

## Algunas consideraciones sobre muestreo

*Some considerations on sampling*

Elba Marina Mora\*

*Recibido: enero, 1999 / Aceptado: junio, 1999*

### Resumen

En el presente artículo se discuten algunos conceptos básicos y aspectos prácticos del muestreo, a través de dos casos de estudio; uno referido al campo social y el otro, al ámbito forestal, bajo el esquema de un muestreo estratificado, donde la estratificación se realiza desde diferentes enfoques, permitiendo calcular el tamaño de la muestra. La utilización de la metodología propuesta y aplicada a los dos casos de estudio, permitió la obtención de información confiable imprescindible para la estimación de parámetros y la toma de decisiones.

**Palabras clave:** muestra; tamaño de la muestra; muestreo; unidad de muestreo; diseño estratificado; estratificación espacial.

### Abstract

This paper discusses some basic concepts and practical implications of the sampling technique in two cases of study, one referred to the social science field and the other to the forestry science field, through the use of stratified design. The stratification is performed from different perspectives permitting to compute the sample size. The use of the proposed methodology in both cases allowed obtaining valuable information for the estimation of the parameters and decision making.

**Key words:** sample; sample size; sampling; sampling unit; stratified design stratification spatial.

---

\* Universidad de Los Andes, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Escuela de Geografía, Departamento de Cartografía Métodos y Técnicas, Mérida-Venezuela. E-mail emmora@ula.ve

## Introducción

Es común que en cualquier investigación, ya sea de índole social, forestal, o que esté relacionada con el medio ambiente, se busque siempre realizar inferencia acerca de una población, con base en la información contenida en una muestra de la misma. Restricciones de tiempo, de dinero, de recursos humanos y técnicos, entre otras conllevan a la toma de tal decisión. Los procedimientos para obtener la muestra que mejor represente a esta población son sin duda alguna un aspecto cotidiano de gran importancia en cualquier investigación.

Sobre muestreo existen una gran variedad de textos disponibles tanto en el mercado como en bibliotecas universitarias, donde el investigador puede acudir y consultar. Pero también es cierto, que muchos de estos textos se enfocan al desarrollo conceptual de las técnicas de muestreo, para lo cual se requiere por un lado cierto nivel de conocimiento de matemáticas e incluso de teoría estadística, y por otro, que no todo el tiempo el investigador tiene claro cual sería la manera más óptima de recoger la información y de la calidad de la información que necesita; lo que ocasiona que el estudiante o investigador busque ayuda en los docentes que de una u otra manera tienen relación con el tema. Es por ello que toda investigación siempre debería contar con el apoyo de un grupo multidisciplinario de trabajo.

El presente artículo tiene como objetivo principal dar a conocer algunos conocimientos o experiencias prácticas sobre el cálculo del tamaño de la muestra, y las etapas que se deben considerar al momento de recabar información.

## Conceptos básicos

Es fundamental incluir en el presente artículo, algunos conceptos que son elementales para entender el desarrollo del muestreo.

Es importante entender que cuando se analiza la información contenida en la muestra el objetivo principal del investigador es el de hacer inferencias para la población, de allí que partimos definiendo algunos términos como **Universo estadístico y Población estadística**, el primero, según Seijas 1981, se refiere a un conjunto finito o infinito de elementos, seres o cosas que tienen características comunes que son de interés en la investigación, cabe citar algunos ejemplos tales como, los habitantes del Municipio Libertador del estado Mérida, los niños con edades comprendidas entre los 7 y 13 años en Venezuela, el conjunto de arenas que conforman la playas del Parque Nacional Morrocoy, entre otros. El segundo **Población estadística** está constituida por el conjunto de medidas de las variables en estudio en cada una de las unidades que conforman el universo (Seijas, 1981), ejemplo los valores que

toma la variable nivel educativo en los habitantes del Municipio Libertador del estado Mérida, la estatura de cada uno de los niños con edades comprendidas entre los 7 y 13 años en Venezuela.

Es común encontrar que lo que se desea realizar para esa población es simplemente estimar uno o más parámetros. Entiéndose como **Parámetro** los valores o medidas que caracterizan una población (Sierra, 1991), por ejemplo el ingreso promedio para el año 1999 de los habitantes del Municipio Libertador, la temperatura promedio mensual de este Municipio o la variabilidad (desviación estándar) de la temperatura mensual, etcétera. Otro concepto que aparece en estas definiciones es el de **Inferencia** o Inferencia Estadística que es simplemente el proceso mediante el cual los resultados obtenidos en la muestra son extrapolados o aplicados a la población, es decir que se realiza la estimación de los parámetros, proceso que se fundamenta en la teoría de probabilidades (Sierra, 1991). De allí que entendemos la **Muestra** como un subconjunto de la población; cuando se trabaja con todos los individuos que conforman la población, lo que se aplica es un **Censo** y en este caso no se hace inferencia ya que los parámetros son calculados directamente en la población.

