

# APROXIMACIÓN TEÓRICA A LAS CONSECUENCIAS DE UN CAMBIO CLIMÁTICO SOBRE LA VEGETACIÓN POTENCIAL DE UN MEDIO DE MONTAÑA MEDIA EN EL FLANCO SURORIENTAL DE LA MESETA ESPAÑOLA: PROVINCIA DE ALBACETE

Juan-Alberto López Molina  
*Licenciado en Geografía e Historia*

**RESUMEN:** El objetivo de este trabajo de investigación es la aproximación a la lógica vegetal en un contexto de cambio climático, simulado sobre un ambiente de montaña media mediterránea, en el flanco suroriental de la Meseta Española.

**Palabras clave:** Clima. Cambio climático. Vegetación potencial. Meseta Española.

**SUMMARY:** Theoretical approach to the consequences of a climatic change upon the potential vegetation of a medium mountain environment in the south-east flank of the spanish meseta: province of Albacete.

The aim of this study is to approach the vegetation logic within a climatic changing context simulated on a Mediterranean mountain environment in the south-east flank of the Spanish Meseta.

**Key words:** Climate. Climatic change. Potential vegetation. Spanish Meseta.

## INTRODUCCIÓN

El objetivo fundamental de este trabajo es el de constituir una aproximación a la lógica vegetal en un contexto de cambio climático, simulado sobre un ambiente de montaña media mediterránea.

El aumento continuado de la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera va a jugar un papel esencial en la evolución futura del clima a nivel mundial. Aunque los efectos definitivos de este aumento no son completamente conocidos, los modelos matemáticos realizados sobre el supuesto de un aumento de la absorción de radiación terrestre entre las 14 y 17 micras coinciden en señalar que es inevitable un aumento térmico, particularmente acusado en las altas latitudes (1).

El efecto que este hecho tendrá sobre las temperaturas en un futuro reciente es todavía, en parte, una incógnita, aunque parece verosímil un aumento superior a los 2°C a lo largo del próximo siglo. Las precipitaciones se verían, en ese caso, seriamente mermadas, pues el hecho de que el calentamiento sea más fuerte en las altas latitudes tendrá como consecuencia un menor gradiente térmico entre el Ecuador y los polos, "lo cual puede suponer una debilitación del frente polar y una menor actividad de las gotas frías. Ello podría llevar a una menor precipitación en las zonas templadas y sobre todo en las áreas más continentales. En cambio, podría intensificarse la precipi-

tación en las áreas tropicales y ecuatoriales" (2).

Así pues, resulta del máximo interés conocer las tendencias evolutivas de aquellas variables climáticas que determinan las potencialidades vegetales, con vistas a calibrar algunas de las consecuencias del cambio.

## METODOLOGÍA

El instrumento con el que se pretenden traducir las características climáticas en comportamientos vegetales han sido los Diagramas Bioclimáticos de Montero de Burgos y González Rebollar (3), cuyos resultados han sido eficazmente contrastados con la realidad, tanto por sus autores como por otros tratadistas. Del conjunto de variables que estudian los DBCs, se analizarán preferentemente las variaciones producidas en las Intensidades Bioclimáticas Reales y Libres, pues estas variaciones pueden considerarse como paralelas a las producidas en las comunidades vegetales.

Aunque el escenario sobre el que se realiza el análisis ha de ser, en buena medida, ideal, se ha intentado que sus características correspondan lo más posible a las reinantes en la realidad. Puesto que se pretende extender el análisis a varios niveles altitudinales, será necesario conocer cómo varían las principales magnitudes climáticas

con la altitud en los pisos medios de un área de montaña mediterránea. Con este fin se ha delimitado una zona con características similares tanto en lo referente a la orografía como en lo que respecta a los mecanismos pluviométricos y térmicos, situada en el extremo Suroeste de la provincia de Albacete, que comprende las Sierras de Alcaraz, del Agua, del Cujón, del Ardal, de Bogarra, Seca, de los Molares, de Juan Quilez, del Tobar y de Lagos. Sobre este área se intentará analizar el comportamiento altitudinal de las variables climáticas, prestando especial atención al gradiente pluviométrico, sobre cuya precisión descansa buena parte de la fiabilidad del método.

