



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



ESCUELA UNIVERSITARIA  
DE INGENIERÍA TÉCNICA FORESTAL

TRABAJO FIN DE CARRERA - INGENIERÍA TÉCNICA FORESTAL

Edafoclima del Ecotono pinar de silvestre - rebollar en los Montes  
de Valsaín (Segovia)

Autor: Almudena González Huerta

Tutores: D. Valentín Gómez Sanz; D. Enrique Sadornil Arenas

Marzo 2015



*Lo mejor está por llegar.*



## **Agradecimientos**

Cuando decidí hace ya casi diez años cambiar de rumbo profesional -y por tanto vital-, tuve que replantearme todo. Con lo que yo en aquel momento creía que era un enfoque realista, pensé que, siendo una carrera de tres años, el mejor de los casos sería terminarla en ese tiempo, y el peor ¿qué podía ser? ¿el doble? Aún considerando que pudieran llegar a ser seis años, me pareció que sería duro en muchos aspectos , pero asumible...

Sin embargo, según el futuro se convertía en presente, la realidad se fue revelando mucho más dura de lo que yo había previsto, demostrándome que tener unos cuantos años a la espalda, llevar la mitad de ellos sin estudiar, ser de letras y tener una situación económica precaria, no eran precisamente las condiciones ideales para estudiar una ingeniería.

No obstante, entrar en Forestales me abrió la puerta hacia un mundo de conocimientos, situaciones, materias y gentes que yo antes sólo había visto en libros, revistas o documentales, el mundo del "medio ambiente", que tanto me atraía desde siempre, y del que ya por fin, de alguna manera, me siento parte.

Después de todo este tiempo, de todo este esfuerzo, y de rachas buenas, regulares y malas, he de decir que ha sido una experiencia inolvidable, tanto por la dureza como por la satisfacción personal que me reporta, pero sobre todo, porque en este periodo de mi vida he tenido la suerte de conocer a muchos de los que ya son -y espero que sigan siendo- mis mejores amigos.

Por eso, estos "Agradecimientos" no están dirigidos sólo a las personas que de alguna forma me han ayudado a realizar este Trabajo de Fin de Carrera, sino a todas las que, de un modo u otro, me han acompañado a lo largo del camino, haciéndolo más interesante, más divertido y más agradable.

Doy las gracias a mis compañeros de forestales y buenos amigos, que me han apoyado, aconsejado y aguantado, siempre con una sonrisa, y a veces entre carcajadas. César, Jose, Raquel, Rebeca, Sara, gracias.

A Juan Pablo, que, siendo de agrícolas, ha aguantado un millón de conversaciones entre y sobre forestales. A su familia, que me hizo sentir que era la mía, y que tantas veces me proporcionó la intendencia necesaria para que yo pudiera dedicarme al Trabajo.

Gracias también a Ana y a Clara, compañeras de trabajo, de estudios y de otras muchas cosas -y las que vendrán-, que me han ayudado y me ayudan constantemente, con este proyecto y con el de mi vida en general.

A Luis, sin cuyo apoyo moral y ayuda económica nada de esto habría sido posible.

A Ester, que por fin podrá dejar de preguntar cómo va el proyecto.



Gracias a mi tutor, D. Valentín Gómez Sanz, que me propuso la realización de este Trabajo, y que ha bregado conmigo los dos años largos que he tardado en realizarlo.

A D. Enrique Sadornil Arenas, cotutor, cuya ayuda y consejos fueron esenciales para realizar el tratamiento de datos, gracias también por la paciencia infinita con la que durante estos años consiguió, a duras penas, meter en mi cerebro algunos conceptos matemáticos que en el pasado había conseguido ignorar con todo éxito, por hacer que las clases de dos horas de matemáticas del lunes a las 8 de la mañana fueran un placer, y por ser probablemente el mejor profesor que he tenido en mi vida.

A D. César López Leyva, por sus consejos y amabilidad en general, y en concreto por sus correcciones y generosa aportación en el apartado "Vegetación".

Gracias, en fin, a toda mi *familia*, entendida ésta en un sentido amplio, que va más allá de la mera y sobreestimada consanguinidad. Esto, por supuesto, incluye a Koqué, Inés y Jose, que tantas veces se han interesado por la marcha de este Trabajo y de otras muchas cosas.

...y gracias también a cualquier otra persona a la que, por mi desastrosa memoria y las prisas por terminar, me haya olvidado de mencionar.



## INDICE

CAPÍTULO I.- Introducción	1
I.1.- Antecedentes	1
I.2.- Justificación	7
I.3.- Objetivos	9
CAPÍTULO II.- Material y Métodos	10
II.1.- Descripción del área de estudio	10
II.2.- Diseño experimental	18
II.3.- Tratamiento de la información	23
CAPÍTULO III.- Resultados	26
III.1.- Variabilidad total	26
III.2.- Resultados por variables	27
III.3.- Resultados por localizaciones	44
CAPÍTULO IV.- Discusión	69
IV.1.- Comportamiento edafoclimático global	69
IV.2.- Régimen térmico en superficie	71
IV.3.- Régimen térmico en profundidad	76
IV.4.- Régimen de humedad	80
IV.5.- Ámbitos edafoclimáticos y tipos de cubierta arbórea	84
CAPÍTULO V.- Conclusiones	87
Bibliografía	89
Anexos	93



## INDICE DE ANEXOS

- Anexo I: Situación de los Montes de Valsaín en el contexto provincial.	93
- Anexo II: Estudio de suelo de las localizaciones.	94
- Anexo III: Muestra de los datos de partida.	95
- Anexo IV: Gráfico de datos válidos disponibles a lo largo de los 3 años de estudio.	96
- Anexo V: Resultados por variable. Tablas Año Medio por meses.	97
- Anexo VI: Resultados por variable. Coeficiente de Variación.	103
- Anexo VII: Resultados por variable. Rango de Variación.	106



## INDICE DE FIGURAS

- Figura II.1: Situación del Sistema Central y la Sierra de Guadarrama.	10
- Figura II.2: Situación de los MUP "Matas" (1) y "Pinar" (2) en el contexto municipal.	11
- Figura II.3: Situación de la zona de estudio dentro de la Sierra de Guadarrama	16
- Figura II.4: Localización de la zona de estudio.	17
- Figura II.5: Vista general de la zona de estudio tomada desde Cabeza Gatos (de norte a sur) con el Cerro de la Cachiporra y el Alto de Navahermosa en primer plano y la Mujer Muerta detrás.	17
- Figura II.6: Localización de las parcelas dentro de la zona de estudio.	18
- Figura II.7: Localización de Pinar en diferentes momentos del año.	19
- Figura II.8: Localización de Rebollar en diferentes momentos del año.	19
- Figura II.9: Localización de Ecotono en diferentes momentos del año.	20
- Figura II.10: Localización de Testigo en diferentes momentos del año.	20
- Figura II.11: Sensor de humedad colocado verticalmente en los 10 primeros cm de profundidad	21
- Figura II.12: Sensor de luminosidad instalado en superficie	21
- Figura II.13: Sensores de humedad y de temperatura	22
- Figura II.14: Unidad Básica de Registro ya instalada lista para ser cubierta	22
- Figura II.15: Proceso de extracción de datos de la UBR	22
- Figura III.1: Datos válidos disponibles - Temperatura en Superficie.	28
- Figura III.2: Resultados por variables - TOMáx - Promedios	29
- Figura III.3: Resultados por variables - TOMáx - Máximas Absolutas	30
- Figura III.4: Resultados por variables - TOMín - Promedios	31
- Figura III.5: Resultados por variables - TOMín - Mínimas Absolutas	32
- Figura III.6: Datos válidos disponibles - Temperatura en Profundidad	33
- Figura III.7: Resultados por variables - T10Máx - Promedios	34
- Figura III.8: Resultados por variables - T10Máx - Máximas Absolutas	35
- Figura III.9: Resultados por variables - T10Mín - Promedios	36
- Figura III.10: Resultados por variables - T10Mín - Mínimas Absolutas	37



