



## PRIMER CONGRESO PROFESIONAL DE LOS INGENIEROS DE MONTES

**Sesión 7ª:** La enseñanza forestal, investigación y nuevas tecnologías en la profesión.

**Comunicación:** La estadística en la Ingeniería de Montes

**Autor:** Ayuga Téllez, E. (\*); González García, C. (\*) y Martínez Falero, J.E. (\*\*)

(\*) P.T.U. del Departamento de Economía y Gestión Forestal.

(\*\*) C.U. del Departamento de Economía y Gestión Forestal.

---

### **RESUMEN**

La Estadística es una ciencia de desarrollo reciente y de auge cada vez mayor. Se centra en el estudio cuantitativo de conjuntos de datos, empleando modelos matemáticos basados en la probabilidad y que permiten adquirir nuevos conocimientos y tomar decisiones. Está íntimamente ligada con la Investigación científica y es imprescindible para el desarrollo profesional del Ingeniero de Montes. Se debe incluir, renovada, en los nuevos planes de estudios.

---

#### **1. Historia de la Estadística.**

La historia de la Estadística, desde su comienzo hasta la incorporación de esta disciplina a la Matemática es única entre todas las ramas de ésta.

Referirnos a los orígenes de la Estadística así como a los impulsos subsiguientes que la hicieron evolucionar resulta siempre difícil. Los dos factores que se conjugaron para generar la Estadística actual son la recolección de datos para la elaboración de censos y los juegos de azar.

La recolección de datos para censos es uno de los primeros problemas que más tarde fijarían las nociones y los métodos de la Estadística. Los primeros censos aparecen en Egipto, donde también se tienen noticias de que conocían y practicaban el juego de dados. Sin embargo es en Europa donde se encauza la Teoría de la Probabilidad hacia lo que es hoy. A lo largo de toda la Edad Media y hasta principios del siglo XVII, la Estadística fue puramente descriptiva. A principios del siglo XVIII, Bernoulli y, sobre todo, Laplace buscaron la aplicación de los resultados del cálculo de probabilidades a las observaciones, cambiando el método descriptivo por el método matemático. Así, de la conjunción de la estadística descriptiva y del cálculo de probabilidades (que proporcionó el aparato matemático indispensable), surgió la estadística matemática.

Desde 1650 hasta 1933 se desarrolla el Cálculo de Probabilidades consiguiendo una axiomatización de la probabilidad, aunque este concepto fundamental en la Estadística sigue evolucionando hoy en día.

Aparece la inferencia clásica al tratar de aplicar la teoría de la probabilidad y la estadística a problemas biológicos y a la mayor necesidad de organización que lleva consigo la experimentación en las esferas de la agricultura y de la industria. Fruto de estas ideas son los trabajos de Fisher, Neyman y Pearson que organizan la teoría de la estimación y de los contrastes de hipótesis, centrados en las ideas de verosimilitud y suficiencia.

Las bases de la teoría del diseño de experimentos se deben a los trabajos de R.A. Fisher, entre 1919 y 1927.

El estudio de los procesos estocásticos, la teoría de la decisión y el análisis multivariante tienen sus comienzos en las décadas del 30 al 50.

A partir de los años 50 se abre una gran diversidad de campos (control de calidad, análisis de series temporales en el dominio de la frecuencia, inferencia no paramétrica, simulación, etc.) debido, por una parte, a que se dispone de una herramienta estadística científica suficientemente estructurada y desarrollada, y, por otra a la ayuda de los primeros ordenadores.

## 2. Definiciones de Estadística.

Definir una ciencia con precisión es, en general, un problema complejo. Muchos han sido los intentos de buscar una definición satisfactoria y precisa de la Estadística, por ello, en este apartado mencionaremos algunas de ellas, contenidas en publicaciones de las últimas décadas.