**a) Aumento de las precipitaciones con la altitud**

Para la extrapolación de las precipitaciones mensuales a los distintos niveles altitudinales analizados se ha calculado en primer lugar el gradiente pluviométrico para los volúmenes mensuales en la zona correspondiente. Una vez seleccionados los datos a analizar, se ha hallado la curva que mejor ajustaba las precipitaciones mensuales con la altitud mediante una regresión polinómica de segundo grado, corroborando así la importancia de los valores cuadráticos en la relación altitud-precipitación (4), con el fin de hallar unos coeficientes de correlación lo suficientemente elevados como para considerar operativo el método. Los coeficientes de correlación resultantes son superiores a 0,9 para seis de los doce meses, están entre 0,8 y 0,9 para otros tres meses, y sólo bajan de 0,8 en julio, agosto y septiembre. Es de destacar, además, que en julio y agosto las precipitaciones tienden a disminuir ligeramente con la altitud, aunque los resultados no son concluyentes. Esta falta de ajuste entre los valores observados y previstos de tales meses eran, por otra parte, previsibles, dada la importancia que los mecanismos de tipo convectivo tienen durante esta época del año y su tendencia a una distribución anárquica de las lluvias resultantes. La falta de correlación pluviosidad-altitud en julio y agosto no supone un contratiempo de importancia, por la escasa incidencia de sus variaciones sobre los resultados de los balances hídricos; no es el caso de Septiembre, mes en el que termina la sequía y comienza el proceso de disminución del déficit hídrico de las plantas. Por tanto, las Intensidades Bioclimáticas y Temperaturas Básicas correspondientes a septiembre deben ser analizadas con precaución. A pesar de la falta de precisión en estos meses veraniegos y del carácter aproximativo de los datos del resto del año, el sumatorio de los valores calculados para los doce meses no difiere en exceso de los totales anuales observados, pues sólo en dos casos la diferencia es de más del 10% y ambos observatorios son conocidos por sus anomalías pluviométricas, provocadas por una peculiar configuración orográfica.

De este modo, quedan establecidas las constantes y coeficientes aplicables a cada mes, mediante una fórmula

del tipo

$$Y = K + (A \cdot H) + (B \cdot H^2)$$

Siendo [K] una constante, mientras que [A] y [B] son los coeficientes de la altitud y el cuadrado de la altitud, averiguados mediante la regresión. Una vez aplicada tal fórmula a los datos de la estación sobre cuyas temperaturas se realizan los balances, se ha observado que las variaciones en las Intensidades Bioclimáticas y Temperaturas Básicas son despreciables:

+ 0,37 U. B.	en la	IBR
- 0,03 U. B.	en la	IBL
+ 0,43°C	en la	TmR
- 0,07°C	en la	TmL

**b) Disminución de las temperaturas con la altitud**

La obtención de un gradiente térmico vertical plantea problemas de mucha mayor envergadura. Esta variable se ve más influenciada por factores locales que la precipitación, y es necesario disponer de los datos de varios observatorios muy próximos, en idénticas condiciones de exposición, y a diferentes altitudes. La ausencia de estaciones que cumpliesen estas condiciones ha aconsejado recurrir a la utilización de los datos correspondientes a observatorios relativamente alejados, aunque en condiciones topográficas similares. Los resultados se asemejan bastante a los obtenidos por Lautensach (5) en Sierra Nevada, por lo que han sido considerados, en principio, fiables.

**c) Los balances hídricos**

El supuesto fundamental a analizar se inserta en un contexto de xericidad creciente, por degradación pluviométrica debida al debilitamiento progresivo del frente polar, y de aumento de las temperaturas medias provocado por el aumento en la concentración de dióxido de carbono. Se supondrá que al final del proceso las temperaturas se habrán incrementado en 2,5°C, y las precipitaciones habrán sufrido una reducción del 30%. Se dividirá la secuencia en varias etapas, con el fin de dar una imagen de cambio progresivo, y en cada paso se añadirá una fracción de los cambios, hasta llegar a la imagen final.

