

## TAMAÑO ÓPTIMO DE PARCELA DE INVENTARIOS FORESTALES EN BOSQUES SECOS (LAMBAYEQUE, PERÚ)

OPTIMAL PLOT SIZE IN FOREST INVENTORIES IN DRY FORESTS (LAMBAYEQUE, PERÚ)

Evelyn Roque<sup>1</sup>, Víctor Barrena<sup>2</sup>, Juan Ocaña<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Ministerio del Ambiente, Analista de Sistemas de Información Georeferencial

<sup>2</sup> Universidad Nacional Agraria La Molina, vbarrena@lamolina.edu.pe, <https://orcid.org/0000-0002-9908-8334>

<sup>3</sup> Universidad Nacional Agraria La Molina, jcocana@lamolina.edu.pe, <https://orcid.org/0000-0003-0982-2978>

### REGISTROS

Recibido el 06/04/2023

Aceptado el 03/05/2023

Publicado el 31/08/2023



### PALABRAS CLAVE

Bosques secos del noroeste,  
Inventario Forestal, Tamaño de  
parcela.

### KEYWORDS

Northwestern dry forests,  
Forest inventory, Plot size

### RESUMEN

El objetivo del presente artículo es determinar el tamaño óptimo de parcela de un inventario forestal que contribuya al manejo sostenible de los bosques secos del caserío "El Choloque", Lambayeque, Perú. Para ello se realizó un inventario forestal con parcelas de forma y tamaño usadas en la evaluación de bosques secos del noroeste del Perú. A partir de este inventario, se simularon cuatro inventarios forestales dejando de tomar en cuenta los datos de una, dos, tres y cuatro subparcelas. Para determinar el tamaño óptimo de la parcela, con la prueba de X<sup>2</sup> se compararon las distribuciones diamétricas de los inventarios simulados con la distribución del inventario forestal realizado y luego fueron analizados los errores de muestreo de cada inventario, tanto a nivel del bosque como de los tipos de bosque del caserío. Se encontró que el tamaño óptimo de parcela para inventariar los bosques secos del Caserío el Choloque es de 20 m por 200 m (0,4 ha); este tamaño también es el óptimo para evaluar los bosques secos ralos (de llanura y de lomada) mientras que el tamaño óptimo de parcela para evaluar los bosques secos de colina baja es 20 m por 100 m (0,2 ha).

### ABSTRACT

The objective of this article is to determine the optimal plot size of a forest inventory that contributes to the sustainable management of the dry forests of the hamlet "El Choloque", Lambayeque, Peru. For this, a forest inventory was carried out with plots of the shape and size used in the evaluation of peruvian northwest dry forests. From this inventory, four forest inventories were simulated without taking into account the data of one, two, three and four subplots. To determine the optimum size of the plot, the diameter distributions of the simulated inventories were compared with the X<sup>2</sup> test with the distribution of the forest inventory carried out. and then the sampling errors of each inventory were analyzed, both at the forest level and the forest types. It was found that the optimal plot size to inventory the dry forests of "Caserío el Choloque" is 20 m by 200 m (0,4 ha); this size is also optimal for evaluating sparse dry forests ("de llanura" y "de lomada") while the optimal plot size for evaluating "colina baja" dry forests is 20 m by 100 m (0,2 ha).

## INTRODUCCIÓN

### 1.1. Bosques secos

Los bosques secos han sido definidos basándose en su fisonomía (bosques, monte, matorral, entre otros), precipitación recibida (seco o subhúmedo), estacionalidad (bosques estacionalmente húmedos o secos), longevidad de follaje (Bosques

siempre verdes, semi siempre verdes, semi deciduos) y sustrato (bosques sobre piedra caliza). (Linares – Palomino, 2004).

Los Bosques secos 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 de la línea ecuatorial, 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. (Lamprecht 1990).

### **1.2. Inventarios forestales**

tipos; decisiones que deben ser hechas de manera inteligente, con base en la información sólida sobre el recurso en cuestión. Generalmente, las decisiones se toman a partir del conocimiento basado en una evaluación de sólo una parte de la población, con la realización de un inventario forestal (Johnson. 2000).

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 (FAO 2015).

El área total a inventariar se le conoce como tamaño de muestra expresado en número de unidades muestrales de un tamaño definido (Ortiz 2002). 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. Así, las parcelas son los elementos sobre los cuales se procede a hacer la evaluación, medición o cálculo de variables de interés (Ortiz 2002).

