

TEORÍA Y PRÁCTICA DEL TRANSECTO COMO MÉTODO DE INVENTARIO PARA EL SABINAR (*Juniperus thurifera*)

Garitacelaya Saldise, J.¹; Natividad Gómez Corral, N.²; Martín López, F.³ & Avilés Rodríguez, C.⁴

¹Ingeniero de Montes.- Grupo Basarte.- Tlf. Móvil: 619 461 965 e-mail: jgaritacelaya@basarte.com.- Basarte SL, Polígono Ezcabarte, nave M, nº 1. 31194 Arre, Navarra. Fax: 948 196351

²Ingeniera de Montes.- Tlf. Móvil: 629 536883: e-mail: ngomez@basarte.com.- Basarte SL, Polígono Ezcabarte, nave M, nº 1. 31194 Arre, Navarra. Tlf: 948 196453. Fax: 948 196351

³Ingeniero de Montes.- Tlf. Móvil: 615 093 739.- e-mail: fmartin@alberamedioambiente.com.- Albera Medio Ambiente SL.- Edificio CEEI oficina 8, aeropuerto de Burgos, 09007 BURGOS.- Tlf/Fax: 947 047 404.

⁴Ingeniero de Montes.- Tlf. Móvil: 615 093 740.- e-mail: caviles@alberamedioambiente.com.- Albera Medio Ambiente SL.- Edificio CEEI oficina 8, aeropuerto de Burgos, 09007 BURGOS.- Tlf/Fax: 947 047 404.

Resumen Los sabinares (*Juniperus thurifera*) constituyen una formación forestal de características peculiares y diferenciadas de las masas tradicionalmente gestionadas. En cualquier caso, la toma de datos de un monte ha de estar dirigida a los objetivos de gestión, por lo que para la sabina es necesario adaptar los conocimientos técnicos existentes a su complejo sistema y a los dilatados ingresos económicos que proporciona. Los transectos permiten obtener datos *dinámicos*, suministran información sobre la evolución en el espacio de las masas. También facilitan la percepción de cambios cualitativos en la superficie forestal y resultan una forma más económica de obtención de los datos de campo. Estas cualidades, justifican su amplia utilización para el estudio de especies forestales en el resto de Europa y Norteamérica. Sin embargo, es necesario adaptar la metodología general de los transectos al caso concreto de la sabina, analizar las posibilidades de trabajo y consolidar el diseño de los mismos, fundamentalmente en cuanto a los parámetros relevantes de medición, la superficie muestreada, el trazado más adecuado o las dimensiones de los diferentes tramos.

Palabras clave: Método de inventario forestal, sabina albar

THEORY AND PRAGMATICS OF THE TRANSECT AS A *JUNIPERUS THURIFERA* INVENTORY METHOD

Summary The *Juniperus thurifera* forests constitute a formation of characteristics peculiar and differentiated from the traditionally managed stands. In any case, the inventory has to be directly related with management goals, and for the *Juniperus thurifera* it is necessary to adapt the technical existing knowledges to its complex system and to the extensive economic income that it provides. Transects allow to obtain *dynamical* information, give information about the evolution in the space of the stands. Also they facilitate the perception of qualitative changes in the forest surface and turn out to be a more economic form of obtaining of the field data. These qualities justify its wide utilization for the study of forest species in the rest of Europa and North America. However, it is necessary to adapt the general methodology of the transects to the concrete case of the *Juniperus thurifera*, to analyze the possibilities of work and to consolidate the design of the same ones, fundamentally as for the relevant parameters of measurement, the surface inventoried, the most suitable tracing or the dimensions of the different sections.

Key words: Forest inventory method, *Juniperus thurifera*

THEORIE ET PRATIQUE DU TRANSECT COMME METHODE D'INVENTAIRE POUR LE PEUPEMENT A GENEVRIER THURIFERE.

