

# **ESTUDI CLIMATOLÒGIC DE LA VALL D'ALINYÀ**

**JOAN MOISÉS,\* MANUEL IBÁÑEZ,\* RAFAEL  
RODRÍGUEZ\* I JOSÉ RAMÓN OLARIETA\***

MOISÉS, J.; IBÁÑEZ, M.; RODRÍGUEZ, R.; OLARIETA, J. R. (2004). «Estudi climatològic de la vall d'Alinyà». A: GERMAIN, J. [cur.]. *Els sistemes naturals de la vall d'Alinyà*. Barcelona: Institució Catalana d'Història Natural (Treballs de la Institució Catalana d'Història Natural; 14), p. 17-45. ISBN: 84-7283-724-6

## Resum

L'estudi mostra la riquesa d'escenaris climàtics de la vall d'Alinyà. Es troben tres climes: submediterrani subhúmit al voltant dels 600 m d'altitud, submediterrani humit als 1.200 m i eurosiberià temperat per sobre dels 1.500 m. A cada zona, les orientacions i els pendents del terreny donen lloc a mosaics microclimàtics. Es defineixen cinc escenaris i les zones d'altitud inferior es divideixen en solana i obaga.

Els climes presents són axeromèrics i continentals. Temperatures mitjanes sempre sobre 0 °C i precipitacions mínimes a l'hivern. Els escenaris a 600 m són els més continentals, sotmesos a l'hivern a situacions d'inversió tèrmica i precipitacions de 650 mm/any. A 1.200 m i a 1.800 m es reben precipitacions superiors als 1.000 mm/any amb temperatures mitjanes de 12 °C i 7 °C, respectivament. Per sobre dels 1.500 m, les gelades i nevades són habituals a l'hivern. El balanç hídric mostra que la sequera no és important, però pot aparèixer a les solanes en els sòls menys desenvolupats.

PARAULES CLAU: mediterrani, eurosiberià, microclima, continental i modelització.

## Resumen

El estudio muestra la riqueza de escenarios climáticos del valle de Alinyà. Se encuentran tres climas: submediterráneo subhúmedo alrededor de los 600 m de altitud, submediterráneo húmedo hacia los 1.200 m y eurosiberiano templado por encima de 1.500 m. En cada zona, las orientaciones y pendientes del terreno conforman un mosaico microclimático. Se definen cinco escenarios y las zonas de altitud inferior se dividen en solana y umbría.

Los climas presentes son axeroméricos y continentales. Temperaturas medias siempre sobre 0 °C y precipitaciones mínimas en invierno. Los escenarios a 600 m son los más continentales, fríos con heladas, niebla y precipitaciones de 650 mm/año. A 1.200 m y a 1.800 m se reciben precipitaciones superiores a 1.000 mm/año con temperaturas medias de 12 °C y 7 °C, respectivamente. Por encima de los 1.500 m, las heladas y nevadas son habituales en invierno. Según el balance hídrico, la sequía no es importante aunque podría aparecer en las solanas en los suelos menos desarrollados.

PALABRAS CLAVE: mediterráneo, eurosiberiano, microclima, continental y modelización.

## Abstract

This study shows the variety of climate types found on the Alinyà valley. Three climates are described: subhumid Sub-Mediterranean at around 600 m, humid Sub-Mediterranean at around 1200 m and temperate Eurosiberian at above 1500 m. In each zone, the aspect and slope of the terrain create a mosaic

of microclimates. Five climate types are defined by dividing the lower altitude zones into sunny and shady slopes.

The climates represented are axeromeric and continental. Average temperatures are always higher than 0 °C and the precipitation in winter is minimal. The climate types at 600 m are the most continental, with temperature inversions in winter and precipitation of 650 mm/year. At 1200 m and 1800 m the precipitation is over 1000 mm/year, with average temperatures of 12 °C and 7 °C respectively. Above 1500 m, frost and snow are usual in winter. The hydrological balance shows that drought is not important although it could affect less developed soils on sunny slopes.

**KEYWORDS:** Mediterranean, Eurosiberian, microclimate, continental, modelling.

## 1. INTRODUCCIÓ

Aquest treball climatològic pretén ser un punt de partida per a futurs estudis d'altres àmbits com ara de botànica, d'edafologia, d'hidrologia, de fauna, d'ordenació del territori, etc. Així doncs, es realitza amb la vocació de proporcionar informació climatològica de base per a la zona d'Alinyà.

En una primera descripció de la vegetació de la zona, cal dir que a les zones baixes el bosc mediterrani de carrascar ocupa encara, en estat natural, una part important del terreny. Alterna amb ell el bosc submediterrani de roure valencià i de pinassa. En altitud, se succeeixen el bosc de pi roig, que ocupa grans superfícies, i la vegetació subalpina (pi negre) i alpina amb prats i matolls.

Les muntanyes desforestades de les àrees baixes i mitjanes es cobreixen de boixedes i d'altres matollars i pasturatges. Les activitats principals són l'agricultura, l'aprofitament dels boscos i la cria del bestiar. Les produccions agrícoles són majoritàriament terres dedicades a prats i pastures, prats naturals de muntanya, que, juntament amb les terres dedicades a conreus farratgers, representen la meitat del total de superfície conreada. Aquesta variabilitat s'explica per un gradient altitudinal fort, amb ambients mediterranis a les parts baixes i seques, situades a menys de 700 m, i ambients subalpins a la part més enlairada de la finca, a més de 2.300 m d'altitud.

Aquesta riquesa d'espais bioclimàtics contrasta amb la manca de dades meteorològiques a la vall d'Alinyà. Això implica una dificultat enorme per obtenir un coneixement adequat del medi físic que permeti una ordenació del territori i de les activitats agràries i mediambientals.

### 1.1. LOCALITZACIÓ

Aquest estudi se centra en la vall d'Alinyà i part de la riba esquerra de la vall de la Vansa amb una superfície de 5.350 ha que pertanyen a la comarca de l'Alt Urgell. Es localitza entre X = 46°70 a 46°73, Y = 3°62 a 3°75 i Z = 600 a 2.300 metres.



FIGURA 1. Mapa de localització de la zona d'estudi.

La vall d'Alinyà neix a la serra de Port del Comte i aflueix al Segre, per la dreta, entre Organyà i Coll de Nargó. És separada, al N, de la vall de la Vansa pel roc de Galliner (1.635 m) i el puig de Ginestar (1.730 m) i per un llarg contrafort que deriva del Pedró dels Quatre Batlles (2.382 m), punt culminant de la serra de Port del Comte; al S, la serra de Turp (1.620 m), la tossa de Cambrils (1.803 m) i la serra d'Odèn (que deriva del mateix Pedró dels Quatre Batlles) separen aquesta vall de la vall de les Anoves i de la ribera Salada. És drenada pel riu de Perles, el qual té com a afluent més important, per la dreta, el riu de Canelles. La vall d'Alinyà comprèn el poble d'Alinyà i l'antic terme de Canelles de Segre, actualment del municipi de Fígols d'Organyà. El sector més baix de la vall correspon al terme de Coll de Nargó.

## 1.2. MARC GENERAL: ELEMENTS I FACTORS DEL CLIMA

La varietat de condicions ecològiques i paisatges observables corrobora que la vall d'Alinyà és climàticament molt diversa. En aquest indret prepirinenc es conjuguen una zona climàtica de transició amb un relleu abrupte. És una àrea de superposició d'elements prou diversos.

D'una banda, a escala europea, tenim zones que, biogeogràficament parlant, pertanyen a la regió eurosiberiana mentre que d'altres són típicament mediterrànies. Podem parlar d'un clima prepirinenc de frontera entre les dues grans regions. El clima prepirinenc es caracteritza per una pluviometria mitjana provocada, també com als Pirineus, pel pas de sistemes frontals a la primavera i tardor, i per precipitacions convectives durant l'època d'estiu. Per donar uns valors de referència, les precipitacions mitjanes oscil·len entre 650 mm i 1.100 mm, essent les màximes a l'estiu i a la primavera, i les mínimes, a l'hivern. Pel que fa a les temperatures, la mitjana oscil·la entre 8 °C i 12 °C, mentre que la diferència entre la temperatura mitjana del mes més càlid i del mes més fred varia de 16 °C a 19 °C. I de l'altra, les variacions que el relleu de la zona provoca sobre el marc climàtic general són fonamentals per entendre la distribució de la flora, la fauna i l'activitat antròpica. El relleu imposa unes característiques climàtiques sobre els trets generals, no només a causa del gradient altitudinal de temperatures i precipitacions, sinó també de les orientacions dels vessants que en les nostres latituds determinen diferències importants de recepció d'energia radiativa i evapotranspiració entre les solanes i les obagues. L'estratificació altitudinal combinada amb els factors del relleu crea un mosaic de condicions climàtiques relacionat amb la complexitat ecològica de la zona.

Alguns dels models bioclimàtics actuals es basen en variacions termomètriques (índex de termicitat), i el criteri hídic (tipus àrid, semiàrid, etc.) es reserva per a l'establiment de subdivisions posteriors. A tall d'exemple, vegeu els treballs de Rivas-Martínez (1981 i 1987). A pesar de l'àmplia utilització d'aquests treballs, els índexs tèrmics permeten comparar climes de la vall entre si, però no serveixen per delimitar àrees de vegetació homogènia dins la regió mediterrània on el factor hídic és fonamental (Bolòs, 1989).