Para determinar el tamaño de la muestra hay que estimar el error de muestro que se espera tener. 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 medir y registrar los datos. (Carrera 1994). Cuando se toman muestras de una población no se puede llegar a conocer el verdadero valor poblacional, porque se cometen errores de medición, además del error de muestreo que se produce por no haber evaluado todas las unidades de muestreo que deberían de haber sido evaluadas para representar a la población (Ortiz 2002).

### **1.3. La forma y tamaño de la parcela de inventario**

En la realización de los inventarios forestales es 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 0,5 ha a 1 ha (MINAG 1988).

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).

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). Para saber cuál es el tamaño óptimo de las parcelas lo recomendable es hacer un estudio para cada tipo de bosque (Louman et al., 2001).

En cuanto al tamaño de parcela de muestreo, se deben tomar en cuenta algunas consideraciones que están en conflicto, 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).

#### **1.4. La prueba de bondad de ajuste**

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).

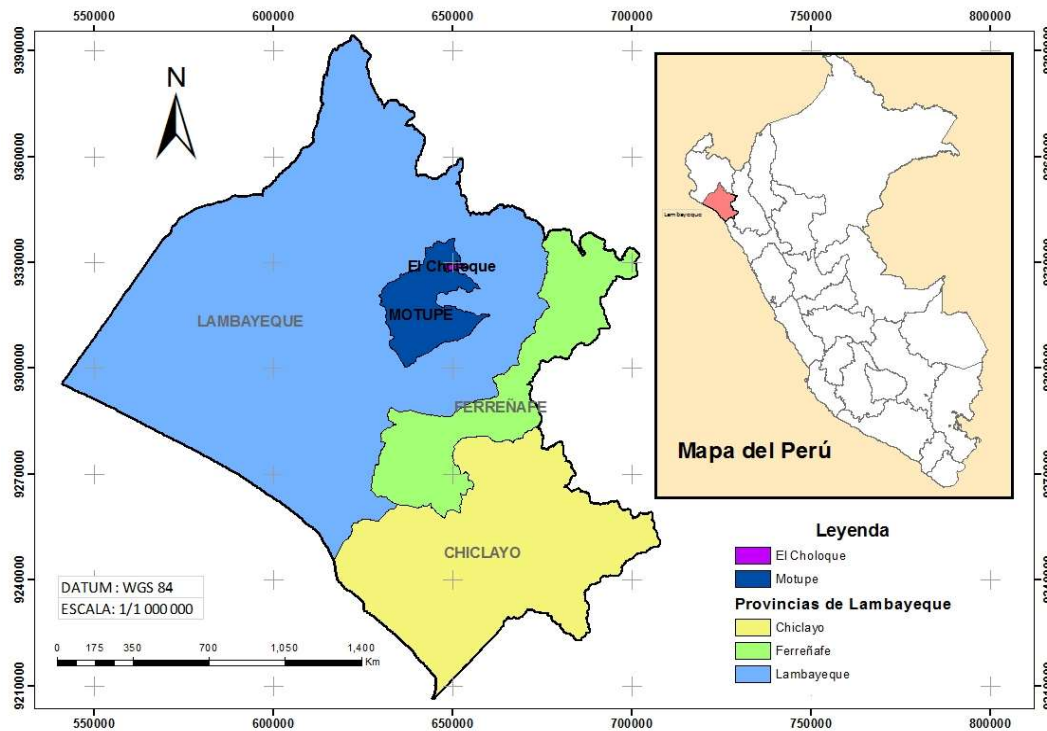
Para medir la discrepancia entre los valores observados y esperados (o la bondad de ajuste) se usa el estadístico de prueba  $X^2$  que se basa en la diferencia de estos valores. Si esta diferencia es pequeña, el valor de  $X^2$  será pequeño; si las frecuencias observadas y esperadas están muy alejadas, el valor de  $X^2$  será grande (Triola, 2018).

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El inventario forestal se realizó en el caserío “El Choloque”, sector “El Cardo” de la comunidad campesina de Tongorrape, en el distrito de Motupe, provincia de Lambayeque, departamento de Lambayeque (Figura 1). Según el Mapa Forestal del Sector El Cardo de la Comunidad de Tongorrape, existen tres tipos de bosque en el área de estudio: bosque seco ralo de llanura, bosque seco ralo de lomada y bosque seco de colina baja (Barrera, 1993).

**Figura 1**

*Ubicación del caserío “El Choloque”, distrito de Motupe, Lambayeque*



Fuente: Elaboración propia

El inventario forestal tuvo un diseño de muestreo estratificado con afijación óptima, para lo cual se usaron los tipos de bosque encontrados por Barrera (1993). Las parcelas se distribuyeron en forma sistemática. El tamaño de la muestra total como para cada estrato fueron calculados con las siguientes fórmulas basadas en Kershaw et al., (2017):

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

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

$$n_j = \frac{n P_j CV_j}{\sum P_j CV_j}$$

Donde:

$P_j$  = Proporción del estrato  $j$

$N_j$  = Tamaño del estrato  $j$  (ha)

$N$  = Tamaño del bosque (ha)

$n$  = tamaño de la muestra

$n_j$  = tamaño de la muestra en el estrato  $j$

$CV_j$  = Coeficiente de variabilidad del estrato  $j$  (%)

$t$  = valor de  $t$  de student

$E$  = Error de muestreo (%)

Para calcular el tamaño de muestra se consideró que el inventario forestal fuera semidetallado y que tuviera un error de muestreo ( $E$ ) del 15%. Los coeficientes de variabilidad por tipo de bosque usados se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1***Coefficientes de variabilidad por tipo de bosque*

| Tipo de Bosque                      | CV (%) |
|-------------------------------------|--------|
| Bosque Seco de Colina Baja (BSCB)   | 40     |
| Bosque Seco Ralo de Llanura (BSRLL) | 44     |
| Bosque Seco Ralo de Lomada (BSRL)   | 45     |

Fuente: Tarazona (1999); MINAGRI (2012)

La forma de las parcelas del inventario forestal fue rectangular, forma que es usada en bosques secos (Ojeda, 1981; Jara et al., 1988; Alemán et al., 2009; MINAG 2012). El tamaño de ellas fue de 20 m por 250 m (0,5 ha), tamaño usado también en bosques secos (Ojeda, 1981; Barrera et, 2016). Cada parcela tenía cinco subparcelas de 20 m por 50 m cada una. Para el presente estudio fueron considerados todos los árboles con diámetros a la altura del pecho (dap) mayores o iguales a 10 cm.

Para determinar el tamaño óptimo de parcela, se consideraron cinco tamaños de parcela: 20 m x 250 m (0,5 ha); 20 m x 200 m (0,4 ha), 20 m x 150 m (0,3 ha), 20 m x 100 m (0,2 ha) y 20 m x 50 m (0,1 ha). Para formar estas parcelas, en el procesamiento de los datos, se dejó de considerar una subparcela (20 m x 25 m) progresivamente.

De este modo, se simulaban cuatro inventarios forestales adicionales que fueron comparados con el inventario forestal realizado. Con los datos obtenidos, se calculó el coeficiente de variabilidad por estrato y el error de muestreo de cada inventario.

El error de muestreo en porcentaje (E) cometido de cada inventario fue calculado despejando E de la fórmula para calcular n en el muestreo estratificado por afijación óptima ya presentada, con la diferencia que los valores de n.y de CVj en volumen, se refieren a los resultados de cada uno de los inventarios forestales a comparar.

Para cada una de estas parcelas, se determinó la distribución de frecuencia diamétrica por parcela con intervalos de clase de 5 cm. Luego se calculó la distribución de frecuencias diamétrica por hectárea.

Para determinar el tamaño óptimo de parcela, primero se usó la prueba de bondad de ajuste X<sup>2</sup> (Quinteros, 2003; Reátegui, 2005; Vallejos 2005; Salazar, 2011). Luego se analizó el error de muestreo de cada inventario forestal.

Para usar la prueba de X<sup>2</sup> se calculó la distribución de frecuencias diamétrica por hectárea expresada en porcentaje (frecuencias relativas) de todos los tamaños de parcela.

Así se realizaron cuatro comparaciones; la frecuencia diamétrica relativa de la parcela total (0,5 ha) (frecuencia esperada), con cada una de las frecuencias relativas de las parcelas de 0,4 ha, 0,3 ha, 0,2 ha y 0,1 ha (frecuencias observadas).

El estadístico  $X^2$  se calcula con la siguiente fórmula (Triola, 2018):

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

Donde:

$O_i$  = Frecuencia observada

$E_i$  = Frecuencia esperada

$k$  = número de clases

Este estadístico se comparó con el  $X^2$  tabular que se determinó con un nivel de significancia de 0,05 y con  $k-1$  grados de libertad (Triola, 2018). Si el  $X^2$  calculado es menor que  $X^2$  tabular, se considera que las distribuciones relativas comparadas son similares. Pero si  $X^2$  calculado es mayor o igual que  $X^2$  tabular, se considera que las distribuciones relativas son diferentes.

