

Los bosques y el régimen de las aguas

En el primer número del recientemente publicado *Boletín del Instituto Nacional de Investigaciones y Experiencias Agronómicas y Forestales* se inserta un artículo del distinguido ingeniero de Montes D. Octavio Elorrieta, dando cuenta de la organización actual y del programa de trabajo del mencionado Centro, en lo que afecta a la parte forestal, cuya dirección tiene a su cargo.

Vasto es el plan propuesto y digno de todos los elogios que seguramente le han de tributar autoridades más competentes que la mía; pero hay en él un tema sobre el que quizá no sea ocioso decir algunas palabras, y es el que se indica bajo el epígrafe de «Torrentes y aludes», al que el Sr. Elorrieta desea prestar la debida atención, «en vista de las apasionadas discusiones a que en nuestro país, y singularmente en los Congresos de Riegos, ha dado lugar el estudio de la influencia del bosque y de los sistemas empleados en la corrección de los torrentes y ramblas».

Desde luego, he de enviar al Sr. Elorrieta mi más sincero aplauso por su iniciativa, que tiende a dar realidad a la aspiración manifestada hace ya quince años en el Congreso de Zaragoza, en la conclusión siguiente, aprobada con motivo de una ponencia mía:

«Faltando unanimidad en las opiniones relativas a la influencia de la repoblación forestal en el régimen de las aguas, el Congreso recomienda al Gobierno y a los especialistas el estudio práctico y teórico del asunto, con especial aplicación a España, y con intervención de funcionarios de los distintos Cuerpos facultativos, para que se pueda forjar, sobre punto tan importante, opinión definitiva.»

Nada se había adelantado en la materia en 1918 al celebrarse el Congreso de Sevilla, donde se hizo patente de nuevo la necesidad de realizar aquel desiderátum, que volvió a expresarse en una conclusión, propuesta por el Sr. Vizconde de Eza, y que el Congreso aprobó por unanimidad, la cual era del tenor siguiente:

«Es de absoluta necesidad el estudio de los problemas hidrológicoforestales, para conocer exacta y científicamente los efectos de la masa arbórea sobre el clima, humedad, suelo, arrastres y cauces. A tal efecto, sería de recomendar la creación de un Centro técnico que responda a aquel cometido, y que sea integrado por el personal facultativo de los Cuerpos de Ingenieros del Estado.»

Aunque no con las mismas características, creado está ya el Centro y manifestado el propósito de utilizarlo. No habría más que felicitarle de ello y esperar los resultados, si una dolorosa experiencia no demostrara la inutilidad de muchas de estas investigaciones, cuando no las precede un detenido examen del programa a realizar y una discusión detallada de los factores que deben tomarse en cuenta para poder llegar a conclusiones suficientemente justificadas.

Treinta y dos años duraron las observaciones pluviométricas en la estación forestal de Les Cinq Tranchées, y en las agrícolas de Amance y La Bouzule, con las que la Escuela forestal de Nancy pretendía demostrar la influencia de los bosques en la lluvia, y en definitiva no probaron sino que en la primera estación llovía más que en las segundas, cosa que ocurre en muchas estaciones que no presentan diferencias en sus características forestales.

En una nota que presenté en 1913 al Congreso de Madrid de la Asociación Española para el Progreso de las Ciencias me ocupé ya de este punto, sobre el que no hay para qué volver en este momento. Es de esperar que si el señor Elorrieta desea extender a este tema sus investigaciones, tome las precauciones indispensables para poner los resultados al abrigo de la crítica.

Pero hay otra cuestión todavía más importante que la de la *lluvia forestal*, sobre la cual la mayor parte de los especialistas saben ya hoy a qué atenerse, y es la de la influencia del bosque en el régimen del agua caída y en la contención de los suelos. A ella alude el Sr. Elorrieta, mencionando con este motivo los *brillantes trabajos suizos*, llevados a cabo por el Instituto de Experiencias de Zurich y reunidos y publicados por el malogrado forestal suizo doctor Engler en su obra *Untersuchungen über den Einfluss des Waldes auf den Stand der Gewässer* (1919).