El número de etapas en que se dividirá la secuencia será de 11. Para cada etapa, se efectuarán los balances correspondientes a 33 niveles altitudinales (desde los 500 a los 1.300 metros), encuadrados en los pisos mesomediterráneo y supramediterráneo, con una equidistancia de 25 metros, y todo ello para dos calidades distintas de suelos, representados por una capacidad de retención de 0 y 100 milímetros. Ello supondrá la ejecución de más de 800 balances hídricos, para lo cual ha sido necesario programar una plantilla de trabajo utilizable en una hoja

**FIGURA - 1. Máscara del programa con el que se han ejecutado los cálculos correspondientes a los balances**

<b>BIOGRAM - X</b>												
<b>YESTE alt. = 877</b>												
<b>Cambio de clima, Topo-edáficas y Extrapolación</b>												
Inc. T = 0°C GTV = 0,55°C			CR = 100 mm W = 0%			alt.2 = 877 m.			← Hipótesis			
<b>Intensidades cálidas</b>				<b>Intensidades frías</b>								
IBP = 14,40	TmP = 18,57	IBP = 1,00	TmP = 5,66									
IBR = 4,30	TmR = 13,43	IBR = 1,00	TmR = 5,66									
IBL = 3,25	TmL = 12,80											
IBC = 1,05	TmC = 15,38											
IBS = -0,88	TmS = 22,58											
ISS = 10,1												
				C.S. = 0,23		CRT = CR insuficiente		← Resultados				
				T = 13,1		ETP = 969,3						
				P = 515,4		D = 972,1		D-E = 2,76 mm.				
	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SEP.	OCT.	NOV.	DIC.
T	5,2	6,5	8,8	11,4	15,2	19,1	23,0	21,8	17,8	13,2	9,2	5,8
cons	-49,1	36,3	145,4	4,04	112,2	32,46	-13,3	-1,78	83	108	126	99,6
coe	10,105	-0,1	-0,36	0,05	-0,22	-0,02	0,056	0,039	-0,1	-0,2	-0,3	-0,2
coe	21E-05	0	3E-04	0	2E-04	2E-05	0	0	0	0	0	0
P	52,25	51,8	54,58	66	40,43	31,34	9,256	16,84	32,7	56	42,8	61,5
[T]	5,2	6,5	8,8	11,4	15,2	19,1	23,0	21,8	17,8	13,2	9,2	5,8
GTV	0,69	0,71	0,69	0,71	0,69	0,71	0,60	0,60	0,62	0,71	0,53	0,49
[P]	52,25	51,8	54,58	66	40,43	31,34	9,256	16,84	32,7	56	42,8	61,5
[%]	10,1	10,0	10,6	12,8	7,8	6,1	1,8	3,3	6,3	10,9	8,3	11,9
D	122,2	152	154,6	160	104,7	31,3	9,3	16,8	32,7	56,0	45,9	87
K	1,5	2,7	5,0	7,2	8,1	9,1	9,4	8,1	5,1	3,5	1,7	1,6
ETP	15,4	29,7	60,9	95,4	121,8	153,4	175,0	147,1	83,1	50,0	20,4	17,0
e	3,1	5,9	12,2	19,1	24,4	30,7	35,0	29,4	16,6	10,0	4,1	3,4
e-D	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,8	12,6	0,0	0,0	0,0	0,0
SUM	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,8	38,3	22,2	0,0	0,0	0,0
D-e	119,1	146	142,4	141	80,4	0,7	0,0	0,0	16,1	46	41,8	83,6
Q	119,1	146	142,4	141	80,4	0,7	0,0	0,0	0,0	23,8	41,8	83,6
S	100,0	100	93,7	64,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,1	25,5	70
X	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,52	1,00	1,00
Cp	1,0	1,0	1,0	1,0	0,8	0,0	-0,2	-0,1	0,2	1,0	1,0	1,0
T-7	-2,3	-1,0	1,3	3,9	7,7	11,6	15,5	14,3	10,3	5,7	1,7	-1,7
IBP	-0,5	-0,2	0,3	0,8	1,5	2,3	3,1	2,9	2,1	1,1	0,3	-0,3
IBR	-0,5	-0,2	0,3	0,8	1,3	0,0	-0,6	-0,3	0,5	1,1	0,3	-0,3
cp	0,0	0,0	0,3	0,8	1,5	2,3	3,1	2,9	2,1	1,1	0,3	0,0
cr	0,0	0,0	0,3	0,8	1,3	0,0	0,0	0,0	0,5	1,1	0,3	0,0
IBCc	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,6	0,0	0,0
IBLc	0,0	0,0	0,3	0,8	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,3	0,0
IBSc	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,6	-0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
TBPc			2,3	8,9	23,4	44,3	71,3	62,3	36,7	15,0	3,1	
TBRc			2,3	8,9	19,3	0,2			8,9	15,0	3,1	
TBLc			2,3	8,9	19,3	0,2				7,8	3,1	
TBCc									8,9	7,3		
TBSc							-13,1	-6,7				
IBPf	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
IBRf	0,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3
TBPf	2,4	1,3										2,0
TBRf	2,4	1,3										2,0