Para determinar el tamaño óptimo de parcela para evaluar estos bosques, primero se consideró que la parcela de menor tamaño con la distribución de frecuencia diamétrica similar a la distribución de la parcela de 0,5 ha, para luego completar el procedimiento con el análisis del error de muestreo, tanto a nivel de todo el bosque como de los tipos de bosques del caserío El Choloque.

A continuación, se calculó el error de muestreo (E) de cada inventario forestal con el número total de parcelas evaluadas y el CV en volumen por estrato en cada inventario. Previamente se calculó el volumen de cada árbol a partir de la siguiente fórmula (MINAGRI, 2012):

$$V = \frac{\pi}{4} x dap^2 x l x f$$

Donde:

$V$  = volumen del árbol ( $m^3$ )

$dap$  = diámetro a la altura del pecho (m)

$l$  = altura del fuste, longitud de fuste (m)

$f$  = factor de forma por especie, según la Tabla 2

**Tabla 2***Factor de forma sugerido para especies de bosque seco*

| Nombre Común | Nombre Científico                 | Factor de Forma |
|--------------|-----------------------------------|-----------------|
| Algarrobo    | <i>Prosopis pallida</i>           | 0,9             |
| Almendra     | <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>Caesalpinia 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: MINAGRI (2012)

**RESULTADOS**

Se levantaron 35 parcelas. Los resultados del inventario se resumen en la Tabla 3. Los CV en volumen calculados por estrato fueron: 47,10% (Bosque seco de colina baja), 58,11% (Bosque seco ralo de llanura) y 32,65% (Bosque seco ralo de lomada). El error de muestreo calculado (E) fue de 15,4 %. Las especies más abundantes en los bosques ralos de llanura fueron Overo y Algarrobo, en los bosques secos ralos de lomada fueron Algarrobo y Overo, mientras que los bosques secos de colina baja fueron: Hualtaco, Overo y Palo santo.

**Tabla 3***Resumen del inventario forestal*

| Tipo de Bosque                    | N° parcelas | Área Evaluada (ha) | Total (N° de individuos) | Total (N° Arb/ha) | Total (Volumen (m3)) | Vol (m3)/ha |
|-----------------------------------|-------------|--------------------|--------------------------|-------------------|----------------------|-------------|
| Bosque seco de colina baja (BSCB) | 14          | 7                  | 2024                     | 289               | 105,03               | 15,004      |

| Tipo de Bosque                      | N° parcelas | Área Evaluada (ha) | Total (N° de individuos) | Total (N° Arb/ha) | Total (Volumen (m3)) | Vol (m3)/ha |
|-------------------------------------|-------------|--------------------|--------------------------|-------------------|----------------------|-------------|
| Bosque seco ralo de llanura (BSCLL) | 10          | 5                  | 492                      | 98                | 29,99                | 5,9974      |
| Bosque seco ralo de Lomada (BSRL)   | 11          | 5,5                | 781                      | 142               | 36,04                | 6,55        |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>35</b>   | <b>17,5</b>        | <b>3297</b>              |                   |                      |             |