En el momento en que se plantea la necesidad de seleccionar la muestra, es donde entra a jugar un papel importante el **Muestreo** este término se refiere a

un conjunto de técnicas que permiten seleccionar una muestra de elementos (unidades muestrales), de la población.

La **Unidad de Muestreo**, se refiere a cada uno de los elementos o conjunto de elementos que componen la población, además es aquel que contiene o aporta la información que interesa al investigador.

Para el caso de los estudios de vegetación las unidades de muestreo pueden ser cada uno de los árboles de la especie que interesa, o las diferentes especies de cada zona de vida. Para estudios demográficos de calidad de vida, entre otros la unidad viene a ser la vivienda u hogar donde reside la familia.

La unidad de muestreo puede ser simple o múltiple, se habla de unidad simple cuando la información se toma a partir de cada uno de los individuos y para el caso de la unidad múltiple la información se toma a partir de una unidad que contiene varios individuos. Por ejemplo una parcela constituye una unidad múltiple y el árbol sería una unidad simple; una vivienda podría considerarse como la unidad múltiple y la familia la unidad simple, ya que en una vivienda puede encontrarse más de una familia.

También es común oír hablar en este caso de una unidad de muestreo y de la unidad última de muestreo.

La forma de las unidades de muestreo o unidades muestrales, para el caso de estudios de vegetación pueden ser circulares o rectangulares, una de uso muy frecuente es la transecta la cual

puede tener un tamaño variable dependiendo del estudio y de la zona.

Existen dos maneras generales de realizar un muestreo, haciendo uso de un muestreo estadístico o aplicando un muestreo preferencial u opinático.

En el **Muestreo Opinático** tal y como su nombre lo indica, las unidades muestrales las selecciona el investigador de acuerdo a su propio criterio, considerando que ha logrado obtener una muestra "representativa" de la población. En consecuencia, desde el punto de vista estadístico la información obtenida en esta muestra no puede ser tratada, ya que se considera sesgada y por tanto no puede fijarse un nivel de confianza al momento de emitir una inferencia acerca de cualquier parámetro en la población. Otro problema al momento de seleccionar las unidades es que se requiere conocer muy bien el área de estudio o de investigadores con experiencia en la zona.

Por otra parte el **Muestreo Estadístico o Probabilístico** se define como una técnica en la cual los individuos de la población son seleccionados aleatoriamente, es decir, es posible conocer la probabilidad de selección de cada uno de ellos.

Este principio de aleatorización, en la práctica, realmente es difícil mantenerlo y de allí que se somete a una serie de restricciones, dando origen a algunos tipos de muestreo. El muestreo estadístico es importante ya que permite disminuir y calcular el **Error de Muestreo** que no es más que la

diferencia entre el valor real de la característica calculada en la población (parámetro) y el valor en la muestra (**Estadístico o estimador**).

Este error también puede obtenerse de información a priori sobre el área a estudiar, ya que permitiría el cálculo de una estimación de la desviación estándar para cualquier variable en la población; otra manera de fijar este valor sería de acuerdo a criterios del investigador.

El Error de Muestreo se puede calcular a partir de:

$$E = \pm t_{\alpha} S_y$$

donde:

$t_{\alpha}$  = t de Student a un nivel de probabilidad  $\alpha$  (usualmente  $\alpha = 5\%$ ) y con (n-1) grados de libertad

$S_y$  = Error estándar de la media

$S_y = S / \sqrt{n}$

S = Desviación Estándar de la variable de interés en el estudio.

Otro tipo de error que se presenta en el muestreo estadístico es el **Error Ajeno al Muestreo**, el cual es derivado de situaciones ajenas al muestreo por ejemplo falta de ética profesional en el encuestador, mal entrenamiento del personal que recoge la información ya sean encuestadores, técnicos etcétera.

Entre las técnicas de muestreo estadístico más usadas en el campo forestal, ambiental y social cabe mencionar el muestreo estratificado, el sistemático, por conglomerados, por etapas y una gama de combinaciones entre ellos; no dejando de pensar siempre en el muestreo aleatorio simple.

El **Muestreo Aleatorio Simple** (M.A.S) es considerado el más exacto de todos, su metodología de aplicación consiste en la selección aleatoria de una muestra de tamaño  $n$  entre las  $N$  unidades que constituyen la población, de forma tal que cada una de ellas tengan la misma probabilidad de ser elegida, y las extracciones son independientes unas de otras.

En la práctica cuando se tiene una zona extensa es difícil de implementar, ya sea por la distribución espacial de las unidades de muestreo o unidades muestrales, por razones de costo, de espacio, tiempo, de heterogeneidad de la población etcétera. De allí que se divida la población y surge el **Muestreo Estratificado Aleatorio** (M.E.A) en el cual las unidades o elementos de la población se agrupan en base a similitudes de alguna característica llamada variable de estratificación (usualmente de un factor del medio de tipo topográfico, de vegetación, barrios, urbanizaciones, etc.), formando los estratos, los cuales son homogéneos dentro de sí y heterogéneos con respecto a otro; y luego dentro de cada uno de ellos se eligen las unidades de muestreo aleatoriamente, independientemente unas de otras. La estratificación presenta algunas ventajas, tal como lo señala Scheaffer Mendenhall (1987), puede producir un límite más pequeño para el error de estimación de los parámetros que se desean evaluar. El costo del levantamiento de la información puede ser reducido y se pueden obtener

estimaciones para cada subgrupo o estrato.

El Muestreo Sistemático consiste en distribuir los elementos de la muestra de acuerdo a un patrón definido. Se le dice sistemático porque la selección de las unidades muestrales se realiza a una distancia constante, por ejemplo cada diez viviendas, cada 50 metros etc. En este tipo de muestreo se recomienda cuadricular el área, o hacer uso de un mapa urbano para el caso de encuestas de hogares. Si se trabaja sobre toda el área, tenemos un Muestreo Aleatorio Sistemático; si se estratifica previamente el área, tenemos el Muestreo Estratificado Sistemático. La técnica del **Muestreo Sistemático** permite detectar variaciones espaciales en la comunidad, su aplicación en el campo es realmente sencilla, pero sin embargo no permite una estimación exacta de la precisión de la media (Matteuci y Colma, 1982).

El inconveniente que presenta es que es un muestreo cerrado y una vez realizado no permite agregar un número de unidades muestrales a la muestra.

En el **Muestreo por Conglomerados** las unidades o elementos de la población se agrupan en base a diferencias bien marcadas de alguna característica formando los conglomerados, los cuales son heterogéneos dentro de sí y homogéneos con respecto a otro, es decir, lo contrario del muestreo estratificado. Un ejemplo que puede señalarse es el caso de una ciudad, un conglomerado sería una comunidad en

la que esté presente el barrio y la urbanización juntos, es decir, un sector de una clase social alta y uno de una clase social baja, obteniéndose en el conglomerado la mayor variabilidad presente en la población; las unidades muestrales se pueden seleccionar aleatoriamente o de manera sistemática donde el punto de arranque es aleatorio.

Un concepto que no se podría dejar de mencionar es el de **Intensidad de Muestreo**. Se representa por la letra *i*. Suele llamarse también proporción de muestreo, se expresa en porcentaje y se calcula a partir de la fracción de muestreo la cual se denota por *f*.

$$f = \frac{n}{N}$$

$$i = f * 100$$

La intensidad o fracción de muestreo dependen de:

1. El objetivo específico ¿qué es lo que se desea evaluar?
2. Variabilidad de la población.
3. Tamaño de la población.
4. Exactitud o precisión.
5. Costos y disponibilidad de recursos.

## Metodología

A fin de organizar el proceso de selección de la muestra es necesario seguir una metodología que permita una organización y optimización de los recursos; para ello se describen a continuación una serie de etapas:

- *Planteamiento de la investigación con sus respectivos objetivos generales y específicos*. Estos últimos incursionan en las entrañas del problema y definen todas y cada una de las variables objeto de estudio (Seijas, 1981) las cuales ayudarán al momento de elegir los instrumentos, cuestionarios, encuestas entre otros que permitirán recoger la información.
- *Cobertura de la investigación*. Es importante puntualizar este aspecto ya que permite conocer las dimensiones del estudio, contestando preguntas como ¿cuál es el alcance geográfico? y ¿cuál es el nivel de desagregación de la información? No olvidando la unidad de tiempo, llámese meses, años, etcétera en la cual se llevará a cabo la investigación. Es conveniente en esta etapa tener a disposición fotografías aéreas, mapas, planos, imágenes de satélites ya que esto podría facilitar una mejor definición del área.
- *Variables en estudio*. En este punto se enumerarán las variables que se van a medir en la muestra e inferir a la población. Tal y como se planteó en la primera etapa es necesario tener claro de qué manera se van a cuantificar, a fin de obtener en el procesamiento de la información el cálculo de indicadores, razones, proporciones, tasas, promedios, índices que permitan describir o analizar situaciones importantes en el estudio y lograr los objetivos planteados.