electrónica, que agilizase la ejecución del enorme número de cálculos necesarios en el proceso de simulación de la secuencia (Figura 1).

## RESULTADOS

Los gráficos de superficie correspondientes a las Intensidades Bioclimáticas Reales (Figuras 2 y 4) muestran la tendencia potencial de la vegetación no arbórea. En el eje X se han dispuesto las distintas altitudes, desde los 500 a los 1.275 metros, es decir 32 intervalos diferentes. Sobre el eje Y aparecen las Intensidades Reales, en Unidades Bioclimáticas y en el eje Z se disponen los once pasos elegidos como representativos del proceso.

El gradiente de variación escogido ha sido de un 12% de disminución pluviométrica por cada grado centígrado de aumento de las temperaturas, resultando al final de la secuencia una variación total de  $-30\%$  y  $+2,5^{\circ}\text{C}$  respectivamente.

En los gráficos se aprecia cómo en los niveles altitudinales más bajos estudiados, el comportamiento de la IBR es muy similar en suelos con capacidad de retención baja y alta. Esta similitud asciende en altitud al evolucionar el cambio climático. La razón de este comportamiento estriba en la Capacidad de Retención Típica del suelo. Hacia los 500 metros, incluso con el clima actual, ésta es tan baja que los suelos no pueden aprovechar sus capacidades de retención, y casi no existen transferencias hídricas entre unos meses y otros. Por ello, en lo que a aprovechamiento del agua se refiere, no hay diferencias entre suelos de escasa o buena calidad. Al avanzar el proceso de disminución de precipitaciones y aumentar la ETP paralelamente a las temperaturas, la Capacidad de Retención Típica ha de sufrir una reducción constante, por lo que la similitud debe extenderse a mayores altitudes.

En suelos con CRT alta, el aumento altitudinal de la IBR es constante y lineal hasta los 800-850 metros, con el clima actual. Hacia esta cota, la CRT alcanza los 100 mm., máximo elegido, por lo que el aumento en las reservas hídricas transferibles no puede seguir compensando las mermas sufridas por la IBP debidas a la reducción térmica que se produce al ascender en altura, a resultas de lo cual la curva de la IBR sufre una acusada inflexión, comenzando a partir de esta altitud su descenso. El punto de inflexión tiende a ascender a lo largo del cambio climático, de manera que al final del mismo aparece hacia los 1.000 metros, en un valor de IBR ligeramente superior al correspondiente al clima actual. Es en este

punto de inflexión en el que la diferencia entre los crecimientos potenciales es máxima para los dos tipos de suelos.

Un aspecto interesante, cuya comprobación se ha llevado a cabo con especial cuidado, es el de la evolución diferencial entre zonas bajas y altas. Mientras que los puntos situados por debajo de los 900 metros muestran una clara tendencia a la disminución de la IBR a lo largo de las distintas etapas del proceso, a partir de esta cota la evolución es inversa, observándose accesos continuos en la I. B. R. En suelos con escasa Capacidad de Retención el comportamiento es similar, si bien no tan acentuado y a partir de una altitud menor (650 m.).

