

Una Modalidad de Aforo Forestal para la Amazonía Peruana⁽¹⁾

W. Guerra S.⁽²⁾

Resumen

El interés que existe últimamente en desarrollar nuestra Selva Amazónica, hace necesario determinar un método simple de muestreo, destinado a la evaluación sistemática del potencial forestal de esa extensa región.

Considerando que aún a pesar de la menor exactitud atribuida al método del prisma no se conoce otro método que reduzca tanto el costo en los trabajos de campo, se plantea la conveniencia de utilizarlo en combinación con el método de fajas, con el objeto de mejorar su exactitud. Esta modificación consistiría fundamentalmente en aplicar ambos métodos a una pequeña fracción del área total de muestreo; y utilizar la diferencia obtenida para corregir los resultados en el resto del área.

Summary

Due to the increasing interest on the development of our Amazon "Selva" the determination of a simple way of standing the potencial value of the forests of this vast area is of prime importance.

Although "Point Sampling" is not as accurate as the conventional forest sampling procedure, it has the advantage of its exceptional low cost. We then suggest, about the convenience of using this method in combination with strip sampling, so as to have a way of controlling its information.

Introducción

Una de las aplicaciones más importantes de la estadística es la determinación de las características de una población por medio de muestreo. El muestreo es un procedimiento casi obligado de la medición de bosques, sobre todo tratándose de extensas áreas como las de nuestros bosques tropicales.

Desde el punto de vista práctico y económico es casi imposible contar y medir todos los árboles de un bosque. En consecuencia, para estimar el volumen total de un bosque; basta con determinar el volumen de una fracción representativa y generalizar los resultados a toda el área.

El interés de incorporar a nuestra selva dentro de la economía del país, implica de hecho la necesidad de evaluar en forma paulatina la composición de los bosques de las diferentes áreas con el objeto de poder establecer plantas de utilización y manejo de esa riqueza natural.

Tratándose no de cientos sino de millones de hectáreas de bosques, se comprende la importancia de cualquier intento de simplificar los trabajos de muestreo forestal.

⁽¹⁾ Presentado para publicación en Agosto, 1966.

⁽²⁾ Profesor de Fotointerpretación Forestal, Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Agraria, La Molina

Objetivos

El propósito fundamental de este estudio, es colaborar en la búsqueda de un método de muestreo, que ajustándose a las características de nuestros bosques tropicales, tenga las suficientes ventajas como para ser adoptado en escala nacional. Si la información de campo se registra siguiendo un sólo método, es posible, además poder comparar con cierta exactitud los resultados que se obtengan en zonas diferentes.

Se pretende así, intervenir en la formulación de las bases de un inventario forestal sistemático extensivo, de los recursos forestales de la selva peruana, con la idea de obtener al menor costo para cada zona o área representativa, un estimado aceptable de su composición y volumen y que todos estos estudios parciales tengan una base común de comparación.

Pese a las críticas que se hacen al método del prisma, somos de la opinión de que este método es el más conveniente para poder estudiar la composición forestal de 70 millones de hectáreas en un plazo más o menos corto. Nos parece, que lo más lógico es por lo tanto, determinar que modalidad de ese método, se adapta mejor a las características de nuestros bosques y es con este criterio que nos hemos fijado los siguientes objetivos específicos:

1. Determinar hasta que punto el método del prisma es inferior al método convencional de fajas o parcelas en términos de exactitud.
2. Estudiar la posibilidad de mejorar la información que proporciona el método del prisma en combinación con el método convencional.
3. Establecer una modalidad uniforme de muestreo forestal para nuestra Amazonía.

Revisión de Literatura

Se conocen diversos métodos de aforo forestal cuyas ventajas e inconvenientes son puestos constantemente en discusión.

La polémica que surge sobre la bondad de cualquier diseño está supeditada, sin embargo, al aspecto económico e inclina la balanza a favor del diseño sistemático. Por experiencia práctica consideramos muy poco aconsejable. La adopción del sistema randomizado en áreas más o menos extensas debido a que las características de nuestros bosques dificultan la localización de las unidades de muestreo.