- *Diseño del muestreo.* La selección de la muestra y las unidades de muestreo, es decir, el diseño del muestreo, depende del patrón espacial que presentan dichas unidades una vez ubicadas en la zona de estudio.

El patrón espacial puede ser preferencial, aleatorio, estratificado, sistemático. En el muestreo preferencial la muestra se sitúa en unidades consideradas típicas o representativas de la población sobre la base de criterios subjetivos del investigador. En los demás casos cuando son zonas extensas, lo primero que se sugiere es estratificar la zona, es decir, subdividirla en unidades espaciales o estratos homogéneos de acuerdo a alguna variable de estratificación como la vegetación, comunidades, barrios, parroquias o alguna otra variable geográfica o topográfica. Dentro de cada estrato las unidades de muestreo se ubican según un patrón aleatorio o sistemático, aplicando algunas de las técnicas de muestreo estadístico señaladas anteriormente. De esta manera se pretende disminuir la variabilidad (desviación estándar) de los datos, con respecto a toda la zona sin estratificar.

En los últimos tiempos se recurre a imágenes, fotografías aéreas, etc. al momento de realizar la estratificación.

- *Tamaño de la muestra.* A mayor número de unidades muestrales, más

precisa será la estimación de la variable o variables consideradas. Sin embargo dado el gran costo del muestreo (económico, de esfuerzo, tiempo) es necesario llegar a un compromiso tal que el esfuerzo invertido sea equivalente a la cantidad y a la calidad de la información.

Criterios para seleccionar el tamaño de la muestra:

- Relación entre el área muestreada y la superficie total.
- De acuerdo a procedimientos estadísticos se exige un determinado nivel de precisión (error de muestreo), el cual puede ser calculado por información previa sobre la zona en estudio, puede ser fijado según algún criterio del investigador o puede ser impuesto por la institución para la cual se este realizando el estudio. Luego dependiendo de la técnica de muestreo seleccionada, se procede a usar algunas fórmulas que permiten calcular exactamente su tamaño.
- Otra manera de calcular este tamaño es realizando un premuestreo donde se tengan unidades pequeñas. Se calcula la media para una variable de interés, luego se va incrementando el tamaño de estas unidades junto con el cálculo de su media, se realiza un gráfico del tamaño de las unidades con respecto a las medias obtenidas y se puede considerar como un tamaño óptimo aquel valor donde la

media se estabiliza, deja de tener mucha fluctuación; claro este procedimiento es un poco subjetivo al momento de seleccionar este valor.

- Si se conoce la intensidad de muestreo el tamaño de la muestra (n) puede ser calculado a partir de la siguiente formula:

$$n = (i * N) / 100$$

i = intensidad de muestreo

- Conociendo la fracción de muestreo:

$$n = f * N$$

Para el cálculo del tamaño de la muestra n, se considerará la siguiente fórmula (Scheaffer Mendenhal, 1987)

$$n = \frac{cv \%^2}{(E \% / t)^2 + (cv \%^2 / N)} \quad (1)$$

donde:

cv% = Coeficiente de Variación (estimado de estudios previos o calculado a partir de un premuestreo), exclusivo para el tamaño de parcela utilizado.

$$cv\% = (s / \bar{y}) * 100$$

$\bar{y}$  = media muestral de la variable y

s = desviación estándar muestral de la variable y

E% = Error de muestreo prefijado (usualmente 10%)

t = t de Student a p nivel de probabilidad (usualmente 95%) y con (n-1) grados de libertad (se comienza con grados de libertad y se va reiterando el calculo con los valores de n obtenidos por la aplicación de la fórmula, hasta que n no

cambie significativamente en dos cálculos sucesivos)

N= Número total de elementos en la población

- Disponibilidad de recursos y asignación de responsabilidades. En esta etapa se engloba todo lo concerniente a la preparación del personal que va a recoger la información y del material que se va a usar para ello.
- Ejecución. Esta etapa comprende la ejecución del trabajo de campo.
- Análisis de la información. Una vez recogida y purificada la información se procede a elaborar la base de datos para su procesamiento y análisis. En esta etapa es muy importante pensar en los resultados que se podrían obtener y cual será el formato de presentación de los mismos.
- Uso y aplicación de los resultados.