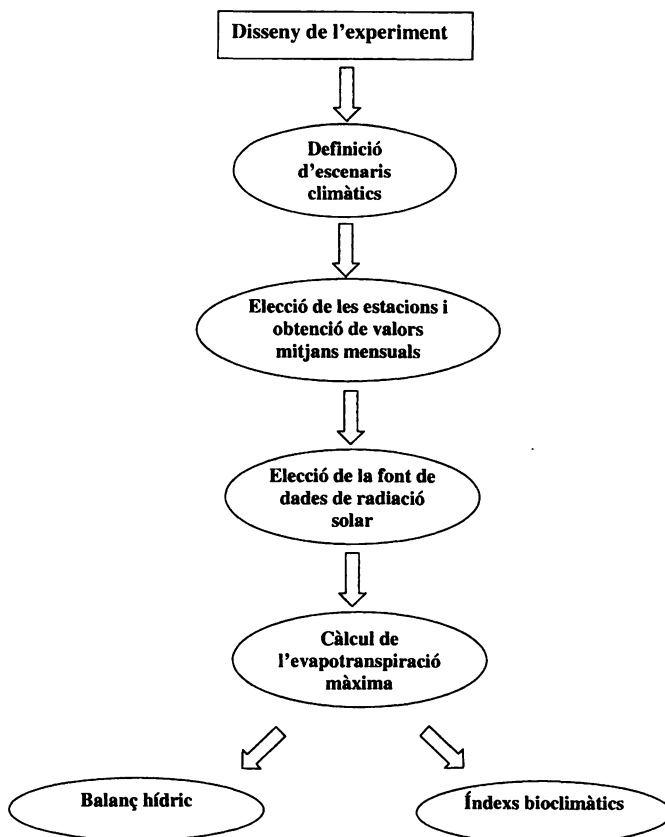
Existeixen altres possibilitats de valoració dels bioclims mediterranis que conceeixen prioritat al balanç hídic com a principal factor condicionant. La sectorització

climàtica d'Espanya elaborada per J. L. Allué (1990) va constituir una aportació de gran interès en aquesta línia a la sistemàtica climàtica de la península Ibèrica i a la delimitació de territoris climàticament homogenis. La versió més elaborada, de 1990, de l'*Atlas fitoclimàtico de España* reconeix nou subtipus climàtics i situa la nostra zona en l'àrea VI (IV), denominada *mediterrània subhúmida*.

Es planteja com a objectiu principal de l'estudi la caracterització climatològica de la vall d'Alinyà. A més, s'han descrit, analitzat i classificat els diferents escenaris climàtics, s'han avaluat els balanços hídrics dels diferents subescenaris per caracteritzar els seus microclimes i s'han quantificat diversos índexs climàtics.

## 2. MATERIALS I MÈTODES

### 2.1. DISSENY DE L'ESTUDI CLIMATOLÒGIC



## 2.2. DEFINICIÓ D'ESCENARIS I SUBESCENARIS

D'una banda, la complexitat del mosaic climàtic de les diferents zones que configuren la zona d'estudi, i de l'altra, la manca d'estacions meteorològiques de referència han conformat el disseny de l'estudi climatològic esquematitzat en l'apartat anterior i desenvolupat a continuació.

El primer pas realitzat ha estat la definició d'escenaris climàtics a considerar. Per realitzar-la, s'han valorat quins són els factors de més pes en la definició d'aquests ambients climàtics: altitud, orientació, capacitat de retenció d'aigua en el sòl i escolament.

Considerant que el factor altitud ha de ser determinant, la zona d'estudi s'ha dividit en estades altitudinals als quals s'han associat dades meteorològiques disponibles en observatoris meteorològics d'altituds comparables. L'estació meteorològica d'Organyà ( $Z = 540$  m) és representativa dels espais d'una altitud mitjana al voltant de 600 metres, que corresponen, als fons de vall, a les parts més baixes de la zona d'estudi de tendència més submediterrània. Tuixén ( $Z = 1.190$  m) s'ha associat a terrenys amb una altitud mitjana de 1.200 metres, que representa tota la muntanya mitjana submediterrània. Les dades de Port del Comte ( $Z = 1.800$  m) caracteritzen la part alta, de caràcter eurosiberià, de la zona d'estudi amb altituds properes a aquests 1.800 m.

Un segon paràmetre considerat bàsic en el disseny de l'estudi és el factor orientació, per la seva importància a determinar la radiació solar rebuda en una superfície. Així, la direcció de les valls de la zona d'estudi (est-oest) permet que una divisió en solana (orientació sud) i obaga (orientació nord) sigui representativa. D'aquí endavant, s'anomenarà cada escenari amb el nom de l'orientació i de l'altitud que el caracteritzen. Per exemple, amb Obaga600 ens referim a zones d'uns 600 m d'altitud a les quals s'han assignat les dades de precipitacions i temperatures d'Organyà i les dades de radiació solar corresponents a orientació nord. Cada escenari té un clima característic.

Per al factor capacitat de retenció d'aigua en el sòl (CRAD), descrit per Porta *et al.* (1999), s'ha extret informació de les dades proporcionades pel grup de sòls, ja que es van realitzar prospeccions dels diferents tipus de sòls presents a la zona d'estudi. El valor del CRAD en solana pot variar entre 10, 25 i 50 mm, en obaga, 25, 50 i 75 mm i en la situació del cim pot variar entre 10, 25, 50 i 75 mm, segons Olarieta *et al.* (2001).

El factor escolament, considerat en aquest estudi com a ineficiència pluviomètrica, no s'ha pogut determinar amb mesures de camp. Per avaluar l'escolament superficial i el subsuperficial, s'ha considerat un valor aproximat que tingui en compte ambdós fenòmens. Per a pendents majors de  $10^\circ$  s'associa un valor de 30 % i per a pendents menors de  $10^\circ$ , un valor de 10 %.

Per tant, la divisió de la zona d'estudi en cinc escenaris climàtics més o menys homogenis i en divuit subescenaris microclimàtics caracteritzats pel CRAD i l'escolament ha estat la següent:

- Obaga600: dades de precipitació i temperatura d'Organyà, orientació nord. Subescenaris amb CRAD entre 25, 50 i 75 mm i escolament de 30 % de la precipitació.
- Solana600: dades de precipitació i temperatura d'Organyà, orientació sud. Subescenaris amb CRAD entre 10, 25 i 50 mm i escolament de 30 % de la precipitació.
- Obaga1200: dades de precipitació i temperatura de Tuixén, orientació nord. Subescenaris amb CRAD entre 25, 50 i 75 mm i escolament de 30 % de la precipitació.

- Solana1200: dades de precipitació i temperatura de Tuixén, orientació sud. Subescenaris amb CRAD entre 10, 25 i 50 mm i escolament de 30 % de la precipitació.
- Cim1800: dades de precipitació i temperatura de Port del Comte. Subescenaris amb CRAD entre 10, 25, 50 i 75 mm i escolament de 10 % de la precipitació.

## 2.3. ESTACIONS METEOROLÒGIQUES

El segon pas en el disseny de l'estudi climatològic és l'elecció de les estacions meteorològiques i l'obtenció de valors mitjans mensuals fiables de temperatures mitjana, mínima i màxima, i precipitació.

### 2.3.1. Elecció de les estacions

L'absència d'estacions meteorològiques a la zona d'estudi ha comportat l'elecció d'estacions alternatives que representessin un clima similar. Per a aquesta elecció, s'ha realitzat una recerca de les estacions més properes a la zona d'estudi, de les quals s'ha tingut en compte l'altitud en què es troben, la llargada i la continuïtat de les sèries, així com la informació addicional que poguessin aportar. Finalment, les estacions escollides han estat: Organyà, Tuixén i Port del Comte.

A la taula 1 s'indiquen algunes característiques de les estacions. Totes tres són estacions termoplumiomètriques de l'Institut Nacional de Meteorologia (INM).

TAULA 1. Dades referents a les estacions.

<i>Estació</i>	<i>Municipi</i>	<i>Tipus</i>	<i>Entitat</i>	<i>Inici</i>	<i>X (10<sup>6</sup>m)</i>	<i>Y (10<sup>6</sup>m)</i>	<i>Z (m)</i>
Organyà	Organyà	Termoplúvio.	INM	1915	3,62	46,75	540
Tuixén	Josa i Tuixén	Termoplúvio.	INM	1985	3,82	46,77	1.190
Port del Comte	La Coma i la Pedra	Termoplúvio.	INM/TV3	1975	3,81	46,70	1.800

### 2.3.2. Depuració de les dades

Perquè una sèrie de dades meteorològiques sigui representativa de la zona, ha de ser homogènia durant un nombre mínim d'anys. Per comparar o elaborar conjuntament sèries de dades de diverses estacions, han de ser sèries correlatives, pertanyents al mateix període d'anys. Referent a la qualitat estadística, es considera òptima una sèrie que tingui una duració mínima de trenta anys per a les precipitacions i de deu anys per a les temperatures. Aquestes recomanacions són donades per l'Organització Meteorològica Mundial (WMO) i l'Organització de les Nacions Unides per a l'Agricultura i l'Alimentació (FAO), (Elías & Castellví, 1996).

Aplicar aquests criteris a l'estudi de la zona de la vall d'Alinyà i a totes les variables ambientals resulta excessivament exigent. El fet d'haver suavitzat els criteris ha pogut repercutir en la fiabilitat de la caracterització realitzada, que és, malgrat tot, la millor de les valorades.



A la taula 2 es resumeix la informació pluviomètrica disponible. Només l'estació d'Organyà té una sèrie de més de trenta anys de dades. Si se segueixen les recomanacions de la WMO, cap de les altres estacions no presenta sèries pluviomètriques de durada òptima. Comparant les sèries disponibles, observem que són correlatives en el període 1951 i 2000 en un grau acceptable.

En l'anàlisi comparada de les sèries completes 1951-2000 i les sèries correlatives, 1985-2000 i 1975-2000, realitzada per les estacions de Tuixén i Port del Comte, respectivament, s'observen algunes dificultats. A Tuixén només es disposa de quinze anys de dades en els quals els mesos de l'hivern aquestes són més escasses. La situació de Port del Comte no és gaire millor: es disposa de més dades i durant més anys, però no són correlatives. A més, hi ha una llacuna durant l'any 1983 i el 1985, i també manquen més dades als mesos de l'hivern. Les causes d'aquestes mancances es poden atribuir al fet que a l'hivern, amb el fred, no es puja a llegir les mesures dels aparells.

Una vegada seleccionat el període en què les sèries són correlatives i abans d'iniciar l'elaboració de les dades, cal depurar-les. Amb això s'intenta eliminar errors comesos en les transcripcions i corregir les llacunes que les sèries puguin presentar.

El mètode adoptat és estudiar, en primer lloc, la corba que s'ajusta millor a l'anàlisi de regressió i de correlació entre parelles d'estacions, treballant amb valors mensuals de precipitació i de temperatura. Per als tres casos de combinació entre estacions i dotze mesos per combinació, el millor ajust ha resultat ser el lineal.

Aquestes combinacions s'han realitzat amb les dades de la sèrie normal d'Organyà i amb les dades dels anys complets que es disposaven de Tuixén primer, i de Port del Comte després. S'utilitza una recta de correlació lineal per calcular els valors mitjans mensuals de la sèrie de Tuixén (T) i Port del Comte (P) introduint com a X els valors mitjans mensuals d'Organyà i com a factors independents *a* i *b*, extrets de l'equació de correlació.