Résumé Les peuplements à Genévrier thurifère (*Juniperus thurifera*) constituent une formation forestière aux caractéristiques particulières et différenciées par rapport aux masses que l'on a l'habitude de gérer. Dans tous les cas, la prise de données d'une forêt doit être orientée selon les objectifs de gestion. Par conséquent, pour le Genévrier thurifère, il est nécessaire d'adapter les connaissances techniques existantes à la complexité de son système et aux rendements économiques qu'il génère. Les transects permettent de disposer de relevés *dynamiques*; ils fournissent des renseignements sur l'évolution des masses dans l'espace. Ils facilitent aussi la perception des changements qualitatifs de la superficie forestière, et offrent un moyen d'obtention de relevés de terrain plus économique. Ces qualités expliquent que leur utilisation soit largement répandue pour l'étude des masses forestières dans le reste de l'Europe et en Amérique du Nord. Cependant, il faut adapter la méthodologie générale des transects au Genévrier thurifère, analyser les possibilités de travail, et consolider le dessin des transects, notamment concernant les paramètres remarquables suivants: mesurage, superficie échantillonnée, tracé le plus judicieux, dimensions des différents lots de terre.

Mots-clefs: Méthode d'inventaire forestier; Genévrier thurifère

INTRODUCCION

El inventario de masas arboladas tiene como objetivo principal la recopilación de los datos de campo necesarios para la toma de decisiones en la gestión. Partiendo de este punto, a mayor valor de los productos, menor área cubierta o mayor riesgo de toma de malas decisiones, el esfuerzo del inventario, tanto en intensidad como en precisión de los datos, ha de ser mayor.

Sin embargo, en una ordenación de montes los recursos son muy limitados, y el gestor ha de adecuarse a lo estrictamente necesario, intentando incrementar la eficacia de las salidas a campo, ya que el inventario constituye el sumidero de la mayor parte del coste de una planificación.

Además, los sabinares (*Juniperus thurifera* L.) se encuentran en una fase de rápida evolución y expansión, debido en muchos casos al abandono de tierras de cultivo, aunque el producto maderero produce rentas económicas muy dilatadas en el tiempo.

Por ello, la gestión debe proporcionar metodologías y herramientas capaces de articular la toma de decisiones y los transectos, a diferencia de las tradicionales parcelas, permiten obtener datos *dinámicos*, más baratos y adecuados a masas con un marcado gradiente espacial.

MATERIAL Y METODOS

El transecto es una banda de muestreo diseñada y dimensionada en función de cada masa, sobre la que se procede a la toma de los datos que se han definido previamente.

Al igual que otros métodos de inventario se basa en el análisis en detalle de una determinada superficie, considerada representativa de una zona más amplia, a la que se extrapolan los datos.

Es posible encontrar una amplia gama de referencias bibliográficas sobre el diseño de transectos (EBERHARDT, 1978; GREGOIRE et al., 2003; GROSENBAUGH, 1958), así como de su utilización en estudios del medio natural como método de toma de datos de campo. Entre ellos, destaca la estimación de la cobertura de especies de carácter arbustivo o de la abundancia de especies de flora y, fundamentalmente, fauna, ya que este método se ajusta bien a su movilidad.

En cuanto al uso de transectos en la gestión forestal, también existe una gran variedad de artículos (HERNANDEZ, 2001; IMAÑA-ENCINAS, 1997; VALENTINE, 2001) entre los que cabe destacar su uso para la evaluación de la madera muerta del suelo (MARSHALL et al., 2000), de huecos en la cubierta forestal (BATTLES et al., 1996), y casos relevantes como el Inventario Forestal Nacional Francés (CHEVROU, 1973) y el inventario en Kansas de derribos por viento (CASTONGUAY et al., 1984).

Como se ha comentado anteriormente, el sabinar se encuentra en evolución espacial, es decir, encontramos masas en expansión hacia zonas no arboladas, otras que tienden a cerrarse a partir de situaciones adhesionadas o aquellas en las que se están introduciendo paulatinamente nuevas especies, como quejigos (*Quercus faginea*) y encinas (*Quercus ilex ballota*), todos ellos casos muy habituales en los sabinares.

Cuando el transecto se diseña de acuerdo con la fisiografía del terreno y las características particulares de cada masa forestal, constituye el método idóneo para poder apreciar los gradientes de cambio en determinados parámetros de la masa.

De esta forma, a partir del conocimiento de la sabina, de las masas concretas que se quiere planificar y del transecto como posible método de inventario, se hace factible la aplicación de éste para la toma de datos en campo.

RESULTADOS

La aplicación de los transectos como método de inventario del sabinar requiere el establecimiento de un procedimiento concreto a través del cual se vayan tomando decisiones como las que se desarrollan a continuación.