Al margen del diseño experimental que más conviene a nuestros bosques tropicales; para los fines del presente estudio nos interesa únicamente la fase que se refiere específicamente a las características de las unidades de muestreo.

El método convencional ampliamente difundido es aquel en que la muestra está dada por una serie de parcelas de tamaño determinado que en conjunto constituyen sólo una fracción del área total del bosque. Es en esta fracción donde se efectúa el conteo de los árboles y la medición de sus diferentes parámetros.

Desde hace algunos años, sin embargo, el método convencional ha sido reemplazado en muchos casos por un nuevo método cuyo uso proporciona la facilidad de no tener que efectuar mediciones de árboles ni del diámetro de los árboles para poder estimar el volumen de un bosque; lo que en términos prácticos significa disminuir el trabajo de campo en un 50% aproximadamente, aún cuando se recarge un poco el trabajo de gabinete.

Nos referimos al método de Biterlich, (2) también denominado muestreo de puntos o de plots variables o también método del prisma. Después de la amplia difusión que se dio a este método en los años siguientes a su descubrimiento, su importancia ha decrecido últimamente por considerarse que no es tan preciso como el método convencional, particularmente cuando se trata de bosques de poca visibilidad en el sotobosque tal como ocurre en nuestra Amazonía. Sin embargo, desde que este método fue introducido al país por Bazán (1) en 1960 no se ha efectuado en nuestro medio ningún estudio de comparación con el método convencional, que permita establecer científicamente la conveniencia o inconveniencia del primero, ni se ha intentado tampoco establecer un sistema uniforme de muestreo para los diferentes estudios que se han llevado o que se están llevando a cabo en el país.

En los inventarios forestales de nuestra selva se ha aplicado indistintamente el método convencional o el método del prisma con modalidades y especificaciones técnicas muy variables entre sí. Esta circunstancia ha dado como resultado la dificultad que experimentamos actualmente, de no poder comparar adecuadamente el potencial de las diversas zonas estudiadas.

Materiales y Métodos

El presente estudio ha sido realizado aprovechando parte de la información de campo del Inventario forestal de la zona de Yurimaguas, Huallaga Central, que fuera encomendado al autor de este estudio mediante Convenio entre el Servicio Forestal y de Caza y la Oficina Nacional de Reforma Agraria - Proyecto Huallaga Central.

Para la recopilación de los datos de campo se contó con el concurso de los señores Marino Neyra, Roberto López y Vicente Zaragoza. Las mediciones se efectuaron utilizando: prismas forestales con factor de área basal (FAB) de $6.5 \text{ m}^2 / \text{Ha.}$, cintas diamétricas y una cinta metálica "Michigan" para la medición de distancias.

Los trabajos de campo se llevaron a cabo sobre la base de un transecto de unos 30 kms. abierto entre los ríos Shanusi y Cainarachi (afluentes del río Huallaga por la margen izquierda) zona que fue seleccionada luego de un cuidadoso trabajo de fotointerpretación forestal debido a ser una de las más representativas del área de estudio. La zona en referencia corresponde al tipo forestal B², "Bosque de terrenos ondulados"; caracterizada por especies forestales tales como: cumala (*Virola* sp.) chimicua (*Perebea* sp.) moena (*Nectandra* sp.), pashaco (*Schizolobium* sp.) uchumullaca (*Trichilia* sp.), machimango (*Eschweilera* sp.), mashonaste (*Clarisia* sp.).

El procedimiento del trabajo fue el siguiente:

1. La línea base (transecto) seleccionada para el estudio fue dividida en segmentos de un kilómetro de largo con el objeto de realizar las mediciones en aquellos segmentos de numeración par únicamente, que fueron diez en total.
2. En cada kilómetro señalado para el muestreo se aplicó a la vez el método convencional (fajas) y el del prisma.
3. Para el caso del método de fajas se utilizó un ancho de 10 metros o sea 5 metros a cada lado del eje; es decir una parcela de 1000 m^2 por cada kilómetro de la línea base.

