

APLICACION DEL METODO ITE DE ESTRATIFICACION A LA INVENTARIACION DE LOS MONTES DEL CONCEJO DE OROQUIETA-ERVITI (NAVARRA)

J. M. CUEVAS¹

RESUMEN

Se presentan los resultados obtenidos al estratificar mediante el método ITE, haciendo uso del programa informático TWINSPAN, el inventario forestal de los montes del Concejo de Oroquieta-Erviti (Navarra). Para realizar la estratificación se han utilizado los datos de carácter fisiográfico, ecológico y selvícola tomados durante la realización de los trabajos de campo del inventario. Como conclusión principal se llega a que el método ITE de estratificación es una herramienta de gran interés para la inventariación forestal por conducir la estratificación obtenida a unos errores de inventario muy reducidos.

INTRODUCCION

La estratificación es una práctica habitual en la inventariación forestal, dado que es una de las posibles vías de reducir los costes que supone la realización de los trabajos de campo del inventario sin disminuir la precisión de los resultados obtenidos o, por el contrario, una forma de disminuir los errores del inventario si se adopta mantener la intensidad del muestreo.

Es en esta segunda línea en la que se encuadra el presente trabajo, estudiando la efectividad del método ITE de estratificación en su aplicación a la inventariación forestal.

Es de hacer notar que son frecuentes los trabajos de inventariación forestal en que la estratificación se efectúa sin hacer uso de un procedimiento o método específico. Así, por ejemplo, se podría citar el inventario forestal del País Vasco (DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, GOBIERNO VASCO, 1988), en que la estratificación se realizó utilizando la in-

formación procedente de los existentes Mapas de Cultivos y Aprovechamientos.

CARACTERISTICAS DEL AREA EN ESTUDIO

El Concejo de Oroquieta-Erviti (Navarra) está situado en el Norte de la Comunidad Autónoma de Navarra, apareciendo su situación en la Figura 1. Este Concejo contiene los montes números 416, 417 y 418 del Catálogo de Montes de Utilidad Pública. Estos montes tienen una superficie forestal total de 1.091,83 Ha, de las que 1.003,72 Ha eran arboladas en 1984, fecha de la realización de los trabajos de campo del inventario.

El Concejo de Oroquieta-Erviti se extiende sobre una franja de terreno orientada Norte-Sur, de unos 10 km de largo y 1-2 km de ancho (Fig. 1). Las altitudes de los montes oscilan entre 543 y 1.062 msnm. Todo el terreno del Concejo pertenece a la cuenca hidrográfica del río Ebro, articulándose la zona septentrional alrededor de la regata Gorostieita. El relieve es muy variado, habiendo diversidad de orientaciones, pendientes y situaciones, como ponen de manifiesto las siguientes cifras, obtenidas a partir de los datos de las parcelas de inventario:

¹ Area de Informática Científica. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias.

Orientación	Porcentaje de parcelas
N	9,6
NE	12,0
E	11,0
SE	15,0
S	11,1
SO	14,1
O	10,1
NO	17,1

Pendiente (grados)	Porcentaje de parcelas
0-5	4,1
5-10	7,4
10-15	10,4
15-25	37,5
25-40	39,6
>40	1,1

Situación	Porcentaje de parcelas
Ladera	71,2
Parte superior de ladera/cresta	5,7
Parte basal de ladera	8,6
Vaguada	5,9
Llanura/ladera suave	8,3
Dolina	0,5

Si se considera como umbría a las orientaciones N, NO y NE, y como solana a las orientaciones S, SO y SE, se obtiene que las primeras suponen un 38,7% de las parcelas de inventario, frente a un 30,1% las segundas. Las cifras relativas a pendientes ponen de manifiesto cómo las fuertes pendientes son muy abundantes y, por el contrario, las zonas llanas o subllanas son escasas.

El Concejo de Oroquieta-Erviti se sitúa a caballo sobre el gran conjunto mesozoico del Cretácico inferior, que se extiende entre el macizo herciniano de Cinco Villas y el resalte jurásico de Aralar, y la extensa cuenca de flysch del Cretácico superior situada al Sur. Queda englobada dentro de los límites del Concejo una variedad relativamente elevada de estructuras y niveles estratigráficos, ya que los ejes estratigráficos dominantes son Este-Oeste.

Dada la ausencia de estaciones meteorológicas si-

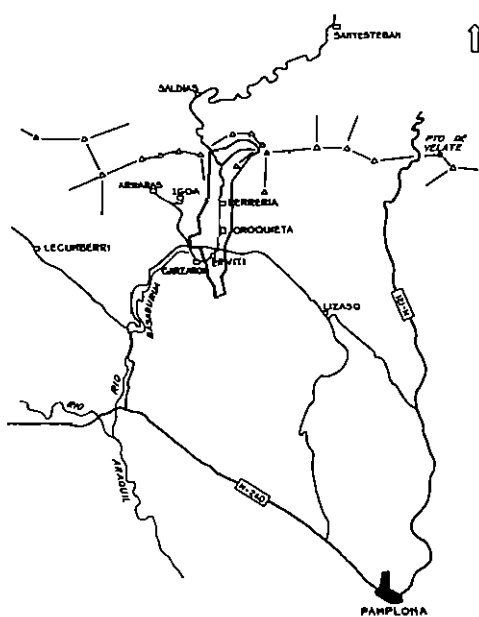


Fig. 1. Situación del Concejo de Oroquieta-Erviti.

tuadas en el Concejo, o en su inmediata vecindad, no pueden darse cifras muy precisas sobre las características microclimáticas de estos montes. En esta zona la variabilidad climática Norte-Sur es acentuada. Como consecuencia de ello en el Concejo de Oroquieta-Erviti, por su forma alargada en dicha dirección, se produce una cierta diferenciación climática entre el Norte y el Sur, acentuada por la mayor altitud de la zona Norte y por su proximidad a la vertiente cantábrica. Puede decirse que, dentro del Concejo, cuanto más al Norte el clima es en general más húmedo, por ser netamente mayores las precipitaciones, y más frío, debido a las mayores altitudes.

Según los datos disponibles de la estación termopluviométrica más próxima (Lecumberri), la temperatura media anual es de 11,3 grados, las temperaturas medias de los meses de invierno están ligeramente por debajo de los seis grados y las temperaturas estivales son moderadas, siendo los meses más cálidos julio y agosto, con medias cercanas a los 18 grados. Las precipitaciones anuales son elevadas; en Lecumberri la precipitación media anual es de 1.399 mm, pero en estos montes se pueden

estimar que oscilan entre 1.300 mm al Sur y 2.000 mm al Norte. Las precipitaciones presentan un máximo en diciembre-enero y un mínimo bastante marcado en junio-julio-agosto.

Los suelos forestales del Concejo de Oroquieta-Erviti se pueden clasificar globalmente como suelos pardos ácidos o suelos pardos con fenómenos más o menos acentuados de hidromorfía. En las zonas donde la hidromorfía es notable el haya no se desarrolla bien y cede el lugar al roble, que llega a formar masas casi puras. Según los análisis efectuados sobre las muestras de cinco perfiles que se abrieron, la presencia de CO_3Ca activo es nula y los pH oscilan entre 4,5 y 5,8.

CARACTERÍSTICAS DEL INVENTARIO

En 1983, y como paso previo a su ordenación, se decidió realizar un inventario por muestreo de estos montes. Se comenzó por delimitar mediante fotointerpretación de los fotogramas de los vuelos del IRYDA y del MOPU del año 1979 las zonas del Concejo conteniendo masas forestales arboladas que se considerasen inventariables, excluyendo de éstas las zonas forestales sin masa arbórea o con muy baja densidad de arbolado, las repoblaciones artificiales, los enclaves dentro de la masa forestal y los pastizales.

Como base para el cálculo de existencias y crecimientos, pero también para el estudio de las condiciones del medio físico, se adoptó un muestreo sistemático (CERVERA, 1969).

En el diseño de este inventario se trató que los resultados que se obtuvieran fuesen válidos a nivel de los cantones a definir es decir, que los errores relativos fueran no superiores al 20% (al 95% de probabilidad fiducial) en la estimación de las existencias de un cantón con una superficie de 25 Ha y de irregularidad media. Es preciso observar que las vigentes instrucciones de ordenación de montes arbolados (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1971) fijan como aceptable un error entre el 5 y el 15% a nivel de cuartel, lo que de adoptarse como pauta podría conducir a errores muy altos a nivel de cantón.

La toma de datos de campo comprendió dos fases: a) muestreo de parcelas y árboles tipo dentro de éstas, y b) muestreo de árboles tipo a abatir para la

construcción de ecuaciones de cubicación de doble o triple entrada (CUEVAS, 1989).