Exemple:

*t* = (valors de Tuixén)

*T* = (valors mitjans de Tuixén)

*o* = (valors d'Organyà)

*O* = (valors mitjans d'Organyà)

$$t = a \times o + b \Leftrightarrow T = a \times (O) + b$$

Generalment, els coeficients de correlació han resultat acceptables tant per a la precipitació com per a la temperatura i s'ha observat una disminució en els tres mesos de l'hivern. Les temperatures hivernals a Organyà es veuen clarament afectades per les boires, fet que no es constata ni a Tuixén ni a Port del Comte.

## 2.4. DADES DE RADIACIÓ SOLAR

El tercer pas en el disseny de l'estudi ha estat l'elecció de la font de dades de radiació solar. A partir de la radiació global mitjana diària sobre l'horitzontal és possible deduir les dades sobre qualsevol superfície inclinada. Com que aquesta tasca ja ha estat realitzada a Catalunya, s'ha optat per utilitzar les dades que ofereix l'*Atles climàtic digital de Catalunya*, basat en una metodologia desenvolupada exclusivament per aquesta eina informàtica (Ninyerola, 2000; Pons, 1996). A la figura 2, s'observa la radiació solar per a la zona d'estudi.

TAULA 2. Dades termopluiomètriques disponibles de cada estació.

	<i>Organyà</i>	<i>Tuixén</i>	<i>La Coma i la Pedra</i>
ANY	G F M A M J J A S O N D	G F M A M J J A S O N D	G F M A M J J A S O N D
1915	* * * * * * * * * *		
1917	* * * * * * * * * *		
1918	* * * * * * * * * *		
1919	* * * * * * *		
1922	*		
1923	* * * * * * * * * *		
1924	* * * * * * * * * *		
1925	* * * * * * * * * *		
1926	* * * * * * * * * *		
1927	* * * * * * * * * *		
1928	* * * * * * * * * *		
1929	* * * * * * * * * *		
1930	* * * * * * * * * *		
1931	* * * * * * * * * *		
1932	* * * * * * * * * *		
1933	* * * * * * * * * *		
1935	* * * * * * * * * *		
1936	* * * * *		
1941	* *		
1942	* * * * * * * * * *		
1943	* * * * * * * *		
1950	* * * * * * * * * *		
1951	* * * * * * * * * *		
1952	* * * * * * * * * *		
1953	* * * * * * * * * *		
1954	* * * * * * * * * *		
1955	* * * * * * * * * *		
1956	* * * * * * * * * *		
1957	* * * * * * * * * *		
1958	* * * * * * * * * *		
1959	* * * * * * * * * *		
1960	* * * * * * * * * *		
1961	* * * * * * * * * *		
1962	* * * * * * * * * *		
1963	* * * * * * * * * *		
1964	* * * * * * * * * *		
1965	* * * * * * * * * *		
1966	* * * * * * * * * *		
1967	* * * * * * * * * *		
1968	* * * * * * * * * *		
1969	* * * * * * * * * *		
1970	* * * * * * * * * *		
1971	* * * * * * * * * *		
1972	* * * * * * * * * *		
1973	* * * * * * * * * *		
1974	* * * * * * * * * *		
1975	* * * * * * * * * *		
1976	* * * * * * * * * *		* * * * * * *
1977	* * * * * * * * * *		* * * * * * * * * *
1978	* * * * * * * * * *		* * * * * *
1979	* * * * * * * * * *		*
1980	* * * * * * * * * *		* * * * * * * * * *
1981	* * * * * * * * * *		* *
1982	* * * * * * * * * *		* * *
1983	* * * * * * * * * *		
1984	* * * * * * * * * *		
1985	* * * * * * * * * *	* * * * * * * * *	
1986	* * * * * * * * * *	* * * * * * * * * *	*
1987	* * * * * * * * * *	* * * * * * * * *	* * * * * *

TAULA 2. (Continuació)

1988	* * * * *	* * * * *	* *
1989	* * * * *	* * * * *	* * * * *
1990	* * * * *	* * * * *	* * * * *
1991	* * * * *	* * * * *	* * * * *
1992	* * * * *	* *	* * * * *
1993	* * * * *	* * * * *	* * * * *
1994	* * * * *	* * * * *	* * * * *
1995	* * * * *	* * * * *	* * * * *
1996	* * * * *	* * * * *	* * * * *
1997	* * * * *	* * * * *	* * * * *
1998	* * * * *	* * * *	* * * * *
1999	* * * * *	* * * * *	* * * * *
2000	* * * * *	* * * * *	* * * * *

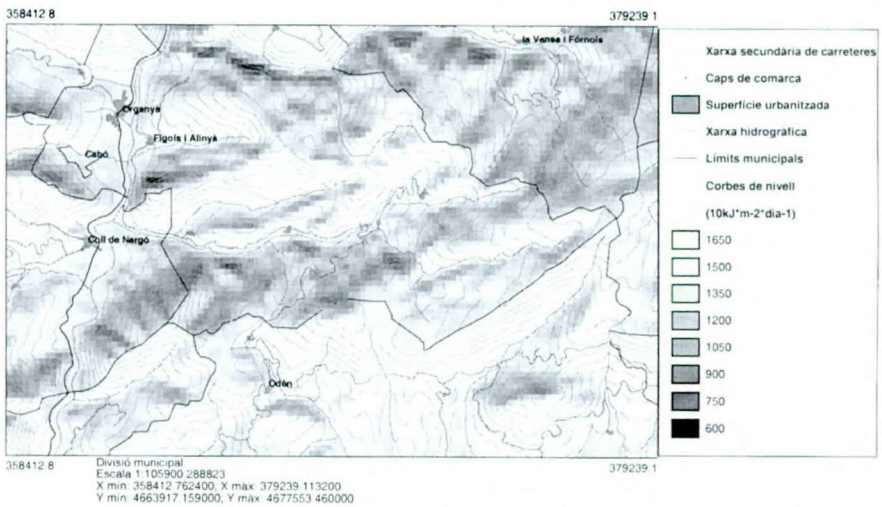


FIGURA 2. Radiació solar ( $10 \text{ kJ} \times \text{m}^2 \times \text{dia}^{-1}$ ) per a la zona d'estudi. Font: *Atlas climàtic digital de Catalunya*.

## 2.5. EVAPOTRANSPIRACIÓ MÀXIMA

Un altre pas en l'estudi ha estat l'elecció de la manera més apropiada d'avaluar les necessitats hidriques màximes de les cobertes vegetals. Actualment, no existeix cap tipus de sistema de mesura directa o indirecta de l'evapotranspiració proper a la zona. Per això, s'ha recorregut a fórmules d'estimació del flux de calor latent. Segons diferents estudis realitzats que inclouen la zona de la vall d'Alinyà (Castellví, 1996), el mètode més contrastat i el que millor aproxima l'evapotranspiració de referència a la zona d'estudi és el de Priestley-Taylor (1972). Aquest mètode considera:

- Magnituds d'entrada: latitud, altitud i albedo junt amb dades mitjanes de temperatures màximes, mínimes i mitjanes, humitat relativa i radiació solar.
- Magnituds intermèdies: radiació d'ona llarga, radiació d'ona curta, radiació neta i flux de calor en el sòl.
- Magnitud de sortida: evapotranspiració mitjana mensual.

## 2.6. BALANÇ HÍDRIC

Atesa la importància del balanç hídric com a principal factor condicionant dels bioclims mediterranis, el següent pas a realitzar en l'estudi és la resolució d'aquest balanç. Encara que han estat proposades diferents metodologies, aquest treball aplica la presentada per Montero & González (1983).

S'ha realitzat el càlcul del balanç hídric per a cadascun dels subescenaris. Aquesta divisió dels escenaris en diverses situacions respon al fet que els balanços hídrics resulten lleugerament diferents depenent del CRAD i l'escolament.

## 2.7. ÍNDEXS CLIMÀTICS

L'últim element de la metodologia dissenyada és el càlcul d'una selecció d'índexs climàtics. Els triats han estat les intensitats bioclimàtiques (IB) de Montero & González (Montero & González, 1983); els índexs de termicitat (It) i de mediterraneïtat (Im) de Rivas-Martínez (Rivas-Martínez, 1987); el quocient ombrotèrmic d'Emberger (Q) (Conesa, 1997) i l'índex de continentalitat de Gorezyski (K) (Conesa, 1997).

# 3. RESULTATS I DISCUSSIÓ

## 3.1. TEMPERATURES MITJANES

A la taula 3 i a la figura 3 es mostra la temperatura mitjana en períodes mensual, estacional i anual.

L'hivern a les tres estacions, per tant als tres escenaris, és discretament fred. No hi ha cap mes reputable de glacial, és a dir, amb temperatures mitjanes inferiors a 0 °C.

A Organyà i Tuixén, només un o dos mesos són qualificats d'hivernals, és a dir, amb temperatures mitjanes per sota dels 5 °C. A la primavera, les temperatures van pujant fins a assolir els valors màxims a l'estiu, d'un a tres mesos amb mitjanes superiors als 20 °C. Descendeixen gradualment al començament de la tardor, de manera que tot l'any es mantenen mitjanes força benignes, al voltant dels 12 °C. Aquestes temperatures mitjanes deixen palès que ens trobem en variants del clima mediterrani.

A Port del Comte, l'hivern és molt més llarg, amb sis mesos de durada. A la vegada, l'estiu és molt suau amb una temperatura mitjana de 12,6 °C i cap mes per sobre dels 15 °C. Això fa que la mitjana anual no arribi als 7 °C. El clima és característic de la muntanya mitjana, temperat i humit, i s'inclou en una variant extrema dels climes euro-siberians.

A la figura 3 s'observa que a l'hivern, a Organyà, a pesar de la diferència d'altitud, les temperatures són més baixes que a Tuixén. Això s'explica pel fet que, en determinades cubetes tancades dels Prepirineus, es produeixen situacions d'inversió tèrmica, amb la presència reiterada de boira hivernal. Organyà n'és un exemple clar.

TAULA 3. Temperatures mitjanes de les mitjanes (°C) mensuals, estacionals i anuals de cada estació.

