CLIMA DE BOSQUE Y CLIMA DE PRADO EN EL LITORAL CANTÁBRICO

Juan Carlos GARCÍA CODRÓN y Susana PACHECO IBARS
Depto.Geografía, Urbanismo y O.T. Universidad de Cantabria

RESUMEN
En la presente comunicación se comparan las características termométricas e higrométricas de las principales formaciones vegetales del litoral de Cantabria como primer paso para la valoración de las consecuencias climáticas del proceso histórico de deforestación. La sustitución del bosque por prados parece producir un incremento de las amplitudes térmicas, de la irregularidad termo-higrométrica y del "stress" hídrico estival.

Palabras clave: Microclima forestal, impacto climático

ABSTRACT
Both thermometric and hygrometric characters of the main plant formations of Cantabria (Northern Spain) are compared in this paper as a first step for the valuation of climatic consequences of the historical process of deforestation. Apparently, the substitution of forests by meadows seems to produce an increase of thermic amplitudes, of thermo-hygrometric irregularity and a worsening of hydric stress during summers.

Key words: Forest microclimatology, climatic impact

1.MOTIVACIÓN

Durante los últimos siglos la cubierta forestal de Cantabria se ha reducido hasta un 20% de su extensión inicial para dar paso a grandes superficies de prados o de cultivos forestales (eucaliptos y pinos principalmente). Numerosos indicios y testimonios históricos (AEDO *et al*., 1990) parecen demostrar que esta deforestación, muy rápida y relativamente traumática en gran parte del territorio, desencadenó una intensa erosión de los suelos y produjo diversos impactos en la hidrología y, probablemente, en la climatología locales.

La estimación de las consecuencias climáticas de tales cambios en la cubierta vegetal constituye un objetivo de trabajo a plazo medio que, en una primera fase, exige el conocimiento de los climas forestales de la región y de sus diferencias respecto a los de las áreas abiertas circundantes. Sin embargo, pese a la existencia de un cierto número de datos publicados para bosques de otras áreas

europeas (GEIGER,1975; STOUTJESDIJK y BARKMAN,1992), carecemos casi absolutamente de información relativa a los microclimas de nuestras masas cantábricas.

Por esta razón, y aunque el análisis de las series obtenidas está proporcionando resultados hasta cierto punto previsibles y acordes con los preexistentes, creemos interesante presentar las primeras interpretaciones de los datos obtenidos tras diversas observaciones realizadas desde 1997 en varios puntos de muestreo de las zonas bajas de Cantabria.

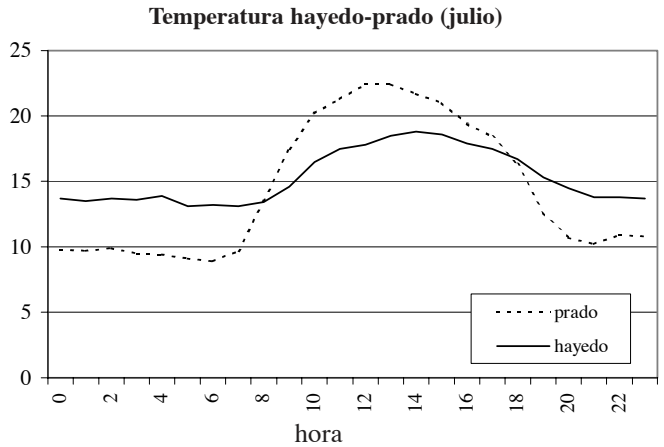
Para ello se han dispuesto durante periodos que han variado entre los 8 y los 30 días, grupos de aparatos registradores de humedad y temperatura en entornos forestales próximos a la costa (hayedos y encinares) y en prados o plantaciones de eucaliptos contiguos. Los dispositivos se han instalado siempre en localizaciones que permitieran la obtención de comparaciones, en exposiciones y altitudes similares, lejos de las áreas edificadas y protegidos del sol y de la lluvia directos. Es evidente que en la elección de los emplazamientos han influido inevitablemente factores ajenos a la "lógica climática" (en relación con su accesibilidad y con la seguridad de los aparatos principalmente) y que la fiabilidad de los resultados podría verse perjudicada por éstas y otras limitaciones del método seguido. No obstante, una vez desechadas o depuradas algunas series que presentaban resultados aberrantes, pensamos que los datos disponibles proporcionan una información de interés que constituye una buena base para el trabajo ulterior.