En primer lugar se dividirá el territorio en unidades homogéneas en cuanto al tipo de masa forestal que encontramos actualmente. De esta forma, se podrán segregar áreas de sabinar denso, propio de zonas de buena calidad de la estación, con una topografía suave y poco expuestas, lo que favorece unas mejores condiciones edáficas y una mayor humedad. También pueden distinguirse zonas de sabinar pobre, asociado a un mal terreno, más venteado y de mayor pendiente en las que el sabinar se convierte en una masa abierta con menor número de pies. O incluso masas mixtas de sabina con pino silvestre (*Pinus silvestris*), pino pudio (*Pinus nigra salzmannii*), encina (*Quercus ilex ballota*) o quejigo (*Quercus faginea*); zonas de pastizal con arbolado, formación de sabinas aisladas, cercanas a las tenadas utilizadas para el manejo del ganado ovino; o cualquier otro tipo de formación vegetal que se pueda diferenciar.

Posteriormente, hay que decidir la intensidad de muestreo que se adoptará para la sabina. En el caso de las ordenaciones recientes de montes de sabina (*Juniperus thurifera*) en la Comunidad de Castilla y León se ha adoptado por parte de la Administración Forestal el 0,8% de superficie muestreada, por lo que consideramos que este valor es el mínimo a conseguir en cada una de las formaciones antes segregadas. Con este dato se obtiene la superficie total que es necesario muestrear para cada uno de los grupos de vegetación.

La superficie a muestrear se articula en diferentes transectos, de forma que se analicen las zonas más representativas o interesantes, sobre las que se cree conveniente tomar datos.

Por lo tanto, cada transecto representará una superficie proporcional del tipo de vegetación de forma que al final será posible ponderar los resultados obtenidos en cada una de las bandas muestreadas por la superficie a la que representa.

El siguiente paso es diseñar las dimensiones de los transectos. Lo primero que se fijará es la anchura, que puede variar entre 8 y 10 metros a cada uno de los lados del eje longitudinal del transecto (16-20 metros de amplitud total). Estas dimensiones permiten el trabajo cómodo de dos personas, una a cada lado del eje longitudinal.

Ajustando la longitud de cada uno de los transectos se completará la superficie total que hay que muestrear para cada tipo de formación vegetal.

Para apoyar la toma de decisiones y el manejo de los datos en gabinete, se estima conveniente dividir los transectos en tramos de entre 100 y 150 metros, dependiendo de la espesura y complejidad la formación concreta. De esta forma, será posible detectar posibles microvariaciones en la estructura y conformación del sabinar representado.

A continuación se debe decidir el emplazamiento de los transectos, de forma que se pueda concretar el diseño completo del método de muestreo (Figura 1).

Se pueden tener en cuenta diferentes consideraciones a la hora de decidir la localización de los transectos, aunque el conocimiento del territorio, el estudio del monte y la experiencia del técnico son fundamentales antes de cerrar este aspecto:

- Si la superficie a representar es muy homogénea, se tomará el transecto de forma que la represente adecuadamente.
- Si existe un gradiente apreciable, se trazará el transecto de forma que se atraviesen zonas con diferentes condiciones. De esta forma, se podrá analizar la modificación del sabinar. Por ejemplo, si lo que se quiere representar es una masa de ladera, se puede trazar el transecto según línea de máxima pendiente de forma que se pueden apreciar los cambios de estructura desde la parte alta a la baja, o si existen zonas pastoreadas atravesarlas, de forma que se puedan ver los cambios en la regeneración, fenología, etc.

El siguiente punto significativo es la definición de los parámetros que se van a medir en campo. Hay que destacar la especie, ya que la sabina puede encontrarse mezclada con otras especies del mismo género, como *Juniperus communis* y *Juniperus oxycedrus*, o con pino silvestre (*Pinus silvestris*), pino pudio (*Pinus nigra salzmannii*), encina (*Quercus ilex ballota*) o quejigo (*Quercus faginea*). Otro dato fundamental es la referencia sobre la tipología de cada uno de los pies, para lo cual este mismo equipo de trabajo ha desarrollado unas instrucciones específicas, como resultado del estudio, análisis y la observación de las masas de sabina (GARITACELAYA et al., 2006)

También es conveniente anotar datos sobre el sexo (si es posible en la época del año en la que se realice el inventario), diámetro normal, diámetro de copa, altura total, así como la existencia de poda y altura de la misma o el número de troncos presentes en cada cepa (formación de candelabro).