"La Estadística actual es el resultado de la unión de dos disciplinas que evolucionan independientemente hasta confluir en el siglo XIX: la primera es el cálculo de probabilidades, que surge en el siglo XVII como teoría matemática de los juegos de azar; la segunda es la "Estadística" (o ciencia del Estado, del latín Status) que estudia la descripción de datos, y tiene unas raíces más antiguas. La integración de ambas líneas de pensamiento da lugar a una ciencia que estudia cómo obtener conclusiones de la investigación empírica mediante el uso de modelos matemáticos", (Peña, 1987).

Desde el punto de vista de sus aplicaciones algunas definiciones son:

". . . la ciencia cuyo objeto es el tratamiento de la información que contienen las series de datos procedentes de observaciones (demográficas, económicas, médicas, tecnológicas, etc.), en que el gran número de factores de variación que intervienen hacen necesarias tales técnicas para que a las conclusiones o leyes extraídas de los mismos se les pueda asignar una confianza medible", (Rios, S. 1972).

"La Estadística es la tecnología del método científico experimental. La estadística proporciona instrumentos para la toma de decisiones cuando prevalecen condiciones de incertidumbre", (Mood, 1976).

En la misma línea, en que la estadística es considerada como un conjunto de técnicas que nos permiten manejar la información, se encuentra la definición que da Barnett (1982): "ciencia que nos indica cómo debe ser utilizada la información, en orden a reflejar y dar una guía de acción en situaciones prácticas que envuelven incertidumbre".

En casi todas las definiciones se recoge el empleo de modelos matemáticos para medir la incertidumbre y poder tomar una decisión.

### **3. Importancia de la Estadística.**

La Estadística, en mayor o menor medida, está presente en toda nuestra vida: desde la decisión de coger el paraguas al salir de casa hasta el poder conocer la composición de las Cortes antes de finalizar el escrutinio de los votos, pasando por el cálculo del IPC o por la incorporación al mercado de nuevos medicamentos, todo ello lo realizamos gracias a la ESTADÍSTICA.

No hay materia donde no se pueda dar una aplicación de la estadística. Algunas aplicaciones curiosas son la identificación del autor de un texto, la búsqueda de la diferencia de significados entre palabras parecidas, la selección de jurados, la determinación de fenómenos paranormales, la evolución de poblaciones en peligro de extinción, la determinación de pautas de crecimiento en los árboles, la localización de bolsas de crudo, la asignación de restos fósiles a una determinada especie, etc.

### **4. La Estadística Aplicada a la Ingeniería de Montes.**

Basándonos en los conceptos anteriores, la Estadística podría considerarse como la ciencia inductiva en que el hombre debe tomar decisiones óptimas basándose en su propia experiencia.

Así, el futuro ingeniero va a necesitar a lo largo de su formación y, probablemente, en su posterior etapa profesional, herramientas estadísticas para analizar situaciones y sistemas reales. Muchas de las herramientas necesarias para este tipo de análisis se basan en el conocimiento de las características principales de los modelos y casos en estudio.

El proceso de recogida y tratamiento de la información, interpretación de resultados e identificación de las principales características, ... , fiel reflejo del comportamiento de un problema o modelo real, constituyen el fin fundamental para el analista investigador y es una ayuda muy importante en el trabajo de un Ingeniero. Por ello, tan importante como el conocimiento y dominio de temas de Selvicultura, Repoblaciones, Maderas, etc., será el conocimiento de esta materia para el futuro profesional.

En la gestión de los montes y el aprovechamiento de los recursos forestales, el conocimiento a priori, por la recopilación de datos en etapas anteriores, junto con la

Estadística, permiten tomar decisiones con un mínimo riesgo de pérdidas. La importancia de emplear adecuadamente la Estadística se refleja, en el caso del Ingeniero de Montes, en una menor pérdida medio ambiental y en un mejor empleo de los recursos naturales.

Debido a la amplitud de área y de períodos de tiempo con que debemos trabajar es necesario resumir extensas cantidades de datos (edad de los árboles, volumen maderable, crecimiento, etc.) en valores característicos y sus relaciones. Generalmente, es imposible emplear los datos de todos los individuos y, por tanto, se deben elegir muestras representativas y hacer inferencias.