Las Intensidades Bioclimáticas Libres (Figuras 3 y 5), correlacionables con el crecimiento potencial de especies vegetales arbóreas sigue, en términos generales, un camino similar al mencionado para las Reales, aunque con algunas diferencias significativas. En las zonas más bajas del territorio estudiado, la tendencia es descendente, hasta llegar a desaparecer, mientras que a altitudes medias y altas las variaciones experimentadas son de poca entidad.

## CONCLUSIONES

De los gráficos y tablas resultantes del análisis se desprenden las siguientes conclusiones:

a) Un cambio climático consistente en un paulatino aumento térmico, paralelo a una disminución pluviométrica, como el que parece inevitable en un futuro próximo tendrá importantes consecuencias en la distribución y tipo de la vegetación potencial de los pisos meso y supramediterráneos de la Montaña Mediterránea.

b) La intensidad de los cambios en las asociaciones vegetales vendrá determinada por la de los incrementos, positivos y negativos respectivamente, de temperaturas y precipitaciones, pero en cualquier caso, parece claro que acentuarán las diferencias entre los distintos pisos bioclimáticos, aumentando las posibilidades forestales en las zonas más elevadas y desertizando gravemente las áreas bajas que, posiblemente, se verán privadas de su ya débil cubierta arbórea. Estas últimas serán sin duda las más afectadas en el proceso.

c) Las diferencias entre los comportamientos de suelos con distintas Capacidades de retención tenderán, en lo que a utilización del complejo hídrico se refiere, a amortiguarse en altitudes bajas, y se mantendrán o elevarán en las zonas elevadas.

