



Ministerio de Asuntos
Campesinos y Agropecuarios



INFOBOL

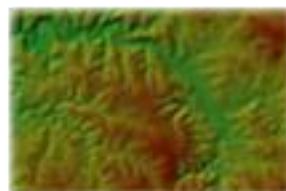


Organización Internacional
de las Maderas Tropicales

INVENTARIO FORESTAL NACIONAL Y PROGRAMA DE CONTROL DE LOS RECURSOS FORESTALES DE BOLIVIA

PD 17/99 Rev. 3 (F)

PROPUESTA DE AGRUPACIÓN PARA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE INVENTARIOS FORESTALES



LA PAZ, MARZO DEL 2004

Este documento fue elaborado dentro el marco del Proyecto Inventario Forestal Nacional y Programa de Control de los Recursos Forestales de Bolivia PD 17/99 Rev. 3 (F) (INFOBOL), ejecutado por el Ministerio de Asuntos Campesinos y Agropecuarios MACA y la Organización Internacional de las Maderas Tropicales OIMT.

PROYECTO INFOBOL

Avenida Camacho No. 1471
Teléfono/Fax: 591-2200803
Site : www.infobol.gov.bo
E-mail: info@infobol.gov.bo
La Paz – Bolivia

MACA

Avenida Camacho No. 1471
Teléfono: 591-2358797
Fax: 591-2336041
Casilla: 4536
La Paz – Bolivia

Personal del Proyecto

E. Rafael Joffré Rojas	Coordinador General
Richard Ramos Lopez	Coordinador Técnico
Ryszard Chuquimia Riveros	Consultor en Base de Datos
Manuel Morales Udaeta	Consultor en Inventarios Forestales
Gladys Tesoro Michel Pinaya	Consultor en SIG
Karina Barrancos Ríos	Administradora
Gonzalo Miranda Rojas	Técnico en SIG
Yaruska Calderón	Técnico en SIG
Ronald Gonzáles Romero	Técnico en Base de Datos
Luís Mario Sandoval	Técnico en Inventarios Forestales
Nelson Chuquimia Loza	Auxiliar de Administración
Justo H. Ponce Cruz	Asistente Técnico

Responsable de Edición: **ÁREA INVENTARIOS FORESTALES**

Reservado todos los derechos.

Se puede reproducir citando la fuente

© INFOBOL

CONTENIDO

		Página
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVO	2
III.	CARACTERÍSTICAS DE LOS INVENTARIOS ANALIZADOS	2
IV.	MÉTODO	4
V.	RESULTADOS	7
VI.	CONCLUSIONES	9
VII.	BIBLIOGRAFÍA	10
ANEXO	FLUJOGRAMA DE AGRUPACIÓN DE DATOS DE INVENTARIOS FORESTALES	11

PROPUESTA DE AGRUPACIÓN PARA EL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE INVENTARIOS FORESTALES

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, producto de las normas en vigencia, existe información suficiente de inventarios forestales para realizar análisis dasométricos, por región, municipio, departamento y otro tipo de agrupación de los recursos forestales presentes en los bosques de Bolivia.

Está información fue levantada, bajo requisitos exigidos por la Ley Forestal (1700), que permiten capturar información del recurso forestal con una intensidad de muestreo tal cual se establece en la norma técnica respectiva y con un mínimo de parcelas a establecer por área boscosa, la cual permite obtener, un error de muestreo no mayor al 10%.

La aplicación de estas normas técnicas ha permitido contar con la valiosa información de inventarios forestales, las que se fueron generando a partir de 1998 a la fecha. El Proyecto Inventario Forestal Nacional y Programa de Control de los Recursos Forestales de Bolivia "INFOBOL", viene trabajando en sintetizar la información cuantitativa y cualitativa de los bosques de Bolivia.

En el marco general del proyecto se establece como una de las tareas prioritarias la planificación y posterior realización del Inventario Forestal Nacional de Bolivia, el cual contemple los resultados y avances logrados por el sector forestal del país. Por ello, se trabaja de manera coordinada con varias entidades del sector, de las cuales se debe destacar el convenio suscrito con la Superintendencia Forestal, el que a permitido al Proyecto INFOBOL tener acceso a la base de datos de los inventarios forestales, aprobados por esta instancia normativa

Datos que una vez verificada su consistencia y confiabilidad, deben ser utilizados para realizar los diferentes análisis que nos permitan cuantificar los recursos forestales.