Para la actividad desarrollada por el Ingeniero en la empresa privada tendrá que utilizar los nuevos métodos que, hoy en día, están implantados en nuestra industria, tales como: el control estadístico de calidad, la investigación de mercados, el diseño de los experimentos, los planes de aceptación de materiales, análisis de varianza y covarianza, las inmensas aplicaciones de las pruebas de hipótesis, los diseños de experimentos para obtener producciones óptimas, etc..

El empleo de todos estos métodos de forma adecuada, la elección del más apropiado, siempre y cuando sea posible aplicarlos al problema específico que se plantea son las acciones que se esperan de un conocedor de la Estadística.

En casi la totalidad de las materias que debe conocer el Ingeniero de Montes se puede emplear la Estadística, todo es cuestión de necesidad y conocimiento de la materia. En la figura 1 se recogen los temas de Estadística que se emplean con mayor frecuencia en las materias más características de nuestra profesión.



**Figura 1.**

La Estadística es una herramienta básica para el Ingeniero de Montes, se emplea en Selvicultura, en Aprovechamientos Forestales, en Dasometría, en Ecología, Meteorología, Hidrología, etc. La importancia de las técnicas de muestreo para realizar inventarios forestales en los montes hace que éstas, junto con las relaciones lineales entre variables dasométricas, sean los distintivos de la Estadística Aplicada a la Ingeniería de Montes.

Cada vez se utiliza más como un medio para efectuar el control, diseño y mejora de la organización en las Industrias, siendo además, imprescindible en el tratamiento de datos medio ambientales, para determinar relaciones espaciales y hacer previsiones temporales.

### **5. La Estadística en los nuevos planes de estudios.**

En consecuencia consideramos la Estadística como una asignatura básica para nuestra profesión . Su presencia en los nuevos planes de Estudios debe ser indiscutible aunque es conveniente una renovación del temario, para incorporar los últimos desarrollos de esta materia.



**Figura 2.**

Su ubicación en el desarrollo de los estudios de Ingeniería de Montes se muestra en la figura 2. Se desarrollará con posterioridad al Cálculo y Álgebra y anterior sobre todo a la Dasometría, Ecología, Inventariación y Ordenación de Montes, Investigación Operativa y Genética.

La gran cantidad de conceptos nuevos con importantes implicaciones y que son básicos para el desarrollo de nuevos conceptos nos lleva a recomendar que la asignatura se desenvuelva a lo largo de dos cursos académicos.

El primero que recoja los temas básicos de Estadística Aplicada que debe conocer un Ingeniero que son: la teoría de la probabilidad, modelos de distribución, estimación y modelo lineal con sus aplicaciones principales: regresión, análisis de varianza y diseño de experimentos y por último técnicas de muestreo.

Los bloques temáticos más apropiados para un nivel más avanzado en el estudio de la Estadística se pueden desglosar dependiendo de las diferentes orientaciones de la siguiente forma: Para una orientación empresarial son adecuados el control de calidad, toma de decisiones y procesos estocásticos (series de tiempo). Para una orientación medio

ambiental son más adecuados los procesos estocásticos (en tiempo y espacio), la toma de decisiones, estadística espacial (o Geoestadística) y el análisis multivariante.

## **5. Conclusiones.**

La Estadística Aplicada, por su importancia en todos los ámbitos y en particular en la profesión del Ingeniero de Montes, debe ser una asignatura básica en su formación. Lo mejor es desarrollar los temas en dos cursos debido a la gran cantidad de contenidos que engloba. Por sus requerimientos y su aportación a otras asignaturas debe impartirse, al menos la parte básica, posteriormente al Cálculo y al Álgebra y anterior a la Dasonometría, Ordenación de Montes y Ecología.

### **Referencias**

- (1) Barnett, V. (1982) *Comparative Statistical Inference*. Wiley, Nueva York
- (2) Mood, M.A. y Graybill, A.F. (1976) *Introducción a la Teoría de la Estadística*. Aguilar, Madrid.
- (3) Peña Sánchez, D. (1994) *Estadística. Modelos y métodos*. Alianza, Madrid.
- (4) Ríos, S. (1972) *Análisis Estadístico Aplicado*. Paraninfo, Madrid.