FIGURA 2. I. B. R. en suelos con CR=100

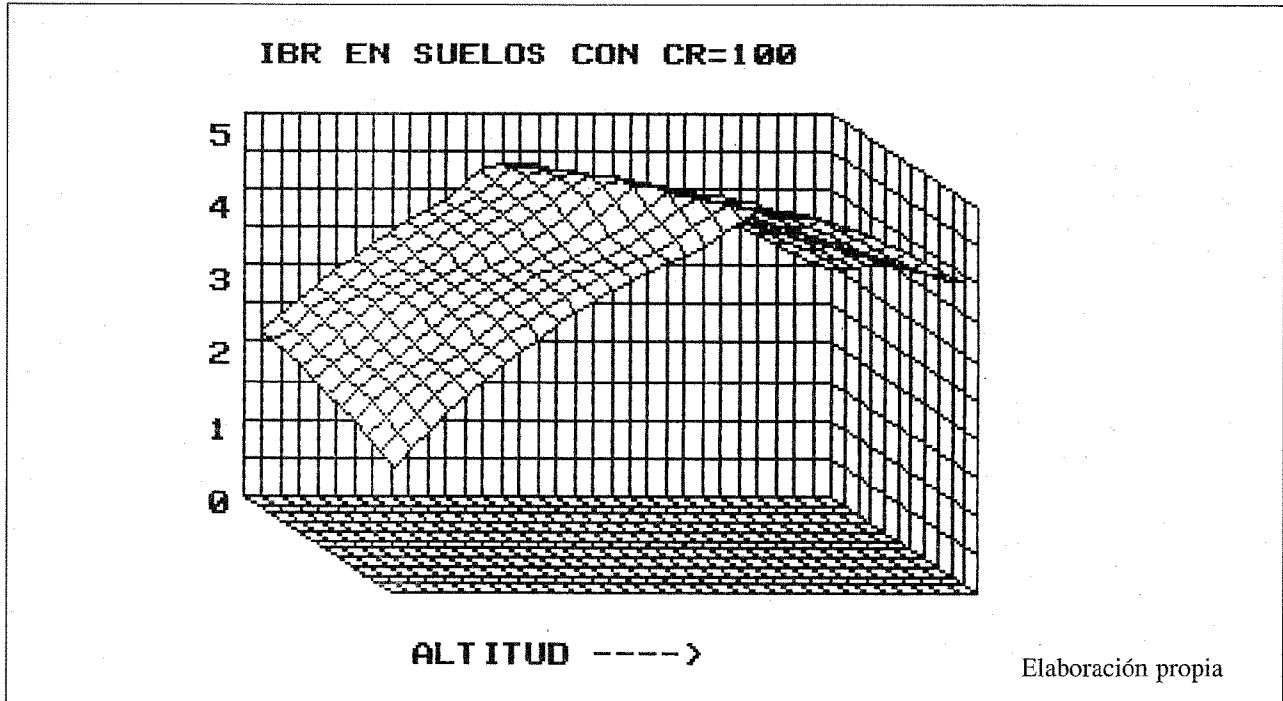


FIGURA 3. I. B. L. en suelos con CR=100

