Planificación y Control de la Saca de Productos Forestales

4

Por Miguel GARCIA FUENTES

Ingeniero de Montes de la Sección de Explotaciones Forestales del Instituto Forestal de Investigaciones y Experiencias

1.0.—Introducción

El hecho de haber dedicado durante las tres últimas décadas la mayor parte de nuestro potencial técnico y económico a la ingente obra de repoblación forestal, ha dado como fruto, por una parte, la incorporación de 2.000.000 Ha. a nuestra superficie arbolada, y por otra, al situarnos en un nivel preferente en relación con otros países, en lo que a técnica de este trabajo se refiere. Ahora bien, estos logros, como ha ocurrido y ocurrirá en todos los campos de la técnica, no se han alcanzado gratuitamente, sino que ha habido que pagar un caro tributo por ellos, tributo que es inherente a todo progreso; parte importante de este tributo ha sido el total olvido a que por parte de los técnicos se han visto sometidos los arduos trabajos de la explotación forestal. Esta circunstancia, unida a las exigencias selvícolas de las masas arboladas, y en muchos casos a tratamientos inadecuados desde el punto de vista de la rentabilidad de su aprovechamiento (cortas diseminadas y atomizadas), han ido gravando de forma muy sensible el problema que actualmente se nos está planteando de manera cada vez más acuciante; obtener materia prima para la industria de la madera a un coste, más bajo.

Los aprovechamientos se han venido realizando por rematantes o particulares que anteponían al lógico proceso de evolución productiva sus intereses particulares, favorecidos en su actuación por la coyuntura económica de nuestro país (amplio mercado para la madera y déficit de producto para cubrirlo). Esta equívoca situación se ha venido sucediendo año tras año, hasta que el desarrollo técnico y económico de nuestra patria ha intervenido de forma decisiva en la misma; reduciendo por un lado, mediante otros productos competitivos, la amplitud del mercado y encareciendo la mano de obra, de la que antaño se disponía con abundancia a un bajo coste. El resultado de esta actuación la tenemos bien patente ante nuestros ojos, por lo que obvia todo comentario.

Planteado el problema en estos términos, y siendo premisa fundamental para la producción del mismo la reducción de los costos de explotación, la reacción experimentada por los sectores afectados ha ido desde el aferrarse desesperadamente a sistemas condenados a desaparecer por antieconómicos, hasta la prematura adopción de métodos, para los que la infraestructura de

nuestras explotaciones no está preparada. Así podemos observar hoy, en una rápida panorámica de la situación en que se desarrollan nuestros aprovechamientos forestales, que, junto a métodos anacrónicos y medios ancestrales, aparecen sistemas que están en vías de desarrollo en su país de origen, ignorando por completo al adoptarlos nuestras peculiares características selvícolas, edafológicas, climáticas y sociológicas. Esta situación es el resultado de la ausencia de un racional programa de estudio y, como consecuencia, una progresiva mejora de nuestros propios métodos.

Factores primordiales en el desarrollo de dicho programa lo constituyen la planificación y control de la explotación forestal; queda, pues, justificado el interés del tema que *se* está abordando en el seno del Instituto Forestal.

2.0.—Ant ecedentes

La segunda guerra mundial dio origen al desarrollo de una nueva ciencia —la investigación operativa—, cuyo objetivo primordial era optimizar las decisiones que exigían los problemas planteados a la estrategia por el empleo de nuevas armas; finalizada la contienda, su campo de actuación se extendió rápidamente a las diferentes ramas de la producción. La similitud existente entre las operaciones militares y las que implica toda explotación forestal (movimientos de hombres y máquinas, abastecimientos, manutención, transportes, etc.) justifica por si solo que esta rama no fuera una excepción dentro de la tónica general antes marcada.

La aplicación de la investigación operativa al campo forestal (FOR)* tiene como principal objetivo encontrar los principios básicos que permitan adoptar las decisiones óptimas ante las innumerables situaciones que dicho campo plantea; de esta forma la experiencia personal deja de ser la única base de juicio para convertirse en un factor más a la hora de tomar dichas decisiones.

Entre los muchos aspectos de la explotación forestal a los que el FOR puede ser aplicado, parece más oportuno centrar nuestra atención sobre las operaciones de saca, como eslabón primario de la producción.