Otro dato interesante para el regenerado o los estadios más jóvenes es si los pies se encuentran en bosque o aislados y si están bajo la cubierta de alguna especie. Finalmente, el inventario de la sabina se ha de completar con la información relativa a presencia de signos o síntomas de daños bióticos y abióticos, así como de las especies arbustivas que se encuentran presentes en el monte.

De cualquier forma, los datos a tomar en el inventario están muy relacionados con la tipología de cada pie, ya que ésta refleja muy bien el estadio de evolución y el potencial de futuro de las plantas. Se han descrito las siguientes etapas:

- I. Instalación. Desde la germinación hasta que, si lo permite el suelo y el diente del ganado, empieza a formar una copa densa.
- II. Creación de la primera copa arbustiva. La planta ha superado la crisis de instalación y su copa se cierra.
- III. Formación de tronco. En esta fase destaca el crecimiento en altura de los pies sobre los demás aspectos.
- IV. Creación de la copa superior. La sabina se corona y pierden influencia las guías terminales.
- V. Senescencia. El ejemplar comienza la decadencia, pero en algunos casos se forman pies singulares que es interesante conservar.

No obstante, debido a la amplitud de este tema, la caracterización en detalle de cada uno de estos estadios, así como los parámetros más interesantes de medición para cada uno de ellos, han sido objeto de una comunicación específica. (GARITACELAYA et al., 2006)

Otra aportación interesante es georreferenciar los puntos de inicio y final del transecto, o incluso, marcarlos sobre el terreno mediante una piqueta metálica de forma que teniendo este punto y el rumbo en grados, pueda replantarse el mismo recorrido en futuros inventarios.

También juegan un papel importante la formación de los trabajadores. Como la clasificación tipológica de la sabina y su metodología de inventario mediante transectos son conceptos de nueva interpretación, es ineludible la realización de un curso de formación a los trabajadores que van a efectuar la toma de datos en campo. Se trata de analizar con ellos las diferentes morfologías descritas, ver diferentes ejemplares de sabina y estudiar el resto de factores y parámetros que van asociados a cada una de ellas

Ya en el monte, la forma de proceder para la realización del inventario comenzará con el posicionamiento del punto de inicio del recorrido mediante GPS y localización del rumbo a seguir, mediante brújula o navegador.

Los equipos de inventario pueden estar formados por dos personas, que avancen tomando los datos por cada uno de los lados del eje longitudinal del transecto (Figura 2) y

realizando las mediciones definidas en el estadillo de campo. Cada 100-150 metros, dependiendo de lo diseñado, se anotará el cambio de tramo.

Finalmente, mediante trabajo de gabinete se recopilarán todos los datos y se realizarán los cálculos necesarios de densidad, distribución diamétrica por especies y tipología, área basimétrica, volumen, etc. analizando si existen patrones diferenciables en la estructura del sabinar.

La extrapolación de los datos será directa para la superficie asociada a cada transecto, y para cada tipo de formación vegetal se realizará de forma ponderada por el área representada por cada uno de los transectos.

También se podrá estudiar la evolución espacial del sabinar dentro de cada transecto, lo que permitirá visualizar la fracción de cabida cubierta (Figura 3), la densidad, la situación en bosquetes, o el diámetro medio, en función de parámetros como la altitud, distancia a infraestructuras o presencia de ganado en la zona.

A partir del estudio de todos estos datos, se podrá abordar la toma de decisiones para la gestión del sabinar, incluyendo las posibilidades de aprovechamiento, la necesidad de cortas sanitarias, acotamiento, ayuda a la regeneración, etc.

DISCUSIÓN

De forma general, se considera que el método de inventario por transectos conlleva unas grandes ventajas que se detallan a continuación:

- Es un método que se adapta a la evolución de la sabina.
- Permite obtener datos dinámicos en el espacio y el tiempo.
- Es más económico que los inventarios por parcelas, y por lo tanto se adapta mejor a las dilatadas rentas económicas de esta especie.
- A igualdad de intensidad, se pierde menos tiempo en el desplazamiento entre áreas de muestreo que con las parcelas tradicionales.
- Existen menos árboles en los límites del área de parcela, ya que el perímetro total es menor que en las parcelas.

No obstante, también existen ciertos inconvenientes sobre los que hay que tomar especial precaución:

- Es vital la realización de un estudio previo en profundidad del monte y sus condicionantes, ya que el gestor decide de forma subjetiva la localización de los transectos.
- Requiere una formación específica de los equipos de inventario.
- Puede tener menor precisión estadística.