- Figura III.11: Datos válidos disponibles - Humedad Edáfica	38
- Figura III.12: Resultados por variables - HumMáx - Promedios	39
- Figura III.13: Resultados por variables - HumMáx - Máximas Absolutas	40
- Figura III.14: Resultados por variables - HumMín - Promedios	41
- Figura III.15: Resultados por variables - HumMín - Mínimas Absolutas	42
- Figura III.16: Datos válidos disponibles - Luminosidad	43
- Figura III.17: PINAR - Banda en la que se mueve la TOMáx*	45
- Figura III.18: PINAR - Banda en la que se mueve la TOMín*	45
- Figura III.19: PINAR - Intervalo de variación TOMáx-TOMín*	46
- Figura III.20: PINAR - Banda en la que se mueve la T10Máx	47
- Figura III.21: PINAR - Banda en la que se mueve la T10Mín	47
- Figura III.22: PINAR - Intervalo de variación T10Máx-T10Mín	48
- Figura III.23: PINAR - Banda en la que se mueve la HumMáx	49
- Figura III.24: PINAR - Banda en la que se mueve la HumMín	49
- Figura III.25: PINAR - Intervalo de variación HumMáx-HumMín	50
- Figura III.26: REBOLLAR - Banda en la que se mueve la TOMáx	51
- Figura III.27: REBOLLAR - Banda en la que se mueve la TOMín	51
- Figura III.28: REBOLLAR - Intervalo de variación TOMáx-TOMín	52
- Figura III.29: REBOLLAR - Banda en la que se mueve la T10Máx	53
- Figura III.30: REBOLLAR - Banda en la que se mueve la T10Mín	53
- Figura III.31: REBOLLAR - Intervalo de variación T10Máx-T10Mín	54
- Figura III.32: REBOLLAR - Banda en la que se mueve la HumMáx	55
- Figura III.33: REBOLLAR - Banda en la que se mueve la HumMín	55
- Figura III.34: REBOLLAR - Intervalo de variación HumMáx-HumMín	56
- Figura III.35: ECOTONO - Banda en la que se mueve la TOMáx	57
- Figura III.36: ECOTONO - Banda en la que se mueve la TOMín	57
- Figura III.37: ECOTONO - Intervalo de variación TOMáx-TOMín	58
- Figura III.38: ECOTONO - Banda en la que se mueve la T10Máx	59
- Figura III.39: ECOTONO - Banda en la que se mueve la T10Mín	59



- Figura III.40: ECOTONO - Intervalo de variación T10Máx-T10Mín	60
- Figura III.41: ECOTONO - Banda en la que se mueve la HumMáx	61
- Figura III.42: ECOTONO - Banda en la que se mueve la HumMín	61
- Figura III.43: ECOTONO - Intervalo de variación HumMáx-HumMín	62
- Figura III.44: TESTIGO - Banda en la que se mueve la T0Máx	63
- Figura III.45: TESTIGO - Banda en la que se mueve la T0Mín	63
- Figura III.46: TESTIGO - Intervalo de variación T0Máx-T0Mín	64
- Figura III.47: TESTIGO - Banda en la que se mueve la T10Máx	65
- Figura III.48: TESTIGO - Banda en la que se mueve la T10Mín	65
- Figura III.49: TESTIGO - Intervalo de variación T10Máx-T10Mín	66
- Figura III.50: TESTIGO - Banda en la que se mueve la HumMáx	67
- Figura III.51: TESTIGO - Banda en la que se mueve la HumMín	67
- Figura III.52: TESTIGO - Intervalo de variación HumMáx-HumMín	68
- Figura IV.1: Modificación Absoluta de T0Máx	73
- Figura IV.2: Modificación Absoluta de T0Mín	74
- Figura IV.3: Modificación Absoluta de T10Máx	77
- Figura IV.4: Modificación Absoluta de T10Mín	78
- Figura IV.5: Modificación Absoluta de HumMáx	81
- Figura IV.6: Modificación Absoluta de HumMín	82
- Figura IV.7: Relación Temperatura-Humedad	84
- Figura IV.8: Relación T10Máx-HumMín	86
- Figura A.1: Montes de Valsaín. Situación.	93
- Figura A.2: Grafico de datos disponibles.	96
- Figura A.3: Coeficiente de Variación. T0Máx.	103
- Figura A.4: Coeficiente de Variación. T0Mín.	103
- Figura A.5: Coeficiente de Variación. T10Máx.	104
- Figura A.6: Coeficiente de Variación. T0Mín.	104
- Figura A.7: Coeficiente de Variación. HumMáx.	105
- Figura A.8: Coeficiente de Variación. HumMín.	105



- Figura A.9: Rango de Variación. T0Máx.	106
- Figura A.10: Rango de Variación. T0Mín.	107
- Figura A.11: Rango de Variación. T10Máx.	108
- Figura A.12: Rango de Variación. T10Mín.	109
- Figura A.13: Rango de Variación. HumMáx.	110
- Figura A.14: Rango de Variación. HumMín.	111



## INDICE DE TABLAS

- Tabla II.1: Coordenadas de las parcelas de estudio	18
- Tabla II.2: Unidades originales y definitivas de las variables de estudio	25
- Tabla III.1: Síntesis de los Resultados Totales (1)	26
- Tabla III.2: Resultados por variables - TOMáx – Promedios (°C)	29
- Tabla III.3: Resultados por variables - TOMáx – Máximas Absolutas (°C)	30
- Tabla III.4: Resultados por variables - TOMín – Promedios (°C)	31
- Tabla III.5: Resultados por variables - TOMín – Mínimas Absolutas (°C)	32
- Tabla III.6: Resultados por variables - T10Máx – Promedios (°C)	34
- Tabla III.7: Resultados por variables - T10Máx - Máximas Absolutas (°C)	35
- Tabla III.8: Resultados por variables - T10Mín – Promedios (°C)	36
- Tabla III.9: Resultados por variables - T10Mín – Mínimas Absolutas (°C)	37
- Tabla III.10: Resultados por variables - HumMáx – Promedios (%)	39
- Tabla III.11: Resultados por variables - HumMáx – Máximas Absolutas (%)	40
- Tabla III.12: Resultados por variables - HumMín – Promedios (%)	41
- Tabla III.13: Resultados por variables - HumMín – Mínimas Absolutas (%)	42
- Tabla III.14: PINAR – TOMáx* (°C)	45
- Tabla III.15: PINAR – TOMín* (°C)	45
- Tabla III.16: PINAR - Intervalo de variación TOMáx-TOMín* (°C)	46
- Tabla III.17: PINAR – T10Máx (°C)	47
- Tabla III.18: PINAR – T10Mín (°C)	47
- Tabla III.19: PINAR - Intervalo de variación T10Máx-T10Mín (°C)	48
- Tabla III.20: PINAR – HumMáx (%)	49
- Tabla III.21: PINAR – HumMín (%)	49
- Tabla III.22: PINAR - Intervalo de variación HumMáx-HumMín (°C)	50



- Tabla III.23: REBOLLAR – TOMáx (°C)	51
- Tabla III.24: REBOLLAR – TOMín (°C)	51
- Tabla III.25: REBOLLAR - Intervalo de variación TOMáx-TOMín (°C)	52
- Tabla III.26: REBOLLAR – T10Máx (°C)	53
- Tabla III.27: REBOLLAR – T10Mín (°C)	53
- Tabla III.28: REBOLLAR - Intervalo de variación T10Máx-T10Mín (°C)	54
- Tabla III.29: REBOLLAR – HumMáx (%)	55
- Tabla III.30: REBOLLAR – HumMín (%)	55
- Tabla III. 31: REBOLLAR - Intervalo de variación HumMáx-HumMín (%)	56
- Tabla III.32: ECOTONO – TOMáx (°C)	57
- Tabla III.33: ECOTONO – TOMín (°C)	57
- Tabla III.34: ECOTONO - Intervalo de variación TOMáx-TOMín (°C)	58
- Tabla III.35: ECOTONO – T10Máx (°C)	59
- Tabla III.36: ECOTONO – T10Mín (°C)	59
- Tabla III.37: ECOTONO - Intervalo de variación T10Máx-T10Mín (°C)	60
- Tabla III.38: ECOTONO – HumMáx (%)	61
- Tabla III.39: ECOTONO – HumMín (%)	61
- Tabla III.40: ECOTONO - Intervalo de variación HumMáx-HumMín (%)	62
- Tabla III.41: TESTIGO – TOMáx (°C)	63
- Tabla III.42: TESTIGO – TOMín (°C)	63
- Tabla III.43: TESTIGO - Intervalo de variación TOMáx-TOMín (°C)	64
- Tabla III.44: TESTIGO – T10Máx (°C)	65
- Tabla III.45: TESTIGO – T10Mín (°C)	65
- Tabla III.46: TESTIGO - Intervalo de variación T10Máx-T10Mín (°C)	66
- Tabla III.47: TESTIGO – HumMáx (%)	67



- Tabla III.48: TESTIGO – HumMín (%)	67
- Tabla III.49: TESTIGO - Intervalo de variación HumMáx-HumMín (%)	68
- Tabla IV.1: Síntesis de los Resultados Totales (2)	69
- Tabla IV.2: Síntesis del Año Medio de la Temperatura en Superficie (T0)	71
- Tabla IV.3: Modificación Absoluta TOMáx (°C)	73
- Tabla IV.4: Modificación Absoluta TOMín (°C)	74
- Tabla IV.5: Períodos diferenciados Temperatura en Superficie	75
- Tabla IV.6: Síntesis del Año Medio de la Temperatura en Profundidad (T10)	76
- Tabla IV.7: Modificación Absoluta T10Máx (°C)	77
- Tabla IV.8: Modificación Absoluta T10Mín (°C)	78
- Tabla IV.9: Períodos diferenciados Temperatura en Profundidad	79
- Tabla IV.10: Síntesis del Año Medio de la Humedad Edáfica (Hum)	80
- Tabla IV.11: Modificación Absoluta HumMáx (%)	81
- Tabla IV.12: Modificación Absoluta HumMín (%)	82
- Tabla IV.13: Períodos diferenciados Humedad Edáfica	83
- Tabla A.1: Estudio de Suelo	94
- Tabla A.2: Muestra de los datos de partida	95
- Tabla A.3: Año Medio por meses. TOMáx	97
- Tabla A.4: Año Medio por meses. TOMín	98
- Tabla A.5: Año Medio por meses. T10Máx	99
- Tabla A.6: Año Medio por meses. T10Mín	100
- Tabla A.7: Año Medio por meses. HumMáx	101
- Tabla A.8: Año Medio por meses. HumMín	102
- Tabla A.9: Rango de Variación - TOMáx (°C)	106
- Tabla A.10: Rango de Variación - TOMín (°C)	107
- Tabla A.11: Rango de Variación - T10Máx (°C)	108



- Tabla A.12: Rango de Variación - T10Mín (°C)	109
- Tabla A.13: Rango de Variación - HumMáx (°C)	110
- Tabla A.14: Rango de Variación - HumMín (°C)	111



## CAPÍTULO I.- Introducción

La presente Memoria recoge el Trabajo de Fin de Carrera que ha realizado la autora para optar al título de Ingeniero Técnico Forestal.