Por ello, el presente documento, tiene el propósito de agrupar datos de inventarios forestales ejecutados bajo normas y procedimientos legales establecidos por la Superintendencia Forestal, que permitan realizar pruebas estadísticas uniendo la información procedente de inventarios forestales ejecutados por el Proyecto INFOBOL.

II. OBJETIVO

Establecer un procedimiento estadístico coherente y confiable que permita la agrupación de datos de inventarios forestales presentados a la Superintendencia Forestal, para integrarlos al Inventario Forestal Nacional de Bolivia.

III. CARACTERISTICAS DE LOS INVENTARIOS ANALIZADOS

La ejecución de inventarios forestales, presentan características similares establecidas en las normas legales vigentes¹, las mismas que se describen a continuación:

- **Diseño de muestreo**, Debe realizarse un muestreo sistemático de árboles y palmeras por parcelas fijas, conglomerados de parcelas fijas o conglomerados de parcelas variables, con un número mínimo de 100 parcelas o unidades de muestreo.
- **Intensidad de muestreo**, la norma establece que las intensidades mínimas para el muestreo de árboles con un DAP igual o mayor a 40 cm se encuentran en función de la superficie total a inventariar, como se ilustra en el Cuadro 1. Las intensidades mínimas para valores de superficies no indicadas se obtienen mediante interpolación. En cambio, Los árboles con un DAP igual o mayor a 20 cm y menor a 39 cm, deben ser registrados por lo menos en una mitad de cada una de las 100 unidades de muestreo que deben instalarse como mínimo.
- **Error de muestreo**, en base al diseño sistemático e intensidad de muestreo propuesto, el error no debe ser mayor al 10%.

¹ Norma Técnica 136/97 y 248/98 del Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación

CUADRO 1 INTENSIDADES MÍNIMAS Y TAMAÑO DE LAS UNIDADES DE MUESTREO PARA PARCELAS FIJAS

Superficie total de estratos forestales (ha)	Intensidad mínima (%)		Tamaño de unidades de muestreo en el caso de parcelas fijas (ha)	Nº parcelas variables por conglomerado (muestreo goniométrico con un FB de 4)
	DAP mayor a 40 cm.	DAP entre 20 y 39 cm		
200	5.0	2.5	0.1	1
500	2.0	1.0	0.1	1
1000	1.5	0.75	0.1	1
2000	1.2	0.6	0.25	3
5000	0.8	0.4	0.4	4
10000	0.5	0.25	0.5	5
15000	0.35	0.175	0.5	5
20000	0.28	0.14	0.55	6
25000	0.24	0.12	0.6	6
30000	0.22	0.11	0.65	7
50000	0.2	0.1	1.0	10
100000	0.15	0.075	1.5	15
200000	0.1	0.05	2.0	20

Fuente: MDSP (1998)

A pesar que las normas establecen pautas uniformes para la ejecución de inventarios, estos difieren en cuatro aspectos fundamentales a saber:

1. La intensidad de muestreo, es diferente en cada uno de los inventarios forestales presentados a la Superintendencia Forestal, debido a que las superficies boscosas difieren unas de otras.
2. El tamaño de parcelas, de la misma forma, esta determinado por el tamaño del área a inventariar y por ende a la intensidad de muestreo.
3. El error de muestreo, como se tiene diferente tamaño de parcela e intensidad en cada inventario ejecutado, el error es diferente, aunque en todos los caso este valor esta próximo a 10%.
4. La periodicidad de los inventarios, ya que existe una diferencia en tiempo de ejecución máximo de 4 años, considerando aquellos inventarios ejecutados durante 1998 y los últimos el 2002.

Tomando en cuenta las diferencias resaltadas, se busco un procedimiento que permita justificar el agrupar la información presente dentro de cada inventario, a través del procedimiento que se describe en acápite siguientes y posteriormente utilizar esta información para realizar análisis estadísticos por Región Productora².

² Superintendencia Forestal, 1999 Potencial de los Bosques Naturales de Bolivia para la Producción Forestal Permanente. Santa Cruz, Bolivia

IV. MÉTODO

4.1 ORGANIZACIÓN DE DATOS

Ordenar la información en conciliación a la base de datos de los datos de inventarios mayores a 200 ha procedente de la Superintendencia Forestal (SIF), que fueron validados por el área de Base de Datos.