2. RESULTADOS

2.1. Las temperaturas

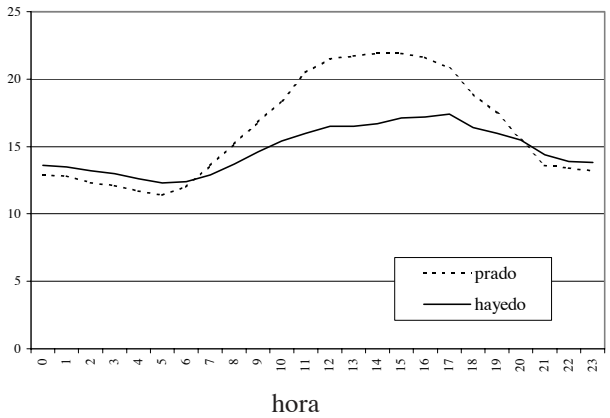
Los datos obtenidos permiten constatar que el papel climático del hayedo es relevante durante todo el año aunque difiere según las estaciones como corresponde a un bosque caducifolio de marcado ritmo estacional.

Así, en invierno, las temperaturas medias del hayedo son sensiblemente más altas que las de cualquiera otra formación abierta o cerrada. El máximo contraste se produce con los encinares y eucaliptales que suelen registrar entre 4 y 7ºC menos que los bosques caducifolios. Ambas forma-



ciones suelen presentar comportamientos bastante parejos aunque las temperaturas son más altas en el eucaliptal que al ser más abierto permite el paso de una mayor proporción de luz solar hasta el suelo.

Temperatura hayedo-prado (julio)

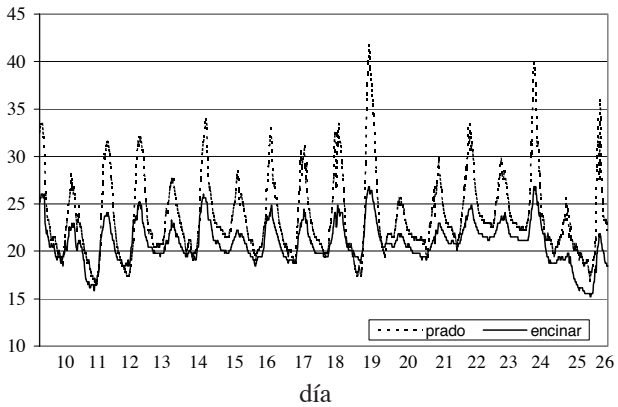


Los prados muestran un comportamiento bastante distinto; durante el día se calientan más y más deprisa que las formaciones forestales o que los cultivos arbóreos pero tras la puesta de sol pierden rápidamente temperatura para convertirse en el más frío de los entornos considerados.

De este modo, las amplitudes diurnas más bajas se registran en las formaciones perennifolias (entre 3.8 y 6.8ºC según el tipo de tiempo en eucaliptales y encinares). El hayedo desprovisto de hojas presenta valores intermedios, y parecidos a los obtenidos en las estaciones más cercanas por el INM, con unos 8ºC aproximadamente, y el prado alcanza las máximas amplitudes diurnas con valores de 15 a 16º.