El ámbito científico-técnico en el que se engloba dicho trabajo es la Microclimatología asociada a la Edafología, o mejor dicho la parte de la Microclimatología asociada al clima del suelo, lo que podría llamarse "Edafoclimatología".

### I.1.- Antecedentes

La meteorología se ocupa del estudio de la atmósfera, así como de sus propiedades y de los fenómenos que se producen en ella. La micrometeorología estudia estos mismos procesos pero a pequeña escala espacial y temporal, es decir los procesos locales en un momento determinado.

El comportamiento "normal" o habitual de determinados procesos micrometeorológicos da lugar al denominado *microclima*, que según Gómez Sanz (2002), "se define como las condiciones microescálicas de estado y comportamiento del sistema atmósfera-superficie terrestre."

#### El suelo

De todos los materiales que aparecen de forma natural en nuestro planeta, el suelo es probablemente el más complejo de todos. Es una combinación de múltiples elementos orgánicos y minerales, en proporción variable, que pueden estar en forma sólida, líquida y/o gaseosa, organizada en una estructura más o menos suelta, más o menos porosa, formando horizontes más o menos diferenciados, y que está en constante proceso de cambio. Contiene además un gran número de organismos vivos entre los que se encuentran insectos y otros animales, además de microorganismos como hongos y bacterias, responsables de innumerables transformaciones biogeoquímicas, que abarcan desde la fijación del nitrógeno atmosférico hasta la descomposición de la materia orgánica (De la Rosa, 2013).

El suelo nace y evoluciona a partir de un material mineral inerte, procedente del material geológico originario, y de una materia orgánica, procedente en su mayoría de restos vegetales, ambos expuestos a la acción del clima, y por tanto en constante proceso de formación y evolución -edafogénesis-, cuya consecuencia más visible es la formación de los diferentes *horizontes edáficos*, que dan lugar en su conjunto al denominado *perfil*. Para ser exactos, en realidad habría que decir que tanto la fracción mineral como la orgánica evolucionan de forma interdependiente de acuerdo con las condiciones microclimáticas, siendo



éstas las propias del clima global de la zona, con las modificaciones locales impuestas por la topografía, la vegetación y el uso al que esté destinado dicho suelo (Cobertera, 1993).

Dado que el suelo se encuentra, físicamente, en un espacio de intersección entre la atmósfera, la litosfera, la hidrosfera y la biosfera, su formación y sus propiedades están influidas por las de todos los sistemas de los que depende. Esta situación de interfase y de interdependencia respecto de tantos elementos, ya altamente heterogéneos en sí mismos, hace que los suelos sean muy diferentes de unos lugares a otros, mostrando una extraordinaria variabilidad espacial, incluso en distancias muy cortas (De la Rosa, 2013), lo que permite apreciar la relevancia de los diferentes microclimas.

Debido tanto a su complejidad como a su multifuncionalidad, en los últimos tiempos el estudio del suelo y sus múltiples elementos se aborda desde un enfoque global e interdependiente, y más que del *suelo* como ente individual, se habla del *sistema suelo*. Es el denominado "enfoque sistémico", que trata el suelo como un sistema abierto, interactivo, dinámico y complejo, que existe y funciona como un subsistema de los ecosistemas terrestres (Jordan, 2009), y que representa un elemento fundamental para el desarrollo de la vida sobre el planeta.

#### Condiciones de estado del suelo: el Edafoclima

El estudio de las condiciones climáticas del suelo se lleva a cabo desde el conocimiento de sus variables de estado. Algunas de estas variables son la luminosidad -como indicador de la entrada de energía en el sistema- la temperatura y la humedad. El comportamiento de estas variables a largo plazo conforma el Edafoclima.

El edafoclima actúa como un regulador fundamental de los procesos físico-químicos y biológicos que se producen en el medio edáfico (Jenny, 1941), y tiene por tanto gran trascendencia en el funcionamiento del ecosistema suelo-planta-animal.

Taxonómicamente, el edafoclima también puede considerarse un carácter clasificatorio: el régimen de humedad marca el orden, el suborden y el subgrupo de un determinado suelo, mientras que el régimen de temperatura marca la familia (Soil Survey Staff, 1975).

#### La luminosidad

La iluminancia, iluminación o luminosidad es "la densidad de flujo de la radiación solar incidente sobre un determinado lugar" (Gómez Sanz, 2002), y representa aquella parte de la radiación solar que el ojo humano es capaz de percibir, y que denominamos "espectro visible" (radiación de onda corta, entre 0,4 y 0,7  $\mu\text{m}$ ). Dada esta relación, la luminosidad es un buen indicador de la energía de radiación entrante en un sistema (Gómez Sanz, 2002).



El patrón de variación de la luminosidad en un lugar determinado es, como el de la radiación solar, doble: existe una variación diaria -en función del movimiento de rotación de la Tierra- y otra anual, dependiente del movimiento de la Tierra alrededor del Sol en combinación con la inclinación del eje terrestre.

El máximo diario de la luminosidad aparece en el momento en que el Sol se halla en el punto de máxima elevación, es decir a las 12 horas solares (máximo puntual). Después de ese momento, y mientras el Sol desciende hacia el horizonte, la luminosidad va disminuyendo hasta que, al llegar la noche, se alcanza el mínimo, que durará hasta que vuelva a haber radiación solar (mínimo no puntual).

En cuanto a la variación anual y en nuestra latitud, el máximo de luminosidad ocurre en el solsticio de verano, y el mínimo en el de invierno.

### La temperatura del suelo

El contenido de calor en el suelo, medido a través de su temperatura, es función del flujo radiante que recibe, las propiedades térmicas que posee y su contenido de agua (Porta et al., 2003).

Sin considerar el movimiento de las masas de aire, las fluctuaciones en la temperatura del suelo y del aire próximo a él responden al siguiente patrón:

- Durante el día, la radiación solar calienta progresivamente el aire próximo al suelo, cuya temperatura alcanza el máximo a las 15 horas solares -y no al mediodía solar- debido a la inercia térmica. A partir de ese momento el aire comienza a enfriarse, presentando el mínimo unos minutos después del amanecer (Gómez Sanz, 2002).

- En cuanto a las variaciones intraanuales, en climas estacionales como los existentes en la Península Ibérica, la temperatura máxima del aire próximo a la superficie se alcanza algún tiempo después del solsticio de verano (finales de julio - primeros de agosto) y después va disminuyendo hasta alcanzar el mínimo a finales de enero o primeros de febrero.

- En cuanto a la temperatura del suelo, tanto sus fluctuaciones diarias como las intraanuales siguen un patrón similar pero desplazado -retrasado- en el tiempo, debido a una mayor inercia térmica.

Tanto la variación diaria de la temperatura del suelo como la intraanual pueden ser representadas por curvas sinusoidales. No obstante, existe un efecto de amortiguación de las variaciones de temperatura del suelo al aumentar la profundidad, de modo que la amplitud de la curva no es constante en todo el perfil sino menor a medida que desciende (Porta et al., 2003).



### La humedad del suelo

El agua del suelo forma parte del ciclo hidrológico. Una vez que el agua ha penetrado en el suelo, circula por los macroporos y ocupa parcial o totalmente los poros capilares, donde puede ser retenida. El comportamiento de este agua, circulante o retenida, es dinámico y presenta variaciones a escala diaria (Porta et al., 2003).

El grado de humedad -en términos relativos- se determina mediante la tasa de humedad volumétrica (volumen de agua respecto del volumen de suelo) o mediante la tasa de humedad gravimétrica (peso de agua respecto al peso del suelo).