## Casos de estudio

A fin de aclarar algunos conceptos y lo referente a las etapas mencionadas en el punto anterior, se plantean dos ejemplos reales, el primero es una investigación de tipo social, la cual ya fue terminada y está en proceso de publicación y el segundo está referido al ámbito forestal y la etapa de análisis de la información se encuentra actualmente en proceso. Para estos dos ejemplos se considera un muestreo estratificado, sólo que el criterio de estratificación de la población

es diferente en cada uno. Se tratará en cada caso, hasta donde la información lo permite, de plantear cada una de las etapas consideradas en la metodología del presente artículo.

### **Caso I: Estudio sobre Calidad de Vida**

#### **Planteamiento de la investigación**

Es un estudio de la calidad de vida en el eje urbano La Pueblita-Urb. Carabobo, Municipio Libertador del Estado Mérida para el año 1998, realizado durante el dictado de la asignatura Seminario Regional I y II en los semestres B-98 y A-99, de la carrera de Geografía, en la Universidad de Los Andes.

Objetivo general: Diagnosticar los niveles de satisfacción de las necesidades básicas de la población localizada en el eje Urb. Carabobo - Chamita - La Pueblita de la Parroquia "Jacinto Plaza", Municipio Libertador del Estado Mérida, mediante la descripción, evaluación y análisis de sus capacidades y elementos constituyentes de la realidad que viven, identificando los problemas y limitantes que disminuyen su bienestar, así como las posibilidades y potencialidades para minimizar sus problemas, con el propósito de generar bases para la formulación de estrategias y líneas de acción conducentes a dar soluciones acordes con la problemática de la pobreza y así garantizarles mayores niveles de calidad de vida.

Entre algunos de los objetivos específicos que se plantean se tienen los siguientes:

- Identificar los problemas y limitantes que disminuyen la calidad de vida de los habitantes de este sector.
- Determinar las desigualdades espaciales derivadas de los diferentes grados de satisfacción de las necesidades de la población en el área
- Identificar áreas con alto nivel de pobreza, como problema prioritario a abordar dentro de la ciudad, mediante el análisis de las habilidades que poseen los individuos para alcanzar a desempeñarse en diferentes áreas de trabajo.

#### **Cobertura del estudio**

El área de estudio la constituye La Parroquia Jacinto Plaza del Municipio Libertador del Estado Mérida, se caracteriza por ser la parroquia con la tasa de crecimiento medio anual más alto de todo el estado, siendo ésta receptora de fuertes migraciones de población rural proveniente principalmente de los Pueblos del Sur, que llegan a la ciudad en busca de mejores condiciones de vida y mayores posibilidades de crecimiento económico. Sin embargo, esta población se viene localizando en el eje Urb. Carabobo - Chamita - La Pueblita zona sin proyecto alguno de urbanización, sin dotación de los servicios básicos y de la infraestructura mínima requerida para satisfacer sus necesidades, dando origen a un desarrollo no controlado.

### **Variables en el estudio**

A fin de lograr el diagnóstico de la calidad de vida se trató de operacionalizar el concepto de calidad de vida a través de la evaluación de los componentes de necesidad: salud, ambiente físico, educación, vivienda y dotación de servicios, seguridad personal y social, participación ciudadana, recreación y cultura, servicios comunales, familia y, por último, participación socioeconómica.

Para evaluar algunos de estos componentes es necesario conocer información acerca de algunas variables tales como:

### **Diseño del muestreo**

A fin de lograr los objetivos específicos planteados, se decidió trabajar con un muestreo estratificado, ya que el área objeto de estudio permite de manera fácil la formación de estratos, los estratos se definen como unidades espaciales integradas por una o varias comunidades.

Para la Estratificación del área de estudio, fue necesario levantar el mapa base, así como realizar visitas de campo que permitieran de manera general recabar información de tipo demográfico, social, de servicios y de los principales problemas físico naturales que afectan las comunidades de la zona.