4. Para el caso del método del prisma se efectuó estaciones cada 100 mts. a lo largo del eje de la línea base; es decir un total de 10 estaciones o registros por cada kilómetro de la línea base.
5. Quiere decir que al término de cada parcela se realizó una estación para el método del prisma; para tener siempre 10 parcelas y 10 estaciones por cada kilómetro de la línea base.
6. En ambos casos se consideró como diámetro límite inferior 16" (40 cms.)
7. Ambos métodos se han desarrollado, en general, siguiendo las mismas especificaciones técnicas con el objeto de poder comparar los resultados.
8. Los resultados finales se expresan en área basal por hectárea, que como se sabe es uno de los parámetros más adecuados para expresar la densidad de un bosque.
9. De lo anterior se deduce que este estudio comparativo entre ambos métodos se efectuó sobre la base de 100 parcelas de 1,000 m² cada una y 100 estaciones para observación con el prisma.

Resultados

De acuerdo a la información numérica resumida en los anexos I y II el presente estudio ha servido para demostrar la factibilidad y conveniencia del método sugerido tal como se desprende del análisis y comentario que a continuación se considera:

Utilizando el método del prisma, se obtiene menos área basal por hectárea, que siguiendo el método convencional que teóricamente debe considerarse como testigo. Esto quiere decir que con el método del prisma no se registra el número real de árboles, sino una cantidad inferior. Las muestras (Prisma) 2,5 y 10 son las únicas con cifras más altas a sus correspondientes en el método de fajas, lo que puede atribuirse a que en este caso las estaciones del prisma coincidieron con áreas en donde el número de árboles o sus dimensiones son efectivamente superior al promedio de la zona.

A parte de esta excepción el ensayo muestra una diferencia sistemática a favor del muestreo de fajas. Esto quiere decir que solo hay una posibilidad de 30% de que utilizando el prisma se obtenga mayor volumen que mediante el sistema de fajas. Existe en cambio un 70% de posibilidad de que sea lo contrario que es la situación normal.

De la comparación del conjunto constituido por las 100 unidades de muestreo en cada método se deduce que en promedio el prisma solo registra el 70% (8.67 m²/Ha.) del área basal por hectárea, obtenida por el método de fajas 12.41 m²/Ha.). La diferencia corresponde a árboles que escapan de los registros del prisma por razones de visibilidad principalmente.

De lo anterior se deduce, que puesto que el prisma solo registra cierto porcentaje del número real de árboles, se puede perfectamente determinar, para cada bosque y circunstancia en particular, un factor de corrección de los registros del prisma, que en el presente caso sería de 1.4 aproximadamente. Bastará por lo tanto, con multiplicar por este factor las cifras proporcionadas por el método del prisma, para hallar el área basal real/Ha. que corresponde teóricamente, a aquella obtenida por el método de fajas.

La comparación entre ambos métodos se puede realizar con mayor exactitud en base a la información de las clases diamétricas inferiores: 16 a 32 pulgadas (40 a 80 cms.) puesto que el mayor número de árboles que en ellas existen proporciona un número mayor de elementos de comparación. Para estas clases diamétricas el prisma registra el 82% del área basal por hectárea, lo cual es indudablemente bastante aceptable para fines prácticos.

La diferencia de resultados es por consiguiente mayor cuando se considera las clases diamétricas superiores: más de 32 pulgadas (80 cm) debido a que el número de árboles en estas clases es reducido y por lo tanto insuficiente para fines de comparación.

La gran diferencia (30%) obtenida entre los resultados de ambos métodos se debe indudablemente en gran parte al tipo de prisma utilizado que no es el más apropiado. Ensayos aislados realizados posteriormente con prismas de varios factores de área basal nos permiten recomendar en forma preliminar el uso de prismas con FAB de 2.5 m²/Ha. aproximadamente.

Otras causas probables de la considerable diferencia entre ambos métodos son:

1. El número de observaciones (unidad de muestreo) y repeticiones es algo reducido desde el punto de vista estadístico.
2. La distancia entre estaciones de muestreo (método del prisma) parece también muy grande. Es posible que si las estaciones están cada 50 metros exista menos diferencia en los resultados de ambos métodos.
3. A pesar de que los datos de campo para ambos métodos han sido tomados sobre una línea base común, la naturaleza preliminar de este estudio no ha permitido considerar la influencia del área de muestreo en cada caso; lo cual puede ser favorable o desfavorable a la diferencia de resultados encontrada.