### Efectos fisiológicos de la variabilidad espacio-temporal de las variables de estado del suelo

La radiación solar de onda corta se denomina también "radiación fotosintéticamente activa -RFA-", debido a que desempeña un papel fundamental en la activación y regulación de los procesos fotoquímicos esenciales para el metabolismo vegetal (fotosíntesis) (Gómez Sanz, 2002).

El patrón de luminosidad y sus variaciones -además de otros factores- determinan las características de cada formación vegetal -composición específica, estructura, espesura...- e influyen en gran parte de los procesos ecofisiológicos, desde la germinación hasta la fructificación, pasando por supuesto por el crecimiento.

Los procesos físicos, químicos y biológicos de un ecosistema están fuertemente influenciados por la temperatura. En el caso del suelo, por ejemplo, la germinación de las semillas raramente tiene lugar por debajo de 5°C. (Porta et al., 2003). Pero la temperatura del suelo influye no sólo en la germinación de las semillas, sino también en el crecimiento de las raíces, y por supuesto en la actividad de la microflora y la microfauna edáficas. Dicha actividad se detiene, en términos generales, al bajar de 0°C, y va aumentando con el aumento de la temperatura, hasta detenerse de nuevo en torno a los 40°C (Pochon et al., 1958 ;cit. Cobertera, 1986).

En cuanto a la humedad edáfica, dado que en el ámbito forestal mediterráneo una parte importante de las precipitaciones se produce durante el período de parada vegetativa, a igualdad de otras condiciones el factor que limita la existencia y la productividad de las especies forestales es la cantidad de agua que el suelo es capaz de retener y posteriormente suministrar (González Rebollar, 1999; Montero de Burgos y González Rebollar, 1983; Gandullo *et al.*, 1998; Domingo et al., 2006).

El porcentaje de agua en el suelo influye también en su comportamiento térmico. Esto se debe a que el agua, por un lado ejerce un papel amortiguador de las fluctuaciones térmicas, pero al tiempo es un conductor más rápido que la tierra. Es decir, un suelo seco, por lo general, varía de temperatura de forma relativamente rápida, de acuerdo con las variaciones de la



superficie, y muestra diferencias sustanciales entre horizontes superficiales y horizontes profundos, mientras que un suelo húmedo suele presentar una temperatura más homogénea en todo el perfil, y sus variaciones se producen más lentamente (Cobertera, 1993). Asimismo, a igualdad de otras condiciones, el calentamiento de un suelo húmedo es más lento que el de un suelo seco. En climas estacionales, al llegar la primavera, los suelos húmedos permanecerán fríos por más tiempo, por lo que la actividad biológica se verá retrasada y el período de crecimiento será menor. Hay que tener en cuenta también que en los suelos fríos el agua se halla más fuertemente retenida, de modo que la disponibilidad de agua para las plantas es mayor en los suelos con mayor contenido de calor (Porta et al., 2003).

#### Factores de control de la variabilidad del Edafoclima. Influencia de la cubierta vegetal.

El patrón de comportamiento que muestran las variables de estado del edafoclima a lo largo del tiempo y el espacio -régimen de variación- es consecuencia de las fluctuaciones del balance de energía -en el caso de las variables termométricas- y del balance de agua en el caso de la tasa de humedad. Estas fluctuaciones están condicionadas por las propiedades físicas del suelo -textura y estructura-, el clima "exterior" dominante en la zona, y las características de la cubierta vegetal.

La importancia de la vegetación en los procesos de formación y evolución del suelo está ampliamente reconocida. La influencia de las condiciones de cubierta vegetal -o estructura del dosel- sobre los procesos ecológicos que se producen en el bosque, se considera un aspecto fundamental (Martínez, 2007).

La vegetación influye sobre el suelo y el edafoclima de múltiples formas, algunas de ellas especialmente relevantes en cuanto al balance energético y al de humedad:

Las raíces grandes contribuyen a la rotura y meteorización física de la roca madre sobre la que se asientan, y junto con las raíces pequeñas construyen y mantienen el sistema de huecos, favoreciendo la circulación del agua y del aire y mejorando la estructura y la capacidad de retención de agua. Las finas raicillas de las herbáceas absorben el agua de los primeros centímetros del suelo, disminuyendo la escorrentía -y por tanto la erosión superficial-, la percolación y el lavado de nutrientes y materiales finos. En el caso de vegetación con raíces profundas, éstas ejercen un efecto "succionador" sobre el agua retenida en las capas más bajas del suelo. De tal modo, la distribución espacial de las raíces de las diferentes especies y su capacidad de absorción influyen en la cantidad y distribución del agua en el suelo.

En cuanto a la temperatura del suelo, aunque viene determinada en primer lugar por el clima de la zona de que se trate, la existencia de cobertura vegetal actúa sobre el balance energético como un agente amortiguador de las fluctuaciones térmicas diarias y estacionales, porque forma una pantalla protectora no sólo frente a la entrada de radiación solar sino también frente a la pérdida de calor por irradiación cuando no hay sol, actuando así como agente moderador de la temperatura y de la evapotranspiración. En climas continentales,



donde el rango de variación térmico durante el año es muy grande y las temperaturas frecuentemente sobrepasan los 40°C o están por debajo de 0°C, el papel protector de la cubierta vegetal es de vital importancia, tanto para la persistencia y desarrollo de las plántulas como para la actividad microbiana.

Cuando la parte aérea de las plantas muere, la materia orgánica fresca (MOF) se deposita sobre el suelo, actuando como una especie de "manta" frente a los diversos agentes atmosféricos y la erosión, manteniendo una temperatura más estable y cierto grado de humedad.

En el caso de la Península Ibérica, los pinares mediterráneos de montaña revisten una gran importancia, no solo por los beneficios medioambientales y recreativos que generan, sino por sus recursos madereros. Entre estos pinares mediterráneos de montaña, los de pino silvestre del Sistema Central son especialmente interesantes, pues en sus cotas más bajas limitan con masas de rebollar, dando lugar a un interesante ecotono (zona de transición natural entre dos o más ecosistemas distintos).

Los ecotonos presentan características propias y de ambas comunidades, de tal modo que pueden albergar especies de ambas y además organismos propios que aprovechan las condiciones intermedias, es decir son áreas potencialmente más diversas que los ecosistemas que las integran. Otra característica de los ecotonos es que, por hallarse en la zona que conforma el límite ecológico de las especies en transición, reaccionan más rápidamente y de forma más acusada a los cambios ambientales. Estos caracteres diferenciadores de los ecotonos hacen que sean considerados zonas de gran riqueza e interés biológico, además de sistemas sensibles y de respuesta relativamente rápida.

La necesidad de disponer de mas información sobre los procesos ecológicos que operan en estos bosques en general, y en concreto en la zona de transición entre las formaciones de pino silvestre y de robles rebollos, llevó a la puesta en marcha en 2004 de un Proyecto de Investigación que llevó por título "Caracterización espacial de las áreas de ecotono entre pinar de *Pinus sylvestris* L. y rebollar de *Quercus pyrenaica* Willd. en el Sistema Central. Implicaciones selvícolas para la conservación de la biodiversidad.". Este trabajo estaba incluido en los proyectos de I+D del Programa Nacional AGL2004-04941 y AGL2007-64707/FOR, y fue desarrollado bajo la dirección del Dr. Agustín Rubio Sánchez (investigador principal). Entre sus objetivos específicos (concretamente el nº 4) figuraba el estudio de la variabilidad microclimatológica en estas zonas de ecotono pinar de silvestre-rebollar.



## **I.2.- Justificación**

El gran interés científico del estudio del suelo reside por un lado en su multifuncionalidad, y por otro en el hecho de que es un elemento básico de la riqueza nacional de un país, lo que le confiere una gran importancia técnica (De la Rosa, 2013). En este sentido, el conocimiento del suelo resulta indispensable para establecer la planificación del territorio, para explorar una agricultura más integrada en el medio, y para ejecutar una evaluación de cualquier impacto sobre el propio suelo (Cobertera, 1993).

Por otro lado, actualmente es indiscutible el papel de los bosques como sumideros de carbono y como agentes de influencia determinante en los ciclos biogeoquímicos de los ecosistemas. Según datos de la FAO (2011), se calcula que en el año 2010 la cantidad de carbono acumulado por los bosques superaba al total del carbono presente en la atmósfera.

Aparte de otras consideraciones que pudieran tenerse en cuenta -como su influencia sobre la biodiversidad, la cantidad y calidad de las aguas, el control de la erosión o la regulación del clima-, también se puede considerar el bosque como un productor de materia prima y energía renovables, así como de otros recursos valiosos. Si el bosque -con todos sus elementos- es correctamente gestionado y cuidado, el ser humano puede abastecerse no sólo causando el menor impacto posible en su entorno, sino incluso mejorándolo a largo plazo, lo cual a su vez ayuda a mantener dicha producción. Se hace obvio pues que para conseguir una producción forestal sostenida y sostenible a largo plazo, es necesario velar por la conservación e incluso la mejora de los sistemas forestales. De este modo, los gestores de los montes están hoy en día obligados a diseñar modelos de gestión que sean capaces de optimizar la relación producción-conservación. Y dado que los suelos constituyen la pieza básica sobre la que se asientan estos ecosistemas, es esencial conocer sus características y mecanismos para poder gestionarlos correctamente.