Durante el verano los contrastes entre las distintas formaciones arbóreas se reducen aunque las diferencias con el prado se mantienen. Durante el día el hayedo es un poco más cálido que el eucaliptal pero mucho más fresco que el prado (junto a cuya superficie hemos registrado temperaturas francamente altas con "puntas" próximas a los 40º). Durante la noche sin embargo la situación se invierte y los prados registran las temperaturas más bajas frente a los eucaliptales o encinares que se mantienen ligeramente por encima de los hayedos. Las diferencias son sin embargo bastante pequeñas.

Temperatura encinar-prado (agosto)



En lo relativo a las amplitudes térmicas aparece de nuevo un neto contraste entre las formaciones de frondosas y las superficies de prado: mientras que dentro de las primeras las diferencias día-noche oscilan entre 3.3 y poco más de 5º, sobre los segundos se superan siempre los 10ºC.

Un último hecho destacable es que la respuesta térmica de la atmósfera del prado a los cambios meteorológicos o de insolación es prácticamente inmediata mientras

que la del bosque presenta una considerable "inercia". Esta circunstancia, que se aprecia muy bien cuando se producen cambios de viento, tiene también su reflejo en las medias horarias de temperaturas: mientras que las mínimas, que se deben a la irradiación, son aproximadamente simultáneas en todas las formaciones, las máximas suelen coincidir en el prado con el medio día solar para retrasarse un par de horas en el bosque.

En todos los casos es preciso no obstante matizar estos resultados ya que el valor de los contrastes bosque-prado depende del tipo de situación meteorológica. Las diferencias son máximas en verano con tiempo seco y despejado pero son prácticamente inapreciables los días de lluvia o con atmósferas muy húmedas.

	INVIERNO			VERANO		
ºC	mínimas	medias	máximas	mínimas	medias	máximas
4						prado
3						
2					prado	
1			prado	eucaliptal		
0					eucaliptal	
-1				prado		eucaliptal
-2		prado				
-3						
-4	eucaliptal					
-5	encinar	eucaliptal				
-6	prado	encinar	eucaliptal			
-7			encinar			

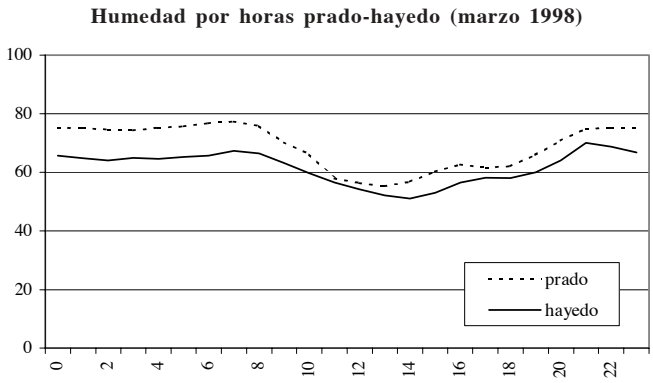
Diferencias típicas de temperatura con el bosque caducifolio