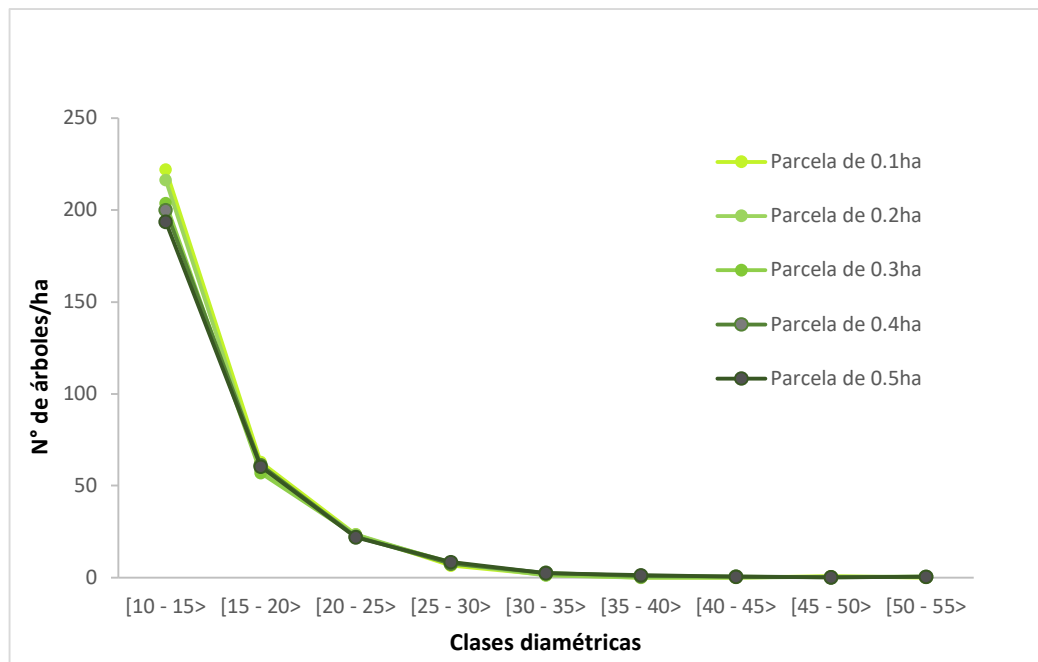
Fuente: Elaboración propia

Se observa que el bosque seco de colina baja tiene la mayor densidad de árboles (289 arb/ha) así como mayor volumen (15,004 m3/ha) mientras que el bosque seco ralo de llanura es el que tiene menor densidad y menor volumen.

En las Figuras 2 a 4 se presentan las distribuciones diamétricas por hectárea de los tres tipos de bosque: bosque seco de colina baja, bosque seco ralo de llanura y bosque seco ralo de lomada, respectivamente. Se observa que estas distribuciones tienen la estructura típica de los bosques heterogéneos y discetáneos.

**Figura 2.**

*Distribuciones diamétricas de los 5 inventarios según tamaño de parcela. Bosque seco de colina baja.*