El encomio con que el Sr. Elorrieta cita esta obra hace temer que pudiera concederle excesivo valor, hasta el punto de tomarla por guía de sus investigaciones, y esto es lo que me mueve a decir sobre ella algunas palabras; muy pocas, porque en un artículo no es posible hacer un examen detenido y a fondo de un libro de 626 páginas; las suficientes, sin embargo, para que se pueda formar juicio del valor real de sus conclusiones.

Trátase en él de comparar dos pequeñas cuencas de 55,79 hectáreas la una, de 69,71 la otra, que vienen a verter sus aguas en dos arroyos paralelos, de un afluente del valle del Rime; la primera completamente cubierta de bosque, la segunda sólo en una tercera parte de su superficie; y el objeto principal de las investigaciones, proseguidas durante quince años (1903-17), es estudiar cómo una y otra actúan sobre lluvias análogas.

Las observaciones se han conducido con gran asiduidad y los cálculos se han realizado con prolijidad alemana. Impone el libro por los números que encierra, y más todavía por los que deja adivinar. En presencia de ellos, la labor se admira y la crítica se siente benévola; pero sin entrar hoy a examinar todos sus cuadros, cuajados de cifras, que sólo pueden permitir conclusiones después de interpretados acertadamente, séame lícito al menos hacer una observación, que, a mi juicio, basta por sí sola para dejar en el aire todo el trabajo.

Había que ver cómo el agua caída se distribuía en ambas cuencas, comparar las precipitaciones con los caudales, y era elemental medir aquéllas con una aproximación suficiente, para que la comparación se reputara como exacta. Se ha recurrido para ello, como era natural, a la observación de pluviómetros, tres para cada corriente; pero, circunstancia singular: los pluviómetros están todos fuera de las cuencas (!). Preténdese justificar la anomalía con la dificultad de la observación en las cuencas mismas, por no encontrarse en ellas habitaciones en cuya proximidad pudieran instalarse; pero de que la observación no pueda hacerse en buenas condiciones, no se sigue, desgraciadamente, que las observaciones malas hayan de conducir a resultados concluyentes.

Esta falta inicial de precisión no se elude con consideraciones más o menos verosímiles, ni con artificiosos cálculos, cuya aproximación es puramente ilusoria, si no existe la suficiente en el dato de partida. Supone Engler que cada uno de estos pluviómetros recoge la lluvia correspondiente a una zona de altitud de la respectiva cuenca, y de este modo calcula la lluvia total que sobre cada una cae, con lo cual parece implícitamente admitir que la lluvia es función sólo de la altitud, hipótesis completamente inadmisiblemente y que hasta sus mismas observaciones vendrían a refutar.

Es cierto, en efecto, que, por lo general, la lluvia con la altitud aumenta, por lo menos hasta un cierto límite, y siempre que no cambie la orientación ni existan variaciones demasiado marcadas en la forma del terreno; pero cuando esta condición no se da, puede llegar a ocurrir lo inverso

Bien conocido es el caso de los dos pluviómetros colocados en la azotea y en el patio del Observatorio de París, de los cuales era el segundo el que recibía más lluvia que el primero. Es la influencia del viento lo que explica esta anomalía, que se ha observado igualmente en otros muchos lugares.

En las mismas observaciones de Engler relativas a la cuenca despoblada se observa este fenómeno: las estaciones de Riedbad (990 m), de Untere Badschwendi (1 090) y Obere Badschwendi (1 140) recogen precipitaciones que van disminuyendo con la altura, y la explicación se encontrará, probablemente, en que las tres se hallan situadas en una escarpada divisoria. Es seguro que esas observaciones no representan la lluvia de la cuenca del Rappengraben, y lo que más induce a creerlo es que en la estación de Krähenbühl, donde primero se hacían las observaciones, que después se trasladaron al Obere Badschwendi, ya la anomalía resulta menos marcada respecto de la estación inferior, y desaparece por completo respecto de la estación intermedia. Y es que, aunque Krähenbühl se encuentra también en la divisoria, el terreno es por esa parte menos pendiente y asciende en la dirección aproximada de los vientos lluviosos.

Para el Sperbelgraben, que es el tipo de cuenca forestal, uno de los pluviómetros se encuentra en Bisegg, a 900 metros de distancia de la divisoria, cuando la que existe entre las dos cuencas es de sólo 2,5 kilómetros. Se comprende

que los errores han de ser del mismo orden de magnitud que si se tomara la media de todos los pluviómetros y se supusiera igual la precipitación sobre las dos cuencas, con lo cual dichos errores no serían pequeños, porque las diferencias que en los pluviómetros se notan son de bastante consideración.