4.2 PRUEBAS DE PLAUSIBILIDAD

La base de datos validada, se somete a pruebas de plausibilidad, con el objeto de verificar la coherencia de los datos.

4.3 AGRUPACIÓN DE PARCELAS

Inicialmente, se evalúa el número y tamaño de las parcelas presentes en el inventario, en base a ella se ordenan o reagrupan estas, con la finalidad de obtener un número equivalente a 9 parcelas de una hectárea.

Es importante recordar que el diseño propuesto por INFOBOL para la realización del Inventario Nacional corresponde a un diseño por conglomerados distanciados cada uno de ellos por 15 kilómetros. Cada conglomerado o Unidad de Muestreo tiene una extensión de 1225 ha (3.5 x 3.5 km) y dentro de esta se distribuyen 9 parcelas de 1 hectárea sistemáticamente.

De acuerdo a metodología propuesta se estableció que, los conglomerados que coincidan con inventarios presentados a la SIF o se encuentren dentro de un radio equivalente a la mitad de la cuadrícula y que al menos cubran un área equivalente al 25% de esta, no se evalúan en terreno. Se procede a la validación y complementación de la información presentada en estos inventarios.

Por esto, se ha propuesto las siguientes formas de agrupación de parcelas:

4.3.1 Agrupación al azar

Evaluated el número y tamaño de las parcelas, se agrupan en primer lugar parcelas continuas de manera tal que sumadas tengan una superficie igual o mayor a una hectárea, luego esta agrupación se las vuelve a numerar y escoge al azar, con la ayuda de una calculadora con números aleatorios, nueve parcelas agrupadas, las que serán consideradas semejantes a las 9 ha que se muestrea a través del método propuesto por INFOBOL para la ejecución del inventario forestal por conglomerados.

A continuación, se presenta un ejemplo de agrupación en base a datos de un Plan General de Manejo Forestal aprobado por la Superintendencia

Forestal, cuyos datos básicos corresponden a parcelas de 0,6 ha de tamaño, con 100 parcelas distribuidas sistemáticamente en toda el área inventariada.

Inicialmente, se agrupan las parcelas del inventario de dos en dos, para obtener una superficie de 1,2 ha. Las parcelas así agrupadas se numera y selecciona al azar con la ayuda de una calculadora u hoja electrónica, como se muestra en la figura 1.

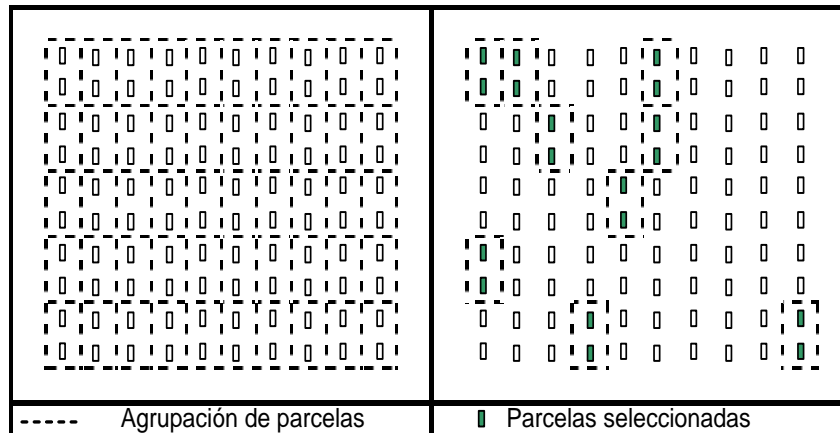


Figura 1. Agrupación y selección al azar de parcelas agrupadas

4.3.2 Agrupación sistemática.

Evaluado el número y tamaño de las parcelas, se agrupan en primer lugar parcelas continuas de manera tal que sumadas tengan una superficie igual o mayor a una hectárea, luego esta agrupación se vuelve a numerar y sistemáticamente se escogen nueve parcelas. Posteriormente se obtienen los valores por hectárea de estas parcelas agrupadas, para así, ser consideradas en el análisis del inventario bajo el diseño por conglomerados.

El procedimiento descrito se muestra en la figura 2, la que detalla en primera instancia la agrupación de dos en dos de las parcelas, por contar estas, con una superficie igual a 0,6 ha, luego se escoge sistemáticamente nueve parcelas agrupadas.