Dado que la madera del pino silvestre es de gran interés comercial, son abundantes los trabajos que han estudiado esta especie desde el punto de vista de la selvicultura, tanto en España como en otros países de Europa; sin embargo son escasos los estudios con un enfoque ecológico o de conservación (Martínez, 2007; Blanco, 2004). En cuanto al rebollo, el hecho de que su madera tenga menor importancia económica ha llevado lógicamente a que los estudios sobre esta especie sean incluso más escasos.



### Estado actual del conocimiento del efecto de las condiciones de cubierta vegetal sobre el comportamiento edafoclimático

Para abordar el estudio de la micrometeorología, y por extensión de la microclimatología, es necesario tener en cuenta no sólo las condiciones abióticas del sistema aire-suelo, sino también las complejas interrelaciones que se producen entre éste y los seres vivos que lo pueblan. Esto ha llevado a que muchos de los estudios realizados tengan un enfoque multidisciplinar, y no específicamente microclimático. A esto hay que añadirle la enorme heterogeneidad que presenta la superficie terrestre, incluso a pequeña escala: relieve, orientación, corrientes o masas de agua, vegetación.... Esto da lugar a multitud de pequeñas áreas que funcionan como fuentes o como sumideros de energía y/o materia, lo que convierte los flujos de energía y de materia en procesos muy difíciles de cuantificar (Gómez Sanz, 2002).

Pese a esta dificultad, los procesos de intercambios de materia y energía en los ecosistemas -fundamento de la micrometeorología- han sido objeto de estudio desde la primera mitad del siglo XX, y aún lo son hoy en día, si bien son mucho menos numerosos los estudios sobre sistemas con cubierta vegetal que sobre suelos desnudos, y especialmente escasos en el caso de los sistemas forestales boreales (Baldochi et al., 2000, cit. Gómez Sanz, 2002).

La mayor parte de estos trabajos de investigación está basada en mediciones de las variables atmosféricas locales, lo que posteriormente permite la caracterización estadística de dichas variables para esa localización, o para otras de características similares. Lo más habitual de estos estudios es que sean de corta duración, siendo relativamente difícil encontrar trabajos de más de un año. No obstante, algunos trabajos llevados a cabo últimamente, como los de Morecroft et al. (1998), sí contemplan un período de observación relativamente largo (Gómez Sanz, 2002).

En España, los estudios sobre micrometeorología son más bien escasos, y es más frecuente encontrarlos relacionados con otras disciplinas. La mayoría de estos trabajos se centran en estudiar determinados parámetros bajo un mismo tipo de cubierta vegetal, frecuentemente comparando su comportamiento bajo diferentes condiciones de densidad (antes y después de una clara por ejemplo) o de localización (bordes, aperturas...). Son particularmente escasos los estudios que comparen el comportamiento de las mismas variables bajo diferentes formaciones vegetales.

También hay que mencionar que, pese a la relevancia que el suelo tiene como sustentador de la vida vegetal y animal, ha sido un elemento habitualmente descuidado hasta hace relativamente poco tiempo. Hoy en día, la conservación y la mejora del suelo son temas prioritarios en muchos de los foros en los que se tratan cuestiones ambientales, sociales o incluso económicas, y la lógica hace prever que ese enfoque perdurará en el futuro.

En cuanto a la temperatura del suelo, hasta hace relativamente pocos años se ha prestado poca atención al estudio de sus efectos, aunque éste se ha visto impulsado últimamente por el desarrollo de modelos para el crecimiento de las plantas y la investigación sobre evapotranspiración (Porta et al., 2003).



En las dos últimas décadas se están llevando a cabo estudios que incluyen modelos predictivos de la evolución de los ecosistemas forestales ante el posible cambio climático u otros impactos ambientales adversos (Granier et al., 2000), pero la elaboración de estos modelos necesita tener como base datos precisos y de largo plazo que contemplen la variabilidad espacial y temporal de parámetros clave (Martínez, 2007). Desafortunadamente, a día de hoy es patente una falta de series de datos normalizados, obtenidos en campo, que permitan la definición del régimen de variación del edafoclima asociado a cada localización y la validación de los modelos desarrollados (Hontoria, 1995).

Aún no existe, por tanto, un conocimiento específico suficiente sobre el efecto modificador de las condiciones de cubierta vegetal sobre las variables edafoclimáticas en localizaciones con un mesoclima común.

En el desarrollo del Proyecto de Investigación anteriormente comentado (“Caracterización espacial de las áreas de ecotono entre pinar de *Pinus sylvestris* L. y rebollar de *Quercus pyrenaica* Willd. en el Sistema Central. Implicaciones selvícolas para la conservación de la biodiversidad”) se obtuvieron un conjunto de observaciones de carácter micrometeorológico que hasta la fecha no ha sido analizado. La posibilidad de disponer de esta información ha permitido la realización del presente trabajo, que sigue la línea de investigación abierta por los estudios del Dr. Gómez Sanz (2002, 2004, 2009) sobre diferentes aspectos microclimáticos en localizaciones de pinar de silvestre y rebollar en los Montes de Valsain.

### **1.3.- Objetivos**

El objetivo central de este Trabajo de Fin de Carrera es el de caracterizar los regímenes de variación de las variables de estado edafoclimáticas bajo diferentes condiciones de cubierta forestal arbórea. La comparación de éstos permitirá identificar y evaluar el papel que juega el tipo de cubierta vegetal en la respuesta microclimática observada.

Para ello, a partir de los registros obtenidos de las variables de estado:

- a) Se procederá a un proceso de depuración y validación.
- b) Se analizará su comportamiento temporal a lo largo del periodo de observación.
- c) Se integrarán para caracterizar el comportamiento microclimático para cada tipo de cubierta, identificando las variables de estado que muestran un régimen de variación más trascendentes para la respuesta biológica observada (diferencias entre condiciones de cubierta).



## CAPÍTULO II.- Material y Métodos

### II.1.- Descripción del área de estudio

El Sistema Central, situado en el centro de la Península Ibérica y con una longitud de unos 500 km, constituye el límite sur de la cuenca del Duero, dividiendo la Meseta interior peninsular en dos, de Este-Noreste a Oeste-Suroeste. Es un conjunto de bloques levantados que se originó por choque de las dos Mesetas durante la Orogenia Alpina. Está formado mayoritariamente por rocas de naturaleza cristalina (gneises y granitos).

Siendo su máxima cota altitudinal los 2592 metros del Pico Almanzor, en la Sierra de Gredos, el Sistema Central no representa una elevación muy importante, si bien tiene gran relevancia desde el punto de vista bioclimático, puesto que supone la transición entre la “Iberia Verde” - denominación que se aplica a la parte norte de la Península, donde el dominio climático es mayoritariamente el centroeuropeo occidental - y la “Iberia Parda”, término que, englobando a la mitad sur de la Península, hace referencia al dominio climático mediterráneo.

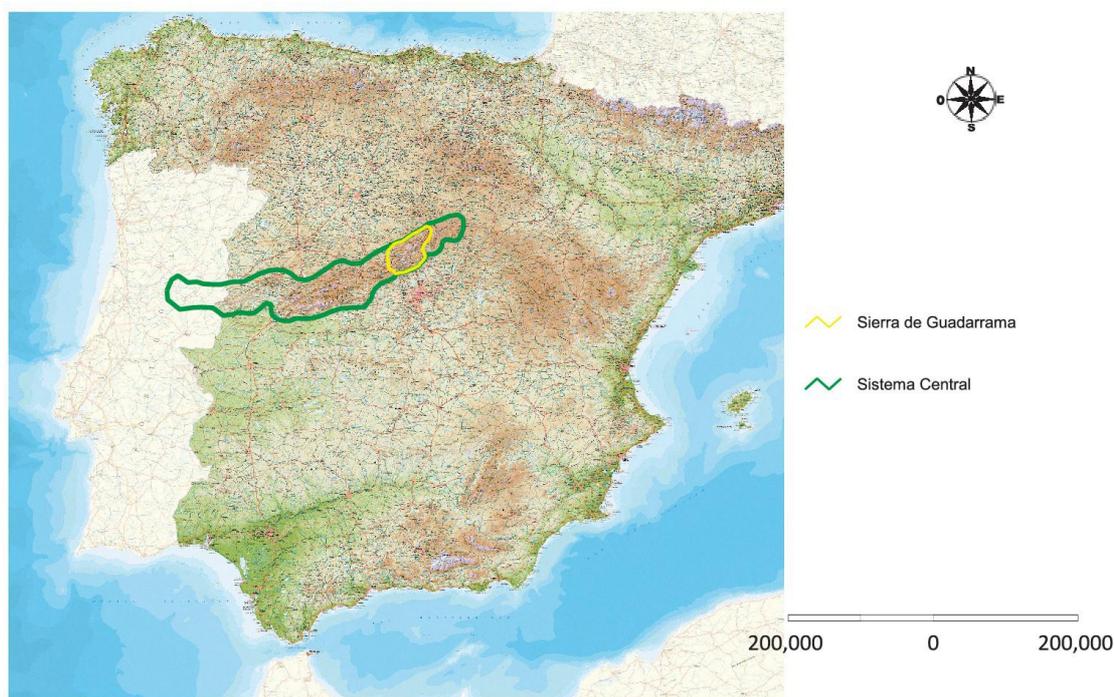


Figura II.1: Situación del Sistema Central y la Sierra de Guadarrama.  
Elaboración propia a partir del ME500 del © Instituto Geográfico Nacional de España



La Sierra de Guadarrama se sitúa entre la Sierra de Gredos (al suroeste) y la Sierra de Ayllón (al noreste). Su vertiente noroeste - cuyas aguas vierten a la cuenca del Duero -, pertenece a las provincias de Segovia y Avila, y la vertiente sureste – cuenca del Tajo - pertenece a Madrid. Su cumbre más alta es Peñalara, con 2428m.

### II.1.1.- Los Montes de Valsaín

En el municipio de San Ildefonso-La Granja (Segovia; Comunidad Autónoma de Castilla y León), que descansa sobre la ladera Norte de la Sierra de Guadarrama, se encuentran el monte Matas y el monte Pinar, números 1 y 2 del Catálogo de Montes de Utilidad Pública de la provincia de Segovia. Se localizan en las hojas 483 y 508 del Mapa Topográfico Nacional 1:50000 del Instituto Geográfico Nacional.

Estos montes, junto con el Aserradero y el Centro Nacional de Educación Ambiental, conforman la Unidad de Gestión “Montes de Valsaín”, dependiente del Organismo Autónomo Parques Nacionales (Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino del Gobierno de España). Su gestión se encuentra regulada por el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de la Sierra de Guadarrama, y disfruta de algunas figuras de protección adicionales.

El Anexo I muestra la situación de los Montes de Valsaín en el contexto provincial.

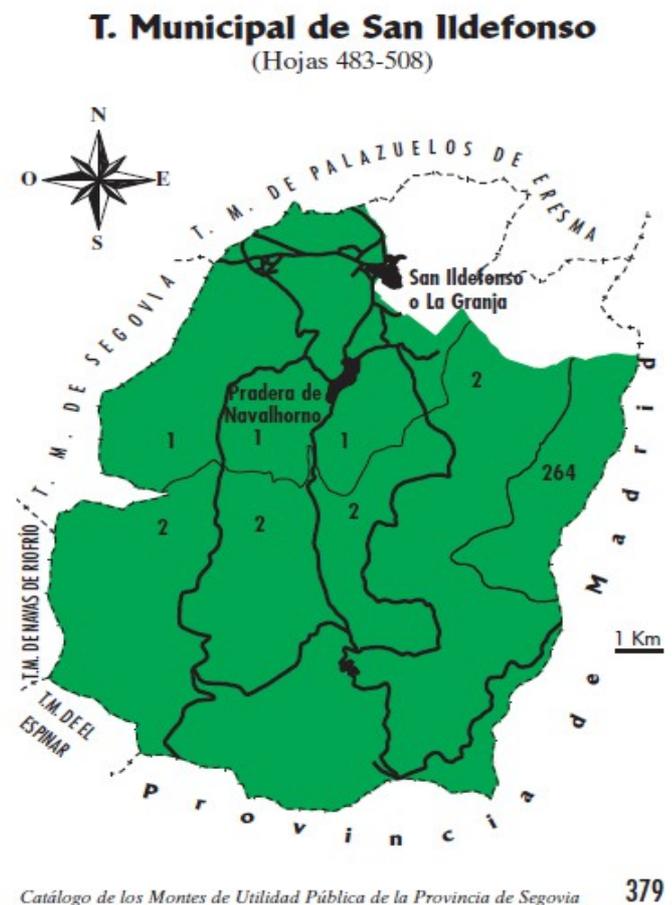
Extensión: 10.668 ha (7.622 en el Monte Pinar y 3.046 en el Monte Matas).

Altitud mayor: 2125m (Siete Picos)

Altitud menor: 1100 m (La Granja de San Ildefonso)

Hidrografía: Sus ríos principales -todos pertenecientes a la cuenca hidrográfica del Duero- son el Río Eresma, el Río Cambrones, el Río Frío (o Arroyo de la Acebeda) y el Río Peces.

Geomorfología: se trata de un conjunto de valles en forma de V, abiertos hacia el norte.



Catálogo de los Montes de Utilidad Pública de la Provincia de Segovia 379

Figura II.2: Situación de los MUP "Matas" (1) y "Pinar" (2) en el contexto municipal.



### Geología y suelos

Los Montes de Valsaín se asientan sobre rocas ígneas y metamórficas. Las áreas no metamórficas se caracterizan por la presencia de granitos, adamelitas y granodioritas, con gran presencia de cuarzo. En las áreas metamórficas abundan los gneis y micacitas, procedentes de metamorfismo regional profundo. El proceso de meteorización – fundamentalmente física – de los materiales gnéisicos y graníticos ha dado lugar a los depósitos actuales.

El ambiente edafogenético predominante es el correspondiente a medios suficientemente aireados, con roca madre sin características especiales, bajo clima templado-frío y régimen de humedad no percolante (Gómez Sanz, 2002).

Los suelos que encontramos en estos montes son, salvo casos puntuales, de naturaleza ácida, más en las zonas de pinar que en las de pastos, y sobre todo más que en las de rebollar. La materia orgánica existente es mayormente de tipo moder, aunque en el robledal puede tener más tendencia a mull. En cualquier caso, la relación C/N será menor en las zonas de rebollo o encinar que en las de pinar, al contrario que la fertilidad potencial.

Como norma general, en las zonas de pendiente, los perfiles más probables son AC o AR; en las laderas, de forma excepcional, aparecerán perfiles A(B)C. En las zonas llanas se encontrará este último, o incluso un perfil ABC. El horizonte B podría evolucionar a Bt, debido a iluviación de arcillas procedentes del horizonte superior o por argilización.

La textura del suelo es, de forma general, franco-arenosa, o a veces arenosa. Por la naturaleza de la roca madre y los probables procesos de evolución, serán suelos bastante permeables y con poca tendencia a la compactación.

En zonas de pendiente, los suelos más abundantes serán (World Reference Base for Soil Resources, 2006) los Leptosoles (perfil AC, reacción ácida, complejo de cambio poco saturado), que presentan bajas tasas de fertilidad por el complejo de cambio poco saturado. Aparecerá algún Cambisol y/o algún Umbrisol y algo más de fertilidad si se trata de pastos o rasos, y si se trata de una zona de rebollar, al tener materia orgánica más rica en nutrientes, los Leptosoles serán algo más ricos.

En las zonas llanas, aparecen perfiles más evolucionados, como asociaciones de Luvisoles o, en menor medida, Acrisoles o Cambisoles. Si hay encharcamiento o drenaje deficiente los Luvisoles serán gleicos, y álbicos si se da acumulación de arenas cuarcíticas.

De forma puntual, en las zonas de vega y cercanas a los ríos aparecerán Fluvisoles, y en las zonas de afloramientos rocosos, Leptosoles.



### Características climáticas (Gómez Sanz y Rubio Sánchez, 2009)

Mediterraneidad (más de un mes de aridez, según Gausson), nemoralidad (precipitaciones de unos 1000mm/año) y continentalidad (marcada oscilación térmica anual y máximos de precipitaciones en primavera y otoño, con aridez estival)

Mes mas cálido: julio

Mes más frío: enero

Máximas absolutas: cercanas a 35°C

Mínimas absolutas: inferiores a -20°C

Media de las máximas del mes más cálido: superior a 20°C

Media de las mínimas del mes más frío: algo inferior a 0°C

Meses de helada probable: noviembre y abril

Meses de helada segura: de diciembre a marzo

Pluviometría media anual: desde unos 700mm/año en la estación de La Granja de San Ildefonso (1191m) hasta unos 1300mm/año en la del Puerto de Navacerrada (1890m)

Ambito fitoclimático: Nemoromediterráneo Genuino subtipo VI(IV)<sub>2</sub> (Allué, 1990), próximo al Orobolealóide Subnemoral subtipo VIII(VI).

### Vegetación

Si bien el régimen térmico y pluviométrico responden a una tipología mediterránea, la apertura de algunos valles a vientos de componente norte y el obstáculo que supone la formación montañosa a la circulación de las masas de aire hacen que la humedad relativa del aire sea particularmente elevada, y que con los cambios de altitud se produzca una amplia variabilidad térmica y pluviométrica.

Así mismo, hay una marcada continentalidad por la cercanía a las mesetas castellanas, que se traduce en una disminución invernal de las precipitaciones, debida a las altas presiones que se producen en el interior de la Península durante los meses de invierno.