Se describe a continuación la primera fase (a). Se adoptó un muestreo sistemático de parcelas. Tras un recorrido preliminar del terreno para apreciar la variabilidad de las masas y los cálculos pertinentes, teniendo en cuenta los objetivos de precisión buscados, los rendimientos esperados de las cuadrillas de campo y las limitaciones de tipo económico, se adoptaron parcelas de 14 m de radio (615 m² de superficie) y malla de 125 m de lado, excepto en el sector central de los montes, entre La Ferrería y Oroquieta, en que se adoptó malla de 115 m de lado debido a la mayor variabilidad de las masas y el previsible menor tamaño de los cantones a definir debido a lo diversificado del relieve.

El número total de parcelas realizadas fue de 666, lo que supuso una tasa de muestreo para el conjunto de los montes del 3,94%. La tasa de muestreo en el sector central fue del 4,66%. Las mallas de muestreo se dispusieron teniendo en cuenta las orientaciones dominantes del relieve. Dentro de cada parcela se tomaron tres tipos de datos: 1) Enumeración de todos los pies mayores (diámetro superior a 17,5 cm); anotando su especie y su diámetro normal, y conteo por especies de los pies menores (diámetro menor de 17,5 cm y mayor de 10 cm); 2) medición de tres árboles tipo en pie, eligiéndose los tres pies mayores de haya más próximos al centro de la parcela, excepto en la zona donde el roble era más abundante, que daría lugar a dos cantones, en que se eligieron como árboles tipo los tres pies mayores de haya o roble más próximos al centro de la parcela. De estos árboles se midieron y anotaron dos diámetros normales en cruz, dos espesores de corteza en cruz, dos crecimientos radiales en los últimos diez años en cruz y la altura total, y 3) datos fisiográficos, ecológicos y selvícolas de la parcela. Estos datos fueron: situación fisiográfica, pendiente, orientación, erosión, recubrimiento dominante del suelo, especies vegetales presentes con indicación del grado de abundancia, regeneración de brinzales y repoblado, altura dominante del arbolado, grado de cubierta, calidad del arbolado y presencia de explotaciones. En la Figura 2 aparece la ficha diseñada para la toma de estos datos fisiográficos, ecológicos y selvícolas de las parcelas.

DATOS FISIOGRAFICOS, ECOLOGICOS Y SELVICOLAS**A) SITUACION**

1. LADERA
 2. CRESTA
 3. VAGUADA
 4. LLANURA

PENDIENTE
(grados)**ORIENTACION****ALTITUD****EROSION**

1. AUSENTE
 2. ALGO
 3. NOTABLE

RECUBRIMIENTO DOMINANTE DEL SUELO

1. HOJARASCA 3. SUELO MINERAL
 2. MUSGOS 4. VEGETACION
 OTRA:.....

B) VEGETACION DOMINANTE

1. ZARZAL 2. ORTIGAL 3. LANDA - BREZAL 4. HELECHAL 5. MUSGOS
 6. ENEBRAL - BREZO 7. PRADERA 8. HERBACEAS 9. REPOBLADO DE NAYA
 10. HOJARASCA OTRA

ESPECIES VEGETALES

1. ROBLE 2. REBOLLO 3. CASTAÑO 4. FRESNO 5. OLMO 6. AVELLANO 7. MAJUELO
 8. SERBAL 9. ACEBO 10. ROSA 11. ENEBRO 12. ERICA ARBOREA 13. ULEX 14. CALLUNA
 15. DABOECIA 16. BREZOS (OTROS) 17. ZARZA 18. ORTIGA 19. ARANDANO 20. ARAÑON

C)

- | REGENERACION | | ALTURA DOMINANTE | GRADO DE CUBIERTA | CALIDAD DEL ARBOLADO | EXPLORACIONES |
|---------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------------|
| PRINZALES | REPOBLADO | | | | |
| 1. ABUNDANTE <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 1. < 12 M. <input type="checkbox"/> | 1. > 85 % <input type="checkbox"/> | 1. MUY BUENA <input type="checkbox"/> | 1. NO <input type="checkbox"/> |
| 2. MEDIA <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 2. 12-18 M. <input type="checkbox"/> | 2. 65-85 % <input type="checkbox"/> | 2. MEDIA-BUENA <input type="checkbox"/> | 2. RECIENTES <input type="checkbox"/> |
| 3. ESCASA <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 3. 15-20 M. <input type="checkbox"/> | 3. 45-65 % <input type="checkbox"/> | 3. MALA <input type="checkbox"/> | 3. PASADAS <input type="checkbox"/> |
| 4. NULA <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 4. > 20 M. <input type="checkbox"/> | 4. < 45 % <input type="checkbox"/> | | |

Fig. 2. Ficha para la toma de los datos de carácter fisiográfico, ecológico y selvícola en las parcelas de inventario.