Para la estratificación se consideraron algunos criterios tales como, ubicación y delimitación de cada una de las áreas (estratos), basándose en la diferenciación espacial existente entre

ellas; tomando en cuenta para ello: cuerpos de agua, áreas urbanas homogéneas, infraestructura de servicios, continuidad en el territorio, funcionalidad de los servicios entre comunidades adyacentes e integridad de las comunidades que comparten características físico naturales. En consecuencia se lograron establecer nueve estratos (Cuadro 1), conformados de la siguiente manera:

**Estrato I:** Conformado por La Pueblita se encuentra delimitado por el norte con la vía principal de El Arenal; por el sur con el Sector II; al este con la vertiente izquierda del río Chama y al oeste con la terraza donde comienza el eje urbano de la ciudad de Mérida.

**Estrato II:** Integrado por las comunidades de: Raúl Leoni, Pumarroso, Rincón alto y Rincón bajo (San Jacinto), limitando al norte con el Sector I; al sur con el Sector IV; al este con la vertiente izquierda del río Chama, al oeste con el Sector III y la terraza donde comienza el eje urbano de la ciudad de Mérida.

**Estrato III:** Conformado por Cinco Aguilas Blancas y Las Cumbres, limita al norte y este con el Sector II; al sur con el Sector IV; al oeste con la terraza donde comienza el eje urbano de la ciudad de Mérida.

**Estrato IV:** Esta integrado por: El Conscripto, Negro Primero, La Paz, La Unidad, Pie de la Loma y El Cafetal, limita al norte con los sectores II y III; al sur conjuntamente

Variables independientes	Variables dependientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>- población total en el área</li> <li>- población femenina</li> <li>- población masculina</li> <li>- población infantil</li>   <li>- población escolar</li> <li>- total de viviendas en el área</li>   <li>- total de centros de salud</li> <li>- total de centros educativos</li> <li>- total de centros de recreación</li> <li>- total de casillas policiales</li> <li>- total de líneas de transporte público</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tasa de analfabetismo</li> <li>- Tasa de deserción escolar</li> <li>- Densidad de población</li> <li>- Porcentaje de la población que se beneficia de programas sociales</li> <li>- Tasa de escolaridad básica</li> <li>- Porcentaje de la población en edad escolar que asiste a los centros educativos</li> </ul>

con el este limita con el Sector V y la vertiente izquierda del río Chama; al oeste con la terraza donde comienza el eje urbano de la ciudad de Mérida.

**Estrato V:** Conformado por Los Naranjos, El Cambio, Portachuelo y Las Tienditas del Chama, limita al norte con el Sector IV; al sur con el Sector VII; al este con la vertiente izquierda del río Chama; al oeste con el sector VI.

**Estrato VI:** Integrado por Las comunidades de Justo Briceño, La Carabobo y la calle Niño Jesús, limita al norte con la terraza donde comienza el eje urbano de la ciudad de Mérida; al sur con los Sectores V, VII y IX; al este con los Sectores IV y V; al oeste con la terraza donde comienza el eje urbano.

**Estrato VII:** Conformado por Las Mesitas, limita al norte con el Sector

V; al Sur y este con la vertiente izquierda del río Chama y al oeste con los Sectores VIII y IX.

**Estrato VIII:** Lo integra la comunidad de Santa Catalina, limita al norte con los Sectores VII y IX; al sur con la vertiente izquierda del río Chama, al este con el sector VII y al oeste con el Sector IX.

**Estrato IX:** Lo conforma la comunidad de Chamita, limita al norte con el Sector VI, al sur con la vertiente izquierda del río Chama, al este con el Sector VIII, al oeste con la terraza donde comienza el eje urbano de la ciudad de Mérida.

**Tamaño de la muestra**

Para la selección del tamaño de la muestra fue necesario considerar la información de campo recabada en la primera etapa del estudio, lográndose

**Cuadro 1.** Determinación del número de encuestas por estrato

<b>Estrato</b>	<b>Sectores que lo conforman</b>	<b>n° de viviendas</b>	<b>n° de encuestas</b>
I	La Pueblita.	216	43
II	Raúl Leoni, Pumarroso, El Rincón Alto y Rincón Bajo	350	72
III	Cinco Aguilas Blancas, Las Cumbres.	311	65
IV	El Conscripto, La Paz, La Unidad, San Jacinto, Negro primero, Pie de la loma y el Cafetal.	156	36
V	Los Naranjos, El Cambio Portachuelo, Tienditas del Chama	328	65
VI	Justo Briceño Urb. Carabobo Calle Niño Jesús	953	195
VII	Las Mesitas	223	43
VIII	Santa Catalina	166	165
IX	Chamita	784	36
<b>TOTAL</b>		<b>3487</b>	<b>720</b>

**Media**= 387.44 viviendas/estrato

**Desviación Estándar**= 284.37 viviendas/estrato

**Coef. de variación(%)** = 73.4%

observar que el área de estudio se encuentra ubicada en una zona de alto riesgo con una infraestructura inadecuada y graves problemas tanto de servicios como ambientales.