Además, en estos montes existe una gran variedad de condiciones físicas, que dan lugar a su vez a una gran diversidad de ambientes, con sus diferentes ecosistemas:

- El rango altitudinal va de los aproximadamente 1000 metros del fondo de los valles a los más de 2100 de algunas cumbres, estando situada la cota supraforestal a unos 1900 metros. Las pendientes son acusadas, con valores que frecuentemente superan el 60%.



- La diferente orientación de las laderas hace que zonas no necesariamente muy distantes tengan diferentes condiciones de iluminación, temperatura y vientos dominantes.

- La calidad y profundidad del suelo también es variable, siendo más profundo y evolucionado en los fondos de valle, y más superficial, joven y pedregoso en las zonas más altas.

Esta diversidad de ambientes hace posible la coexistencia de especies de alta montaña y especies típicas de ambientes mediterráneos.

En la aproximación conceptual de Ruiz de la Torre, basada en criterios de vegetación dominante según estructura y fisonomía más significativa de las cubiertas más maduras, quedan representados en la zona de estudio los siguientes tipos estructurales:

a) Tipos zonales (dependientes del clima):

- T (Taigá; Formaciones arboladas de coníferas aciculifolias orófilas microtermas).

La máxima madurez correspondería a los pinares de *Pinus sylvestris*, en transición o mezcla con los rebollares de *Quercus pyrenaica* en altitudes próximas a la cota de separación de este tipo y el siguiente (1200 m), variable en función de la exposición y la posición fisiográfica.

Los pinares pueden estar localmente enriquecidos con manifestaciones de arbolado acompañante, con especies accesorias, tanto de caducifolios como de perennifolios: *Sorbus aucuparia*, *Corylus avellana* o *Ilex aquifolium*, aparte de la presencia de golpes o pies dispersos de *Populus tremula* en condiciones de intrazonalidad por saturación de humedad estacional o permanente en el suelo.

Este tipo estructural es asimilable al piso Supramediterráneo de la clasificación de Rivas Martínez.

- S (Bosques subsclerófilos de frondosas caducifolias de variante marcescente).

La vegetación más madura posible, o la presente bajo regímenes de explotación moderada, corresponde a los bosques marcescentifolios de *Quercus pyrenaica*, en masas puras o, localmente, con participación apreciable de otros árboles secundarios como los mencionados en el tipo anterior, además de pies dispersos de *Quercus ilex rotundifolia*.

El piso bioclimático correspondiente al tipo estructural S sería el Mesomediterráneo.



Las masas mixtas de rebollo y pino se darían fundamentalmente en las cotas de transición (en torno a los 1200 m arriba indicados), con estructura característica de un dosel alto de pinar más o menos denso con un estrato inferior de roble.

En ambos tipos, las unidades de cubierta vegetal representativas de los niveles de madurez intermedios son:

- En las máximas altitudes, con franca tendencia a la intrazonalidad por roquedo compacto, vegetación asimilable a la de la alta montaña, cuya máxima expresión se alcanzaría a partir de la *timberline* (cota de máxima expansión del arbolado en espesura) situada en general en el Sistema Central en los 2100-2200 m, con variaciones locales debidas a la exposición y la fisiografía.

- En el resto de los rangos altitudinales y según higrofilia decreciente (o xerofilia creciente) aproximada, cabe mencionar:

Entre las cubiertas leñosas y con especies que asimismo pueden ser abundantes en los subpisos de arbolados más o menos densos:

- Setos y orlas espinosos (*Rosa sp.*, *Crataegus monogyna*, *Rhamnus cathartica*, *Prunus spinosa*) con posible participación local de inermes como *Ligustrum vulgare* o *Lonicera peryclimenum* y *L. xylosteum*, con la significativa abundancia de *Rubus ulmifolius* en las vaguadas.

Las poblaciones de ericáceas higrófilas como *Erica arborea* y *Vaccinium myrtillus*, localmente dominantes en el subpiso de las formaciones arboladas.

Matorrales de talla mediana o alta de leguminosas retamoideas, desde las próximas a las cumbres (*Cytisus oromediterraneus*, a menudo acompañado de *Juniperus communis alpina*) hasta los piornales y escobonales de *Genista florida* y *Cytisus socoparius*, a los que habría que añadir inclusiones de *Genista cinerea* y manifestaciones locales de *Adenocarpus complicatus*.

Matorrales medios de estepa (*Cistus laurifolius*) y, en franjas altitudinales más bajas correspondiendo a enclaves de tendencia xerófila, *Cistus ladanifer*, que puede entremezclarse con el anterior.

Matorrales bajos de labiadas heliófilas, como *Lavandula stoechas* y *Thymus vulgaris*, con participación de *T. zygis* y *Santolina rosmarinifolia*, conformando "tomillares" mixtos, preferentemente en claros y áreas más degradadas.

Entre las comunidades herbáceas genéricas, se pueden destacar:

- Enclaves de céspedes de altura y de lastonares ligados a la alta montaña (*Festuca ovina* etc.)



- Pastizales mesófilos en transición a prados de diente
- Pastos herbáceos estacionales, de vivaces subxerófilas, incluyendo los berciales de *Stipa gigantea*, ligados principalmente al Tipo S

b) Tipos intrazonales (dependientes de características especiales edáficas o fisiográficas)

Los tipos intrazonales que con más frecuencia encontramos son:

- En roquedos compactos, vegetación rupícola (F)
- En vaguadas o arroyos, vegetación glicohidrófila (P), cuyas manifestaciones arbóreas son frecuentemente *Frangula alnus*, *Fraxinus angustifolia*, *Salix atrocinerea* y otros sauces.

### II.1.2.- Area de estudio

El presente estudio se ha realizado en una zona de los Montes de Valsaín situada unos 10 km al sureste de la ciudad de Segovia.

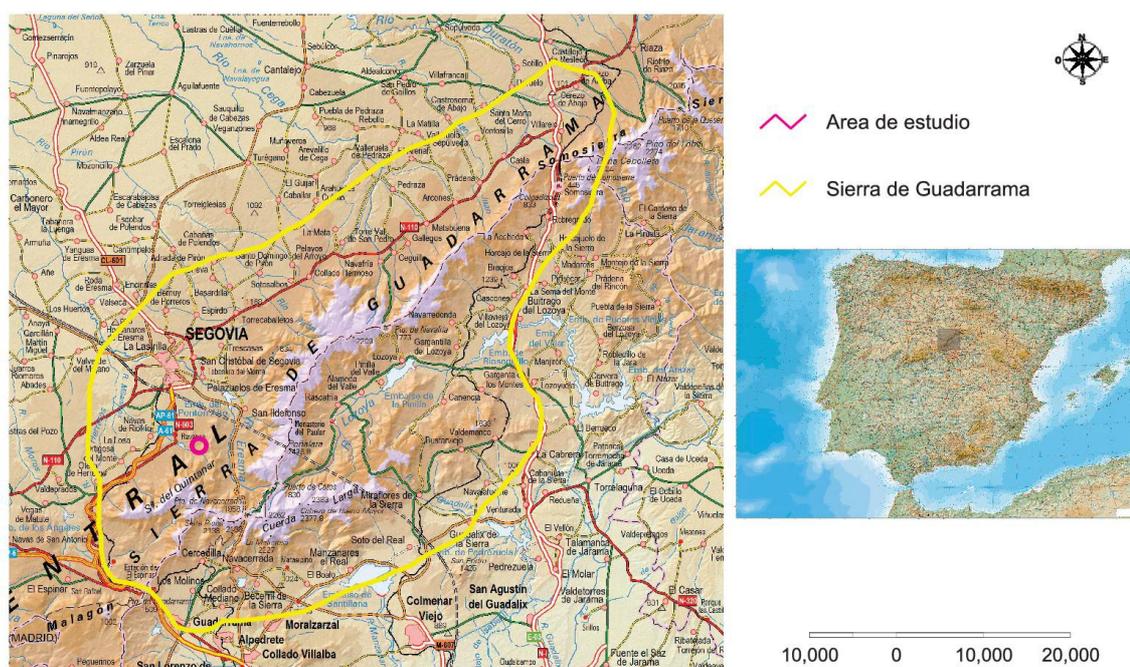


Figura II.3: Situación de la Zona de Estudio dentro de la Sierra de Guadarrama.  
Elaboración propia a partir del ME500 del © Instituto Geográfico Nacional de España



Más concretamente, esta zona se encuentra en el valle del Río Frío, y queda limitada por:

- al norte, las elevaciones que conforman Cabeza Grande (1428m) y Cabeza Gatos (1429m).
- al sur, el Río Frío (o Arroyo de la Acebeda), cuyo valle se abre hacia el norte.
- al este, el Alto de los Pájaros (1538m).
- al oeste, el Embalse de Revenga (o de Puente Alta).