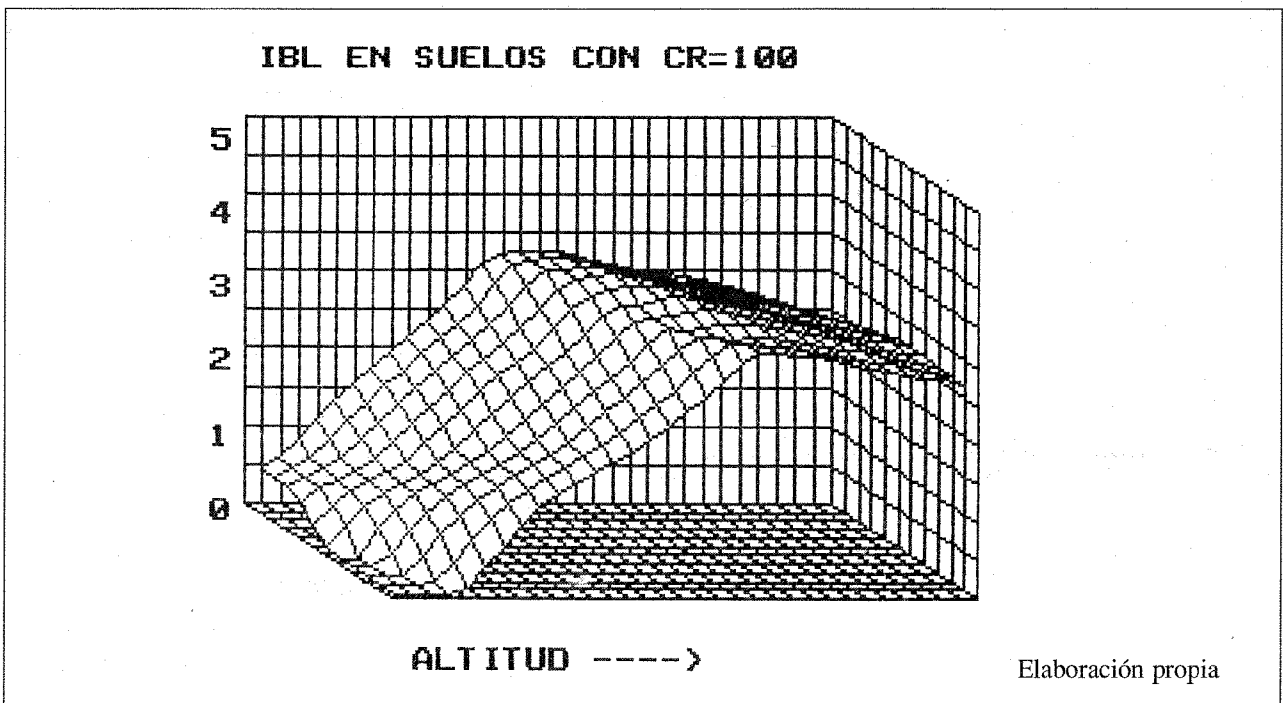


FIGURA 4. I. B. R. en suelos con CR=0

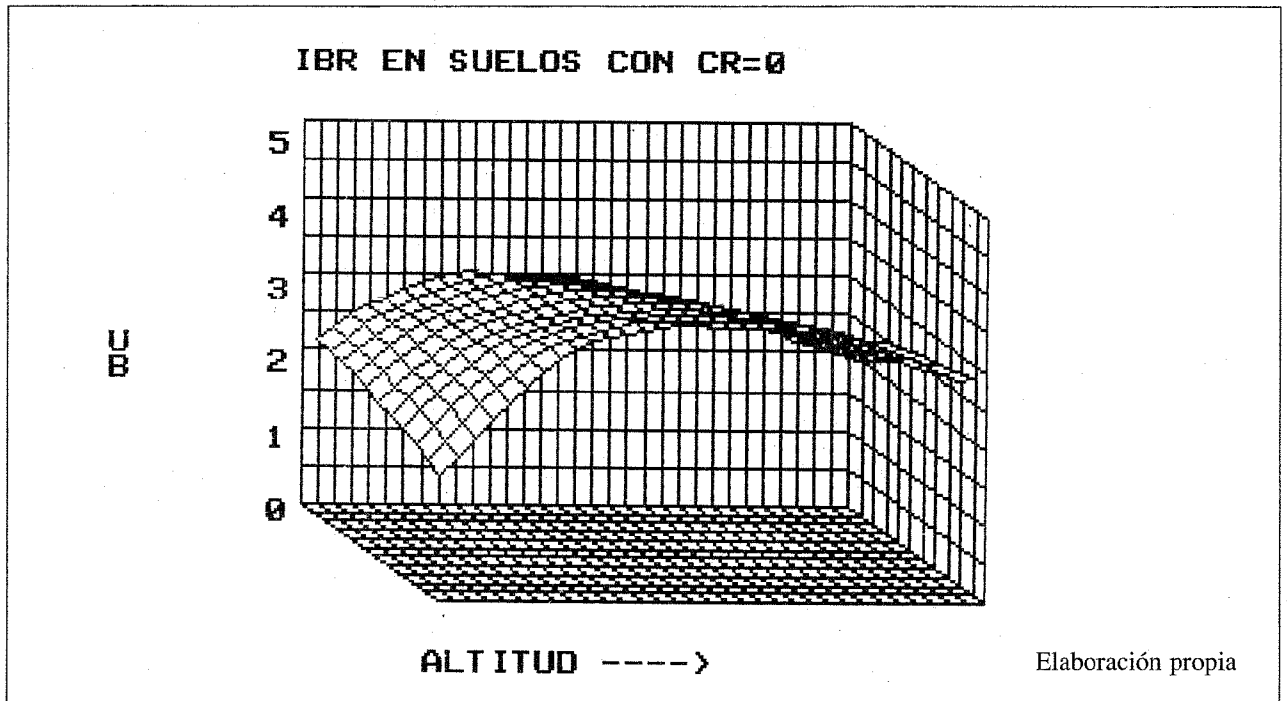
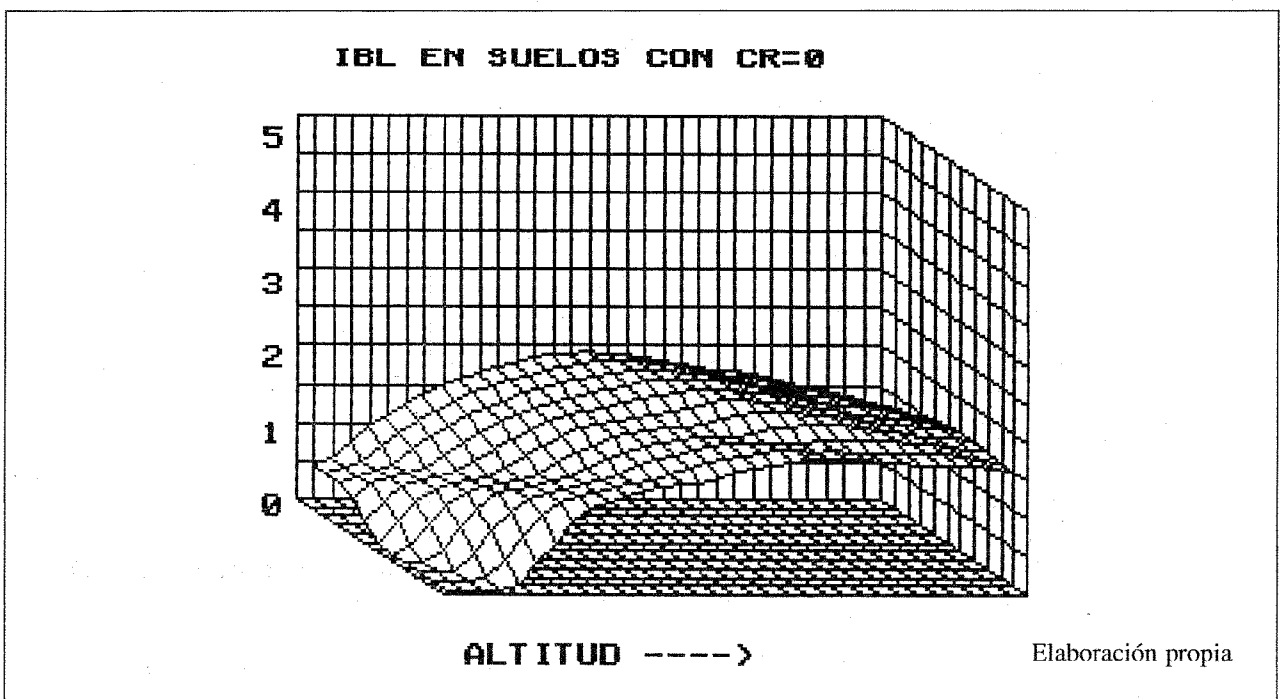