Temperatura mitjana (°C)	Hivern			Primavera			Estiu			Tardor			Anual
	Des.	Gen.	Febr.	Març	Abr.	Maig	Juny	Jul.	Ag.	Set.	Oct.	Nov.	
Organyà	3,8	3,6	5,7	8,9	10,6	15,8	20,0	22,5	21,5	17,4	11,4	6,2	12,3
	4,3			11,8			21,3			11,7			
Tuixén	7,0	4,5	8,4	8,6	12,6	15,1	19,1	21,3	15,4	12,1	11,6	8,4	12,0
	6,9			12,1			18,6			10,7			
Port del Comte	3,9	2,5	1,3	3,8	6,2	11,0	12,4	13,8	11,5	6,7	4,5	4,1	6,8
	2,6			7,0			12,6			5,1			

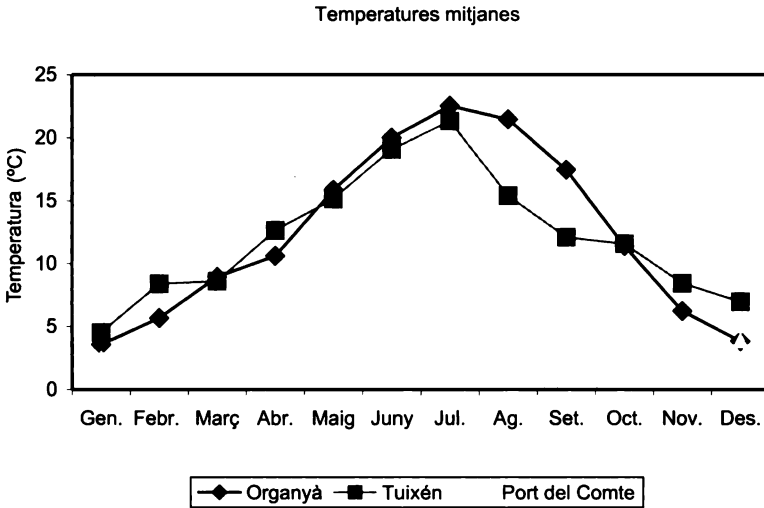


FIGURA 3. Temperatura mitjana de les mitjanes (°C) mensuals per a Organyà, Tuixén i Port del Comte.

Les taules 4 i 5 presenten les temperatures mitjanes de les màximes i de les mínimes en períodes diferents.

Les mitjanes de les temperatures màximes i mínimes confirmen els trets abans esmentats sobre les tres estacions. Es pot destacar el fet que les màximes estivals de Port del Comte donen una mitjana de 17,1 °C mentre que les d'Organyà arriben als 28 °C. Juliol és, clarament, el mes més càlid de l'any. Aquesta diferència deguda a les altituds de les localitats es veu reforçada per la localització d'Organyà en una vall relativament tancada. D'altra banda, les gelades són habituals durant l'hivern a Organyà i a Port del Comte. L'embassament d'aire fred a la primera localitat i l'altitud de la segona provoquen temperatures mínimes per sota dels 0 °C que a Port del Comte persisteixen gairebé la meitat de l'any.

La figura 4, extreta de l'Atles climàtic digital de Catalunya, mostra la temperatura mitjana anual de la zona d'estudi. Comparant la figura amb els resultats d'aquest treball,

TAULA 4. Temperatures mitjanes màximes (°C) mensuals, estacionals i anuals en diferents períodes de cada estació.

Temperatura màxima (°C)	Hivern			Primavera			Estiu			Tardor			Anual
	Des.	Gen.	Febr.	Març	Abr.	Maig	Juny	Jul.	Ag.	Set.	Oct.	Nov.	
Organyà	9,5	9,5	12,2	15,6	17,3	21,7	26,6	29,4	27,9	23,7	17,4	12,5	18,6
		10,4			18,2			28,0			17,9		
Tuixén	13,0	11,6	12,8	14,1	18,6	20,4	24,9	25,3	18,3	15,7	14,9	13,7	16,9
		12,5			17,7			22,8			14,8		
Port del Comte	6,4	6,4	6,0	7,9	10,4	15,6	17,1	18,2	15,9	10,8	8,4	7,1	10,9
		6,3			11,3			17,1			8,8		

TAULA 5. Temperatures mitjanes mínimes (°C) mensuals, estacionals i anuals en diferents períodes de cada estació.

Temperatura mínima (°C)	Hivern			Primavera			Estiu			Tardor			Anual
	Des.	Gen.	Febr.	Març	Abr.	Maig	Juny	Jul.	Ag.	Set.	Oct.	Nov.	
Organyà	-1,3	-2,2	-0,7	2,1	4,7	9,1	13,5	16,0	14,6	11,0	5,3	1,2	6,1
		-1,4			5,3			14,7			5,8		
Tuixén	2,8	0,5	4,4	4,6	8,5	10,4	13,4	15,7	11,1	7,2	5,7	4,9	7,4
		2,5			7,8			13,4			6,0		
Port del Comte	-2,4	-3,1	-3,5	-0,5	2,0	6,3	7,4	9,1	7,2	3,0	0,7	-0,2	2,2
		-3,0			2,6			7,9			1,2		

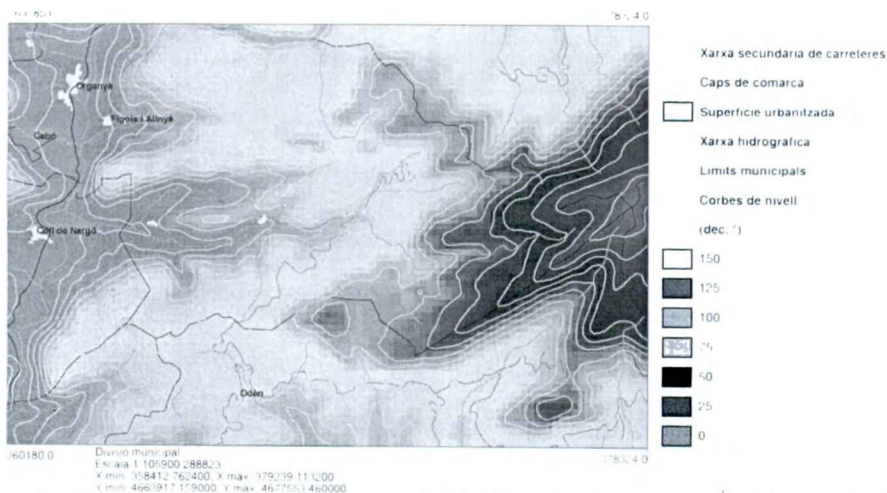


FIGURA 4. Representació de la temperatura mitjana anual (°C) per a la zona d'estudi. Font: *Atles climàtic digital de Catalunya*.

es pot observar la coincidència tant en els valors de la zona d'Organyà com a Port del Comte. D'altra banda, les diferències són notables per a altures al voltant dels 1.200 m, essent la temperatura mitjana anual de Tuixén uns 4 °C superior en aquest treball. Per això, no és recomanable la utilització d'un únic gradient altitudinal de temperatures. La inversió tèrmica en els fons de vall provoca que el gradient per sota dels 1.200 m sigui inferior al que es troba per sobre.

### 3.2. AMPLITUD TÈRMICA

Els resultats de la taula 6 mostren les diferències entre les temperatures màximes i mínimes mensuals (taules 4 i 5). L'amplitud tèrmica anual, diferència entre la temperatura mitjana mensual màxima i mínima de l'any, defineix el caràcter més continental d'Organyà amb un valor de 18,9 °C enfront dels 12,5 °C de Port del Comte. A les tres estacions, l'amplitud tèrmica mensual es manté relativament constant durant tot l'any amb lleugeres variacions estacionals. A l'emplaçament d'Organyà, els mesos de major amplitud tèrmica són a l'estiu i els de menor, a l'hivern. En el cas de Tuixén i Port del Comte, zones de major altura, les amplituds tèrmiques més petites es donen cap a la tardor.

TAULA 6. Amplitud tèrmica mitjana (°C) mensual, estacional i anual per a Organyà, Tuixén i Port del Comte.

Amplitud tèrmica (°C)	Hivern			Primavera			Estiu			Tardor			Anual
	Des.	Gen.	Febr.	Març	Abr.	Maig	Juny	Jul.	Ag.	Set.	Oct.	Nov.	
Organyà	10,8	11,7	12,8	13,5	12,6	12,6	13,1	13,4	13,3	12,7	12,1	11,3	18,9
		11,8			12,9			13,3			12,0		
Tuixén	10,2	11,1	8,4	9,5	10,1	10,0	11,5	9,6	7,2	8,5	9,1	8,8	16,8
		9,9			9,9			9,4			8,8		
Port del Comte	8,7	9,5	9,5	8,4	8,4	9,3	9,7	9,1	8,8	7,8	7,8	7,3	12,5
		9,3			8,7			9,2			7,6		

Aquesta discussió ens permet constatar la semblança entre les estacions de Tuixén i Port del Comte pel que fa a l'evolució de les temperatures mitjanes, màximes i mínimes a llarg de l'any. Però tenint en compte els diferents valors mitjans, s'ha de concloure que cada estació representa un escenari amb diferències rellevants entre ells.

### 3.3. GELADES I PERÍODE LLIURE DE GELADES

Per a l'estudi del règim de gelades, resumit a la taula 7, durant el període lliure de gelades s'ha aplicat el mètode d'Emberger que, basant-se en el règim de temperatures de mitjanes de les mínimes (tn), considera:

TAULA 7. Riscs de gelada per a Organyà, Tuixén i Port del Comte.

<i>Risc de gelada</i>	<i>Període</i>		
	<i>Organyà</i>	<i>Tuixén</i>	<i>Port del Comte</i>
Total	Desembre-febrer	No n'hi ha cap	Novembre-març
Freqüent	Novembre i març	Desembre i gener	Abril i octubre
Poc freqüent	Abril i octubre	Febrer i març Setembre-novembre	Maig i setembre
Lliure de gelades	Juny-setembre	Abril-agost	Juny-agost

- si  $t_n < 0 \text{ }^\circ\text{C}$  el risc de gelada és total
- si  $0 \text{ }^\circ\text{C} < t_n < 3 \text{ }^\circ\text{C}$  el risc de gelada és freqüent
- si  $3 \text{ }^\circ\text{C} < t_n < 7 \text{ }^\circ\text{C}$  el risc de gelada és poc freqüent

Segons el mètode d'Emberger, en augmentar d'altitud disminueixen els mesos lliures de gelades i n'augmenta el risc. Aquesta afirmació no serveix per a Tuixén, ja que no té cap mes amb una seguretat total que es produeixi la gelada, i també disposa de més mesos lliures de gelades que no pas Organyà. L'explicació d'aquesta situació es deu a l'orientació sud de l'estació de Tuixén i a la presència d'inversions tèrmiques a Organyà.