Para recoger la información que se necesita de los habitantes de la zona, se llevó a cabo una encuesta; la misma se aplicó a una muestra de viviendas donde se ubica la familia, en consecuencia la vivienda es considerada como una unidad física de muestreo y la familia como la unidad que aporta la información.

Es importante señalar que la familia, para el caso particular de este estudio se

entiende como un grupo de dos o más personas que viven juntas compartiendo la vivienda, sus principales comidas, que tiene intereses en comunes y que deben estar emparentadas por lazos de consanguinidad, afinidad o adopción (Seijas, 1981). Podría darse el caso de encontrar una o más familias por vivienda, en este caso se realizarán tantas encuestas como familias hay en la vivienda.

Si la vivienda seleccionada está desocupada o es de otra actividad se procederá a escoger la vivienda adyacente y se debe especificar en la encuesta.

El cálculo del tamaño de la muestra  $n$ , se considerará la siguiente fórmula de la ecuación (1)

$$n = \frac{cv \%^2}{(E \% / t)^2 + (cv \%^2 / N)}$$

Para el ejemplo se utilizó el coeficiente de variación del número de viviendas por estrato, y un error de muestreo del 5%. Es importante señalar que el tamaño de muestra también dependía del tiempo para recabar la información (dos semanas) y del número de estudiantes (20) en el curso, ya que ellos serían los encuestadores, este resultado arrojó un valor de 720 encuestas implicando una intensidad de muestreo del 20% aproximadamente; este valor general de  $n$  se subdividió proporcionalmente para cada uno de los estratos en que se dividió la población para obtener el número de encuestas a realizar en cada estrato (cuadro 1).

## Caso II: Muestreo en el campo forestal

### Planteamiento de la investigación

El segundo ejemplo trata acerca de seleccionar una muestra de árboles de Teca de las 21 ha establecidas en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo, con el fin de realizar un estudio del comportamiento del diámetro de los árboles.

Objetivo general:

Entre los objetivos específicos planteados se puede mencionar el siguiente:

- Evaluar las variaciones del diámetro con corteza y bajo corteza, como principal elemento en la determinación de la forma del fuste de la teca en plantaciones sin manejo para la Reserva Forestal de Caparo.

### Cobertura del estudio

El área de estudio está ubicada en la Unidad I de la Reserva Forestal de Caparo la cual se encuentra ubicada en los llanos occidentales de Venezuela, al suroeste del Estado Barinas.

Las plantaciones de teca, objeto de estudio abarcan una superficie de 21 has, plantadas en 1973 y utilizadas en el programa de investigación en la Unidad Experimental de la Reserva Forestal de Caparo.

### Diseño del muestreo

En este segundo ejemplo se aplica un muestreo estratificado aleatorio, donde la estratificación se realiza posteriormente, una vez que se tiene recabada la información.

Los estratos en los que se divide la población son las categorías diamétricas presentes en la misma. Este método de muestreo reduce la variabilidad y por ende disminuye el error de muestreo, logrando una mayor precisión cuando se utiliza igual tamaño de muestra por estrato (Arabatzis y Burkhart 1992).

Para aplicar este diseño de muestreo es necesario contar con información a priori, para ello se utilizará la información proveniente de las mediciones de las parcelas permanentes

### Definición de las variables

Definición de las variables

Variablen Independientes	Variablen dependientes	Variablen Intervinientes
- Categorías diamétricas	- Diámetro	- Espesura de la masa forestal
- Espesor de la corteza	- Conicidad	- Temperatura ambiente
- Secciones de Altura a lo largo del fuste	- Factor de forma	- Precipitación pluvial
		- Calidad de sitio

y de la información obtenida por Gutiérrez et al. (1992) en las 21 ha, esto permitió conocer la distribución diamétrica en la población y en consecuencia las categorías diamétricas presentes, así como también estimar el tamaño de la muestra

#### Tamaño de la muestra

Se realizó, siguiendo los siguientes pasos:

1. *Determinación del tamaño de la población (N).*

A partir de esta información se encontró una densidad promedio de 750 árboles/ha, con un nivel de confianza del 95%. Conociendo la densidad promedio para las 21 ha, se estimó que el número total de árboles (N) en la plantación es de 15750 árboles.

