6	1.0
[40 - 45>	0.0	0.0	0.1	0.2	0.3
[45 - 50>	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2
[50 - 55>	0.0	0.1	0.2	0.1	0.2
[55 - 60>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
[60 - 65>	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1
TOTAL	167.4	161.3	176.4	188.3	188.4

FUENTE: Elaboración propia

**FRECUENCIAS RELATIVAS POR TAMAÑO DE PARCELA POR
HECTAREA**

BOSQUE SECO "EL CHOLOQUE"					
CLASE DIAMETRICA	FRECUENCIA RELATIVA				
	0.1ha	0.2ha	0.3ha	0.4ha	0.5ha
[10 - 15>	75.94	75.38	74.08	72.42	71.25
[15 - 20>	16.04	15.77	15.77	17.26	17.62
[20 - 25>	5.80	6.11	6.32	6.11	6.40
[25 - 30>	1.54	2.04	2.65	2.69	2.91
[30 - 35>	0.51	0.44	0.59	0.87	0.88
[35 - 40>	0.00	0.00	0.27	0.30	0.52
[40 - 45>	0.00	0.00	0.05	0.11	0.15
[45 - 50>	0.17	0.09	0.11	0.11	0.12
[50 - 55>	0.00	0.09	0.11	0.08	0.09
[55 - 60>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
[60 - 65>	0.00	0.09	0.05	0.04	0.03
TOTAL	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

FUENTE: Elaboración propia

ANEXO 6

CÁLCULO DE CV% EN LA SIMULACION DE UN INVENTARIO FORESTAL SIN ESTRATIFICAR A PARTIR DE LOS DATOS RECOGIDOS

VOLUMEN TOTAL POR PARCELA (FAJA)

BOSQUE SECO "EL CHOLOQUE"					
FAJA	Vol.m3				
	0.1ha	0.2ha	0.3ha	0.4ha	0.5ha
1	0.082	2.115	9.151	9.522	10.434
2	0.331	0.752	1.589	3.509	4.202
3	2.317	3.77	4.016	4.428	4.428
4	0.065	2.86	4.843	7.024	14.565
5	0.944	2.193	2.774	3.513	3.984
6	1.187	2.199	3.19	4.61	5.766
7	0.995	1.504	1.504	1.772	1.772
8	1.159	2.667	3.907	4.953	6.477
9	1.108	2.028	3.368	4.559	7.046
10	0.989	3.046	4.112	4.862	6.118
11	1.63	2.673	3.98	7.746	9.613
12	3.387	5.125	6.394	7.526	8.264
13	1.542	3.169	6.276	9.295	11.106
14	2.271	4.106	6.628	9.535	11.252
15	0	0.159	2.191	2.282	5.99
16	0.084	0.18	1.006	1.71	1.768
17	0.04	0.04	0.046	3.7	4.363
18	0.038	0.038	3.111	3.818	3.887
19	0.404	0.569	1.993	3.074	3.981
20	0	0.058	1.672	3.249	3.742
21	0.13	0.13	0.298	0.685	1.024
22	0.216	0.216	0.716	1.232	3.225
23	0.113	0.137	0.225	0.337	0.38

BOSQUE SECO "EL CHOLOQUE"					
FAJA	Vol.m3				
	0.1ha	0.2ha	0.3ha	0.4ha	0.5ha
24	0.457	0.546	1.074	1.373	1.627
25	0.15	0.32	1.064	1.945	2.547
26	0.342	0.669	0.845	1.766	2.814
27	0.344	0.884	2.111	3.296	4.342
28	0.106	0.432	1.176	1.765	1.998
29	0.301	1.525	2.488	3.355	3.925
30	0.224	0.941	1.731	2.572	3.092
31	0.057	0.119	0.81	1.744	4.733
32	0.626	0.626	0.795	1.198	4.388
33	0.446	0.446	1.632	2.713	4.185
34	0.087	0.087	0.917	1.356	2.2
35	0.01	0.088	0.615	1.308	1.815
TOTAL	22.182	46.417	88.248	127.332	171.05
PROMEDIO (X)	1.2862	2.72907	4.40943	5.91814	7.5019
POR ha	6.3377	6.631	8.40457	9.09514	9.7745

FUENTE: Elaboración propia

CÁLCULO DE CV%

Tipo de Bosque	Tamaño de parcela (ha)	n	X_{Vol/ha}	S	CV%
Bosque seco de "El Choloque"	0.1	35	6.338	7.934245	125
	0.2		6.631	6.898088	104
	0.3		7.755	6.027398	77.7
	0.4		9.095	6.400485	70.4
	0.5		9.774	6.516951	66.7

FUENTE: Elaboración propia