El objeto de este trabajo es señalar el camino que ha de seguirse para la correcta aplicación del FOR en el establecimiento de un sistema de planificación y control de la saca de productos forestales.

3.0.—Desarrollo del Estudio

El establecimiento del sistema se realiza a través de las siguientes fases:

1.° Especificación de los objetivos.
2.° Determinación del método de saca.
3.° Deducción del modelo matemático.
4.° Aplicación de dicho modelo.

3.1.—Objetivos del Sistema

Son la solución de los problemas que la saca de productos forestales plantea en cada caso particular. Todos ellos deben ser especificados previamente con toda claridad, de forma que pueda adoptarse las medidas más adecuadas con el fin propuesto.

3.2.—Método de Saca

Para que las conclusiones que obtengamos del modelo matemático sean válidas, es necesario que los trabajos de saca se desarrollen conforme a un método previamente establecido, pues en caso contrario los datos que nos sirven de base para definir dicho modelo carecen de significación por evaluar elementos no homogéneos.

El establecimiento de un método de saca exige del técnico un perfecto conocimiento de los principios básicos que rigen este tipo de trabajo; conocimiento sin el cual no puede abordar las fases que conducen a su normalización.

3.2.1.—Observaciones preliminares

Tienen por objeto ampliar o confirmar los conocimientos que se tengan sobre el trabajo que se va a estudiar y dividir su ciclo en elementos representados por sus fases más características. En el caso que nos ocupa el ciclo de trabajo lo constituiría todas las operaciones comprendidas entre dos salidas contiguas de un mismo tractor desde un único punto de carga.

En cuanto a los elementos que compondrían este ciclo, podrían ser la acción de carga, el recorrido del tractor, la acción de descargar y la vuelta en vacío de la máquina.

Se fijan también las variables, que influyen de forma más sensible en cada fase del ciclo; volumen de madera, distancia del transporte, topografía del terreno, etc.

Por último, se adopta para cada fase el estadístico, unidad de acuerdo con las variables hipotéticas elegidas.

Como resultado de todas estas decisiones, queda preestablecido, a falta de un posterior perfeccionamiento, el método de saca.

3.2.2.—Análisis del trabajo

Finalizada la etapa anterior, y una vez que se ha adquirido un completo conocimiento de la ejecución del trabajo, se procede a un detenido y minucioso análisis del mismo. El objeto de este análisis es determinar y, si es posible, eliminar todos los tiempos muertos injustificados que formen parte del método, corregir los malos hábitos en el trabajo y mejorar el equipo utilizado. En definitiva, se efectúa el perfeccionamiento al que nos referimos en el apartado anterior, con lo que queda establecido de forma consistente el método de saca. Conviene señalar aquí que en ningún caso se debe pensar que el método adoptado no puede ser superado por algún otro. Es más, debemos tener la certeza de que si no en la actualidad, sí en un futuro más o

---

* **Forest Operations Research.**

menos próximo, al variar las condiciones técnicas, [humanas,ambientales o de cualquier tipo no definido que inciden sobre la saca, habrá un método que supere al establecido.

Un buen análisis de toda actividad debe basarse: en principios económicos, técnicas de control estadístico, experiencia personal, imaginación y sentido común.

3.3.—Modelo Matemático

El modelo matemático se obtiene por medio de la recopilación de análisis estadístico de las sucesivas evaluaciones que se realizan sobre los distintos elementos que componen el ciclo de trabajo.

El verdadero modelo matemático sería el deducido a partir del conjunto de evaluaciones obtenidas de la población de elementos, que se presentan desde el principio al fin de la explotación. Desarrollar el estudio bajo este concepto, prescindiendo de lo prohibitivo de su coste, eliminaría todo su interés práctico, por carecer de aplicación las conclusiones obtenidas. Es forzoso, por consiguiente, seleccionar una muestra representativa de la población, a partir de la cual se obtiene un modelo matemático, que será una estimación más o menos precisa del poblacional.

33.1.—Esquema del **Muestreo**

Siendo su objeto obtener una muestra representativa del trabajo estudiado que nos facilite una estimación óptima, dentro de nuestras posibilidades, del modelo poblacional habrá que especificar en dicho esquema los siguientes extremos:

a) El tamaño de la muestra, que será función de la precisión exigida o, lo que es lo mismo, de nuestras posibilidades económicas.

b) La forma de realizar las observaciones.

c) Los sujetos que han de ser observados.

d) Las condiciones en que han de efectuarse dichas observaciones.