2. *Determinación del tamaño poblacional de los estratos (Nh)*

Se estratificó la población en función de las categorías diamétricas presentes, utilizándose una amplitud de dos centímetros.

Una vez establecidas las clases se construyó una tabla de distribución de frecuencias. Para obtener el tamaño poblacional del estrato se multiplicó para cada clase su frecuencia relativa por la población total (15751 árboles) (cuadro 1).

3. *Determinación del tamaño de la muestra por estratos (nh)*

Para determinar el tamaño de la muestra es necesario conocer la variabilidad de la población en cuanto a su diámetro se refiere, para ello fue necesario tomar información proveniente de las parcelas permanentes de aclareo y rendimiento para los años 1989 y 1994, cinco años de diferencia a fin de disminuir la correlación existente para observaciones más cercanas. Con esta información se calculó el coeficiente de variación por categoría diamétrica y conociendo además N y Nh se aplicó la fórmula de la ecuación (1) para el cálculo del tamaño de muestra para un muestreo aleatorio simple, con un error de muestreo del 10% y un valor de t con n-1 grados de

libertad para un nivel de confianza del 95% (cuadro 2).

Una vez ya conocido el tamaño de muestra de los estratos (nh), con fines prácticos se consideró conveniente trabajar con un diseño de muestra balanceado, cubriendo 16 árboles por categoría diamétrica, este valor en el cuadro 2 corresponde a uno de los mayores coeficientes de variación, para las categorías entre 12-13.99 y 14-15.99 que presentan la mayor variabilidad.

### Conclusiones

- Este trabajo permitió conjugar aspectos teóricos y prácticos del muestreo.

- La utilización de la metodología propuesta y aplicada a los dos casos de estudio, permitió la obtención de información confiable imprescindible para la estimación de parámetros y la toma de decisiones.
- Los dos casos de estudio se trabajan con un muestreo estratificado, pero la estratificación en cada uno de ellos se realizó desde diferentes enfoques: el caso I una estratificación espacial y para el caso II la estratificación se realiza posteriormente para la información.
- La selección y descripción de las variables constituye una de las etapas fundamentales en la propuesta metodológica para la selección de la muestra y del tamaño de la misma.

**Cuadro 2.** Determinación de los tamaños de muestra para los estratos

Categoría Diamétrica (cm)	Número árboles	Frecuencia relativa (%)	Tamaño del estrato (Nh)	Coefficiente de variación (cv%)	Tamaño de la muestra en el estrato (nh)
- 12	53	7.97	1255	19.25	17
12-13.99	58	8.72	1373	18.32	16
14-15.99	72	10.82	1704	18.72	16
16-17.99	88	13.22	2082	13.45	10
18-19.99	96	14.43	2272	15.50	12
20-21.99	96	14.43	2272	9.04	5
22-23.99	83	12.47	1964	12.06	8
24-25.99	45	6.77	1065	12.11	8
26-27.99	46	7.00	1103	12.18	9
28-29.99	13	1.95	307	11.23	7
30-31.99	6	0.90	142	10.17	6
32-33.99	6	0.90	142	9.00	5
34 y +	3	0.45	71	9.19	5

- Las variables consideradas en el estudio definen el instrumento para la recolección de la información.

tral de Venezuela. Facultad de Ciencias Económicas y Sociales. Caracas. Venezuela.

## Referencias citadas

- ARABATZIS, A. y BURKHART, H. E. 1992. *An evaluation of sampling methods and model forms for estimating height-diameter relationships in Loblolly Pine plantations*. **Forest Science** 38: 192-198.
- GUTIÉRREZ, A., SÁNCHEZ, C. y VALVERDE L. 1992. **Aplicación de una metodología y formulación de un modelo preliminar y simulación para un régimen de aclareo en plantación de Teca**. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. Centro de Estudios Forestales de Postgrado
- MATTEUCI, S. y COLMA, A. 1982. **Metodología para el estudio de la vegetación**. Secretaría General de la O.E.A. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico, Universidad Francisco de Miranda. Coro, Falcón-Venezuela.
- SIERRA B. R. 1991. **Diccionario práctico de Estadística**. Editorial Paraninfo. S.A. Madrid España.
- SCHEAFFER MENDENHALL. 1987. **Elementos de Muestreo**. Grupo Editorial Iberoamérica. México
- SEIJAS L., F. Z. 1981. **Investigación por Muestreo**. Universidad Cen-