

EVALUACION DEL TAMAÑO DE LA PARCELA EN INVENTARIOS FORESTALES POR MUESTREO

Ing. Arturo Rubio Donet ^(*)

RESUMEN

La investigación comprende a una prueba experimental sobre el tamaño de parcela que sería recomendable utilizar para realizar inventarios forestales por muestreo en zonas forestales de algarrobo con regeneración inducida, ubicadas en la localidad de Mocupe del departamento de Lambayeque; los tamaños de parcelas que se han experimentado son: 100 m² , 225 m², 400 m² y 625 m². Asimismo, se determina el número de parcelas que podría ser consideradas como tamaño de la muestra representativa para el inventario forestal.

SUMMARY

The investigation comprehends an experimental prove about the parcel's size that can be used in forestal inventories by sampling at algarrobo's plantations with induced regeneration, this zones are situated in the locality of Mocupe at the department of Lambayeque; the parcel's sizes that have been proved are: 100 m² , 225 m², 400 m² y 625 m². Also, it's determined the number of parcels that could be considered as the representative size of the sample for the forestal inventory.

INTRODUCCION

Al realizar inventarios forestales utilizando el muestreo probabilístico como método de selección de muestras representativas, inevitablemente surgirán las interrogantes: ¿Qué tamaño de parcela utilizar para realizar el inventario?, y ¿Cuántas parcelas serán seleccionadas como muestra representativa de área forestal?. Para dar respuesta a estas interrogantes se deberá tener presente el alcance y naturaleza específica de cada área forestal así como el tipo de bosque que se está evaluando, considerando tanto su distribución espacial como la naturaleza de la plantación correspondiente.

La presente investigación analiza estas dos interrogantes para el caso exclusivo de áreas forestales de algarrobo con regeneración inducida ubicadas en el distrito de Mocupe del departamento de Lambayeque donde se experimentaron cuatro tipos de parcelas en un inventario por muestreo para evaluar la regeneración inducida de algarrobo. Los tamaños de estas parcelas que se evaluaron fueron: 100m² , 225m², 400m² ó 625m².

Se denomina regeneración inducida a la practica de realizar plantaciones de algarrobo a través de sembríos planificados en zonas de aptitud forestal debidamente probada y que deben ser evaluadas permanentemente con fines de seguimiento y monitoreo de los resultados alcanzados.

METODOLOGIA

Para la realización de inventarios forestales por muestreo con mucha frecuencia se utiliza parcelas de un tamaño determinado como unidad de muestreo; una vez definido el tamaño de la parcela, se elegirá una muestra probabilística de estas parcelas y en cada

^(*) *Profesor Principal del Departamento de Estadística e Informática UNALM*

una de ellas se realiza el inventario total de las especies forestales que son objetivo del estudio. Por tanto, la primera pregunta por absolver se referirá al tamaño de la parcela que se utilizará; una vez absuelta esta consulta, la segunda interrogante se referirá al número de parcelas a elegir como muestra representativa del área forestal.

Para evaluar el tamaño de la parcela, debe analizarse el coeficiente de correlación dentro de la parcela como indicador del grado de homogeneidad de la información objetivo dentro de ella; este coeficiente es definido como(1):

$$\rho = \frac{E(y_{ij} - \bar{y})(y_{ik} - \bar{y})}{E(y_{ij} - \bar{y})^2} = \frac{2 \sum_i \sum_{j < k} (y_{ij} - \bar{y})(y_{ik} - \bar{y})}{(M-1)(NM-1)S^2}$$

Donde

$$S^2 = \frac{\sum_i \sum_j (y_{ij} - \bar{y})^2}{NM-1} \quad \text{Variancia entre elementos}$$

$$\bar{y} = \frac{\sum_i \sum_j y_{ij}}{NM} \quad \text{Promedio por Elemento}$$

En general, cuando el tamaño de la parcela (M) es pequeño el coeficiente de correlación dentro de la parcela será alto como indicador que hay un alto grado de homogeneidad, esto debido a que los elementos de parcelas pequeñas son muy semejantes por el hecho de estar contiguos. Contrariamente, conforme el tamaño de la parcela aumenta los elementos dentro de la parcela serán menos semejantes, por tanto, el coeficiente de correlación disminuirá indicando que hay menor homogeneidad dentro de la parcela debido a que los elementos contenidos dentro de la parcela serán más heterogéneos.

En varios reconocimientos agrícolas se ha determinado que la variancia dentro de la parcela puede ser expresada como función del tamaño de la parcela a través de la relación siguiente:

$$S_w^2 = AM^g \quad \text{donde } g > 0$$

En esta función es más evidente cuando hay una clara tendencia a registrar una influencia de los fenómenos naturales sobre elementos contiguos, como es el caso del clima, suelo, topografía, acceso al recurso hídrico, etc. Como resultado de esta influencia, los elementos vecinos serán semejantes y los elementos distantes serán heterogéneos, como es el caso de las plantaciones forestales del algarrobo

Si en el universo bajo estudio existe N parcelas y de ellas se elige una muestra simple al azar de n parcelas, conteniendo M elementos cada una, la variancia del promedio por elemento puede ser aproximada como (2):

$$V(\bar{y}) \approx \frac{1-f}{nM} S^2 [1 + (M-1)\rho] = \frac{1-f}{nM} S^2 [\text{Efecto Diseño}]$$

Es esta relación se puede apreciar que si el coeficiente de correlación es positivo y alto se genera un alto efecto de diseño y la variancia del promedio aumentará significativamente respecto a una muestra simple aleatoria de elementos tornándose menos eficiente el muestreo de parcelas. Asimismo, si el tamaño de la parcela (M) es muy alto también habrá un alto efecto de diseño. Por lo expuesto, el tamaño de la

parcela se determinará evitando generar tanto altas correlaciones dentro de la parcela como valores de M que eleven al efecto de diseño

Para responder a la interrogante referida al número de parcelas que deberán elegirse para realizar el inventario forestal de la zona se utilizaría la relación siguiente (3):

$$n_o = \frac{s_a^2}{s_o^2} \qquad n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{N}}$$

n_o = Tamaño de muestra preliminar

n = Tamaño de muestra definitivo

s_a^2 = Variancia entre parcelas

s_o^2 = Variancia deseada

N = Tamaño de la población

Con el fin de probar los distintos tamaños de parcela que podrían ser utilizados en un inventario forestal en las áreas forestales de algarrobo con generación inducida ubicadas en la localidad de Mocupe del departamento de Lambayeque, en 10 hectáreas y para cada uno de los tamaños de parcela experimentales, se eligieron al azar una muestra de 23 parcelas en las cuales se realizó el inventario de plantas de algarrobo. En cada parcela seleccionada se contó el número de hoyos con plantas de algarrobo, el número de plantas en cada hoyo y las correspondientes alturas de cada planta de algarrobo. Paralelamente, con fines de evaluación de resultados, se realizó un inventario general por enumeración completa de las plantas de algarrobo en las 10 hectáreas seleccionadas para esta investigación.

Las parcelas que se eligieron fueron de forma cuadrada considerando la facilidad de su diseño, ubicación y delimitación en el terreno respecto a otras formas alternativas como circulares, triangulares, etc. asimismo, se evaluaron parcelas cuadradas cuyos tamaños son: 100m², 225m², 400m² y 625m². Para cada tamaño de parcela se determinaron los efectos de diseño resultantes referidos a las variables siguientes:

- Número de hoyos con plantas germinadas en la parcela
- Número de plantas germinadas en la parcela
- Altura de las plantas germinadas.

La recopilación de los datos de cada parcela fue supervisada con el fin de garantizar la cobertura y calidad de la información a procesar.

DISCUSION DE RESULTADOS

Tamaño de la Parcela

Con el fin de apoyar a la toma de decisiones sobre la elección de un tamaño de parcela en inventarios forestales correspondientes a una regeneración inducida de Algarrobo en áreas de Mocupe, en el cuadro 1 se presentan los indicadores referidos al efecto de diseño correspondientes a cada tamaño y para cada una de las variables investigadas.

Cuadro 1

Efecto del diseño según tipo de parcela para estudiar las variables: Número de hoyos, número de plantas y altura de las plantas de Algarrobo.

| Tipo de parcela | Efecto de Diseño estimado EFD = [1 + (M-1) r] | | |
|-----------------|---|------------------------------|----------------------------------|
| | Número de hoyos con plantas | Número de plantas germinadas | Altura de las plantas germinadas |
| 10x10 m. | 1.40 | 2.50 | 0.72 |
| 15x15 m. | 3.32 | 1.96 | 1.72 |
| 20x20 m. | 4.45 | 2.95 | 2.05 |
| 25x25 m. | 7.48 | 3.16 | 1.72 |

Se aprecia que la parcela 10x10 (100 m²) registra el menor efecto de diseño para investigar tanto el número de hoyos con plantas germinadas como para la altura de las mismas, por tanto, esta parcela sería la mejor alternativa para realizar inventarios en este tipo de suelos y para este tipo de regeneración.

Número de parcelas para inventarios por muestreo para regeneración inducida

A fin de establecer al número de parcelas a investigar en bosques cuyo suelo tiene similares características a los de Mocupe, se determinaron las variancias entre parcelas para cada tipo de parcela experimentada; a través de este indicador se determinó el tamaño de muestra que sería requerido en cada caso. De acuerdo con la relación utilizada para determinar el tamaño de la muestra, se puede apreciar que en bosques cuyas áreas sean mayores a 1000 hectáreas el tamaño de muestra preliminar coincide con el tamaño de muestra definitivo. En el cuadro 2 se presentan las variancias entre parcelas que se encontraron para el trabajo experimental que se realizó en la localidad de Mocupe tomando 23 repeticiones para cada tamaño de parcela.

Cuadro 2.

Variancias entre parcelas según tamaño de la misma para estudiar las variables: Número de hoyos, número de plantas y altura de las plantas de Algarrobo.

| Tipo de parcela | Variancia entre parcelas (s ² _a) | | |
|-----------------|--|------------------------------|----------------------------------|
| | Número de hoyos con plantas | Número de plantas germinadas | Altura de las plantas germinadas |
| 10x10 m. | 0.08 | 0.91 | 48.68 |
| 15x15 m. | 0.08 | 0.60 | 44.56 |
| 20x20 m. | 0.06 | 0.51 | 31.19 |
| 25x25 m. | 0.07 | 0.31 | 16.24 |

A continuación se establecieron los márgenes de error de muestreo que podrían admitirse en el inventario forestal, este valor está expresado en términos de desviación estándar para cada una de las variables que se desea investigar (elevando al cuadrado este índice obtendremos la variancia deseada)

Cuadro 3.

Márgenes de error deseados con fines de establecer el tamaño de muestra para estudiar las variables: Número de hoyos, número de plantas y altura de las plantas de Algarrobo en la regeneración inducida.

| | Número de hoyos con plantas | Número de plantas germinadas | Altura de las plantas germinadas |
|----------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Error estándar | 0.024 | 0.14 | 1.25 |
| | 3 Hoyos /Ha | 14 Plantas/Ha | 1.25 cm |

Aplicando la relación expuesta anteriormente, en el cuadro 4 se presentan los tamaños de muestra preliminares que serían aplicados a bosques cuyos suelos tengan las mismas condiciones de la regeneración inducida que se apreciaron en la localidad de Mocupe. Estos tamaños de muestra serían los definitivos para áreas cuya extensión sea mayor a las mil hectáreas

Cuadro 4.

Tamaños de muestra requeridos según tipo de parcela para estudiar las variables: Número de hoyos, número de plantas y altura de las plantas de Algarrobo en la regeneración inducida.

| Tipo de parcela | Número de parcelas requeridas | | |
|-----------------|-------------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| | Número de hoyos con plantas | Número de plantas germinadas | Altura de las plantas germinadas |
| 10x10 m. | 139 | 46 | 31 |
| 15x15 m. | 139 | 31 | 28 |
| 20x20 m. | 104 | 26 | 20 |
| 25x25 m. | 122 | 16 | 10 |

CONCLUSIONES

A través de los resultados expuestos anteriormente se podrían considerar las conclusiones siguientes:

- Los coeficientes de correlación dentro de las parcelas son de naturaleza específica tanto para cada tipo de bosque como para cada tipo de variable a investigar en un inventario forestal, por tanto, es importante considerar que en cada área forestal se debe evaluar el comportamiento del tamaño de la parcela que se utilizó para realizar el inventario forestal.
- Podría llevarse a cabo investigaciones similares que permitan evaluar otras formas de parcelas tales como: circular, triangular, etc.
- Para evaluar la regeneración inducida del Algarrobo en zonas cuyas áreas sean mayores a 400 hectáreas y suelos similares a Mocupe se podría utilizar una muestra de 139 parcelas con dimensiones 100m² (parcelas cuadradas de 10 por 10 metros)

BIBLIOGRAFIA

1. Cochran G. William. *Técnicas de Muestreo*. Editorial CECSA.
2. Des Raj. *La estructura de Encuestas por Muestreo*. Fondo de Cultura Económica
3. Kish Leslie. *Muestreo de Encuestas*. Editorial TRILLAS