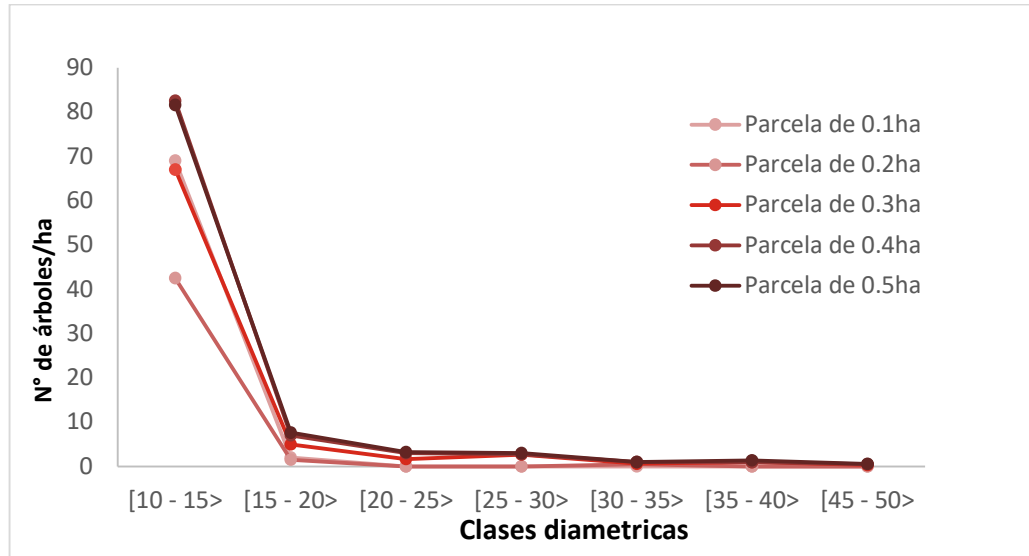


Fuente: Elaboración propia



**Figura 3.**

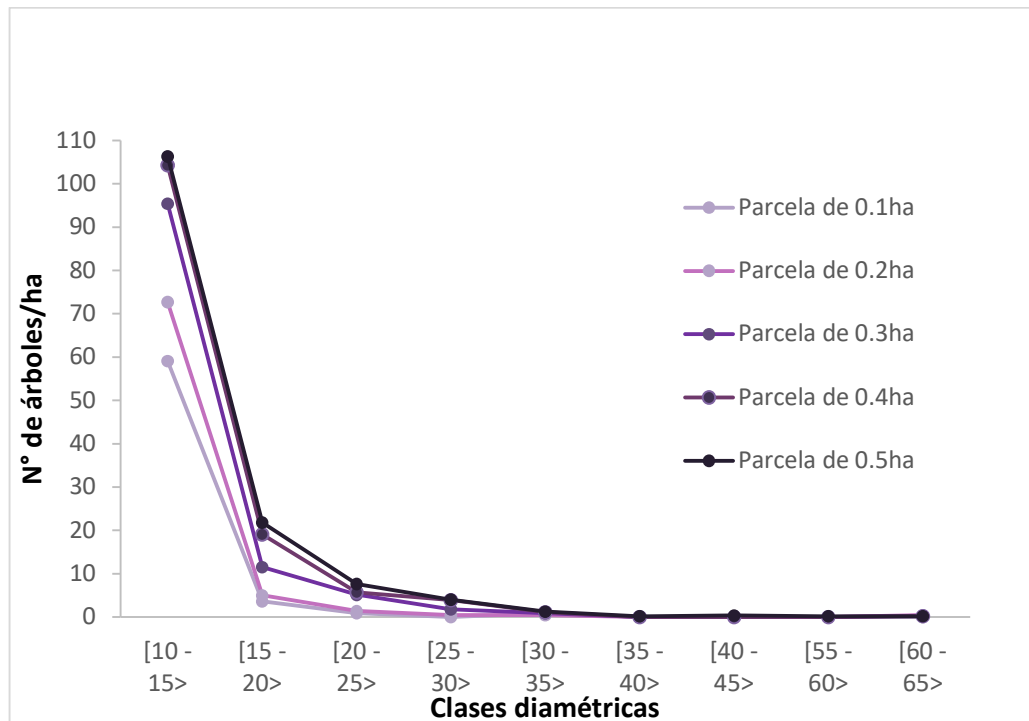
*Distribuciones diamétricas de los 5 inventarios según tamaño de parcela. Bosque seco ralo de llanura.*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 4.**

*Distribuciones diamétricas de los 5 inventarios según tamaño de parcela. Bosque seco ralo de lomada.*



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4 se muestran los resultados de la prueba  $\chi^2$ , la distribución de frecuencias del inventario forestal con parcelas de 0,5 ha son las frecuencias esperadas mientras que las de los otros inventarios corresponden a los otros inventarios con tamaños de parcelas menores.

Se observa que solo las distribuciones diamétricas de los inventarios forestales de 0,2 ha y de 0,1 ha del bosque seco ralo de llanura y la estructura diamétrica de inventario forestal del bosque seco ralo de lomada de 0,1 ha no son similares a la estructura diamétrica del inventario forestal realizado con una parcela de 0,5 ha.

**Tabla 4**

*Resumen de las pruebas de  $\chi^2$*

| Tipo De Bosque | Prueba $\chi^2$ | TAMAÑOS DE PARCELA PROBADOS          |                                      |   |   |
|----------------|-----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|---|
|                |                 | 0,4 ha                               | 0,3 ha                               | 0,2 ha                                      | 0,1 ha                                      |
| BSCB           |                 | Distribuciones diamétricas similares | Distribuciones diamétricas similares | Distribuciones diamétricas similares        | Distribuciones diamétricas similares        |
| BSRLL          |                 | Distribuciones diamétricas similares | Distribuciones diamétricas similares | Distribuciones diamétricas no son similares | Distribuciones diamétricas no son similares |
|                | 0,5 ha          |                                      |                                      |   |   |
| BSRL           |                 | Distribuciones diamétricas similares | Distribuciones diamétricas similares | Distribuciones diamétricas similares        | Distribuciones diamétricas no son similares |

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5 se muestra el error de muestreo de los cinco inventarios con tamaños de parcela diferentes.

**Tabla 5**

*Error de muestreo (E%) por tamaño de parcela*

| Tamaño de parcela (ha) | E%    |
|------------------------|-------|
| 0,1                    | 28,05 |
| 0,2                    | 22,33 |
| 0,3                    | 19,02 |
| 0,4                    | 15,21 |
| 0,5                    | 15,43 |

Fuente: Elaboración propia

Para complementar los resultados del error de muestreo, se presenta la Tabla 6 en la que se presenta como varía el CV (%) en volumen en cada tipo de bosque según el tamaño de parcela.