### 3.4. PRECIPITACIONS

A la taula 8 i a la figura 5 es resumeixen els valors de la precipitació mitjana per a diferents períodes i per a cadascuna de les situacions estudiades. La distribució de les precipitacions durant l'any a les tres estacions és típica de climes axeromèrics o submediterranis, per la manca d'un estiu acusadament àrid, característic dels climes xerotèrics o mediterranis, encara que algun any pugui ser força eixut. També es troba en els tres casos que els mínims de precipitació es produeixen a l'hivern, i els màxims, a la tardor.

La precipitació d'Organyà és característica de les valls prepirinenques on els valors oscil·len entre 500 i 800 mm/any, mentre que les dades de Tuixén i Port del Comte són pròpies de la muntanya mitjana, de climes eurosiberians on les precipitacions solen superar els 1.000 mm. Les precipitacions de Tuixén són atípiques a causa de l'altitud i la latitud de la localitat. És per aquestes dades que s'ha proposat que el clima de la vall d'Alinyà per sobre de 1.500 m és una variant extrema de clima eurosiberià, mentre que per sota trobem una transició lligada al gradient altitudinal des de climes submediterranis.

Als diagrames ombrotèrmics de les figures 7, 8 i 9 s'observa que a Organyà, sense tenir un estiu àrid, als mesos estivals coincideixen les temperatures màximes amb un mínim relatiu de precipitació. Aquest tret, marcadament mediterrani, es va perdent amb l'altitud. Al diagrama de Tuixén és més clar i s'ha esvaït completament a Port del Comte.



TAULA 8. Precipitacions mitjanes (mm) mensuals, estacionals i anuals per a Organyà, Tuixén i Port del Comte.

Precipitació (mm)	Hivern			Primavera			Estiu			Tardor			Anual
	Des.	Gen.	Febr.	Març	Abr.	Maig	Juny	Jul.	Ag.	Set.	Oct.	Nov.	
Organyà	30,0	37,7	19,7	37,5	57,4	82,4	58,5	42,6	71,6	75,9	71,0	72,6	656,9
	87,4			177,3			172,7			219,5			
Tuixén	74,9	63,4	44,3	124,6	81,6	41,7	51,5	89,8	67,0	113,3	205,7	97,3	1.055,1
	182,7			247,9			208,3			416,3			
Port del Comte	53,3	49,0	50,4	61,0	84,0	117,7	99,6	86,6	98,4	133,8	87,9	94,5	1.016,3
	152,7			262,8			284,6			316,2			

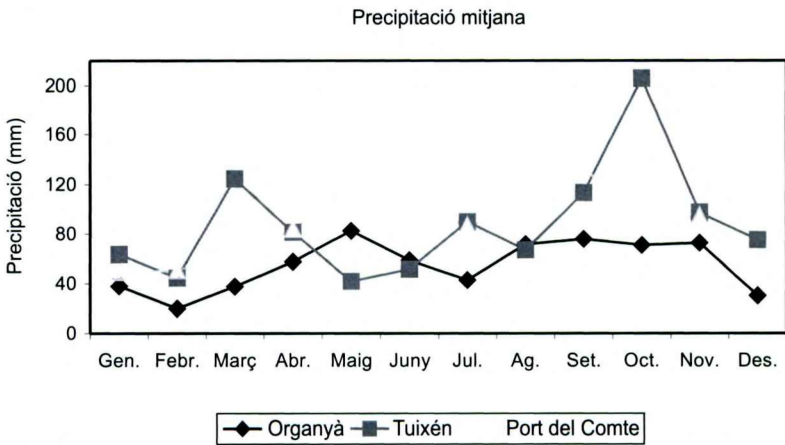


FIGURA 5. Precipitació mitjana (mm) mensual per a Organyà, Tuixén i Port del Comte.

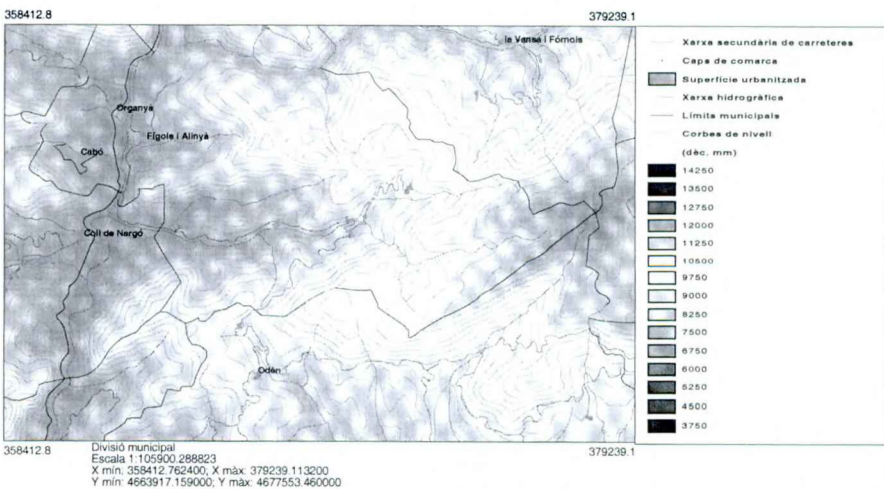


FIGURA 6. Precipitació anual (mm × any<sup>-1</sup>) per a la zona d'estudi. Font: *Atlas climàtic digital de Catalunya*.

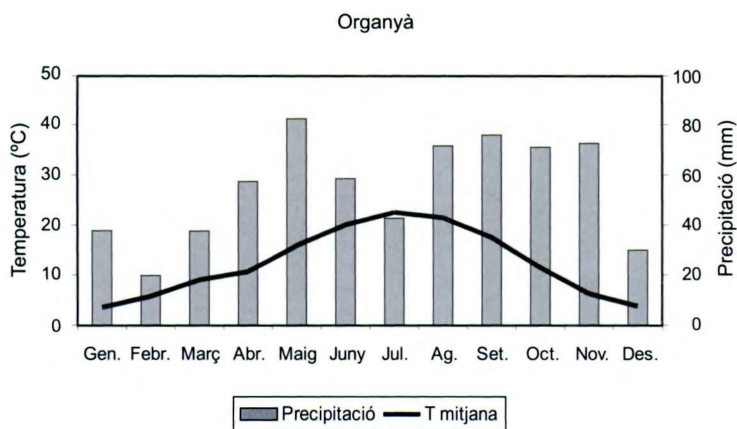


FIGURA 7. Diagrama ombrotèrmic d'Organyà.

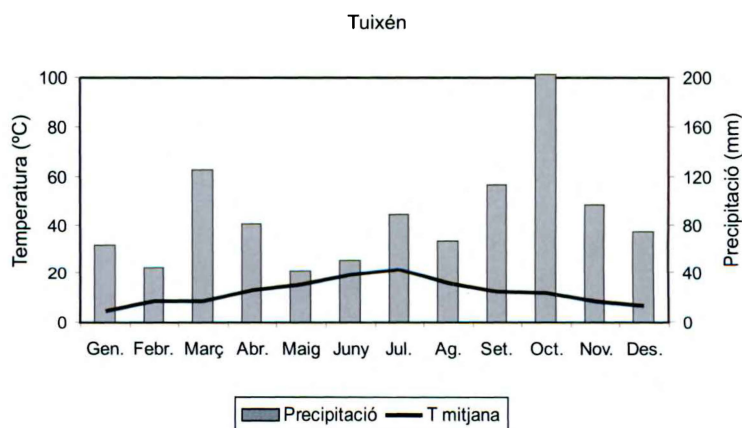


FIGURA 8. Diagrama ombrotèrmic de Tuixén.

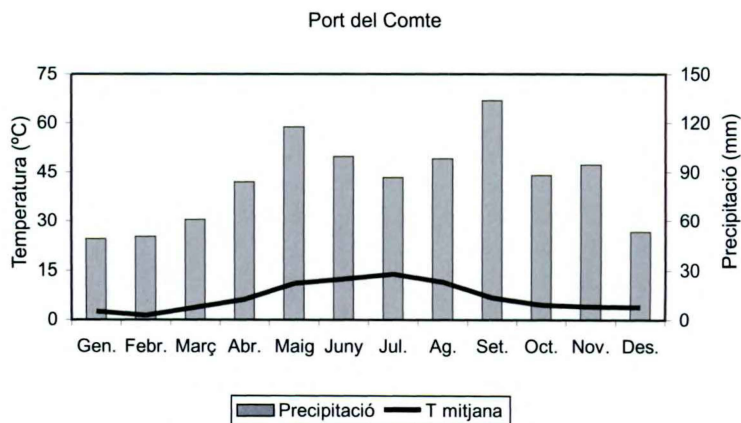


FIGURA 9. Diagrama ombrotèrmic de Port del Comte.

La figura 6, extreta de l'*Atles climàtic digital de Catalunya*, mostra la precipitació anual de la zona d'estudi. Els resultats són similars en ambdues modelitzacions. El gradient de precipitacions respecte a l'altitud és molt important per sota dels 1.200 m i gairebé nul a altituds superiors.

La neu és un element ecològic de primera magnitud condicionador de diverses respostes de la vegetació. La figura 10 mostra que al cor de l'hivern les nevades són habituals a Port del Comte, ja que és una zona de trets gairebé subalpins.

La figura 11 mostra els dies de pluja de cada mes a les tres estacions. Igual que passa amb la precipitació, el comportament de Tuixén i Port del Comte és similar, mentre que a Organyà el nombre de dies de pluja és inferior a les anteriors.

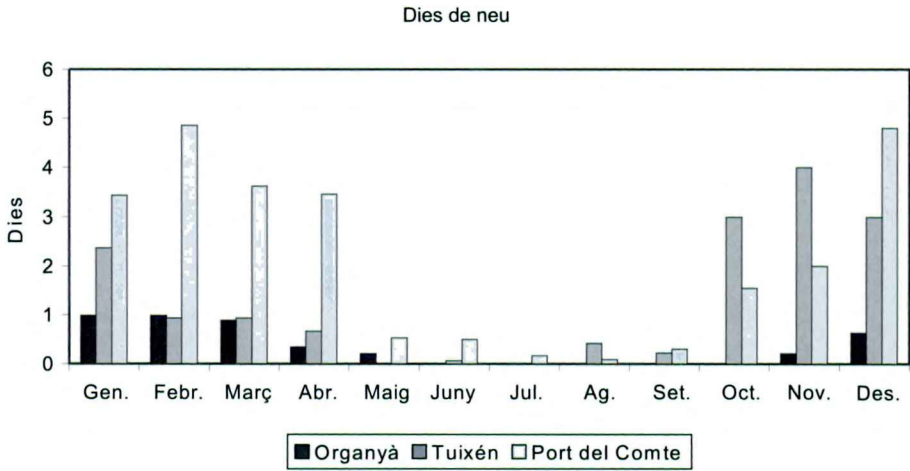


FIGURA 10. Dies de neu mensual a Organyà, Tuixén i Port del Comte.