Una ampliación de este estudio preliminar deberá por lo tanto considerar todos aquellos factores y condiciones posibles de encontrarse en la práctica, tales como tipo de prisma (FAB), área de muestreo, ancho de faja, distancia entre estaciones de muestreo, etc., lo cual de por sí implica un trabajo laborioso.

El hecho de que con el método del prisma se obtenga un área basal o volumen total inferior al método de fajas no influye mucho en los resultados de estructura florística o diamétrica, desde el punto de vista práctico. Se entiende que esta diferencia está distribuida entre todas las clases diamétricas y especies. En términos de exactitud sin embargo la diferencia está más concentrada en las clases diamétricas superiores tal como vimos anteriormente.

El presente estudio indica que hay suficiente base para opinar que un análisis más completo de este problema realizado con un tipo apropiado de prisma y con un mayor número de observaciones y repeticiones, puede disminuir la diferencia de resultados entre ambos métodos a una cifra no tan alta como el 30% obtenido en este trabajo preliminar.

En todo caso, la modalidad de muestreo forestal que se sugiere sería la siguiente:

1. Cualquiera que sea el diseño experimental escogido, al usar el método del prisma se deberá escoger en cada transecto unidades de muestreo o segmentos que tengan siempre 1 kilómetro de largo.

2. En cada unidad de muestreo (1 kilómetro), deberán efectuarse 10 estaciones o registros con el prisma o sea cada 100 metros.
3. En una parte de las unidades de muestreo, se aplicará a la vez el método del prisma y el método convencional, con el objeto de ver la diferencia de resultados y encontrar el factor de corrección correspondiente. Si para este fin se considera un 5% de la muestra total, se entiende que *por* cada 100 kilómetros de muestreo con el prisma habrá 5 kilómetros en donde se aplicará a la vez ambos métodos adoptando un ancho de faja de 10 metros o el que se considere conveniente. Esto es fácil puesto que no implica recorridos adicionales. Se recomienda, asimismo, utilizar esta fracción del área de muestreo para la medición de altura y *otros* parámetros que luego se aplicarán al resto del área.
4. Multiplicando los resultados obtenidos mediante el prisma *por* el factor correspondiente, se podrá entonces llegar a los mismos resultados que si se hubiera empleado el método de fajas en forma exclusiva, con La ventaja de haber reducido al mínimo los trabajos de campo y poder utilizar este ahorro de tiempo, esfuerzo y medios económicos en la evaluación de otras áreas forestales.

Conclusiones y Recomendaciones

1. Con el método del prisma se obtiene menos área basal *por* hectárea que con el método de fajas; es decir hay menos exactitud en los resultados del aforo forestal.
2. La diferencia entre ambos métodos es menor cuando se considera solamente las clases diamétricas inferiores.
3. Se piensa que esa diferencia puede disminuir utilizando un tipo de prisma más apropiado que podría ser aquel con FAB de 2.5 m²/Ha.
4. Se recomienda asimismo ampliar este ensayo con el objeto de hacer intervenir los principales factores que se presentan en la práctica, así como el número adecuado de repeticiones en cada caso.
5. Empleando a la vez ambos métodos en una fracción del área total de muestreo, se puede controlar y mejorar la exactitud de los resultados del método del prisma en el resto del área.
6. Se recomienda aplicar en escala racional la modalidad sugerida por razones de economía y rapidez de los trabajos de campo.

Bibliografía

BAZAN FLAVIO, 1960 - El uso de prismas en los reconocimientos forestales. Ministerio de Agricultura. Servicio Forestal.
HOVIND and RIECK, 1961 - Basal area and point sampling. Wisconsin Conservation Department U.S.A.
HUSH BERTRAN, 1963 - Forest mensuration and statistics. The Ronald Press Company, New York U.S.A.