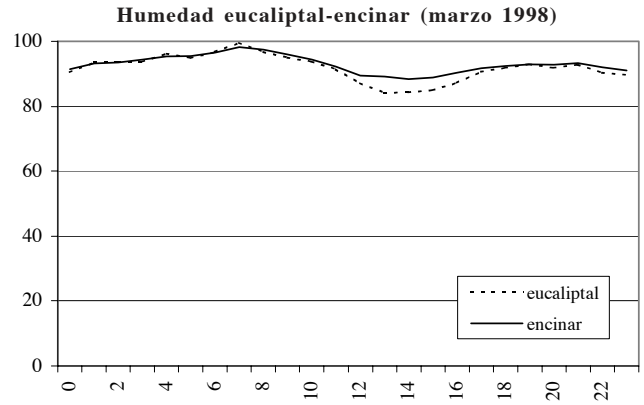
2.2.La humedad

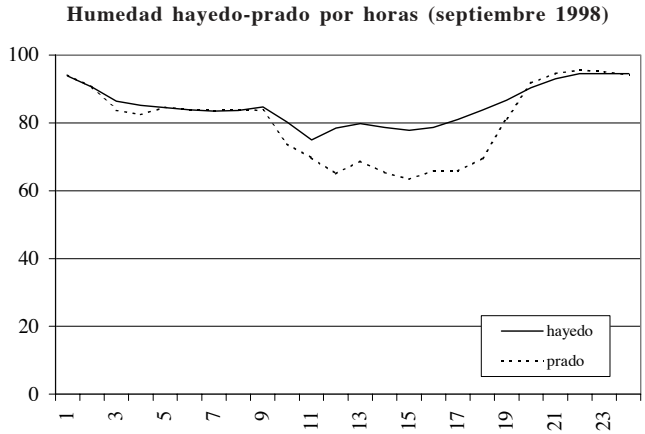
El régimen de humedad de las formaciones forestales y pratenses presenta unas tendencias coherentes con el de las temperaturas. En invierno la humedad relativa del hayedo, desprovisto de hojas y con los valores de transpiración y evaporación reducidos al mínimo, es bastante baja (y en todo caso inferior a la del prado, encinar o eucaliptal). Como en otros casos, el eucaliptal y el encinar presentan comportamientos muy similares manteniendo bajo su follaje una humedad relativa bastante más alta que la del prado.

Con todo, la frecuencia de los días de lluvia en esta época del año limita obviamente el significado de tales resultados.

En verano se produce la situación opuesta y el bosque caducifolio resulta ser el medio que mejor retiene la humedad atmosférica. En esa estación, llama la atención el paralelismo de los valores nocturnos entre bosque y prado, favorecido por la mencionada similitud de las temperaturas respectivas, frente a la marcada diferenciación que se produce en las horas diurnas, cuando las temperaturas del prado suben mucho y la humedad relativa "cae" en la misma proporción.







Es también llamativa la baja humedad estival del interior del encinar, frecuente en el litoral cantábrico sobre roquedos calizos muy karstificados en los que se produce una relativa aridez edáfica (aunque no pluviométrica). A muy poca distancia del prado o incluso del bosque caducifolio siempre húmedo, el encinar contribuye probablemente a mantener esas condiciones de sequedad que le permiten competir ventajosamente con las especies más típicamente oceánico

	INVIERNO		VERANO	
%	noche	día	noche	día
20		encinar		
16	encinar-eucaliptal	eucaliptal		
12	prado			
8				
4		prado		
0			prado	
-4			encinar	
-8				
-12				
-16				prado
-20				
-24				encinar

Diferencias típicas de humedad con el bosque caducifolio

Por fin, es destacable que la amplitud diaria de las humedades relativas (en condiciones meteorológicas no cambiantes) es siempre muy baja en el interior del encinar, algo más alta en el eucaliptal y en el hayedo y máxima en el prado. De este modo, mientras que en el primer caso las amplitudes típicas se sitúan en torno al 10%, los prados conocen diferencias medias de humedad del 25 al 32% a lo largo de la jornada y acusan además de forma casi inmediata los sobresaltos de humedad que produce cualquier cambio de dirección de los vientos.