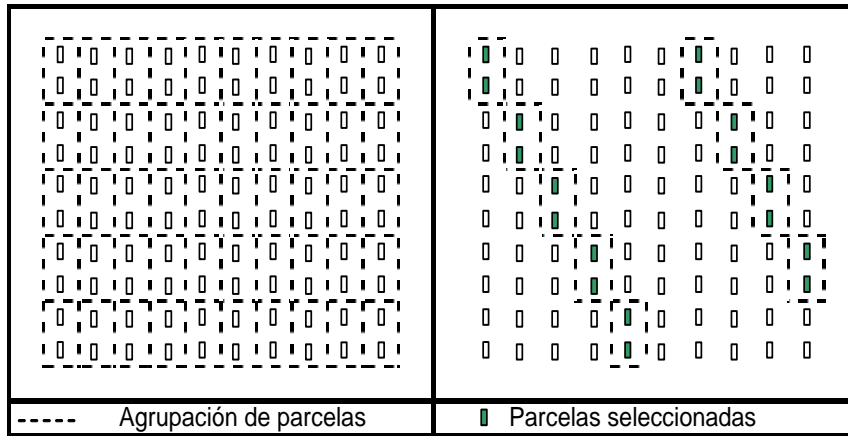


Figura 2. Agrupación y selección sistemática de parcelas agrupadas

4.3.3 Agrupación continúa.

El total de parcelas que existen en el inventario forestal, se divide entre nueve, para obtener los nueve datos que se buscan obtener de cada inventario. Luego, los valores presentes en las parcelas agrupadas se promedian y se expresan en hectáreas y son estos los que se consideran en el análisis estadístico a realizar.

Si la división realizada tiene residuo, las parcelas residuales no se consideran en los cálculos.

La figura 3 ilustra la agrupación continua propuesta, partiendo de cien parcelas distribuidas al azar, con un tamaño de 0,6 ha por parcelas, estas cien son divididas entre nueve, por lo que la agrupación se realiza de once en once parcelas, con una parcela residual no considerada.

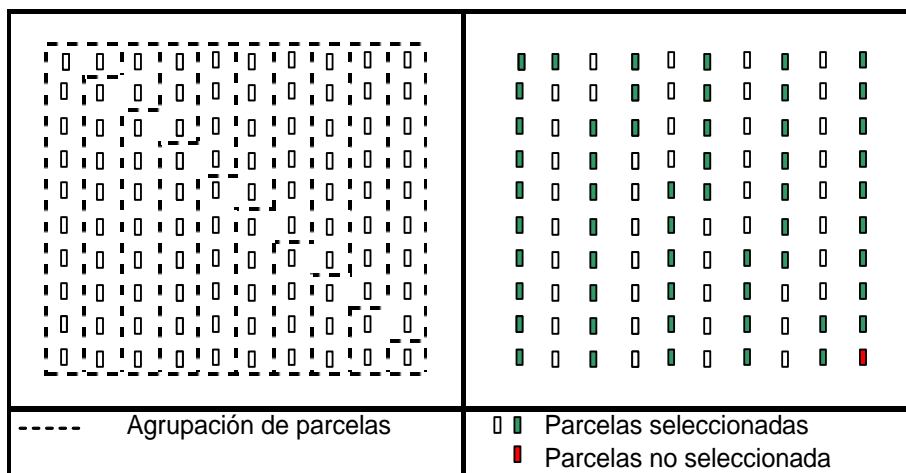


Figura 3. Agrupación y selección continua de parcelas agrupadas

4.4. INVENTARIOS ESTRATIFICADOS

Cuando el inventario forestal presente más de dos estratos, la agrupación de las parcelas se las realizará proporcional al número de parcelas presentes en cada estrato. Para posteriormente continuar con el procedimiento descrito en los acápites 4.3.1, 4.3.2 y 4.3.3 del presente documento.

4.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los inventarios sometidos a las tres diferentes agrupaciones propuestas, se someten a un Análisis de Varianza “ANOVA”, el que permitirá probar el grado de significancia de las diferencias entre más de dos medias³ de muestras, teniendo como testigo los valores del diseño original. Partiendo de la hipótesis, de que no existen diferencia entre medias y por lo tanto los valores corresponde a una misma población.