**Tabla 6**

*CV (%) en volumen por tipo de bosque y por tamaño de parcela*

| Tipo de Bosque | CV (%) por tamaño de parcela (ha) |       |       |       |       |
|----------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
|                | 0,1                               | 0,2   | 0,3   | 0,4   | 0,5   |
| BSCB           | 70,97                             | 40,5  | 47,63 | 42,24 | 47,1  |
| BSRLL          | 109,93                            | 93,56 | 80,45 | 58,81 | 58,1  |
| BSRL           | 76,66                             | 78,65 | 47,51 | 36,93 | 32,66 |

Fuente: Elaboración propia

## DISCUSIÓN

El error de muestreo del inventario forestal realizado fue mayor que el planteado en el diseño del inventario. Una de las razones es que los CV de los estratos considerados en el cálculo del número de parcelas a evaluar fueron diferentes a los calculados con los resultados del inventario. Otra razón puede ser el tamaño del bosque a evaluar, mientras que la superficie de los bosques cuyos inventarios forestales sirvieron de referencia eran mayores a 200 000 ha, la superficie del bosque evaluado era menor a 1 000 ha. También que estos bosques están en tierras de una comunidad campesina que, en el tiempo, han sido fuente de madera para energía, para cajonería y para el pastoreo de cabras.

Así, se puede decir que del bosque seco de colina baja se ha extraído menos madera para producir leña, carbón, cajonería y pisos, y no ha habido pastoreo de cabras, pues el número de árboles por hectárea y el volumen por hectárea de este tipo de bosque es mucho mayor que de los otros tipos de bosque (Tabla 3).

Esto se puede apreciar en las distribuciones diamétricas de los cinco inventarios forestales del bosque seco de colina (Figura 2) pues no existe mayor diferencia visual entre ellas a excepción en la clase de 10 cm a 15 cm de dap. Pero, sí se puede apreciar en las diferencias visuales de las distribuciones diamétricas de los cinco inventarios forestales del bosque seco ralo de llanura y del bosque seco ralo de lomada (Figuras 3 y 4) particularmente en los dap menores a 30 cm.

Al comparar estas distribuciones con la prueba estadística X<sup>2</sup> (Tabla 4) se aprecia que, para inventariar los bosques secos del caserío El Choloque, se pueden usar parcelas de hasta 0,3 ha, ya que es el menor tamaño de parcela con la que no se presentan diferencias en los tres tipos de bosque. Pero si se analiza la Tabla 5, sería recomendable usar paralelas de 0,3 ha pues el error de muestreo aumentaría en

relación al inventario forestal con parcelas de 0,5 ha lo que no ocurre con las parcelas de 0,4 ha.

Así entonces, el tamaño óptimo de parcela para evaluar los bosques del caserío El Choloque es 0,4 ha pues su distribución diamétrica es similar al inventario con parcelas de 0,5 ha y su error de muestreo es menor. Las dimensiones de esta parcela rectangular son 20 m por 200 m. De acuerdo con lo analizado, esta parcela brindaría la información adecuada para el manejo de estos bosques.

Si se analiza por tipo de bosque, según la prueba de X<sup>2</sup> (Tabla 4), los bosques secos ralos de llanura y los bosques secos ralos de lomada podrían ser inventariados con parcelas de 0,3 ha y de 0,2 ha respectivamente. Pero si se observa el CV(%) en volumen de estos tipos de bosque (Tabla 6), para los tamaños de parcela indicados, la variabilidad en volumen es mucho más alta que en los tamaños de parcela de 0,4 ha y 0,5 ha. Eso quiere decir que las parcelas de dimensiones de 0,3 ha y 0,2 ha no contienen la variabilidad en volumen del bosque; es probable que estos valores de CV (%) se deba a la mayor intervención antrópica que debe haber ocurrido en los bosques secos ralos.

Por lo que, si se quieren inventariar bosques secos ralos (de llanura y de lomada), el tamaño de parcela óptimo es de 0,4 ha, tanto por los resultados de la prueba de similitud de X<sup>2</sup> (Tabla 4) como por la variabilidad en volumen (Tabla 6).

En lo referente a los bosques secos de colina, aparentemente no han sido muy intervenidos, podrían ser inventariados con parcelas de 0,1 ha (Tabla 4), pero se observa que la variabilidad en este tamaño de parcela es mayor que las parcelas de tamaños más grandes analizadas (Tabla 6). La variabilidad (CV%) en volumen de las parcelas de mayor tamaño (entre 0, 2 ha a 0,5 ha) es similar, es decir que los inventarios forestales con características similares, que usen estas parcelas, tendrán errores de muestreo similares. Por lo que, si se quiere inventariar el bosque seco de colina, la parcela rectangular de 0,2 ha (20 m por 100 m) es la óptima.

## CONCLUSIONES

El tamaño óptimo de parcela de un inventario forestal, que proporcione información adecuada para contribuir con el manejo sostenible de los bosques secos del caserío “El Choloque”, de la comunidad campesina Tongorrape (Lambayeque, Perú) es de 0,4 ha (20 m por 200 m).

Para inventariar los bosques secos ralos (de llanura y de lomada) del caserío “El Choloque”, también el tamaño óptimo de parcela es de 0,4 ha (20 m por 200 m). El tamaño óptimo de parcela para inventariar el bosque seco de colina del caserío “El Choloque”, es de 0,2 ha (20 m por 100 m).

## REFERENCIAS

- Barrena, V., Vargas, R., Reátegui, F. y Quispe, B. (2016). Perú. En Vidal C; Alberdi I; Hernández-Mateo, L. y Redmont J (eds). *National Forest Inventories: Assessment of Wood Availability and Use*. Springer International Publishing. pp 621 – 636. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-44015-6\\_33](https://doi.org/10.1007/978-3-319-44015-6_33)
- Barrera, R. (1993). *Mapa Forestal 1983*. Sector El Cardo Paraje Choloque, Soledad, El Pato. CEIMAD Proyecto Algarrobo. Esc. 1:10 000 BYN
- Carrera, F., y Tineo, A. (1994). *Inventarios Forestales en Bosques secos*. Proyecto RENARM/Producción en Bosques Naturales. CATIE. [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/1056/Curso\\_inventarios\\_forestales.pdf;jsessionid=4BFAD967D5553E51F25B5A99B60988?sequence=1](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/1056/Curso_inventarios_forestales.pdf;jsessionid=4BFAD967D5553E51F25B5A99B60988?sequence=1)
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2015). *Evaluación de los Recursos Forestales Mundiales 2015. Informe Nacional Perú*. <http://www.fao.org/3/a-az305s.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). (2015). *Inventario forestal*. <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/forest-inventory/basic-knowledge/es/>
- Johnson, E. (2000). *Forest sampling desk reference*. (En línea). USA. 985 p. <https://books.google.com.pe/books?id=AITLBQAAQBAJ&lpg=PP1&pg=PP5#v=onepage&q&f=false>
- Kershaw, J., Ducey, M., Beers, T., y Husch, B. (2017). *Forest Mensuration*. Fifth Edition. John Wiley & Sons. 613 p.
- 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*. 335 p.
- Louman, B., Quiros, D., y Nilsson, M. (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América central*. CATIE. 265 p.

- Linares – Palomino, R. (2004). Los bosques tropicales estacionalmente secos: El concepto de los bosques secos en el Perú. *Arnaldoa* 11(1): 85 – 102.
- Machado, G., y León, M. (2005). *Selección del tamaño de parcela de muestreo para el inventario de los bosques pluvisilvas en Guantánamo*. Centro de Información y Gestión Tecnológica:  
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181322702006>
- 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. 145 p.
- Moscovich, F., y Brena, D. (2006). Comprobación de cinco métodos de muestreo forestal en un bosque nativo de *Araucaria angustifolia* Bert. O. Ktze. *Quebracho (Santiago del Estero)* (13). [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1851-30262006000100002&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30262006000100002&lng=es&nrm=iso)
- Ortiz, E., y Quiroz, D. (2002). *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central*/eds. Lorena Orozco, Cecilia Brumer, CATIE, 264 p.  
[http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/training\\_material/docs/Inventarios\\_Forestales%20Bosques\\_Latifoliados\\_AC.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/Inventarios_Forestales%20Bosques_Latifoliados_AC.pdf)
- Quevedo, H. (2006). *Métodos Estadísticos para la Ingeniería Ambiental y la Ciencia*. Universidad Autónoma de CD. Juárez. 848 p.  
<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 de maestría, Universidad de Los Andes]. 168 p.  
[http://webdelprofesor.ula.ve/forestal/mariaq/archivos\\_guias\\_apuntes/Tesis\\_maestria.pdf](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 de Ingeniero forestal]. Universidad Nacional Agraria La Molina. 144 p.

Tarazona, R. (1999). *Variabilidad de los Bosques Secos en la Costa Norte del Perú, con relación a su distribución Latitudinal*. [Tesis de Ingeniero forestal]. Universidad Nacional Agraria La Molina. 60 p.

Triola, M. (2018). *Estadística*. Decimosegunda edición. Pearson Educación de México. 784 p.