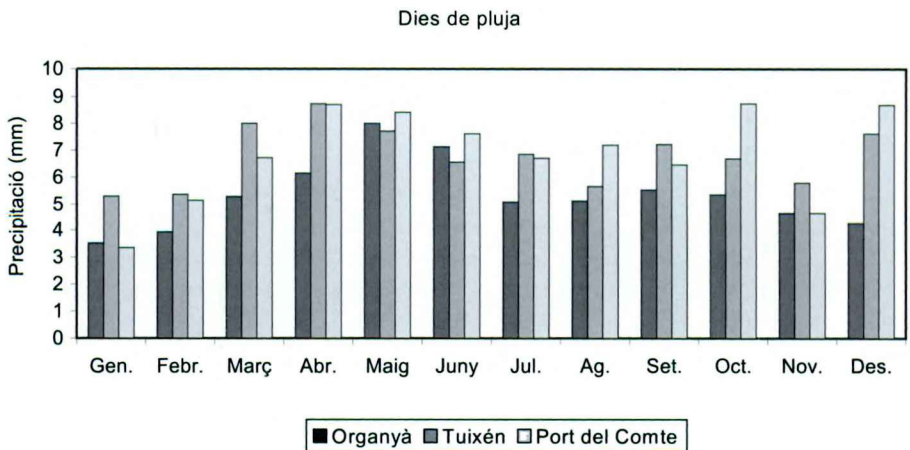


FIGURA 11. Dies de pluja mensual a Organyà, Tuixén i Port del Comte.

### 3.5. RADIACIÓ SOLAR

Els valors de la radiació solar mensual, estacional i anual obtinguts per a cada escenari es mostren a la taula 9.

La radiació solar varia molt lleugerament en altitud tant en qualitat com en quantitat en el rang estudiat. Les variacions trobades són, en tot cas, inferiors al 10 %. D'altra banda, les diferències entre solana i obaga sí que són substancials. En les dades presentades a la taula 9, aquestes diferències estan al voltant del 50 %. Aquesta dissimetria en la radiació rebuda provocarà diferències en la temperatura i en la vegetació, i donarà lloc a una diversitat de condicions ecològiques de vessants força contrastada.

TAULA 9. Radiació solar incident mitjana, mensual, estacional i anual ( $\text{MJ} \times \text{m}^2 \times \text{dia}^{-1}$ ) per a cada subescenari: Obaga600, Solana600, Obaga1200, Solana1200 i Cim1800.

Radiació solar ( $\text{MJ} \times \text{m}^2 \times \text{dia}^{-1}$ )	Hivern			Primavera			Estiu			Tardor			Anual
	Des.	Gen.	Febr.	Març	Abr.	Maig	Juny	Jul.	Ag.	Set.	Oct.	Nov.	
Obaga600	1,6	3,4	5,0	10,6	14,0	19,4	20,8	19,5	16,0	11,8	6,5	3,2	11,8
	3,3			14,7			18,8			7,2			
Solana600	6,8	7,9	12,1	16,1	20,2	22,3	23,0	22,5	20,6	18,0	13,7	8,9	16,8
	8,9			19,5			22,0			13,5			
Obaga1200	0,8	1,3	3,6	8,7	12,7	16,4	19,8	18,5	14,0	9,0	4,4	1,3	10,0
	1,9			12,6			17,4			4,9			
Solana1200	7,5	8,7	12,1	16,7	20,4	22,6	22,4	22,6	21,5	18,5	13,9	9,8	17,2
	9,4			19,9			22,2			14,1			
Cim1800	5,1	6,3	11,1	14,9	19,3	22,6	23,6	23,0	20,6	16,1	11,2	8,0	16,1
	7,5			18,9			22,4			11,8			

### 3.6. EVAPOTRANSPIRACIÓ MÀXIMA

L'evapotranspiració màxima, anotada a la taula 10, reflecteix clarament el gradient altitudinal de temperatures. Amb tot, les variacions des de 600 m fins a 1.800 m són de l'ordre d'un 20 %. Els valors trobats amb la relació de Priestley-Taylor mostren que gairebé el 50 % de la demanda d'aigua per part de la vegetació es produeix durant el període estival.

Com era d'esperar, a causa de l'efecte de la radiació, l'evapotranspiració màxima és més important a les solanes que a les obagues. De fet, s'observa que la reducció en altitud provoca que el flux de calor latent a 1.800 m iguali els valors obtinguts en condicions d'obaga.

TAULA 10. Evapotranspiració màxima ( $\text{mm} \times \text{dia}^{-1}$ ) mensual, estacional i anual dels diferents subescenaris: Obaga600, Solana600, Obaga1200, Solana1200 i Cim1800.

Evapotransp. màxima ( $\text{mm} \times \text{dia}^{-1}$ )	Hivern			Primavera			Estiu			Tardor			Anual
	Des.	Gen.	Febr.	Març	Abr.	Maig	Juny	Jul.	Ag.	Set.	Oct.	Nov.	
Obaga600	16	16	21	47	73	110	127	131	108	74	42	24	788
	52			230			365			141			
Solana600	16	16	27	61	96	124	138	147	130	97	54	24	929
	59			281			415			175			
Obaga1200	17	19	20	52	74	114	125	126	101	63	30	23	765
	56			240			352			117			
Solana1200	8	13	28	68	99	129	133	142	124	83	42	19	889
	49			297			400			144			
Cim1800	9	9	29	51	80	114	124	127	107	70	37	14	770
	47			244			358			121			

### 3.7. BALANÇ HÍDRIC

La taula 11 i la figura 12 resumeixen els balanços hídrics realitzats per a cadascun dels subescenaris. Les variables utilitzades en aquesta secció són definides a Montero & González (1987).

Si se segueix l'evolució mensual de tots els balanços hídrics, s'observa que, més o menys, el període on no hi ha sobrant es concentra a l'estiu, i el període humit es concentra, sobretot, a la primavera i a la tardor. Cal destacar la importància que tenen en els balanços hídrics les capacitats de retenció del sòl.

— Solana a 600 metres, CRAD entre 10, 25 i 50 mm i escolament del 30 % de la pluja

Tant els subescenaris de Solana600 com els d'Obaga600 mostren una aturada del creixement de la vegetació pel fred (temperatura mitjana per sota de 7,5 °C) durant quatre mesos. La precipitació efectiva que queda en aquesta situació és de l'ordre de la meitat de l'evapotranspiració màxima, la qual cosa indica que possiblement la vegetació pot arribar a patir sequera. Realitzant el balanç hídric s'obté que durant vuit o nou mesos no hi ha excedent d'aigua, però tampoc no es fa present una sequera persistent (disponibilitat d'aigua per sota l'evapotranspiració residual).

La producció màxima de la vegetació sense limitació dels recursos hídrics només es podria produir a l'hivern quan coincideix amb l'aturada pel fred als tres subescenaris.

— Obaga a 600 metres, CRAD entre 25, 50 i 75 mm, escolament del 30 % de la pluja

Aquest subescenari no és tan sec com l'anterior, ja que l'evapotranspiració màxima disminueix uns 140 mm. Això, acompanyat d'uns valors de capacitat de retenció d'ai-

TAULA 11. Variables utilitzades i resultats del càlcul del balanç hídric anual dels diferents subescenaris: Obaga600, Solana600, Obaga1200, Solana1200 i Cim1800. CR, capacitat de retenció d'aigua en el sòl (%); W, escolament (%); P, precipitació (mm); Pef, precipitació efectiva (mm); ETm, evapotranspiració màxima (mm), i MSS, mesos sense sobrant.

<i>Subescenari</i>	<i>CR (%)</i>	<i>W (%)</i>	<i>P (mm)</i>	<i>Pef (mm)</i>	<i>ETm (mm)</i>	<i>MSS</i>
Obaga600	25	30	657	460	788	7
	50					6
	75					6
Solana600	10	30	657	460	929	9
	25					8
	50					8
Obaga1200	25	30	1.055	739	765	4
	50					4
	75					4
Solana1200	10	30	1.055	739	889	6
	25					6
	50					5
Cim1800	10	10	1.016	915	770	4
	25					4
	50					4
	75					2

gua majors, comporta que els mesos sense sobrant passin a ser sis o set. Per tant, es pot esperar escolament d'aigua subsuperficialment.

La producció de la vegetació no s'atura en tot l'any, i s'arriba a assolir la producció potencial o màxima els mesos de març i octubre ja que les disponibilitats estan per sobre de l'evapotranspiració màxima.

— *Solana a 1.200 metres, CRAD entre 10, 25 i 50 mm, escolament del 30 % de la pluja*

En els subescenaris de Solana1200 i Obaga1200, el creixement de la vegetació s'atura pel fred durant dos mesos. En aquests subescenaris, la precipitació augmenta i l'evapotranspiració és menor a causa, bàsicament, de les temperatures mitjanes més baixes. Així, les precipitacions efectives i l'evapotranspiració màxima tenen valors propers. La distribució desigual de precipitacions i evapotranspiracions fa que, quan es realitza el balanç hídric, apareguin cinc o sis mesos sense sobrant.

Únicament al mes de maig i considerant un CRAD de 10 mm es troba una situació pràcticament de sequera. La resta de l'any, quan les temperatures ho permeten, s'espera producció de la vegetació. Producció que no està limitada pel recurs hídric disponible la meitat de l'any.

— *Obaga a 1.200 metres, CRAD entre 25, 50 i 75 mm, escolament del 30 % de la pluja*

Com passa a l'obaga a 600 metres, aquesta és molt més humida que la solana de la mateixa altitud. Una menor evapotranspiració màxima i una major capacitat de retenció d'aigua en el sòl permeten obtenir un balanç més favorable al desenvolupament vegetal.

Gràfica del balanç hídric per a Solana600

Gràfica del balanç hídric per a Obaga600

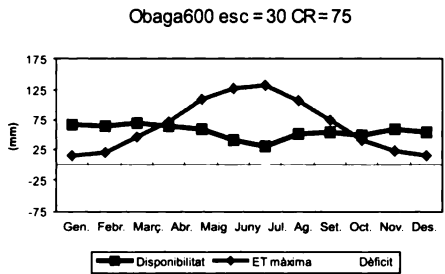
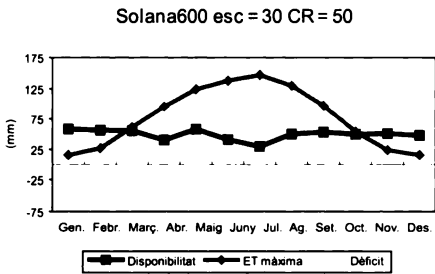
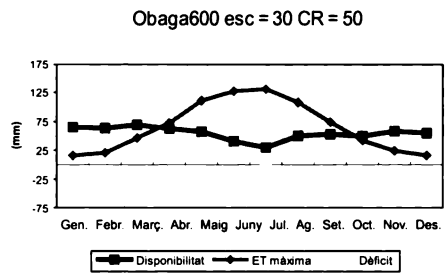
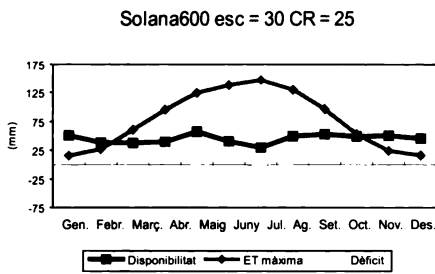
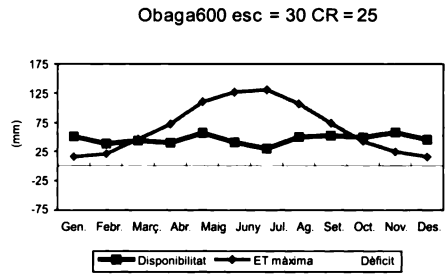
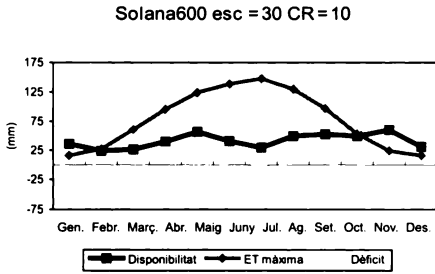


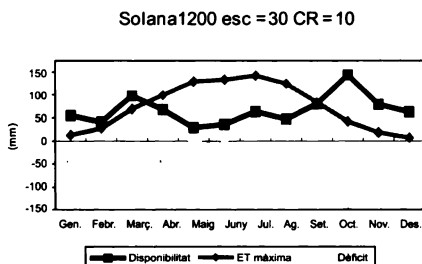
FIGURA 12.1. Distribució de la disponibilitat, l'evapotranspiració màxima i el dèficit existent en els diferents subescenaris: Solana600, Obaga1200.

Només durant quatre mesos no hi ha sobrant d'aigua. La producció màxima només deixa d'assolir-se al període estival.

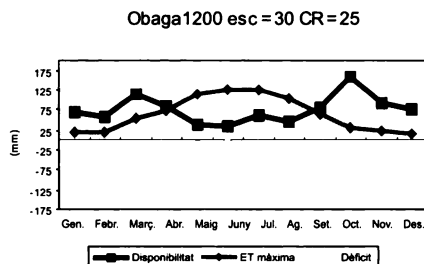
— Cim a 1.800 metres CRAD entre 10, 25, 50 i 75 mm, escolament del 10 % de la pluja

En aquest cas, la precipitació efectiva és netament superior a la demanda evapotranspirativa. D'altra banda, les baixes temperatures redueixen l'activitat vegetativa a quatre mesos l'any, coincidint amb l'estiu. Mentre que en el clima mediterrani el factor principal en la limitació del creixement és la disponibilitat d'aigua, en el clima

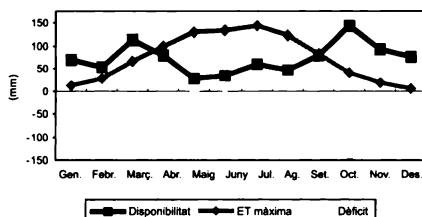
Gràfica del balanç hídric per a Solana1200



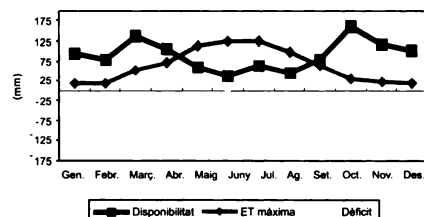
Gràfica del balanç hídric per a Obaga1200



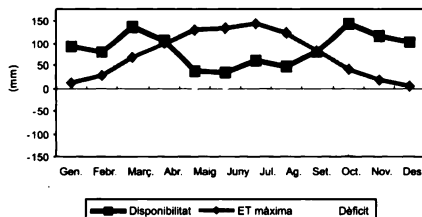
Solana1200 esc = 30 CR = 25



Obaga1200 esc = 30 CR = 50



Solana1200 esc = 30 CR = 50



Obaga1200 esc = 30 CR = 75

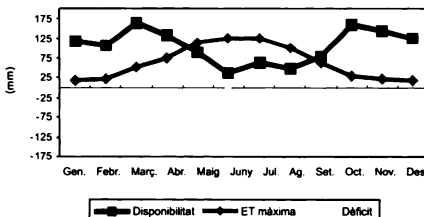


FIGURA 12.2. Distribució de la disponibilitat, l'evapotranspiració màxima i el déficit existent en els diferents subescenaris: Solana1200, Obaga1200.

eurosiberià són les temperatures. D'acord amb les dades de creixement de *Pinus sylvestris* (Olarieta *et al.*, 2002), aquest canvi es troba clarament en el territori estudiat.

Encara que les condicions d'humitat poden semblar força avantatjoses, trobem que només es podrà arribar a un creixement potencial a l'estiu, quan la capacitat de retenció del sòl és elevada, 75 mm.

En l'estudi, es trobarà a faltar una estació situada per sobre dels 2.000 m, on trobaríem un clima clarament eurosiberià de tendència subalpina. Encara que l'extensió de territori amb aquestes característiques climàtiques no és important quantitativament parlant, la limitació sí que és molt significativa a l'hora de fer l'estudi climàtic de la vall d'Alinyà i d'altres que se'n puguin desprendre.



## Gràfica del balanç hídric per a Cim1800

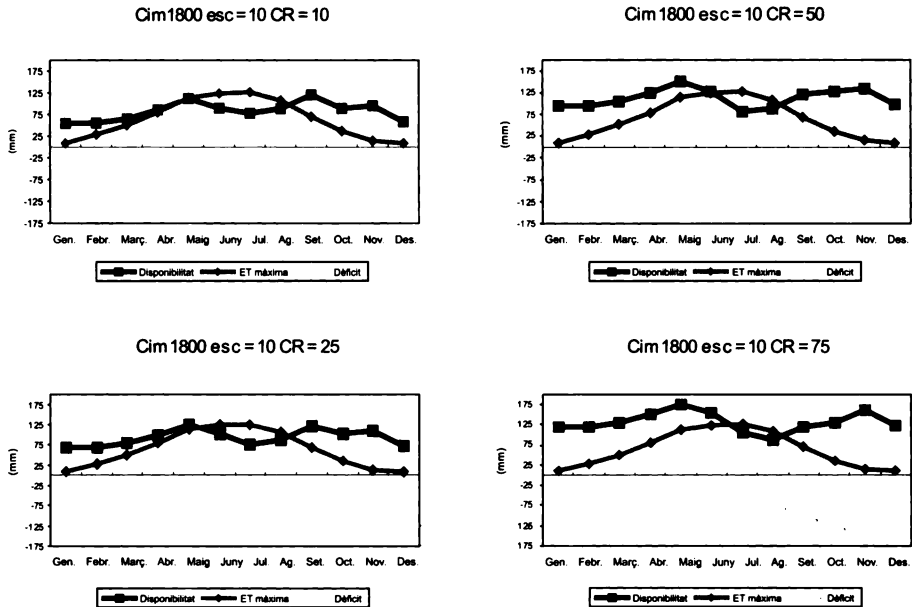


FIGURA 12.3. Distribució de la disponibilitat, l'evapotranspiració màxima i el dèficit existent en els diferents subescenaris: Cim1800.

### 3.8. ÍNDEXS CLIMÀTICS

#### 3.8.1. Intensitats bioclimàtiques

La taula 12 mostra la intensitat bioclimàtica potencial (IBP), índex climàtic que permet valorar la potencialitat de producció forestal només limitada per la temperatura i la intensitat bioclimàtica real (IBR) que incorpora els efectes de la manca d'aigua per a la vegetació.

Les dades de la taula 12 permeten la comparació quantitativa entre subescenaris. Les IBR més elevades s'obtenen als diferents subescenaris d'Obaga1200, i les menys importants, al Cim1800. Trobem IBR força properes entre els subescenaris d'Obaga600 i Solana1200.

El factor temperatura marca grans diferències entre les possibilitats de producció vegetal d'un escenari o de l'altre. La IBP de Solana600 i Obaga600 és 13,6 UBC mentre que la del Cim1800 és gairebé quatre vegades menor, 3,7 UBC. Les diferències en IBP entre els escenaris submediterranis i els de tendències més eurosiberianes són ben determinades. A la vegada, veiem com aquest factor és clarament modificat pel factor hídric, el qual conforma la IBR. Així, trobem que la IBR del subescenari Cim1800/CR75/W10 és 3,3 UBC coincidint amb el subescenari Solana600/CR10/W30. Amb tot, a la resta dels subescenaris, la producció real a 600 m supera la proposta a 1.800 m, però les diferències en el pitjor dels casos no donen més que un factor 2,5.

TAULA 12. Intensitat bioclimàtica potencial (IBP) i real lliure (IBR) per a cadascun dels subescenaris: Obaga600, Solana600, Obaga1200, Solana1200 i Cim1800. CR representa el percentatge de capacitat de retenció d'aigua en el sòl (%); W, l'escolament (%), i UBC, les unitats bioclimàtiques.

Subescenari	CR (%)	W (%)	IBP (UBC)		IBR (UBC)	
			Càlida	Freda	Càlida	Freda
Obaga600	25	30	13,6	-2,1	4,7	-2,1
	50				5,0	
	75				5,0	
Solana600	10	30	13,6	-2,1	3,3	-2,1
	25				3,4	
	50				3,5	
Obaga1200	25	30	11,2	-0,7	5,1	-0,7
	50				5,5	
	75				5,9	
Solana1200	10	30	11,2	-0,7	4,0	-0,7
	25				4,2	
	50				4,6	
Cim1800	10	10	3,7	-5,4	2,6	-5,4
	25				2,7	
	50				2,0	
	75				3,3	

Tanmateix, aquests índexs són només una valoració a l'hora de parlar de la vegetació que ocuparà òptimament una zona. Només que un sol factor surti del límit vital d'una espècie significarà la no-supervivència de l'espècie en aquella zona. O també la combinació de diferents variables, com ara temperatures altes puntuals amb humitat baixa o temperatures baixes en ambient d'humitat elevada. Les gelades a la zona Cim1800 condicionen un escenari completament diferent del que es pugui trobar a la zona Solana600 per a la vegetació.

### 3.8.2. Índexs de Rivas-Martínez, Emberger i Gorezynski

A la taula 13 i a la taula 14 es pot observar els diferents índexs climàtics: l'índex de termicitat de Rivas-Martínez (It), el quocient ombrotèrmic d'Emberger (Q), l'índex de continentalitat de Gorezynski (K) i l'índex de mediterraneïtat de Rivas-Martínez (Im).

Segons Rivas-Martínez, els escenaris Solana/Obaga600 corresponen a l'estatge supramediterrani de la regió mediterrània amb un ombrotipus caracteritzat com a subhumit (600-1.000 mm). Solana/Obaga1200 estan a l'estatge basal de la regió eurosiberiana amb un ombrotipus caracteritzat com a humit. Cim1800 correspon a l'estatge montà de la regió eurosiberiana amb un ombrotipus caracteritzat com a humit.

Pel que fa al quocient ombrotèrmic d'Emberger, es pot dir que el clima Solana/Obaga600 és el més sec de tots tres, seguit del clima de Solana/Obaga1200 i Cim1800.

TAULA 13. Índex de termicitat de Rivas-Martínez (It), quocient ombrotèrmic d'Emberger (Q) i índex de continentalitat de Gorezyski (K en °C) per a cadascun dels subescenaris: Obaga600, Solana600, Obaga1200, Solana1200 i Cim1800.

<i>Subescenari</i>	<i>It</i>	<i>Q</i>	<i>K (°C)</i>
Solana/Obaga600	196	76	28
Solana/Obaga1200	241	165	22
Cim1800	93	319	11

TAULA 14. Índex de mediterraneïtat de Rivas-Martínez (Im) per a cadascuna de les diferents situacions Obaga600, Solana600, Obaga1200, Solana1200 i Cim1800.

<i>Subescenari</i>	<i>Im</i>		
	<i>Im1</i>	<i>Im2</i>	<i>Im3</i>
Obaga600	3,07	2,09	1,92
Solana600	3,45	2,42	2,40
Obaga1200	1,40	1,45	1,48
Solana1200	1,58	1,70	1,92
Cim1800	1,46	1,27	1,26

Respecte a l'índex de continentalitat de Gorezyski, la zona d'estudi és continental. L'escenari Cim1800 té un caràcter de menys continentalitat, però els escenaris Solana/Obaga600 són, en la pràctica, extremadament continentals (Font, 1983).

Tots els valors de totes les situacions possibles superen el nombre d'1, tot i que alguns no són gaire elevats. Per tant, la zona d'estudi té un cert grau de mediterraneïtat i, entre totes les situacions, les d'altitud més baixa tenen una influència major que les de major altitud. Cal dir també que si es compara la influència de mediterraneïtat durant tot l'estiu aquesta disminueix a les altituds baixes, però augmenta a les altres situacions.

## 4. CONCLUSIONS

- A la vall d'Alinyà es distingeixen cinc escenaris climàtics ben diferenciats, caracteritzats per temperatura, precipitació i radiació solar depenent de l'altitud i l'orientació.
- Es troben algunes característiques comunes per als cinc escenaris:  
 No hi ha cap mes glacial, amb temperatura mitjana inferior als 0 °C.  
 La inversió tèrmica en els fons de vall provoca que el gradient tèrmic respecte a l'altitud per sota dels 1.200 m sigui inferior al que es troba per sobre.  
 Els climes són axeromèrics perquè no tenen un estiu àrid.  
 L'estació més seca és l'hivern amb precipitacions per sota del 20 % anual.  
 El gradient de precipitacions respecte a l'altitud és molt important per sota dels 1.200 m i gairebé nul a altituds superiors.

Les radiacions entre solana i obaga difereixen en un 50 % aproximadament, però en les evapotranspiracions les diferències es redueixen a un 20 % i oscil·len entre 770 i 929 mm/any.

El 50 % de la demanda anual d'aigua per a la vegetació es produeix en el període estival.

Els climes són, en diferent grau, continentals.

- Els quatre escenaris de menor altitud (Solana600, Obaga600, Solana1200, Obaga1200) tenen un clima submediterrani amb unes temperatures mitjanes anuals al voltant dels 12 °C. L'escenari Cim1800 té un clima eurosiberià amb una temperatura mitjana anual de 7 °C i mig any amb gelades.
- Els escenaris Solana600 i Obaga600 als quals s'han assignat les dades meteorològiques de l'estació d'Organyà presenten les diferències marcades següents respecte dels escenaris Solana1200 i Obaga1200 caracteritzats per les dades de Tuixén: Major continentalitat a Organyà que a Tuixén. Temperatures més baixes a l'hivern per efecte de la inversió tèrmica i les boires associades. Gelades presents tot l'hivern i temperatures més elevades a l'estiu. Clima molt més sec a Organyà que a Tuixén. Mentre que les precipitacions a Organyà són de 657 mm, a Tuixén assoleixen els 1.055 mm. El caràcter més mediterrani d'Organyà es manifestà en la coincidència del màxim de temperatures estival amb el mínim relatiu de precipitacions. A Tuixén aquesta relació no es pot constatar clarament.
- A l'escenari Cim1800, caracteritzat per les dades climatològiques de l'estació de Port del Comte, les precipitacions en forma de neu són importants. Les baixes temperatures poden mantenir un cert temps el mantell nival.
- El balanç hídric als diferents subescenaris permet extreure les conclusions següents sobre els microclimes de la zona: La sequera no és important en cap dels microclimes encara que podria ser present alguns anys als de les solanes més baixes, en els sòls amb menys reserva hídrica. Les necessitats hídriques màximes de la vegetació no són cobertes els mesos d'estiu en cap dels subescenaris. Puntualment, pot donar-se el cas al Cim1800 amb un CRAD de 75 mm i un escolament del 10 %. A partir del balanç hídric i de les intensitats bioclimàtiques, es troben similituds climàtiques entre els subescenaris d'Obaga600 i de Solana1200.
- Les intensitats bioclimàtiques indiquen que l'Obaga1200 serà l'escenari de major producció forestal a causa de les temperatures suaus i la humitat elevada.
- Per aprofundir en la modelització presentada en aquest treball, seria adient disposar de noves dades climatològiques. El contrast amb informació de caràcter hidrològic, vegetació, fauna, sòls, etc. permetria fer més robustes les modelitzacions.
- La falta de dades meteorològiques per sobre de 2.000 m no ha permès caracteritzar un escenari climatològic que s'esperaria subalpí.

- És palesa la necessitat de disposar d'estacions meteorològiques automàtiques que permetin avaluar els diferents elements climàtics en zones de muntanya. Tenint en compte les característiques de la vall d'Alinyà, aquest territori seria idoni per a la instal·lació d'un centre meteorològic.

## BIBLIOGRAFIA

- ALLUÉ, J. L. (1990). *Atlas fitoclimático de España*. Madrid: Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- BOLÓS, O. de (1989). «Bioclimatologia i geografia botànica». *Mem. Real Acad. Ci. Barcelona*, vol. 48, núm. 867, p. 422-444.
- CONESA, J. A. (1997). *Tipologia i cartografia de la vegetació: anàlisi i caracterització*. Universitat de Lleida. (Eines; 19)
- ELÍAS, F.; CASTELLVÍ, F. (1996). *Agrometeorología*. Madrid: Editorial Mundiprensa.
- FERNÁNDEZ GARCÍA, F. (1996). *Manual de climatología aplicada, clima, medio ambiente y planificación*. Editorial Síntesis. 285 p.
- FONT, I. (1983). *Climatología de España y Portugal*. Madrid: Instituto Nacional de Meteorología. 296 p.
- MONTERO DE BURGOS, J. L.; GONZÁLEZ REBOLLAR, J. L. (1987). «Diagramas biloclimáticos». *Memoria del mapa de series de vegetación de España*. Madrid: ICONA, p. 226-268.
- NINYEROLA, M.; PONS, X.; ROURE, J. M. (2000). «A methodological approach of climatological modelling of air temperature and precipitation through GIS techniques». *International Journal of Climatology*, 20 [en línia], p. 1823-1841. <[http://magno.uab.es/atles-climatic/cap3\\_mod2.htm](http://magno.uab.es/atles-climatic/cap3_mod2.htm)>
- OLARIETA, J. R.; MOLINS, J.; RODRIGUEZ-OCHOA, R.; DOMINGO, F. (2002). «Aproximación a los requerimientos del territorio para el crecimiento de pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.) en la sierra de Odén (Lleida)». *Edafología*, 8 (2). [En premsa]
- PLANA, J. A. (1985). *Estudi climàtic i balanç hidric de la conca de la Noguera Ribagorçana*. Barcelona: Institut d'Estudis Catalans. 265 p.
- PONS, X. (1996). «Estimación de la radiación solar a partir de modelos digitales de elevaciones. Propuesta metodológica». A: JUARISTI, J.; MORO, I. [ed.]. *VII coloquio de geografía cuantitativas sistemas de información geográfica y teledetección*. Vitoria-Gasteiz.
- PORTA, J.; LOPEZ, M.; ROQUERO, C. (1999). *Edafología para la agricultura y el medio ambiente*. Madrid: Mundi-prensa.
- PORTA, J.; JULIA, R. [et al.] (1983). *Els sòls de Catalunya «àrea meridional de Lleida»*. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca.
- PRIESTLEY, C. H. B.; TAYLOR, R. J. (1972). «On the assessment of surface heat flux and evaporation using large-scale parameters». *Monthly Weather Rev.*, 100, p. 81-92.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S. (1981). «Les étages bioclimatiques de la végétation de la Péninsule Iberique». *Anales Jard. Bot. Madrid*, 37 (2), p. 251-268.
- (1987). *Mapa de series de vegetación de España 1:400000 y memoria*. Madrid: ICONA; Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.
- SIG. *Sistemas d'informació geogràfica. Bases disponibles* [en línia]. MiraMon. Barcelona: Generalitat de Catalunya. Departament de Medi Ambient. <<http://www.gencat.es/mediamb/sig/bases.htm>>