2.3. Viento

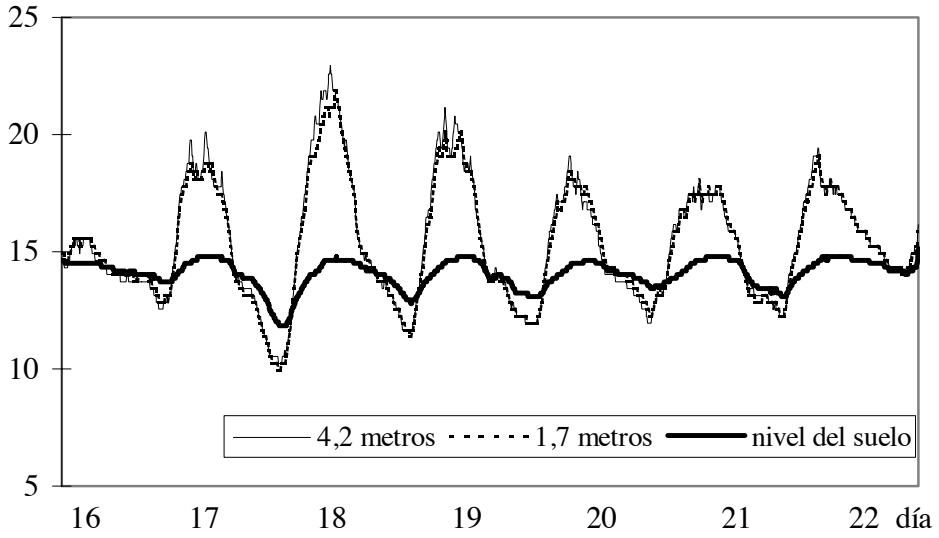
La información disponible sobre viento se reduce a un cierto número de observaciones puntuales. De acuerdo con ellas, en el interior del encinar y del hayedo con hojas el viento es prácticamente nulo en cualquier circunstancia. En invierno, sin embargo, aunque el hayedo sigue frenando muy eficazmente el viento este empieza a hacerse sentir en cuanto su velocidad en campo abierto supera los 30-50 km/h.

Frente a estas formaciones, el eucaliptal resulta bastante permeable al viento, probablemente por el carácter rectilíneo de los fustes, la escasa ramificación de los árboles y la pobreza de los estratos inferiores. Normalmente es preciso adentrarse bastantes metros en su interior para que el movimiento del aire desaparezca.

3. INTERPRETACIÓN

Consideramos que pese a la discontinuidad de las series de datos, los resultados expuestos merecen credibilidad por su coherencia. La temperatura del bosque varía de acuerdo con el balance de radiación solar, principal fuente de calor del aire. El bosque tiene un albedo reducido (10-20% en nuestras regiones) de forma que las copas, que interceptan y absorben gran parte de la radiación

solar directa, se calientan difundiendo calor hacia la atmósfera circundante, permitiendo que las máximas temperaturas diurnas se registren a su altura, tal como hemos podido comprobar, y originando una inversión térmica.



Estruct. vertical de las temperaturas en el encinar (mayo 1998)

En el interior de las masas arboladas la energía solar incidente es reducida y desigualmente distribuida a lo largo del espectro. Pobre en radiaciones de onda larga y en luz visible, es sin embargo muy rica en infrarrojo, que atraviesa bien los limbos foliares y que calientan eficazmente una atmósfera sumida en permanente penumbra.

De noche, las temperaturas dependen de la retención de la irradiación por la atmósfera. Durante esas horas el prado y las copas de los árboles se enfrían rápidamente al no haber ningún obstáculo entre ellos y la atmósfera. Sin embargo, el calor emitido por el suelo forestal queda aprisionado por la enramada y las temperaturas, que se mantienen bastante altas, muestran una gran inercia (PESSON,1978).

Por supuesto, el tipo de tiempo modifica la composición espectral de la radiación incidente, y con ella del albedo, y puede reducir las diferencias comentadas. Durante los días cubiertos, húmedos y sin viento las temperaturas del bosque y de los prados circundantes pueden llegar a ser prácticamente idénticas.

La humedad relativa es inversamente proporcional a las temperaturas evolucionando ambas de forma sincronizada. Sin embargo, tanto las especies pratenses como la mayoría de los árboles del bosque caducifolio evapotranspiran en verano durante las horas diurnas gran cantidad de agua y contribuyen al incremento de la humedad atmosférica. El contraste con los encinares o eucaliptales, más xerófilos, o con los ambientes urbanos o de roquedo revela perfectamente este hecho.