CONCLUSIONES

Los sabinares son formaciones forestales de características diferenciadas respecto a los bosques densos y productivos de maderas comercializables a escala regional. Se trata de una especie con un producto muy apreciado y de alto valor económico, pero cuyo crecimiento es extremadamente lento, produciendo rentas económicas muy dilatadas en el tiempo y con escasos compradores de la zona.

Por estas razones, si se quiere utilizar la ordenación forestal como instrumento para potenciar y equilibrar todos los usos que se concentran en los sabinares (madera, ganado, caza, setas, paisaje, uso social, etc.), es necesario reducir costes y economizar esfuerzos, fundamentalmente en el trabajo de campo.

No será justificable por lo tanto la ejecución de un muestreo sistemático con parcelas circulares, sino que resultará más efectivo realizar un análisis técnico previo en profundidad y

concentrar los recursos en determinadas áreas seleccionadas por su representatividad o interés.

Para esto, los transectos se adaptan perfectamente ya que permiten un desarrollo eficaz de la toma de datos, y una interpretación dinámica del monte desde el punto de vista espacial y temporal.

De cualquier forma, nos encontramos en el inicio de la adaptación y desarrollo de una metodología nueva para los forestales, por lo que las propuestas aquí explicitadas deberán pasar la prueba del tiempo y perfeccionarse a partir de este primer diseño.

Agradecimientos

Al Ayuntamiento de Santa María de las Hoyas por promover la innovación en la ordenación del monte.

BIBLIOGRAFIA

- BATTLES, J.J.; DUSHOFF, J.G.; & FAHEY, T.J.; 1996. *Line intersect sampling of forest canopy gaps*. Forest Science, 42, 131-8.
- CASTONGUAY, T. L. & HANSEN, M. H.; 1984. *Wooded Strips and Windbreaks in Kansas, 1981*. Research Note NC-313. St. Paul, MN: U.S. Dept. of Agriculture, Forest Service, North Central Forest Experiment Station
- CHEVROU, R.; 1973. *Inventaires des haies*. Revue forestière française, 25: 47-53.
- EBERHARDT, L. L.; 1978. *Transect Methods for Population Studies*. J. Wildl. Manage. 42(1):1-31.
- GARITACELAYA, J.; GÓMEZ, N.; MARTÍN, F. & AVILÉS, C.; 2006. *Tipología y fases de evolución en el desarrollo natural de la sabina (Juniperus thurifera) y su aplicación al señalamiento de las cortas*. Artículo inédito.
- GREGOIRE T.G. & VALENTINE H.T.; 2003 *Line intersect sampling: Ell-shaped transects and multiple intersections*. Environmental and Ecological Statistics 10, 263-279.
- GROSENBAUGH. L. R.; 1958. *Point-sampling and line-sampling: Probability theory, geometric implications, synthesis*. USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Occasional Paper 160.
- HERNANDEZ, M.; 2001. *Line Sampling for Assessment of Tree Rows and Forest Stretches in Inventories*. Department of Forest Biometry. University of Freiburg.
- IMAÑA-ENCINAS, J. & KLEINN, C.; 1997. *International symposium on assesement and monitoring of forests in tropical dry regions with special reference to gallery forests*. Universidade de Brasília. 378p.
- MARSHALL, P.L.; DAVIS, G.; & LEMAY, V.M.; 2000. *Using line intersect sampling for coarse woody debris*. Technical Report TR-003, Research Section, Vancouver Forest Region, British Columbia Ministry of Forests.
- VALENTINE, H.T.; GOVE, J.H.; & GREGOIRE, T.G.; 2001. *Monte Carlo approaches to sampling forested tracts with lines or points*. Canadian Journal of Forest Research, 31, 1410-24.

FIGURAS Y TABLAS

Figura 1: Diseño de transecto en sabinar



Figura 2: Esquema de avance en la ejecución de un transecto

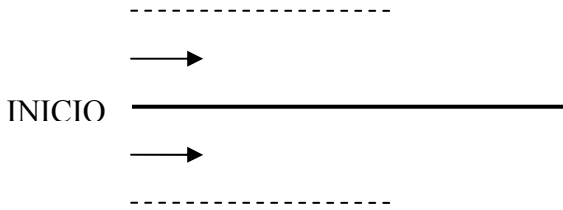


Figura 3: Medición de la Fcc en sabinar