4.6 ANÁLISIS DE LA VEGETACIÓN

Para determinar la similaridad de las especies presentes dentro de cada parcela se utilizó los índices de similaridad, que permiten comparar comunidades de plantas presente en determinados sitios, se utilizó el Índice de Morisita-Horn, que permite comparar dos comunidades mediante la presencia/ausencia de especies en cada una de ellas, utilizando para ello datos cuantitativos (BOLFOR, et al 2000):

V. RESULTADOS

se han sometido a la agrupación al azar a diez Tipos de Derecho⁴, sistemático y continuo, con la finalidad de comprobar estadísticamente cual de las agrupaciones tenía la menor variación y sus valores estaban más próximos al testigo (original).

Para las tres agrupaciones no se encontró diferencias significativas y se acepto la hipótesis nula, que NO existen diferencias entre medias, por lo que el criterio de selección de la agrupación se constituyó en el valor de F, seleccionándose como la mejor a la “**Agrupación continua**” por presentar el menor valor de F, en el cuadro 2, se presenta el detalle de los valores obtenidos en tres de los diez tipos de derecho utilizados.

³ Media, medida de tendencia central que representa el promedio aritmético de un conjunto de observaciones.

⁴ La Ley Forestal, para el aprovechamiento sostenible de los bosques reconoce los siguientes Tipos de Derecho; Propiedades Privadas, Concesiones, Agrupaciones Sociales del Lugar y Tierras Comunitarias de Origen.

CUADRO 2

ANÁLISIS DE VARIANZA DE INVENTARIOS FORESTALES AGRUPADOS

TIPO DE DERECHO	RAZÓN SOCIAL	AGRUPACIÓN	VARIABLES	ANÁLISIS DE VARIANZA				
				Promedio	Varianza	F	Probabilidad	Valor Crítico para F
Concesión	Industria Maderera Jalil	Original	Nº/ha	147.53	728.54			
			G/ha	17.58	17.52			
			VOL/ha	76.46	390.33			
		Sistemático	Nº/ha	138.33	890.00	0.9335	0.3364	3.9391
			G/ha	16.57	16.02	0.4769	0.4915	3.9391
			VOL/ha	72.68	345.92	0.3017	0.5841	3.9391
		Azar	Nº/ha	144.78	359.44	0.0890	0.7661	3.9391
			G/ha	16.77	5.45	0.3285	0.5679	3.9391
			VOL/ha	71.96	117.99	0.4493	0.5043	3.9391
		Continuo	Nº/ha	147.53	325.71	6.697E-13	1.0000	3.9391
			G/ha	17.58	7.26	0	1.0000	3.9391
			VOL/ha	76.46	165.82	0	1.0000	3.9391
Concesión	Aserradero San Pedro	Original	Nº/ha	122.75	2163.27			
			G/ha	20.59	56.78			
			VOL/ha	88.06	1201.71			
		Sistemático	Nº/ha	119.26	1041.40	0.0485	0.8262	3.9274
			G/ha	19.90	15.79	0.0738	0.7864	3.9274
			VOL/ha	88.94	420.06	0.0055	0.9408	3.9274
		Azar	Nº/ha	116.20	568.25	0.1733	0.6780	3.9274
			G/ha	18.70	13.52	0.5514	0.4593	3.9274
			VOL/ha	77.52	228.96	0.8129	0.3692	3.9274
		Continuo	Nº/ha	121.01	404.94	0.0123	0.9118	3.9274
			G/ha	20.31	19.54	0.0120	0.9128	3.9274
			VOL/ha	86.92	357.24	0.0095	0.9227	3.9274
Propiedad Privada	La Milagrosa	Original	Nº/ha	102.42	198.89			
			G/ha	13.18	19.27			
			VOL/ha	81.64	1157.47			
		Sistemático	Nº/ha	102.00	23.25	0.0078	0.9296	3.9298
			G/ha	13.98	3.47	0.2934	0.5892	3.9298
			VOL/ha	83.29	126.24	0.0207	0.8859	3.9298
		Azar	Nº/ha	97.00	219.75	1.2101	0.2738	3.9298
			G/ha	12.11	10.18	0.5024	0.4800	3.9298
			VOL/ha	74.32	615.42	0.3966	0.5302	3.9298
		Continuo	Nº/ha	102.34	33.85	0.0003	0.9864	3.9282
			G/ha	13.18	2.57	1.37E-07	0.9997	3.9298
			VOL/ha	81.59	121.71	2.283E-05	0.9962	3.9298

Asimismo, una vez verificada que las agrupaciones propuestas correspondía a una misma población, se procedió a obtener el índice de similitud entre las parcelas de cada tipo de derecho, los resultados obtenidos indican que en todos los caso la similitud es mayor a 50 %, en el cuadro 3 se presenta un resumen de los valores obtenidos.