332.—Toma de Datos

Responde a las exigencias de la muestra. La operación se realiza mediante la observación del ciclo de trabajo y el registro de los variables que influyen en su desarrollo.

Para reflejar el resultado de estas observaciones pueden utilizarse técnicas de cronometraje o de muestreo estadístico.

La toma de datos proseguirá hasta que las condiciones estipuladas en el esquema muestra1 se cumplan en su totalidad. Dentro de dichas condiciones destaca por su importancia la estabilidad estadística de los datos. Se dice que un dato es estable cuando su campo de variación es aleatorio y permanece dentro de los límites de control establecidos durante el período muestral.

3.3.3.—**Análisis** de **los** Datos

La determinación final del modelo matemático, que aplicaremos a la solución de los problemas planteados en la saca, se efectúa a través de un completo análisis estadístico del conjunto de datos obtenidos en la etapa anterior.

Este análisis comprende la preparación de la distribución de frecuencias en cada una de las fases del ciclo de trabajo, la investigación de la estabilidad estadística de los resultados, la eliminación de datos extraños, la transformación de variables para normalizar la población y, finalmente, la deducción del modelo y su varianza por medio del análisis estadístico o de sus relaciones típicas funcionales.

Deducido el modelo matemático, debe ser objeto de una experimentación práctica en las condiciones normales de trabajo. Si los resultados obtenidos permanecen sistemáticamente dentro de los limites de tolerancia previamente adoptados, el modelo representa adecuadamente la ejecución del trabajo y puede utilizarse para nuestros propósitos de planificación y control. Por el contrario, si los resultados caen sistemáticamente fuera de dichos límites, el modelo se rechaza y se procede a su revisión.

4.0.—Aplicación del Modelo Matemático

Deducida la función matemática, que liga las diversas variables que intervienen en la saca, la aplicación práctica del modelo a los fines de producción y control propuestos se reducen al adecuado manejo del mismo para obtener las relaciones que satisfagan dichos fines, en función de las variables consideradas en cada situación particular. Con objeto de facilitar la aplicación de dichas relaciones, se utilizan nomogramas, inecuaciones, gráficos y, en general, todos aquellos artificios que tienden a simplificarla.

El siguiente ejemplo, expuesto por Lussier en la IX sesión del F.P.R.S. 12 th. National Meeting (22-27 junio 1958, Madison, Wis), pone de manifiesto la utilidad de los artificios antes citados en el control de un trabajo de saca, desarrollado por una unidad mecanizada dotada de grúa para su carga.

La expresión del modelo matemático que se ajusta a las condiciones en que se desarrolla el trabajo es:

$$T_E = 4{,}26 + 0{,}46\ D_H + 0{,}42\ D_R$$

Siendo:

T_E = Tiempo total estimado por viaje, expresado en minutos.

D_H = Distancia de transporte, tomando como unidad 100 pies lineales.

D_R = Distancia recorrida en vacío, tomando como unidad 100 pies lineales.

Utilizaremos como variable para el control el cociente: $X = To/T_E$.

Donde: To = tiempo observado en un viaje cualquiera.

La media de la distribución de la variable X se estima igual a la unidad: $\alpha = 1$. Siendo σ la varianza de la distribución, los límites del intervalo de confianza vienen definidos por las siguientes expresiones, con coeficiente de confianza del 99 %:

Límite superior de confianza
$= \alpha + 3\sigma = 1 + 3\sigma$ [L.S.C.]
$= \alpha - 3\sigma = 1 - 3\sigma$ [L.I.C.]
Límite inferior de confianza