4. CONCLUSIONES

La información hasta ahora disponible permite apuntar una serie de hipótesis de trabajo en relación con los objetivos generales planteados al principio de la presente comunicación. Es probable que la sustitución del bosque por los prados o pastizales hoy dominantes en la mayor parte de Cantabria haya ido acompañada de un incremento de las amplitudes térmicas tanto diurnas como estacionales; de una mayor variabilidad de los valores de humedad relativa, que, en términos generales, aumenta en invierno pero disminuye fuertemente en verano, y de un aumento de sus fluctuaciones diarias. Asimismo es probable un aumento de la importancia del viento que, dependiendo de su intensidad y posible efecto desecante, contribuye a exacerbar y a acelerar esta sucesión de sobresaltos higrométricos.

Los efectos de la sustitución del bosque por las plantaciones arbóreas (eucaliptos sobre todo pero también pinos) son poco importantes en verano pero acarrean un notable descenso de las temperaturas invernales con, en consecuencia, un aumento de la humedad relativa. Por otra parte, los eucaliptales son menos eficaces que el bosque frenando el viento lo que puede haber incrementado su protagonismo (al menos al nivel del suelo y junto a las masas arbóreas o dentro de ellas).

A falta de series meteorológicas comparables, sincrónicas y suficientemente representativas, es muy difícil establecer hasta qué punto las variaciones constatadas a escala del microclima se reproducen o no a escala regional. No obstante, la comparación de los datos de estaciones meteorológicas próximas y aceptablemente similares parecen corroborar las tendencias descritas, con un ligero aumento de las amplitudes térmicas y del número anual de días de helada en los medios abiertos y no forestales.

En todo caso, el aumento de las amplitudes térmicas, del número de días de helada y de la irregularidad termo-higrométrica, la falta de agua durante el verano y el aumento del "stress" producido por el viento son, precisamente, algunos de los factores que determinan la transición biogeográfica entre las regiones cantábricas, presididas por los hayedos y robledales, y las de la vertiente meridional de la Cordillera y Meseta Septentrional, ocupadas por especies más continentales y xerófilas. La destrucción del bosque oceánico conlleva también la desaparición las condiciones climáticas necesarias para su existencia haciendo aún más difícil su recuperación natural.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AEDO, C.; DIEGO,C.; GARCÍA.CODRON, J.C. y MORENO, G.(1990): *El bosque en Cantabria*. Univ.de Cantabria-Asamblea Regional, Santander, 286 pp.

GEIGER, R. (1975): *Climate near the ground*. Harvard Univ.Press, 611 pp. 5th edit.

HUBER, A.; OYARZUN, C.; ELLIES, A.(1985): "Balance hídrico en tres plantaciones de Pinus radiata y una pradera". *Bosque. Universidad Austral de Chile*, **6,2**, 74-82.

LANGFORD, K.F. y O'SHAUGHNESY, P. J.(1977): "Some effects of forest change on water values." *Australian Forestry* **40,3**, 192-218.

LEE,R.(1978): *Forest microclimatology*. Columbia Univ.Press, New York, 276 pp.

LEE,R.(1980): *Forest hydrology*. Columbia Univ.Press, New York, 349 pp.

OKE,T.R. (1978): *Boundary layer climates*. Methuen and Co.London, 372 pp.

PESSON,P.(1978): *Ecología forestal: el bosque, clima, suelo, árboles, fauna*. MundiPrensa, Madrid.

SPURR,S.H. y BARNES,B.V.(1980): *Forest ecology*. John Wiley and Sons, New York, 687 pp

STOUTJESDIJK, Ph. y BARKMAN,J.J.(1992): *Microclimate: vegetation and fauna*. Knivsta-Opulus, Uppsala, 216 pp.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Ignacio Alvarez Neches la autorización para utilizar datos de su trabajo "*Microclimatología forestal*", Trabajo Fin de Carrera, Depto de Geografía, Urbanismo y Ordenación del Territorio, Universidad de Cantabria, 1998 (inédito). Tales datos se han sumado muy oportunamente a los obtenidos por los autores incrementando el número de series de observaciones utilizables.