Para mayor comprensión del procedimiento completo que se realiza con los datos de inventarios presentados a la Superintendencia Forestal, así como

los evaluados por INFOBOL, en anexo se presenta el flujograma que ilustra este proceso.

CUADRO 3 ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN FLORÍSTICA ENTRE PARCELAS DEL INVENTARIO DEL ASERRADERO SAN PEDRO (Índice de Morisita-Horn)

PARCELA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	.....	100
1	100															.....
2	27.5	100														.....
3	51.4	47.2	100													.....
4	55.7	83.9	49.6	100												.....
5	52.5	48.8	79.0	60.1	100											.....
6	61.1	48.3	56.5	62.5	79.5	100										.....
7	76.5	32.7	44.8	55.7	53.6	62.6	100									.....
8	69.0	49.2	73.1	63.0	76.1	68.2	64.6	100								.....
9	23.7	80.7	40.0	74.7	59.2	65.1	30.6	42.4	100							.....
10	66.7	61.3	53.3	70.9	66.0	74.6	70.2	69.4	58.0	100						.....
11	58.5	64.1	54.3	75.4	69.1	76.8	52.4	75.5	64.6	81.9	100					.....
12	61.0	62.3	67.1	75.1	71.4	69.3	51.6	76.3	63.3	78.1	85.9	100				.....
13	81.1	32.2	52.4	58.7	62.8	72.0	92.2	69.5	30.9	74.6	60.7	58.9	100			.....
14	79.5	54.4	57.8	81.6	60.0	66.1	68.4	72.6	50.1	70.0	69.4	77.2	73.1	100		.....
15	85.2	35.1	65.9	62.9	69.3	74.6	82.9	78.9	30.5	73.8	66.4	68.4	89.4	80.3	100	.....
.....
100	29.6	26.2	28.1	29.8	34.0	39.3	41.9	41.4	25.7	50.6	35.4	27.9	38.9	31.6	41.9	.....	100

VI. CONCLUSIONES

Según los resultados obtenidos, No existe diferencias significativas entre medias en las tres agrupaciones propuesta, lo que indica que todas ellas corresponde a una misma población y con base en el valor de “F” que se obtuvo de cada una de ellas se considera a la *agrupación continua* como la mejor propuesta y la que se ejecutara para agrupar las parcelas dentro de los inventarios.

El análisis que relaciona la composición florística a través del índice de Morisita-horn, permite concluir que la similitud de las comunidades vegetales presentes en una gran mayoría de cada parcela es mayor al 50%, por esto, se asume que la composición florística es similar en el área inventariada.

En base a los enunciados anteriores, se concluye que la agrupación de datos propuesta, no altera los valores promedios del inventario original y por lo tanto se puede realizar esta agrupación a otros inventarios forestales para los fines estipulados en el presente documento.

VII. BIBLIOGRAFÍA

BOLFOR; Mosatacedo, B.; Fredericksen, T. 2000 Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz, Bolivia

Dauber, E. 1995 Guía Práctica y Teórica para el Diseño de un Inventario Forestal de Reconocimiento, BOLFOR, Santa Cruz, Bolivia

Ley Forestal No 1700, 1996 Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Santa Cruz – Bolivia.

Levin, R.; & Rubin, D. 1996 Estadística para Administradores, tercera edición, Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. México.

Nina, I. 2000 “Terminología Forestal Práctica” (con énfasis en Bolivia) MDSP-FAO/GCP/BOL/028/NET.

MDSP, 1997 Normas Técnicas Para la Elaboración de Instrumentos de Manejo Forestales (inventarios, planes de manejo, planes operativos y mapas), en Tierras Comunitarias de Origen. TCO. Resolución Ministerial N° 136/97. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, La Paz – Bolivia.

MDSP, 1998 Normas Técnicas Para la Elaboración de Instrumentos de Manejo Forestales (inventarios, planes de manejo, planes operativos y mapas), en propiedades privadas o concesiones con superficies mayores a 200 ha. Resolución Ministerial N° 248/98. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, La Paz – Bolivia.

Superintendencia Forestal, 1999 Potencial de los Bosques Naturales de Bolivia para la Producción Forestal Permanente. Santa Cruz, Bolivia

ANEXO

FLUJOGRAMA DE AGRUPACIÓN DE DATOS DE INVENTARIOS FORESTALES