TABLA I
 RESULTADOS DEL INVENTARIO SIN ESTRATIFICAR DE LOS MONTES DEL CONCEJO
 DE OROQUIETA-ERVITI. TODAS LAS ESPECIES AGRUPADAS

Tramo	Superficie (Ha)	Núm. pies menores	Núm. pies mayores	Vol. fus. (m ³)	Vol. tot. (m ³)	Vol. cref. (m ³)	
VALORES TOTALES							
1	183,52	29.481	28.921	22.041	25.361	255	
2	184,41	27.828	45.214	28.709	33.545	356	
3	188,08	35.101	57.973	30.852	36.717	363	
4	181,12	40.507	56.977	28.575	34.266	335	
5	164,03	36.885	26.920	11.539	14.219	150	
6	12,95	1.425	1.215	1.059	1.257	13	
Total	914,11	171.227	217.220	122.775	145.365	1.472	
Tramo	Superficie (Ha)	Núm. pies menores	Núm. pies mayores	A. basim. (m ³)	Vol. fus. (m ³)	Vol. tot. (m ³)	Vol. cref. (m ³)
VALORES POR HECTAREA							
1	183,52	160,6	157,6	13,8	120,1	138,2	1,39
2	184,41	150,9	245,2	19,0	155,7	181,9	1,93
3	188,08	186,6	308,2	21,7	164,0	195,2	1,93
4	181,12	223,6	314,6	20,3	157,8	189,2	1,85
5	164,03	224,9	164,1	10,4	70,3	86,7	0,92
6	12,95	110,1	93,8	11,9	81,8	97,1	0,97
Total	914,11	187,3	237,6	17,1	134,3	159,0	1,61
ERRORES RELATIVOS							
1	183,52	12,04	6,06	5,64	6,02	5,83	5,96
2	184,41	10,26	4,70	4,19	4,54	4,38	4,43
3	188,08	7,89	4,90	4,39	4,63	4,47	4,39
4	181,12	6,73	4,24	3,78	4,02	3,90	3,84
5	164,03	6,97	6,37	6,16	6,44	6,30	6,31
6	12,95	28,44	17,35	17,52	19,48	18,21	16,31
Total	914,11	3,81	2,28	2,07	2,22	2,14	2,14

El método de inventario utilizado para calcular los datos precisos para la realización del proyecto de ordenación de estos montes fue sin estratificar, si bien es preciso indicar que para el cálculo de las tarifas a utilizar se agruparon los cantones, a efectos de disponer de un número suficiente de árboles tipo de las parcelas para la obtención de cada tarifa, tomando como base para ello la semejanza de las relaciones gráficas entre la altura total y el diámetro normal obtenidas para cada cantón a partir de los árboles tipo de sus parcelas. Los principales resultados de este inventario se presentan en la Tabla I.

ESTRATIFICACION MEDIANTE EL METODO ITE

Se han estratificado las parcelas de inventario de estos montes utilizando el programa TWINSPLAN (HILL *et al.*, 1979). Este programa hace uso del método desarrollado por el Institute of Terrestrial Ecology (ITE) británico, que tiene como principio teórico el que toda actividad biológica es consecuencia directa de la acción integrada y conjunta de los elementos del medio físico: atmósfera, litosfera e hidrosfera (BUNCE *et al.*, 1975). La utilización integrada de información relativa a los ele-

mentos del medio físico permitirá, por tanto, construir una base de estratificación adecuada. Dicha estratificación se realiza haciendo uso de un procedimiento de clasificación automática en el que las consideraciones metodológicas se reducen al mínimo (HILL *et al.*, 1975).

Desde el punto de vista operativo, el método ITE destaca por la gran economía de tiempo y medios precisos, así como por la facilidad de interpretación de los resultados obtenidos frente a otros procedimientos de clasificación automática, virtud que se une a otras muchas ventajas de tipo metodológico (GAUCH y WHITTAKER, 1981).

El programa TWINS PAN está descrito en lenguaje FORTRAN y fue diseñado originalmente para realizar análisis de especies indicadoras, clasificando tanto las especies como las muestras y construyendo tablas ordenadas de dos entradas para mostrar la relación existente entre especies y muestras tan claramente como sea posible. Este programa está diseñado para tratar variables binarias, en un principio correspondientes a la presencia o ausencia de especies. Ahora bien, con él es posible también tratar cualquier tipo de variables diferentes a la presencia o ausencia de especies, ya sean variables de tipo continuo o de tipo discreto con dos posibles estados diferentes. Para realizar lo anterior es preciso transformar dichas variables en variables discretas binarias.

El método ITE y el programa TWINS PAN han sido utilizados en muy diversos estudios internacionales y nacionales. Entre estos últimos merecen ser citados la clasificación del conjunto de la Península Ibérica (ELENA-ROSELLÓ y BUNCE, 1984) y la clasificación territorial del Pirineo y Prepirineo Navarro (ELENA-ROSELLÓ *et al.*, 1985).

En la estratificación de los montes del Concejo de Oroquieta-Erviti mediante el método ITE se decidió utilizar las variables de tipo fisiográfico, selvícola y ecológico tomadas en cada parcela de inventario, utilizando también otras variables generadas a partir de ellas, como la insolación, para lo que se siguió la fórmula de GANDULLO (1974), o fácilmente obtenibles, como la distancia al Norte. Dado que, como se ha dicho previamente, el programa TWINS PAN utiliza variables de tipo binario, fue preciso generar este tipo de variables a partir de las originalmente disponibles. Tras diversas

pruebas con el programa TWINS PAN se decidió adoptar las variables que figuran en la Tabla II.

Utilizando estas variables el programa TWINS PAN divide a las 666 parcelas en dos grupos, utilizando como variables indicadoras a DISNOR.1 (+), ALTITU.1 (+), INSOLA.1 (+) e INSOLA.2 (+). Al primer grupo pertenecen 452 parcelas y 214 al segundo. En una segunda división el primer grupo se divide en dos subgrupos de 228 y 224 parcelas, utilizando como variables indicadoras G.CUB.1 (+), G.CUB.2 (-), VEG.DO.3 (+), AL.DOM.1 (-), AL.DOM.2 (+), VEG.DO.1 (-) y REC.DO.1 (+). El segundo grupo queda dividido en dos subgrupos de 112 y 104 parcelas, tomando como variable indicadora a INSOLA.1 (+). El programa continúa subdividiendo los grupos, pero estas subdivisiones no se han considerado interesantes por contener un número muy reducido de parcelas y corresponderles, por tanto, un número de árboles tipo inferior al necesario para el establecimiento de tarifas de cubicación de calidad aceptable.

A la vista de estos resultados se ha optado por tener en cuenta la primera división y parcialmente la segunda. Es decir, se ha decidido formar tres estratos: el primero formado por las parcelas del primer subgrupo del primer grupo (228 parcelas), el segundo formado por las parcelas del segundo subgrupo del primer grupo (224 parcelas) y el tercero formado por las 214 parcelas del segundo grupo.

Es digno de ser destacado que en la primera división en dos grupos el programa TWINS PAN ha utilizado como variables indicadoras exclusivamente a variables fácilmente obtenibles a partir de cartografía convencional.

Para el haya se obtuvieron tarifas de cubicación específicas para cada estrato. En el caso del haya leñosa se ha utilizado para el conjunto de los montes la más lenta de las tarifas utilizadas en el inventario sin estratificar y para el roble se ha hecho uso de las tarifas utilizadas en el inventario sin estratificar, que fueron obtenidas a partir de las ecuaciones de cubicación realizadas para esta especie en el Primer Inventario Forestal Nacional (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1980). Todas las tarifas se han obtenido por regresión lineal, usando para ello el programa BMDP1R (DIXON, 1981), a partir de

TABLA II
 VARIABLES UTILIZADAS PARA LA ESTRATIFICACION DE LOS MONTES DEL CONCEJO DE OROQUIETA-ERVITI (NAVARRA)

Nombre de la variable	Significado
PEN.1	Pendiente suave o nula (0-20 grados).
PEN.2	Pendiente media (>20-30 grados).
PEN.3	Pendiente fuerte (>30 grados).
ORIEN.1	Orientación al N, NO, NE u O.
ORIEN.2	Orientación al S, SO, SE o E.
SITUA.1	Situación en ladera.
SITUA.2	Situación en vaguada.
SITUA.3	Situación en llanura.
EROS.1	Erosión: ausente o algo.
EROS.2	Erosión: notable.
BRIN.1	Regeneración de brinzales: abundante o media.
BRIN.2	Regeneración de brinzales: escasa o nula.
REPO.1	Regeneración de repoblado: abundante o media.
REPO.2	Regeneración de repoblado: escasa o nula.
AL.DOM.1	Altura dominante inferior a 20 m.
AL.DOM.2	Altura dominante superior a 20 m.
G.CUB.1	Grado de cubierta superior al 65%.
G.CUB.2	Grado de cubierta inferior al 65%.
CALIDAD.1	Calidad del arbolado: muy buena o media-buena.
CALIDAD.2	Calidad del arbolado: mala.
EXPLOT.1	Explotaciones: no.
EXPLOT.2	Explotaciones: recientes o pasadas.
REC.DO.1	Recubrimiento dominante: hojarasca.
REC.DO.2	Recubrimiento dominante: otros.
VEG.DO.1	Vegetación dominante: no hay o repoblado de haya.
VEG.DO.2	Vegetación dominante: herbáceas o pradera.
VEG.DO.3	Vegetación dominante: ortigal o zarzal o helechal o musgos.
VEG.DO.4	Vegetación dominante: landa-brezal o enebreal-brezo.
INSOLA.1	Insolación en parcelas con menos insolación (110 parcelas).
INSOLA.2	Insolación en parcelas con más insolación (104 parcelas).
ALTITU.1	Altitud inferior a 807 m.
ALTITU.2	Altitud superior a 807 m.
DISNOR.1	Distancia al Norte baja.
DISNOR.2	Distancia al Norte alta.

las cubriciones obtenidas de los árboles tipo de las parcelas.

Los resultados del inventario estratificado mediante el método ITE figuran en la Tabla III.

ANALISIS DE RESULTADOS

El análisis de resultados se centra en la comparación de los resultados obtenidos sin estratificar y estratificando mediante el método ITE. Los resultados a que se llegó en ambos casos figuran detallados en las Tablas I y III. A continuación se presentan de forma resumida dichos resultados.

	Sin estratificar	Estratificando mediante el método ITE
Número de pies menores	171.227	172.027
Error relativo	3,81	0,80
Número de pies mayores	217.220	212.099
Error relativo	2,28	0,50
Area basimétrica total (m ²)	15.647	15.443
Error relativo	2,07	0,45
Volumen de fuste (m ³)	122.775	108.907
Error relativo	2,22	0,47
Volumen total (m ³)	145.365	139.858
Error relativo	2,14	0,46
Volumen de crecimiento de fuste (m ³)	1.472	1.522
Error relativo	2,14	1,18

TABLA III
 RESULTADOS DEL INVENTARIO ESTRATIFICADO MEDIANTE EL METODO ITE DE LOS MONTES
 DEL CONCEJO DE OROQUIETA-ERVITI. TODAS LAS ESPECIES AGRUPADAS

Tramo	Superficie (Ha)	Núm. pies menores	Núm. pies mayores	Vol. fus. (m ³)	Vol. tot. (m ³)	Vol. cref. (m ³)	
VALORES TOTALES							
1	183,52	32.474	42.365	22.009	28.226	323	
2	184,81	33.784	42.691	22.035	38.281	315	
3	188,08	35.368	43.461	22.531	28.896	302	
4	181,12	35.982	42.564	21.212	27.348	307	
5	164,03	31.595	37.919	19.641	25.189	253	
6	12,95	2.824	3.099	1.479	1.918	22	
Total	914,11	172.027	212.099	108.907	139.858	1.522	
Tramo	Superficie (Ha)	Núm. pies menores	Núm. pies mayores	A. basim. (m ³)	Vol. fus. (m ³)	Vol. tot. (m ³)	Vol. cref. (m ³)
VALORES POR HECTAREA							
1	183,52	176,9	230,8	17,1	119,9	153,8	1,76
2	184,81	183,2	231,5	17,0	119,5	153,4	1,71
3	188,08	188,0	231,1	16,9	119,8	153,6	1,61
4	181,12	199,7	235,0	16,8	117,1	151,0	1,70
5	164,03	192,6	231,2	16,8	119,7	153,6	1,55
6	12,95	218,1	239,3	16,5	114,2	148,1	1,68
Total	914,11	188,2	232,0	16,9	119,1	153,0	1,66
ERRORES RELATIVOS							
1	183,52	1,58	1,05	0,96	1,01	0,98	2,52
2	184,41	1,73	1,15	1,05	1,11	1,08	2,81
3	188,08	1,74	1,09	0,96	1,01	0,99	2,62
4	181,12	2,09	1,26	1,09	1,12	1,10	2,56
5	164,03	1,77	1,12	1,01	1,07	1,04	2,85
6	12,95	5,67	3,49	2,99	3,04	3,01	6,51
Total	914,11	0,88	0,50	0,45	0,47	0,46	1,18

Se puede observar cómo los resultados obtenidos son muy similares estratificando mediante el método ITE y sin estratificar, siendo las diferencias inferiores al 5%, y que los errores relativos obtenidos en el caso de realizar estratificación mediante el método ITE son muy inferiores a los obtenidos en el caso de no estratificar.

Si a partir de los errores relativos obtenidos en ambos casos se calculan los intervalos de confianza al 95% de probabilidad fiducial, se puede observar que los resultados obtenidos en el inventario estratificado mediante el método ITE están en todos los

casos dentro de los intervalos calculados para el inventario sin estratificar.

Los resultados obtenidos podrían, presumiblemente, mejorarse aún más si para la estratificación se hubiese utilizado información espectral procedente de sensores remotos.

CONCLUSIONES

El método ITE y el programa TWINSPLAN han mostrado una enorme utilidad como herramientas de estratificación con vistas a la inventariación fo-

restal, por disminuir notablemente los errores de muestreo en la estratificación obtenida.

Han aparecido como especialmente indicadas para ser usadas en dicha estratificación variables generales a partir de cartografía convencional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco la colaboración prestada por doña Rosa Calvo Haro, don Ramón Elena Roselló y don Antonio Martínez Millán, del INIA; don Javier Martínez Millán, de la ETSIM, y don Vicente Vizcay Castro, del MAPA.

SUMMARY

The results obtained stratifying through the ITE method, using the TWINSPAN program, the inventory of the forests of the Council of Oroquieta-Erviti (Navarra) are presented. For realizing the stratification have been used the data of fisiographical, ecological and selvicultural character taken along the inventory. The main conclusion is that the ITE method of stratification has shown to be a tool of great interest for the forests inventory, leading to inventory errors very reduced.

BIBLIOGRAFIA

- BUNCE, R. G. H.; MORREL, S. K., y STEL, J. H., 1975: «The application of multivariate analysis to regional surveys». *J. Environ. Manag.*, 3, 151-156.
- CERVERA, J. M., 1969: *Inventarios forestales por muestreo estadístico*. IFIE, Comunicación núm. 42, Madrid.
- CUEVAS, J. M., 1989: *Ecuaciones de cubicación para el haya en la Navarra orocantábrica*. Comunicaciones INIA, Rec. Nat. En prensa.
- DIXON, W. J., 1975: *BMDP. Biomedical Computer Programs*. University of California Press. Berkeley.
- DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, GOBIERNO VASCO, 1988: *Inventario forestal, 1986*, Alava.
- ELENA-ROSELLÓ, R., y BUNCE, R. G. H., 1984: «Aplicación del método ITE a la Península Ibérica; consideraciones metodológicas y utilidad en la estimación de la productividad forestal». *An. INIA/Ser. Forestal*, 8, 45-62.
- ELENA-ROSELLÓ, R.; CARRETERO, P., y SÁNCHEZ, O., 1985: *Clasificación territorial del Pirineo y Prepirineo Navarro*. Comunicaciones INIA/Ser. Recursos Naturales 39.
- GANDULLO, J. M., 1974: *Ensayo de evaluación cuantitativa de la insolación en función de la orientación y de la pendiente del terreno*. An. Rec. Nat. 2. INIA.
- GAUCH, H. G., y WHITTAKER, R. H., 1981: «Hierarchical classification of community data». *J. Ecol.*, 69, 537-557.
- HILL, M. O., 1979: *TWINSPAN-A FORTRAN program for arranging multivariate data in an ordered two-way table by classification of the individuals and attributes*. Section of Ecology and Sistematics, Cornell University, New York.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1971: *Ordenación de montes arbolados*. DGM y PF.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1980: *Las frondosas en el primer inventario forestal nacional*. ICONA.