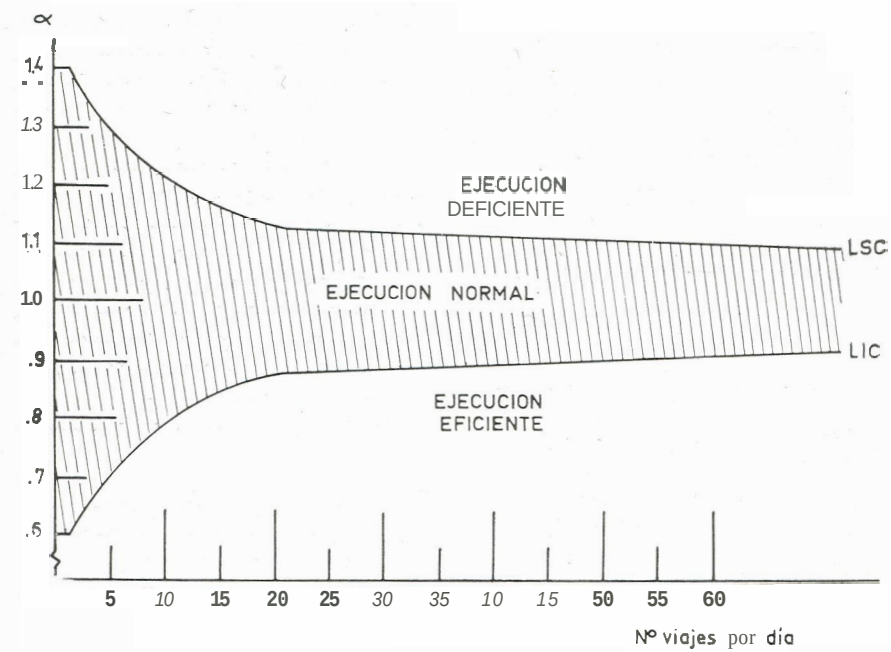
Como o tiende a una constante, en la mayoría de las distintas situaciones estudiadas nos será suficiente un único diagrama para controlar la producción diana, cualquiera que sean las condiciones de distancia y carga media en que la operación se realice.

La siguiente tabla nos da los límites del intervalo de confianza según el número de viajes (tamaño de la muestra) o, lo que es lo mismo, para distintos niveles de precisión, con un coeficiente de confianza del 99 %:

TABLA DE VALORES

N.º de viajes (N)	Límites de confianza de a
1	0,60 — 1,40
2	0,70 — 1,30
3	0,74 — 1,26
4	0,78 — 1,22
5	0,80 — 1,20
10	0,84 — 1,16
20	0,88 — 1,12
30	0,89 — 1,11
50	0,90 — 1,10

La representación gráfica de la tabla anterior, incluida al pie de esta página, sirve para delimitar las zonas del plano en que la ejecución del trabajo supera o no alcanza la producción media.



Así para: $D_H = 1.500$ pies
$D_R = 1.400$ »
$T_O = 24,56$ minutos.

Resulta: $T_E = 4,26 + 0,46.15 + 9,42.14 = 17,04$ minutos.

Luego: $X = T_O/T_E = \frac{24,56}{17,04} = 1,44.$

Como la muestra se compone de un solo elemento (N = 1), por ser $\alpha = 1,44 > 1,40$. Podemos afirmar con una probabilidad del 99 % que en dicho viaje han concurrido circunstancias anormales.

Sea ahora una muestra de tamaño 5 (N = 5) que da origen al siguiente cuadro de valores:

Valores de T_O		Valores de X
23,15	.....	1,36
22,85	.....	1,34
24,70	.....	1,45
21,80	.....	1,28
23,70	.....	1,39
		6,82

Luego: $\alpha = \frac{6,82}{5} = 1,36.$

Como $1,36 > 1,20$. La ejecución del trabajo podemos calificarla de deficiente, con un nivel de confianza del 99 %.

Por Último si se quiere efctuar un control de la producción diaria procederemos de la forma siguiente:

Sea: N = 30 el número de viajes efectuados en una jornada de trabajo de 480 minutos, realizado en las mismas condiciones que en los casos anteriores.

El tiempo medio empleado en cada viaje será:

$$T_O = \frac{480}{30} = 16 \text{ minutos.}$$

$$\text{Luego } a = \frac{16}{17,04} = 0,94 \text{ ,,}$$

$$0,90 < 0,94 < 1,10$$

La producción obtenida podemos calificarla de normal con un nivel de confianza del 99 %.

Obvia decir que no siempre las aplicaciones serán tan cómodas, ni los resultados tan espectaculares; pero en cualquier caso las conclusiones nos serán de gran utilidad en la planificación y control de los trabajos desarrollados.—M. G. F.