En resumen, que el error de base viene casi a anular la meritoria y laboriosa escrupulosidad de datos y cálculos, que en otras condiciones podría haber conducido a resultados más satisfactorios.

Es de esperar de la reconocida competencia del Sr. Elorrieta que sepa sortear los obstáculos en los que han tropezado todos los investigadores forestales que han tratado de estudiar este problema; pero así y todo, nunca estaría de más discutir previamente el plan de experiencias, porque si de la buena fe y de la probidad científica de los que han de realizarlo nadie puede dudar, la diversidad de puntos de vista conduce a veces a descuidar los extremos que más fecundos podrían ser en consecuencias.

Desde el punto de vista de las discusiones a que han dado lugar en España, los efectos del agua en el bosque mismo no son tan interesantes como su repercusión en el exterior del bosque. Es principalmente en este punto donde las opiniones están divididas, y en el que más conveniente sería llegar a un acuerdo.

Pedro M. GONZÁLEZ QUIJANO
Profesor de la Escuela de C., C. y P.

Escuela de Caminos

CURSO DE CONFERENCIAS

Durante el año actual se ha encargado de organizar el curso de conferencias la Asociación de Alumnos de la Escuela de Caminos, respondiendo así a su fin cultural.

La conferencia inaugural se encomendó a un alumno de 5.º año, al que presentó el presidente de la Asociación, D. José García Agustín, quien, con este motivo, expuso con gran brillantez la finalidad de este curso de Conferencias.

Conferencia de D. José Cámara Rica.—TEMA: *El motor Diesel, sus aplicaciones y ensayos.*

Comienza el Sr. Cámara su disertación ordenándola en tres partes: 1.ª, elección del tipo de motor; 2.ª, aplicaciones que interesan al ingeniero; 3.ª, ensayos que éste debe realizar para recibirlo.

Recuerda el modo de trabajar de la máquina de aceite según los ciclos de dos y cuatro tiempos. De un ligero estudio comparativo entre ambos ciclos deduce que para obtener máquinas de alta potencia es preferible duplicar la específica de cada cilindro, adoptando el dos tiempos, que aumenta el número de cilindros en un cuatro tiempos.

En la navegación es insustituible el proceso de dos tiempos, por tratarse de motores reversibles, cualidad difícil de lograr en el de cuatro tiempos, por la gran distancia entre cada dos periodos de trabajo sucesivos.

En potencias superiores a 50 CV cree más conveniente el empleo del motor vertical al horizontal, y éste en pequeñas potencias.

No considera práctica la aplicación del doble efecto en máquinas de cuatro tiempos; en cambio, la combinación del

ciclo de dos tiempos con el doble efecto es la más adecuada práctica y económica para alcanzar la máxima potencia.

El empleo de la cruceta cree que es un adelanto de importancia en motores de esta clase, cuando la potencia exceda de 200 CV por cilindro, y se prefiera la perfección técnica a la ejecución barata.

También se obtienen indiscutibles ventajas en los motores Diesel sin compresor y con antecámara.

Los combustibles empleados en estos motores son los llamados aceites pesados procedentes de la destilación fraccionada del aceite, nafta bruto; de la destilación de lignitos o de la de la hulla. Modernamente se han hecho ensayos satisfactorios con aceites de origen vegetal.

La naturaleza del combustible, que resulta económico con punto de inflamación alto y fácilmente obtenido en la industria nacional, son grandes ventajas de estos motores.

El motor Diesel es la máquina de reserva por excelencia. Su arranque se efectúa en pocos minutos, sin necesidad de preparar calderas, gasógenos, etc., por medio del aire comprimido, y con sus continuos perfeccionamientos aumenta el campo de sus aplicaciones.

El motor Diesel es preferible a los de vapor o de explosión en la propulsión de apisonadoras.

En la navegación su dominio va siendo absoluto. El año 1925, el 75 por 100 de los barcos en construcción eran de vapor. En 1.º de junio de 1927, la mayoría eran de motor Diesel.

Finalmente, dió cuenta de los ensayos de recepción que debe realizar el ingeniero con estos motores, que han de referirse a las determinaciones siguientes: