

Publicaciones de Biología, Universidad de Navarra, Serie Botánica, 15: 53-63

MAPA BIOCLIMÁTICO DE NAVARRA

LÓPEZ, M. L.; PIÑAS, S.; AMEZKETA, A.; AQUERRETA, S.; LÓPEZ, M. S.; ALMÁRCEGUI, I.; URDIAIN, M. y ROYO, A.

Departamento de Botánica, Facultad de Ciencias, Universidad de Navarra. 31080, Pamplona, España. e-mail: mllopez@unav.es

RESUMEN

LÓPEZ, M.L.; PIÑAS, S.; AMEZKETA, A.; AQUERRETA, S.; LÓPEZ, M.S.; ALMÁRCEGUI, I.; URDIAIN, M. y ROYO, A. (2003) Mapa bioclimático de Navarra. *Publ. Bio. Univ. Navarra, Ser. Bot.*, 15: 53-63

Por primera vez se han estudiado los Bioclimas de Navarra, basados en los datos de 121 estaciones meteorológicas. Se han reconocido en nuestro territorio dos Macrobioclimas, tres Bioclimas y una variante bioclimática, cuya distribución se recoge en un mapa.

SUMMARY

For the first time and with help of 121 meteorological stations, Bioclimate of Navarra have been studied. A bioclimatic map of Navarra shows their distribution.

INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

Desde 1995 disponemos de sendos Mapas de Navarra, sobre pisos bioclimáticos y zonación ombroclimática, a partir de 38 estaciones meteorológicas; (LOIDI Y BÁSCONES, 1995). Posteriormente, Rivas-Martínez ha desarrollado los conceptos de la Bioclimatología (RIVAS-MARTÍNEZ, S., 2002 y RIVAS-MARTINEZ, S., *et al.*, 2002), y producido mapas bioclimáticos de Australia (RIVAS-MARTINEZ S., *et al.*, 2000), Norteamérica, (RIVAS-MARTINEZ, S., 1997) Sudamérica, (RIVAS-MARTINEZ, S. & NAVARRO, G., 1997), Europa, (RIVAS-MARTINEZ S., 2001) y, últimamente, España (RIVAS-MARTÍNEZ *et al.*, 2002). Por otra parte, en 2001 el Departamento de Agricultura, Ganadería y Alimentación del Gobierno de Navarra ha publicado una amplia información de datos meteorológicos de 165 estaciones provinciales y de territorios limítrofes. Esas tres circunstancias juntas nos ha incentivado para abordar nuestro trabajo, la producción de un mapa bioclimático detallado de Navarra.

MATERIAL Y MÉTODOS

El material empleado han sido 121 estaciones termopluviométricas de Navarra y territorios limítrofes, (DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN, GOBIERNO DE NAVARRA, 2001); un mapa digital de Navarra (BCN 200, Instituto Cartográfico Nacional); y el Mapa y la memoria de Series de Vegetación de Navarra (LOIDI Y BÁSCONES, 1995).

Programas informáticos: Arc-View versión 8.1, Data-cli y Biocli (ambos programas desarrollados por la Universidad de León), Excel y Access.

Ordenadores y hardware: un ordenador PC clónico (ACER) con microprocesador Pentium 133, disco duro de 1,19 GB, 32 MB de memoria RAM y sistema operativo windows NT 3,51. Otro ordenador PC clónico (HP) con microprocesador Pentium 4 a 1600 MHz, 19 GB de memoria de disco duro, 265 MB de memoria RAM y sistema operativo windows NT workstation 4.00.

El criterio empleado para la clasificación bioclimática de las estaciones ha sido el método "Global Bioclimatics" (RIVAS-MARTÍNEZ, S., 2002). Este método emplea en la clasificación parámetros e índices de fácil cálculo a partir de datos meteorológicos comunes, y da un diagnóstico compuesto por el Bioclima, Variante bioclimática, Termotipo y Ombrotipo.

Los datos de precipitación y temperaturas medias mensuales, junto con otra información como el nombre de la estación, periodos de observación, coordenadas y altitud, fueron introducidos en ficheros "Data-Cli" (RIVAS-MARTINEZ, S. *et al.*, 1996), de manera que pudieran ser tratados posteriormente con el programa "Biocli" en el Centro de Investigaciones Fitosociológicas, dirigido por Rivas-Martínez. Este programa, diseñado por el propio C.I.F., calcula los índices necesarios para la clasificación de cada estación y devuelve una ficha con los datos de la estación, el valor de esos índices y el diagnóstico bioclimático completo.

Se prepararon los datos publicados por el Gobierno de Navarra en ficheros "Data-cli" para ser introducidos en el programa "Biocli" y ser procesados. Como los datos del Gobierno de Navarra tenían coordenadas UTM y el programa "Biocli" funciona con coordenadas geográficas en grados y minutos sexagesimales, estos datos se consultaron para todas las estaciones en "La Carta Militar Digital de España Escala 1:250.000" (MINISTERIO DE DEFENSA, 2000). Los resultados producidos por el programa "Biocli" se recogieron en una base de datos de Access como archivo .dbf, para ser introducidos en Arc-View.

Toda la información obtenida ha sido tratada mediante un Sistema de Información Geográfica (Arc-View 8.1) Cada estación ha sido representada en un mapa digital de Navarra mediante un punto definido por coordenadas geográficas, y toda la información asociada a ella se guarda en una base de datos vinculada con el

mapa. El método empleado para delimitar la extensión de los bioclimas y sus variantes ha sido la deducción de reglas generales sobre su distribución partiendo de los datos discretos que suponen las estaciones climáticas. Se ha estudiado el bioclima de cada estación relacionándolo con la serie de vegetación en la que se encuentra (LOIDI Y BASCONES, 1995), para conocer así las características y la amplitud bioclimática de cada serie, de manera que nos ofrezcan información en aquellos lugares donde no se disponen de estaciones meteorológicas. Para dibujar los límites de cada unidad bioclimática en el mapa se han tenido en cuenta, además de la distribución de las series de vegetación, la distancia de los índices bioclimáticos entre estaciones contiguas, así como la topografía, el sustrato y la edafología.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el territorio navarro se han detectado dos macrobioclimas –Templado y Mediterráneo-, tres bioclimas - Templado Oceánico (Teoc), Mediterráneo Pluviestacional Oceánico (Mepo) y Mediterráneo Xérico Oceánico (Mexo) - y una Variante bioclimática del Templado, la Submediterránea (Teoc var. Sbm). De las 84 estaciones estudiadas en Navarra, 41 pertenecen al macrobioclima templado –30 al Teoc y 11 al Teoc var. Sbm-, 43 al Mepo; entre las limitrofes, 2 son Mexo. (Tabla 1, en la que: Itc, Índice de termicidad compensada; Ic, Índice de continentalidad; Io, Índice ombrotérmico anual; Ios₂, Índice ombrotérmico del bimestre más cálido del trimestre estival; Ios₃, Índice ombrotérmico del trimestre estival; Ios₄, Índice ombrotérmico del cuatrimestre resultante de la suma del trimestre estival y del mes inmediatamente anterior; Tp, Temperatura positiva). La distribución espacial de esas unidades bioclimáticas se reflejan en el mapa 1: Bioclimas de Navarra.

El Bioclima Mediterráneo Pluviestacional oceánico se extiende por casi todo el sur de Navarra y gran parte de la zona media, y forma una lengua que penetra hacia el norte por las cuencas de Aoiz y Lumbier. Sigue, en orden decreciente de extensión, el Templado Oceánico, que ocupa toda la zona norte y corona las numerosas sierras que hay en la zona media, como son Urbasa y Andía, Lóquiz, Codés, Tajonar, Alaiz, Izco, Izaga, Leire e Illón. Es en esta zona de la geografía Navarra donde entran en contacto el Teoc y el Mepo, y la transición de un bioclima a otro nos viene constatada por la variante submediterránea del Teoc. Esta variante ocupa las zonas llanas de la zona media, como la cuenca de Pamplona, el valle de la Sakana, Améscoa Baja y los pie de monte de las sierras anteriormente citadas, penetrando además hacia el norte por el fondo de los valles pirenaicos. El Mediterráneo Xérico es el bioclima más escasamente representado en Navarra, limitándose a unos pequeños islotes rodeados de Mepo en la zona de las Bardenas - en los pequeños valles formados por los barrancos de Tudela y del Bercho – y en la zona de Funes.

Por lo tanto, en Navarra se aprecian dos de los cuatro macrobioclimas presentes en el continente Europeo. Respecto a España, con dos macrobioclimas, siete

Tabla 1: Estaciones, sus coordenadas y sus caracteres bioclimáticos. (Para ltc, lc, lo, los2, los3, los4 y Tp, ver el texto).

nº	Nombre	Lat.	Lon.	UTM X	UTM Y	Alt.	Años P	Años T	ltc	lc	lo	los2	los3	los4	Tp	Conti	Biocli	Var	Termo	Ombro
1	Abaurrea	42,54	1,12	646475	4751625	1047	25	67	128	15,5	14,51	3,91	4,73	6,25	1063	Euo	Teoc	*	LSte	LHhu
2	Aibar	42,35	1,21	634550	4716957	555	24	24	241	16,7	4,1	1,4	1,76	2,3	1591	Euo	Mepo	*	UMme	LShu
3	Alfaro (Ri)	42,11	1,45	603312	4670600	300	34	43	244	19,1	2,26	0,73	1,13	1,41	1708	Semi	Mepo	*	UMme	LDry
4	Alloz	42,42	1,56	585175	4727375	475	33	70	248	16,5	4,35	1,43	1,96	2,5	1592	Euo	Mepo	*	UMme	LShu
5	Alloz (Emb)	42,42	1,56	585175	4727375	593	6	6	258	16,4	4,24	1,38	2,09	2,28	1622	Euo	Mepo	*	UMme	LShu
6	Alsasua	42,53	2,1	567775	4749750	525	77	85	201	14,5	9,61	2,39	2,98	4,06	1356	Euo	Teoc	Sbm	UMte	Uhum
7	Amillano	42,43	2,4	575600	4729700	495	23	23	222	15,5	5,24	1,43	1,89	2,52	1437	Euo	Mepo	*	UMme	Ushu
8	Amaiur	42,12	1,28	623712	4784362	305	22	24	250	13	13,25	5,15	5,4	6,87	1500	Euo	Teoc	*	LMte	LHhu
9	Andoain(Guip)	43,13	2,01	579412	4785575	70	24	26	315	11,9	9,38	4,44	4,59	5,37	1739	Euo	Teoc	*	UTte	UHum
10	Anso (Hu)	42,45	0,49	677750	4736100	820	28	70	148	16,3	9,97	3,19	3,73	4,85	1187	Euo	Teoc	*	LSte	UHum
11	Aragües (Hu)	42,42	0,4	690725	4731000	980	28	70	184	16,2	9,39	3,07	3,86	5,1	1308	Euo	Teoc	*	UMte	UHum
12	Arantzazu(Guip)	42,58	2,23	548962	4758625	770	57	71	207	12,5	12,72	4,22	4,85	6,42	1295	Euo	Teoc	*	UMte	LHhu
13	Areso	43,6	1,56	585187	4770437	520	11	11	253	12,9	11,62	4,32	5,18	5,99	1473	Euo	Teoc	*	LMte	UHum
14	Aribe	42,56	1,15	641800	4755862	700	25	27	179	14,2	11,49	3,12	3,6	4,94	1235	Euo	Teoc	*	LSte	UHum
15	Arizkun	43,11	1,28	623200	4781162	257	22	22	247	13,5	13,42	5,24	5,56	6,92	1505	Euo	Teoc	*	LMte	LHhu
16	Arnedo (Ri)	42,13	2,6	574137	4675725	547	31	70	240	17	2,62	1,44	1,71	2,1	1618	Euo	Mepo	*	UMme	LDry
17	Arroniz	42,35	2,05	574525	4715587	530	14	14	225	16,4	4,41	1,39	1,94	2,64	1478	Euo	Mepo	*	UMme	LShu
18	Artikutza	43,13	1,47	597550	4785250	300	31	31	259	11,8	18,74	7,79	8,38	9,99	1479	Euo	Teoc	*	LMte	UHum
19	Artieda	42,43	1,19	637275	4730475	453	16	16	208	18,6	5,07	1,2	1,9	2,2	1538	Semi	Mepo	*	Lsme	Ushu
20	Ayegui	42,39	2,02	578500	4723250	480	36	36	197	17,1	4,62	1,65	2,07	2,64	1448	Euo	Mepo	*	Lsme	LHhu
21	Azpirotz	43,1	1,55	586950	4764512	545	11	15	236	14	10,95	3,41	4,13	5,1	1450	Euo	Teoc	*	UMte	UHum
22	Barasoain	42,36	1,38	610875	4717950	524	23	23	240	15,8	3,49	1,35	1,68	2,09	1527	Euo	Mepo	*	UMme	UDry
23	Beire	42,27	1,37	613537	4701162	369	16	26	230	17,9	3,57	1,68	1,99	2,66	1614	Euo	Mepo	*	UMme	UDry
24	Bera	43,16	1,41	606700	4792862	35	19	19	296	13	11,39	4,4	4,84	5,82	1690	Euo	Teoc	*	LMte	UHum
25	Betelu	43,1	1,58	583000	4764100	237	22	22	277	12,7	10,12	3,96	4,31	5,44	1599	Euo	Teoc	*	LMte	UHum
26	Bisimbre(Za)	41,5	1,26	629162	4635150	320	13	13	251	18,3	1,9	0,78	0,94	1,56	1723	Semi	Mexo	*	UMme	USar
27	Borja(Za)	41,49	1,31	621637	4632562	440	15	14	271	17,8	2,28	1,22	1,39	1,62	1762	Euo	Mepo	*	UMme	LDry
28	Buñuel	41,58	1,26	628650	4648962	242	34	70	262	17,9	2,24	0,94	1,21	1,53	1712	Euo	Mepo	*	UMme	LDry
29	Cabanillas	42,01	1,31	621887	4654612	257	17	17	245	19,1	2,03	0,75	0,95	1,26	1692	Semi	Mepo	*	UMme	LDry
30	Cadreita	42,12	1,42	607850	4674962	268	78	78	250	17,1	2,27	0,82	1,21	1,45	1654	Euo	Mepo	*	UMme	LDry
31	Calahorra	42,16	1,55	584775	4684375	250	15	15	243	16,9	2,6	1,01	1,39	1,77	1585	Euo	Mepo	*	UMme	LDry
32	Caparroso	42,2	1,44	611250	4688800	304	45	69	254	18,7	2,43	1,02	1,31	1,61	1701	Semi	Mepo	*	UMme	LDry
33	Carcastillo	42,22	1,27	627850	4693200	340	61	69	230	17,8	2,91	1,13	1,45	1,82	1599	Euo	Mepo	*	UMme	UDry
34	Caseda	42,31	1,21	633900	4709487	435	24	24	239	17,5	3,57	1,38	1,64	2,09	1604	Euo	Mepo	*	UMme	UDry
35	Castiliscar(Za)	42,22	1,16	642000	4693175	465	10	10	247	17,1	3,01	1,36	1,59	1,9	1625	Euo	Mepo	*	UMme	UDry
36	Canicero (Ri)	42,28	2,38	529512	4703212	437	15	30	226	17,1	3,04	1,03	1,49	1,88	1517	Euo	Mepo	*	UMme	UDry
37	Corella	42,06	1,46	600375	4663475	370	24	36	252	17,6	2,04	0,81	1,02	1,34	1677	Euo	Mepo	*	UMme	LDry
38	Doneztebe	43,07	1,39	608400	4776350	131	78	81	277	13,8	10,51	3,77	4,17	5,13	1649	Euo	Teoc	*	LMte	UHum
39	Ejea (Za)	42,07	1,08	653912	4665450	320	10	50	283	18,8	2,47	0,93	1,45	1,84	1805	Semi	Mepo	*	LMme	LDry
40	El Bayo (Za)	42,11	1,15	643212	4672400	360	33	33	250	18,2	2,69	1,07	1,37	1,71	1675	Semi	Mepo	*	UMme	LDry

Tabla 1 (continuación)

nº	Nombre	Lat	Lon	UTM X	UTM Y	Alt	Años P	Años T	Itc	Ic	Io	Ios2	Ios3	Ios4	Tp	Conti	Biocli	Var	Termo	Ombro
41	El Redal (Ri)	42,2	2,13	565675	4687700	528	72	73	231	16,2	2,94	1,21	1,72	2,16	1520	Euo	Mepo	*	UMme	UDry
42	Embún(Hu)	42,37	0,43	686437	4722100	780	11	28	179	16,7	6,47	2,04	3,21	3,87	1314	Euo	Teoc	Sbm	LSte	LHum
43	Eparoz	42,46	1,15	585512	4789412	605	24	24	188	16,7	6,68	2,23	2,59	3,35	1378	Euo	Teoc	Sbm	UMte	LHum
44	Erraztu	43,11	1,28	625500	4782212	257	14	14	295	12,8	11,23	4,97	5,17	6,71	1712	Euo	Teoc	*	LMte	UHum
45	Erremendia	42,52	1,11	648350	4748925	1060	35	66	113	14,3	14,3	3,49	4,31	5,94	980	Euo	Teoc	*	USte	LHhu
46	Erro	42,56	1,26	626775	4755600	688	23	23	145	14,9	11,43	3,25	3,67	4,88	1146	Euo	Teoc	*	LSte	UHum
47	Esparza	42,51	1,05	655650	4746400	687	24	24	173	15,2	9,6	2,77	3,28	4,48	1254	Euo	Teoc	*	LSte	UHum
48	Estella	42,4	2,02	579475	4724950	426	23	23	191	16,3	4,36	1,42	1,88	2,43	1402	Euo	Mepo	*	LSme	LShu
49	Eugi	42,57	1,31	621425	4759650	615	30	30	177	14,5	12,43	3,22	3,7	5,11	1236	Euo	Teoc	*	LSte	LHhu
50	Orbaiceta	43	1,13	644650	4763300	815	21	21	146	14,2	17,22	4,75	5,05	7,39	1100	Euo	Teoc	*	LSte	LHhu
51	Falces	42,12	1,42	598975	4693750	268	78	78	248	17,7	2,32	0,84	1,07	1,44	1679	Euo	Mepo	*	UMme	LDry
52	Fitero	42,03	1,51	594375	4656725	438	25	69	245	17,4	2,32	1,04	1,37	1,7	1633	Euo	Mepo	*	UMme	LDry
53	Fuenmayor (Ri)	42,28	2,33	536175	4701525	434	37	40	237	16,4	3	1,13	1,5	2,02	1564	Euo	Mepo	*	UMme	UDry
54	Galbarra	42,42	2,15	561300	4728925	579	23	23	210	15,7	6,22	1,86	2,36	3,05	1429	Euo	Teoc	Sbm	UMte	LHum
55	Gallur(Za)	41,52	1,19	639650	4636525	254	23	44	252	17,8	2,06	0,86	1,32	1,56	1711	Euo	Mepo	*	UMte	LDry
56	Goizueta	43,1	1,51	592300	4780475	320	21	48	298	12	12,13	5,2	5,75	7,02	1637	Euo	Teoc	*	LMte	LHhu
57	Goñi	42,51	1,54	589550	4744850	865	23	23	185	14,8	11,75	2,83	3,4	4,74	1279	Euo	Teoc	*	UMte	UHum
58	Haro (Ri)	42,34	2,51	512225	4713700	479	45	50	226	15,7	3,06	1,11	1,65	2,04	1508	Euo	Mepo	*	UMme	UDry
59	Hecho (Hu)	42,44	0,45	684125	4734350	860	67	70	179	15,2	9,21	3,01	3,71	4,66	1270	Euo	Teoc	*	LSte	UHum
60	Hondarribia (Guip)	43,21	1,47	597675	4801750	8	43	38	310	12	10,14	5,08	5,16	5,9	1696	Euo	Teoc	*	UTte	UHum
61	Igeldo (Guip)	43,18	2,02	578100	4795475	259	82	82	288	11,1	9,92	5,37	5,5	6,28	1571	Euo	Teoc	*	LMte	UHum
62	Iguzquiza	42,38	2,04	575075	4722050	522	16	16	220	16,5	3,85	1,39	1,81	2,19	1508	Euo	Mepo	*	UMme	LShu
63	Ilundain	42,46	1,31	619600	4736975	572	19	19	200	17,1	5,78	2,12	2,43	3,12	1449	Euo	Teoc	Sbm	UMte	Ushu
64	Irache	42,39	2,02	578375	4722400	480	35	35	200	17	4,61	1,69	2,08	2,61	1470	Euo	Mepo	*	LSme	LShu
65	Irun (Guip)	43,2	1,47	597750	4799225	5	38	60	283	12,7	10,49	4,86	4,91	5,68	1642	Euo	Teoc	*	LMte	UHum
66	Irurtzun	42,55	1,49	595700	4752675	442	23	23	224	14,7	8,77	2,38	3,39	4,12	1451	Euo	Teoc	Sbm	UMte	Shum
67	Jaurrieta	42,53	1,08	652150	4750025	913	8	23	132	14,1	15,17	3,55	4,18	5,71	1021	Euo	Teoc	*	LSte	LHhu
68	Javier	42,35	1,12	646275	4717500	455	69	69	233	17,3	3,96	1,42	1,81	2,27	1580	Euo	Mepo	*	UMme	LShu
69	La Oliva	42,22	1,28	626225	4692700	342	35	35	217	18,2	3,01	1,13	1,48	1,84	1577	Semi	Mepo	*	UMme	UDry
70	Larraona	42,46	2,15	560725	4736525	771	23	23	196	15,3	8,82	2,28	2,87	3,85	1341	Euo	Teoc	Sbm	UMte	Lhum
71	Lasarte(Guip)	43,16	2,01	579425	4791100	85	42	53	327	11,5	9,52	4,9	5,03	5,75	1741	Euo	Teoc	*	UTte	UHum
72	Lekunberri	43	1,54	589850	4761875	571	10	10	220	12,9	9,09	2,74	2,8	4	1386	Euo	Teoc	*	UMte	UHum
73	Leitza	43,5	1,53	588300	4770275	670	12	12	231	13,3	14,25	4,82	5,74	6,65	1412	Euo	Teoc	*	UMte	LHhu
74	Lerga	42,34	1,3	622900	4714025	615	24	23	223	16,3	4,47	1,38	1,72	2,2	1495	Euo	Mepo	*	UMme	LShu
75	Lerin	42,28	1,58	584450	4704050	435	23	40	269	16,8	2,6	0,92	1,25	1,69	1708	Euo	Mepo	*	UMme	LDry
76	Lesaka	43,14	1,42	605450	4789025	75	19	19	293	13,3	10,02	3,94	4,36	5,3	1685	Euo	Teoc	*	LMte	UHum
77	Leyre	42,38	1,1	649075	4722100	756	25	25	205	16,5	6,28	1,82	2,22	3	1422	Euo	Teoc	Sbm	UMte	LHum
78	Lodosa	43,35	2,04	575800	4697175	319	16	53	257	18,1	2,34	1,07	1,36	1,74	1712	Semi	Mepo	*	UMme	LDry
79	Logroño (Ri)	42,28	2,27	545950	4701750	379	47	47	215	13,2	3,43	1,55	2,04	2,5	1322	Euo	Mepo	*	UMme	UDry
80	Los Arcos	42,34	2,11	566425	4713300	446	17	17	231	17,4	2,89	1,04	1,36	1,73	1569	Euo	Mepo	*	UMme	UDry
81	Luzaide	43,05	1,17	638225	4772550	320	24	24	257	12,5	11	4,6	4,71	5,95	1518	Euo	Teoc	*	LMte	UHum
82	Marcilla	42,2	1,44	603875	4687000	290	19	19	247	17,1	2,79	0,98	1,38	1,67	1662	Euo	Mepo	*	UMme	LDry

Tabla 1 (continuación)

nº	Nombre	Lat	Lon	UTM X	UTM Y	Alt	Años P	Años T	ltc	lc	lo	los2	los3	los4	Tp	Conti	Biocli	Var	Termo	Ombro
83	Melida	42,2	1,33	619650	4690725	354	22	22	252	17	2,12	0,83	1,04	1,36	1626	Euo	Mepo *	UMme	LDry	
84	Mendavia	42,25	2,08	565525	4699325	330	20	20	216	18	2,29	0,9	1,29	1,66	1505	Euo	Mepo *	UMme	LDry	
85	Mendigorría	42,37	1,49	595525	4720325	385	14	19	244	15,7	3,56	1,26	1,71	2,35	1550	Euo	Mepo *	UMme	UDry	
86	Miranda de Arga	42,29	1,49	596025	4704325	309	17	16	260	17,7	2,2	0,8	1,08	1,43	1699	Euo	Mepo *	UMme	LDry	
87	Monreal	42,42	1,3	622150	4729075	545	14	69	241	16,2	5,01	1,71	2,04	2,51	1562	Euo	Teoc Sbm	LMte	Ushu	
88	Monteagudo	41,58	1,41	608200	4646625	404	16	16	229	18,8	2,34	1,33	1,44	1,86	1647	Semi	Mepo Ste	UMme	LDry	
89	Navascues	42,43	1,07	654350	4731375	615	15	70	205	16,6	6,13	1,76	2,36	3	1454	Euo	Teoc Sbm	UMte	LHhu	
90	Oiartzun (Guip)	43,18	1,51	592375	4794550	82	24	29	267	11,3	12,28	6,68	7,15	8,08	1508	Euo	Teoc *	LMte	LHhu	
91	Olagüe	42,49	1,38	612700	4757650	545	45	45	195	14,7	9,37	2,79	3,22	4,28	1330	Euo	Teoc *	UMte	UHhu	
92	Olite	42,29	1,39	610850	4704250	395	60	67	238	17	3,15	1,23	1,57	1,96	1610	Euo	Mepo *	UMme	UDry	
93	Oloriz	42,38	1,34	613800	4721500	705	16	16	221	16,5	5,1	1,42	1,83	2,45	1495	Euo	Mepo *	UMme	Ushu	
94	Otazu	42,47	1,47	599000	4737700	387	22	22	228	15,6	5,39	1,74	2,21	2,82	1498	Euo	Teoc Sbm	UMte	UShu	
95	Otzaurte (Guip)	42,56	2,16	560250	4754450	660	43	44	172	13,1	11,96	3,39	4,25	5,4	1158	Euo	Teoc *	LSte	UHhu	
96	Pamplona	42,49	1,38	610600	4741600	449	40	40	215	16,1	7,25	2,27	3,07	3,71	1486	Euo	Teoc Sbm	UMte	LHhu	
97	Pintano (Za)	42,31	1,01	662375	4710850	809	23	24	216	16,1	4,02	1,59	1,96	2,38	1440	Euo	Mepo *	UMme	LShu	
98	Puente la Reina	42,4	1,49	597250	4725125	346	70	74	245	16,8	3,42	1,31	1,63	2,04	1589	Euo	Mepo *	UMme	UDry	
99	Rada	42,2	1,33	617475	4686450	354	6	6	261	17,6	2,35	0,93	1,1	1,21	1693	Euo	Mepo *	UMme	LDry	
100	Rincón de Soto (R)	42,14	1,51	594750	4676575	285	28	28	245	17,2	2,75	1,27	1,56	1,97	1624	Euo	Mepo *	UMme	LDry	
101	Roncesvalles	43	1,19	636950	4763325	963	23	23	122	14,9	21,01	5,3	5,8	7,94	1052	Euo	Teoc *	LSte	UHhu	
102	Sádaba (Za)	42,17	1,16	642350	4682775	442	27	48	229	18,3	3,33	1,17	1,56	1,95	1589	Semi	Mepo *	UMme	UDry	
103	Salvatierra (Za)	42,4	1,01	663550	4726075	580	29	29	169	17,3	6,95	2,01	2,79	3,59	1281	Euo	Teoc Sbm	LSte	LHhu	
104	San Adrian	42,19	1,54	587900	4687575	320	11	11	249	17,3	2,35	0,9	1,29	1,6	1661	Euo	Mepo *	UMme	LDry	
105	San Asensio (Ri)	42,31	2,45	511600	4704600	475	11	11	204	15,6	3,68	1,32	1,82	2,48	1387	Euo	Mepo *	LSme	LShu	
106	Sancho Abarca (Za)	41,59	1,16	643075	4649900	290	10	10	271	19,1	1,92	0,95	1,06	1,34	1762	Semi	Mexo *	UMme	LSar	
107	Santesteban	43,8	1,4	608400	4776350	122	50	50	278	13,6	10,83	3,97	4,32	5,38	1655	Euo	Teoc *	LMte	UHhu	
108	Sartaguda	42,23	2,03	577600	4692750	335	34	34	236	16,9	3,21	1,46	1,84	2,13	1595	Euo	Mepo *	UMme	UDry	
109	Sesma	42,28	2,05	575150	4703200	415	23	23	233	17,5	2,97	1,21	1,67	1,98	1568	Euo	Mepo *	UMme	UDry	
110	Sigües (Za)	42,37	1	662900	4722050	495	28	29	216	17,4	5,17	1,84	2,17	2,75	1498	Euo	Teoc Sbm	UMte	UShu	
111	Sos del Rey (Za)	42,3	1,12	646475	4706700	542	41	43	213	18,1	3,71	1,58	1,93	2,43	1537	Semi	Mepo *	UMme	LShu	
112	Sunbilla	43,09	1,4	608175	4779850	120	19	19	290	13,3	10,07	3,88	4,25	5,1	1676	Euo	Teoc *	LMte	UHhu	
113	Tudela	42,04	1,36	615375	4657625	263	35	35	236	18	2,8	1,08	1,41	1,76	1652	Euo	Mepo *	UMme	LDry	
114	Tudela El Bocal	42,01	1,33	619225	4653075	276	43	45	270	20	2,26	0,78	1,01	1,5	1766	Semi	Mepo *	UMme	LDry	
115	Urbasa	42,49	2,1	567525	4742350	888	11	11	166	14,3	12,13	2,84	3,92	5,2	1165	Euo	Teoc *	LSte	LHhu	
116	Urries (Za)	42,31	1,07	653675	4709300	557	25	25	219	17,2	4,07	1,58	1,95	2,47	1498	Euo	Mepo *	UMme	LShu	
117	Urzainqui	42,49	0,56	668075	4744150	717	18	18	194	15,6	9,95	3,02	3,44	4,62	1352	Euo	Teoc *	UMte	UHhu	
118	Ustés	42,52	1,06	655475	4735350	620	19	19	199	17,4	6,45	1,99	2,65	3,44	1492	Euo	Teoc Sbm	UMte	LHhu	
119	Viana	42,3	2,22	551625	4707100	430	16	16	254	17,4	2,57	1,11	1,43	1,73	1676	Euo	Mepo *	UMme	LDry	
120	Villabona (Guip)	43,11	2,04	576750	4781950	172	63	63	291	12,3	9,49	4,11	4,32	5,14	1634	Euo	Teoc *	LMte	UHhu	
121	Yesa	42,37	1,12	647125	4720250	491	30	30	231	17,4	4,54	1,6	1,93	2,35	1609	Euo	Mepo *	UMme	LShu	

bioclimas y dos variantes, en Navarra aparecen los dos macrobioclimas, tres de los siete bioclimas; y una de las dos variantes.

Relacionando el bioclima de cada estación con la serie de vegetación sobre la que se asienta, se aprecia en algunas ocasiones una estrecha correlación entre un isobioclima y una serie determinada, mientras que otras veces no es tanta la especificidad y una serie de vegetación puede ser albergada por dos isobioclimas. En la tabla siguiente se reflejan las correspondencias establecidas.

Tabla 2.

Isobioclima	Series de vegetación (Los números corresponden a Loidi y Báscones, 1995)
Teoc	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,15,16,18, 20,21,23,29,30
Teoc y Teoc var. Sbm	13,14,17,19
Teoc var. Sbm	31
Teoc var. Sbm y Mepo	25,26,32
Mepo	22,24,27
Mepo y Mexo	28,33

Los casos en los que encontramos una serie en más de un bioclima son debidos a zonas de contacto bioclimático. En estas zonas, los valores de los índices empleados para el diagnóstico bioclimático son cercanos al valor umbral, por lo que la topografía y/o la edafología inclinan la balanza en un sentido u otro. El cambio no queda reflejado en el diagnóstico bioclimático de la estación (que sólo tiene en cuenta factores meteorológicos), pero sí en la vegetación existente en la zona.

Llama la atención el gran número de series albergadas por el bioclima Templado oceánico, que encuentra su explicación en la gran heterogeneidad de condiciones ambientales que encontramos en la zona ocupada por este bioclima. Contribuyen a este hecho la diversidad biogeográfica del territorio (encontramos aquí las dos provincias biogeográficas de la Región Eurosiberiana presentes en España), la presencia de cuatro termotipos y otros cuatro ombrotipos, el accidentado relieve, la alternancia de substratos de naturaleza silícea y caliza, así como la parcial descalcificación de algunos substratos calizos por la abundante precipitación.

Las series 13 (*Roso arvensis-Querceto humilis S.*), 14 (*Pulmonario longifoliae-Querceto fagineae S.*), 17 (*Melampyro pratensis-Querceto pyrenaicae S.*), y 19 (*Crataego laevigatae-Querceto roboris S.*), que aparecen en las áreas del Templado oceánico normal y en su variante Submediterránea, merecen un comentario aparte.

Las series 14 y 19 son de carácter más marcadamente Templado, pero penetran en el área de la variante Submediterránea a favor de suelos afectados por la humedad de los ríos próximos o en laderas orientadas al norte, donde se acumulan las nieblas y las lluvias - posición edafo-higrófila. A su vez; las series 13 y 17, de carácter claramente submediterráneo, penetran en el territorio del Templado oceánico normal a favor de suelos muy permeables – caso de la serie 13- o exposiciones sur, soleadas o venteadas –17 – en posición edafoixerófila.

Las series 13, 25 y 26 se asientan en bioclima Teoc var. Sbm (Tabla 3). La razón bioclimática de la presencia bien de la serie 13 (*Roso arvensis-Querceto humilis S.*), o de las 25 (*Spiraeo obovatae-Querceto fagineae S.*), y 26 (*Spiraeo obovatae-Querceto rotundifoliae S.*), parece encontrarse en el número de meses de verano en que la precipitación es menor que 2.5 veces la temperatura media ($P < 2.5T$). Las series 25 y 26 sólo aparecen en el Templado oceánico var. Sbm cuando la estación presenta tres meses de verano con $P < 2.5T$; por el contrario, si esta condición se cumple únicamente en uno o dos meses de verano, se desarrolla la serie 13.

Tabla 3: Estaciones Teoc var. Sbm

Estación	Serie	Io	Ios2	Ios3	Ios4	Meses $P < 2,5T$
Galbarra	25.26	6.20	1.86	2.36	3.05	3
Otazu	25	5.39	1.74	2.21	2.82	3
Navascués	13	6.13	1.76	2.36	3.00	2
Monreal	13	5.01	1.71	2.04	2.51	2
Ilundain	13	5.78	2.12	2.43	3.12	2
Pamplona	13	5.25	2.27	3.07	3.71	2
Salvatierra	13	6.95	1.99	2.79	3.59	2
Ustés	13	6.83	2.27	2.80	3.61	2
Irurzun	13	8.77	2.38	3.39	4.12	1
Larraona	13	8.82	2.28	2.28	3.85	1

Las series 25, 26 y 27 y la geoserie 32, merecen también un comentario. Con las series 25 y 26 y la geoserie 32 (Geoserie higrófila mediterránea de vegas y regadíos) ocurre algo similar a lo que ocurre con las series 13, 14, 17 y 19, en el contacto entre el Teoc y el Teoc var. Sbm: que aparezca una u otra depende de la humedad del suelo. En la tabla 4 se observa su correspondencia tanto con el bioclima Templado Oceánico var. Submediterránea como con el Mediterráneo Pluviestacional, es decir, viven en el límite entre los dos bioclimas, actuando a modo de charnela entre los dos, siempre que el Io sea superior a 4.10. Si el Io es igual o inferior a 4.10, aparece la serie 27. En cuanto a la geoserie 32, edafohigrófila, tiene una gran amplitud bioclimática, desde Teoc var. Sbm, al Mepo e incluso al Mexo.

Tabla 4. Estaciones Teoc var Sbm. y Mepo, con las series 25, 26 y geoserie 32

Estación	Series	Bioclima	Variante	Io	Ios ₂	Ios ₃	Ios ₄
Leyre	25	Teoc	Subm	6.28	1.82	2.22	3.00
Galbarra	25,26,32	Teoc	Subm	6.20	1.86	2.36	3.05
Otazu	25,32	Teoc	Subm	5.39	1.74	2.21	2.82
Amillano	25,26,32	Mepo	--	5.24	1.43	1.39	2.52
Olóriz	26,32	Mepo	--	5.10	1.42	1.83	2.45
Artieda	25,32	Mepo	--	5.07	1.20	1.90	2.20
Yesa	25	Mepo	--	4.54	1.60	1.93	2.35
Lerga	25	Mepo	--	4.47	1.38	1.72	2.20
Arróniz	25,32	Mepo	--	4.41	1.39	1.94	2.64
Aibar	27,32	Mepo	--	4.10	1.76	1.76	2.30
Javier	27,32	Mepo	--	3.96	1.81	1.81	2.27
Cáseda	27,32	Mepo	--	3.57	1.64	1.64	2.09
Barásoain	27,32	Mepo	--	3.49	1.35	1.68	2.09
Puente la	27,32	Mepo	--	3.42	1.31	1.63	2.04
Los Arcos	27	Mepo	--	2.89	1.04	1.36	1.73

En el territorio de la serie 28 encontramos estaciones con bioclima tanto Mepo como Mexo. Aunque esta serie es propia del Mexo, donde las condiciones climáticas la favorecen frente a otros tipos de vegetación, se extiende también por el Mepo debido, no a condiciones climáticas, sino edáficas y topográficas, pues los suelos que acentúan la escasez de agua -bien por un alto contenido en yesos o por su delgadez, posición edafoferófila- la favorecen y amplían su área de distribución climática.

Si a los bioclimas considerados se añaden las unidades biogeográficas reconocidas en Navarra (RIVAS-MARTINEZ *et al.*, 2002), (Tabla 5) -dos regiones, tres provincias, cuatro subprovincias y cinco sectores- se encuentra la base biogeográfica y bioclimática que explica la rica biodiversidad navarra.

Tabla 5.

Reino Holártico	
Región Eurosiberiana	Región Mediterránea
Provincia Atlántica Europea	Provincia Mediterránea Ibérica Central
Subprovincia Cántabro-Atlántica	Subprovincia Oroibérica
1 Sector Cántabro-Euskaldún	3 Sector Riojano
Provincia Cevenense-Pirenaica	Subprovincia Bajo Aragonesa
Subprovincia Pirenaica	4 Sector Bardenas y Monegros
2 Sector Pirenaico Central	5 Sector Somontano Aragonés

CONCLUSIONES

1. Las 84 estaciones meteorológicas navarras analizadas pertenecen a dos de los cuatro macrobioclimas existentes en Europa; el Templado y el Mediterráneo. Respecto a los bioclimas y variantes, tres de los siete bioclimas presentes en España, Templado Oceánico, Mediterráneo Pluviestacional Oceánico y Mediterráneo Xérico, así como la variante Submediterránea del Templado Oceánico, tienen representación en Navarra.

2. El bioclima Templado Oceánico se extiende por toda la zona norte de Navarra y corona las sierras de la Navarra media. Es en esta zona donde entran en contacto el Mediterráneo Pluviestacional y Templado Oceánico, constatándose el cambio gradual de un bioclima a otro a través de la variante Submediterránea del Templado Oceánico. Esta última ocupa las zonas bajas y pies de monte de la Navarra media, valle de la Sakana, Améscoa Baja y penetra hacia el norte por el fondo de los valles pirenaicos. A su vez, el bioclima Mediterráneo Pluviestacional Oceánico ocupa la mayor parte del territorio navarro, se extiende por casi todo el sur de Navarra y Zona Media y penetra en forma de lengua por las cuencas de Lumbier y Aoiz. El Mediterráneo Xérico es el menos extenso en Navarra y queda incluido dentro del Mediterráneo pluviestacional en algunas zonas de la Bardena y en unos pequeños valles paralelos al Ebro entre San Adrián y Falces.

3. Una gran mayoría de las series de vegetación está estrechamente correlacionada con un bioclima. Para aquellas series que viven en dos bioclimas o dos variantes de un bioclima, siempre se ha podido encontrar o bien un índice bioclimático o bien un carácter edafófilo que determina su distribución.

4. Dos Macrobioclimas, tres bioclimas, una variante bioclimática, así como dos regiones biogeográficas, tres provincias, cuatro subprovincias y cinco sectores son la causa de la rica biodiversidad navarra.

AGRADECIMIENTOS

Al Prof. S.Rivas-Martínez por el procesado de los datos bioclimáticos y por su ayuda.

Al Prof. D. Juan José Pons Izquierdo y a Ignacio Sariego, ambos del Dpto. de Geografía de la Universidad de Navarra, por iniciarnos en el manejo del programa Arc-View con infinita paciencia, así como por compartir con nosotros el Mapa digital de Navarra.

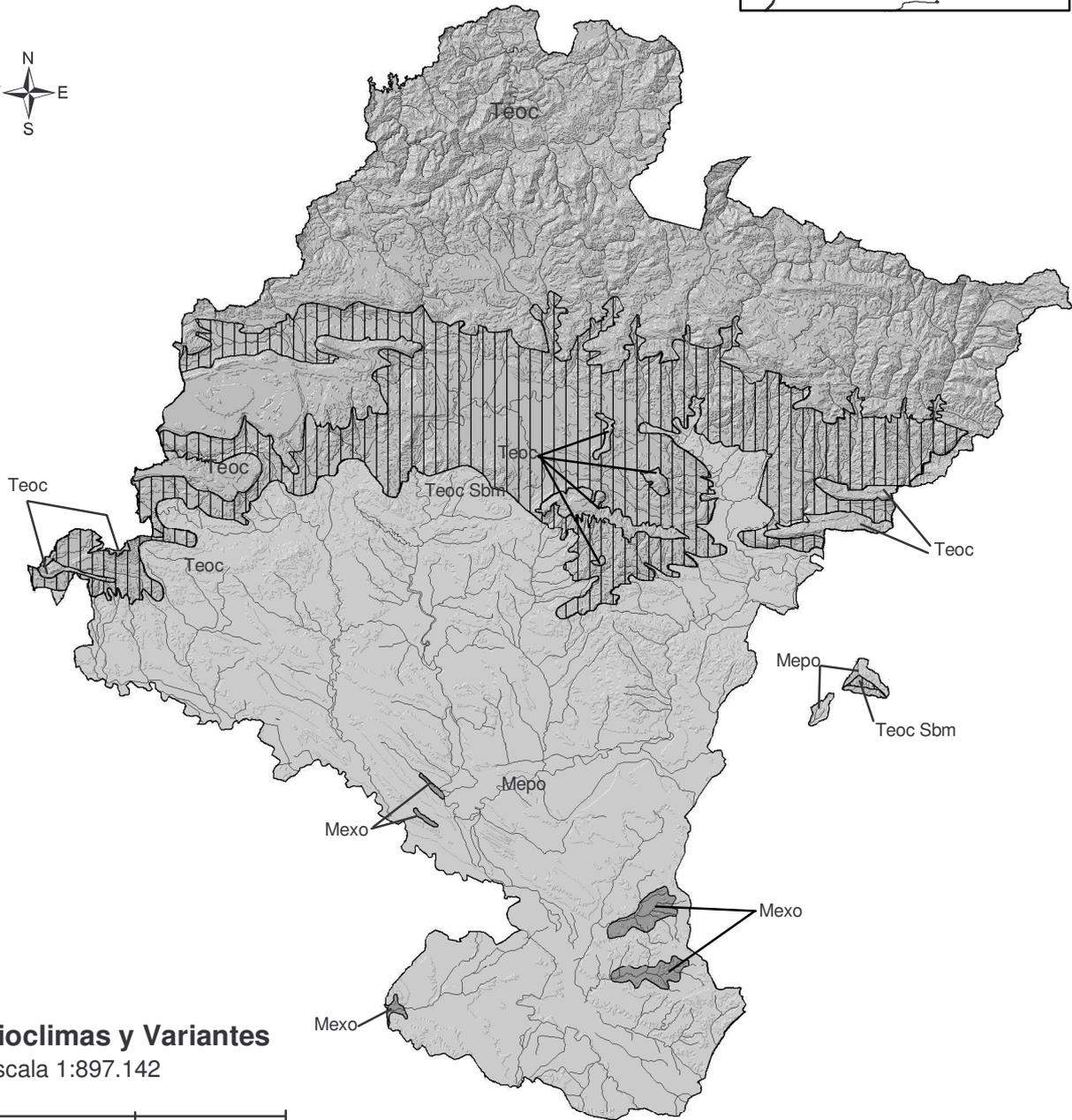
BIBLIOGRAFÍA

- DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA, GANADERÍA Y ALIMENTACIÓN, GOBIERNO DE NAVARRA, (2001), Estudio Agroclimático de Navarra, CD-Rom.
- INSTITUTO CARTOGRÁFICO NACIONAL, BCN 1:200.000
- LOIDI Y BÁSCONES, (1995), "Memoria y Mapa de series de vegetación de Navarra".
- MINISTERIO DE DEFENSA, CENTRO GEOGRAFICO DEL EJERCITO (2000), "Carta Militar Digital de España" Escala 1:250.000.Madrid.
- RIVAS-MARTINEZ, S., (1997), "Mapa Bioclimático de Norte América". Universidad de León.
- RIVAS-MARTINEZ, S., (2001), "Mapa Bioclimático de Europa". Universidad de León.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S., (2002), "Global Bioclimatics", en prensa.
- RIVAS-MARTÍNEZ, S.; E.DÍAZ, T.; FERNÁNDEZ-GONZALEZ, F.; IZCO, J.; LOIDI, J.; LOUSA, M.; PENAS, A., (2002), "Itinera Geobotanica" Vol. 15(1): 5-432.
- RIVAS-MARTINEZ, S.; LOPEZ, M.L. & CANTO,P., (2000), "Mapa Bioclimático de Australia". Universidad de León.
- RIVAS-MARTINEZ, S. & NAVARRO, G, (1995), "Mapa Bioclimático de Sudamérica". Universidad de León.
- RIVAS-MARTINEZ, S.; PENAS, A. & LUENGO UGIDOS, M.A., (1996), Data-Cli y Biocli, programas informáticos. Universidad de León.

Mapa Bioclimático de Navarra

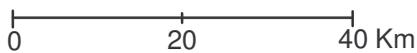
LÓPEZ, M. L.; PIÑAS, S.; AMEZKETA, A.; AQUIERRETA, S.; LÓPEZ, M. S.; ALMÁRCEGUI, I.; URDIAIN, M. Y ROYO, A.

Mapa de localización de Navarra



Bioclimas y Variantes

Escala 1:897.142



Proyección UTM, huso 30N
Datum: European Datum 1950

-  Mediterráneo pluviestacional oceánico
-  Mediterráneo xérico oceánico
-  Templado oceánico
-  Templado oceánico submediterráneo

Universidad de Navarra
Departamento de Botánica
Aritz Amézqueta
María Luisa López
Sebastián Piñas
Silvia Aquerreta
Abril 2003