FIGURA 5. I. B. L. en suelos con CR=0



## NOTAS

- (1) LINES ESCARDO, A.: "Variabilidad del clima". Ponencia a las **XVI Jornadas de la Asociación Meteorológica Española**, Ciudad Real – Toledo, octubre de 1985.
- (2) LINES ESCARDO, A.: Op. cit. 1985.
- (3) MONTERO DE BURGOS, J. L. y GONZÁLEZ REBOLLAR, J. L.: **Diagramas Bioclimáticos**. ICONA, Madrid 1974.
- (4) DE PABLO, F.; EGIDO, A.; SECO, J.; GARMENDIA, J.: "Nuevas contribuciones y mejoras en la aplicación de la distribución de precipitación en la Cuenca del Rfo Duero". **Revista de Meteorología** (Boletín de la Asociación Meteorológica Española). Madrid, junio de 1986, p. 31.
- (5) LAUTENSACH, H.: "Características y ritmo anual de las temperaturas en la Península Ibérica. Una contribución a la Geografía Regional". **Estudios Geográficos**. Madrid, 1962, p. 264.

## BIBLIOGRAFÍA

- ALCARAZ ARIZA, F. J.: **Flora y vegetación del Noroeste de Murcia**. Universidad de Murcia, 1984. 397 páginas.
- CAPEL MOLINA, J. J. (1982): "La aridez en la Península Ibérica. Algunos mapas bioclimáticos". Volumen Homenaje al botánico Rufino Sagredo, Instituto de Estudios Almerienses, Almería, pp. 11-35.
- CAPEL MOLINA, J. J. (1987): "¿Nos acercamos hacia un cambio climático global?. Fluctuación climática actual y desertificación". Homenaje al Profesor Juan Torres Fontes. Universidad de Murcia y Academia Alfonso X el Sabio, pp. 221-234.
- CAPEL MOLINA, J. J. (1988): "Subregiones fitoclimáticas (Clasificación de Walther y Lieth) en el sudeste de la Meseta: provincia de Albacete". **Revista Al-Basit**. Diputación Provincial de Albacete, nº 23, año XIV, pp. 171-188.
- FERRERAS, C. y AROCENA, M.: **Los bosques**. Alianza Editorial, Madrid 1987.
- FIDALGO HIJANO, C.: "Avance de una caracterización fitoclimática de la Serranía de Atienza (Guadalajara)". **Estudios Geográficos**. Madrid 1984, p. 433.
- GARCÍA SALMERÓN, J.: "Los Diagramas Bioclimáticos y su utilización forestal". *Forêt Méditerranéenne*, 1980, t. I, N. 2, p. 105.
- GONZÁLEZ REBOLLAR, J. L.: "Propuestas para el desarrollo de una fitoclimatología dinámica: un ensayo en la provincia de León". **Estudios Geográficos**. Madrid 1984, pp. 401.
- MONTERO DE BURGOS, J. L.: "Contribución al Atlas Bioclimático de la Provincia de Guadalajara". **Coloquio sobre Ecología y Biogeografía**. Guadalajara, Ed. Diputación Provincial de Guadalajara, Marzo 1979; Madrid 1981.