ANEXO I

AREA BASAL POR HA — METODO DE FAJAS
(Parcelas de 100 x 10 mts. ó 1,000 m2)

TIPO FORESTAL : B2

ZONA: YURIMAGUAS

FAJA	PARCELAS	CLASE DIAMETRICA (Pulgadas)				TOTAL
		16 - 20	22 - 26	28 - 32	34.49	
		AREA BASAL EN M ² /HA				
1	01-Oct	4.11	2.55	2.1	4.69	13.45
2	Nov-20	3.48	1.6	0.4	1.55	7.03
3	21 - 30	5.87	2.5	1.71	0.73	13.42
4	31 - 40	4.1	3.47	1.23	4.62	10.81
5	41 - 50	4.76	2.74	0.85	0.59	8.94
6	51 - 60	4.18	3.77	4.97	3.15	16.07
7	61 - 70	3.41	2.05	3.19	2.29	10.94
8	71 - 80	5.27	6.5	1.19	3.29	16.25
9	81 - 90	6.17	5.48	2.81	2.57	17.03
10	91 - 100	4.1	2.3	1.31	2.4	10.11
TOTAL		45.45	32.96	19.76	25.88	124.05
PROMEDIO		4.54	3.3	1.98	2.59	12.41
PORCENTAJE		36.5	26.5	15.1	21.9	100

ANEXO II

AREA BASAL POR HA. — METOD DEL PRISMA
(Estaciones cada 100 Mts.)

ZONA: YURIMAGUAS

TIPO FORESTAL: B2

MUESTRA	Estaciones	CLASE DIAMETRICA (Pulgadas)				TOTAL
		16 - 20	22 - 26	28 - 32	34 ó +	
		AREA BASAL EN M2/HA				
1	1—10	3.25	3.25	—.—	1.95	8.45
2	11—20	3.90	1.30	0.65	2.6	8.45
3	21—30	4.55	1.30	1.30	0.65	7.8
4	31—40	3.89	3.89	0.65	1.95	10.38
5	41—50	5.85	4.55	3.90	0.65	14.95
6	51—60	1.95	1.29	1.95	—.—	5.29
7	61—70	1.95	2.59	1.95	1.29	7.78
8	71—80	2.28	2.68	0.24	0.48	5.68
9	81—90	2.68	1.95	1.46	0.24	6.32
10	91—100	6.50	3.90	1.30	—.—	11.7
TOTAL		36.8	26.7	13.40	9.81	86.67
PROMEDIO		3.68	2.67	1.34	0.98	8.67
PORCENTAJE		42.4	30.8	15.50	11.3	100

ANEXO III

CUADRO COMPARATIVO ENTRE EL METODO DE FAJAS Y METODO DEL PRISMA

AREA BASAL POR HA.

ZONA: YURIMAGUAS

TIPO FORESTAL: B2

MUESTRA	M ² /Ha.			PORCENTAJE		
	M. de fajas	M. del Pris.	Diferencia	M. de fajas	M. del Pris.	Diferencia
1	13.45	8.45	5	100%	0.63	0.37
2	7.03	8.45	-1.42	100%	1.2	-0.20
3	10.81	7.8	3.01	100%	0.72	0.28
4	13.42	10.38	3.04	100%	0.77	0.23
5	8.94	14.95	6.01	100%	1.67	0.67
6	16.07	5.2	10.87	100%	0.32	0.68
7	10.94	7.78	3.16	100%	0.71	0.29
8	16.25	5.68	10.57	100%	0.35	0.65
9	17.03	6.32	10.71	100%	0.37	0.63
10	10.11	11.7	-1.59	100%	1.16	-0.16
TOTAL	124.05	86.71	37.34	100%	0.7	0.3
PROMEDIO	12.41	8.67	3.74	100%	0.7	0.3

ANEXO IV

RELACION ENTRE EL DIAMETRO

Y

AREA BASAL

Diámetro	AREA BASAL (M ² /Ha.)	
	Metodo de Fajas	Metodo del Prisma
16	1.62	1.02
18	1.34	1.54
20	1.61	1.12
22	1.4	0.78
24	1.02	0.89
26	0.85	1.06
28	0.71	0.55
30	0.44	0.72
32	1.01	0.09
34	0.29	0.26
36	0.33	0.07
38	0.3	0.15
40	0.78	0.2

RELACION ENTRE DIAMETRO Y AREA BASAL