*Figura II.4: Localización de la zona de estudio.*



*Figura II.5: Vista general de la zona de estudio tomada desde Cabeza Gatos (de norte a sur) con el Cerro de la Cachiporra y el Alto de Navahermosa en primer plano y la Mujer Muerta detrás.  
(Foto: V. Gómez)*



## II.2.- Diseño experimental

El diseño experimental fue definido dentro del marco de los Proyectos de I+D del Programa Nacional AGL2004-04941 y AGL2007-64707/FOR. De acuerdo con los objetivos de estos proyectos, se definieron 4 parcelas experimentales, en 4 localizaciones con un mesoclima similar pero diferentes condiciones de cubierta vegetal. Por lo tanto, el criterio para definir las parcelas experimentales fue la vegetación, o más exactamente, la cubierta arbórea.

### II.2.1.- Localización y tipología de las parcelas

Parcela	X	Y
PINAR	409801	4523078
REBOLLAR	409918	4524270
ECOTONO	410120	4523675
TESTIGO	409912	4523610

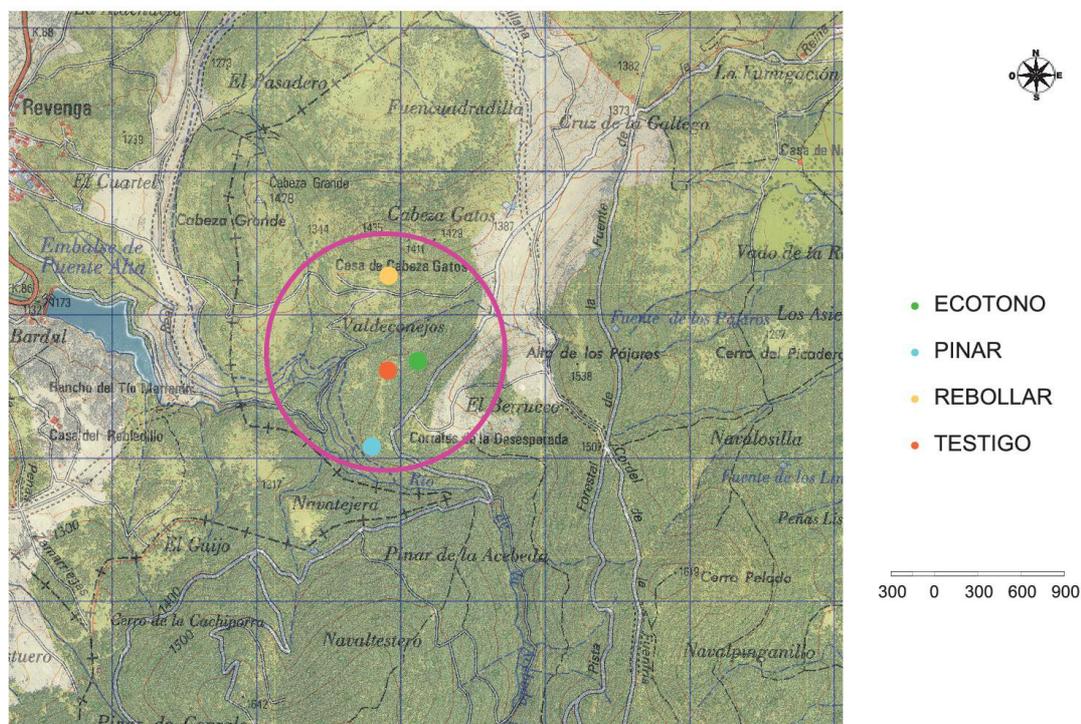


Figura II.6: Localización de las parcelas dentro de la zona de estudio.  
 Elaboración propia, a partir de PNOA cedido por © Instituto Geográfico Nacional de España



### Parcela 1: Pinar.

Formación pura de *Pinus sylvestris*. Estado: fustal viejo. Espesura: completa (densidad mayor de 250 pies/ha). Suelo cubierto por un manto de acículas en vías de descomposición. Pocas herbáceas.



Figura II.7: Localización de Pinar, en diferentes momentos del año. (Foto: V. Gómez)

### Parcela 2: Rebollar.

Formación pura de *Quercus pyrenaica*. Monte bajo resalveado. Estado: latizal alto. Espesura: defectiva (densidad menor de 500 pies/ha). Suelo cubierto en gran parte por herbáceas encespedantes.



Figura II.8: Localización de Rebollar, en diferentes momentos del año. (Foto: V. Gómez)



### Parcela 3: Ecotono.

Formación mixta de *Pinus sylvestris* y *Quercus pyrenaica*, en proporción equilibrada. Estado del pinar: fustal viejo. Espesura: semicompleta (densidad entre 100 y 150 pies/ha). Estado del rebollar: monte bravo claro. Suelo cubierto por herbáceas anuales, formando un tapiz discontinuo y no muy denso.



Figura II.9: Localización de Ecotono, en diferentes momentos del año. (Foto: V. Gómez)

### Parcela 4: Testigo.

Localización sin vegetación arbórea ni arbustiva, a una distancia de la vegetación arbórea superior a 3 veces su altura media. Suelo cubierto por un manto denso de herbáceas anuales altamente encespadas.



Figura II.10: Localización de Testigo, en diferentes momentos del año. (Foto: V. Gómez)

### II.2.2.- Toma de datos

En cada una de las parcelas se seleccionó un punto de características medias en el cual se colocó un equipo de medición, o Unidad Básica de Registro (UBR), integrada por los componentes siguientes:

- registrador HOBO® U12-006 de cuatro canales externos
- barra Quantum-Fijo parra luz PAR –Radiación Fotosintéticamente Activa- (400-700 nm y 3-5 sensores fijos)
- sensor de humedad de suelo ECHO (10 cm)
- dos sensores de Temperatura del suelo (-40º C a 100º C)
- caja de intemperie de PVC con cuatro pasamuros.

Para la instalación de cada UBR se procedió a la apertura de una pequeña calicata, de unos 20 cm de profundidad.

En una de las paredes de la misma se insertó, en los 10 cm más superficiales del suelo, el sensor de humedad -en posición vertical, para no entorpecer el drenaje - con la salida de cables por la parte más profunda.



*Figura II.12: Sensor de luminosidad instalado en superficie (Foto: V. Gómez)*



*Figura II.11: Sensor de humedad colocado verticalmente en los 10 primeros cm de profundidad (Foto: V. Gómez)*

Los sensores de temperatura se ubicaron: uno en superficie y otro a una profundidad de 10 cm, mientras que la barra con sensores de luz se dejó en superficie, nivelada y anclada con un par de piquetas.



La caja de inemperie que acoge al registrador quedó enterrada próxima a la superficie y en posición vertical, para facilitar su apertura y la descarga periódica de los datos.



*Figura II.13: Sensores de humedad y de temperatura (Foto: V. Gómez)*



*Figura II.14: Unidad Básica de Registro ya instalada, lista para ser cubierta (Foto: V. Gómez)*

Los aparatos de medición estuvieron colocados en las parcelas, registrando datos horarios de cada variable, durante un período de aproximadamente 3 años hidrológicos, desde el 30 de agosto de 2006 hasta el 23 de septiembre de 2009.



*Figura II.15: Proceso de extracción de datos de la UBR (Foto: V. Gómez)*

El Anexo II muestra un estudio analítico de suelo realizado por el equipo de investigación en cada localización mediante calicata.



### II.3.- Tratamiento de la información

El software utilizado para la elaboración de este TFC fue, inicialmente, *OpenOffice Calc* para el tratamiento de los datos y *OpenOffice Writer* para la redacción del documento, ambos pertenecientes al proyecto *Apache OpenOffice™ 4* (Copyright © 2013 The Apache Software Foundation). Posteriormente, debido a ciertas incompatibilidades surgidas con el sistema operativo Windows 8, se prosiguió el proceso utilizando, tanto para los cálculos como para la redacción, el paquete de Office *LibreOffice* (Copyright © 2000-2013 LibreOffice contributors and/or their affiliates). Para la elaboración de mapas se utilizó gvSIG, también libre y gratuito.

#### II.3.1.- Variables capturadas

Originalmente, se obtuvieron de la UBR registros horarios de:

- Temperatura del suelo en Superficie (en grados centígrados; °C),
- Temperatura del suelo a 10 cm de profundidad (en grados centígrados; °C),
- Humedad Edáfica (en voltios; V), y
- Luminosidad en Superficie (en voltios; V).

En el Anexo III se puede observar una muestra del formato de los datos de partida.

Los sensores proporcionaron registros correspondientes a los valores horarios de cada variable medida. Dado que se midieron cuatro variables durante tres años consecutivos en cuatro parcelas experimentales, la cantidad de datos de partida era considerable:

$$4 \text{ variables} * 3 \text{ años} * 365 \text{ días/año} * 24 \text{ datos/día} = 105120 \text{ datos}$$

#### II.3.2.- Determinación y depuración de valores diarios

En primer lugar, tras comprobar que para cada día y variable había no más ni menos de 24 datos consecutivos, correspondientes a los 24 registros horarios, se consideró que para la óptima realización del estudio sería adecuado crear, a partir de las variables originales (valores horarios), las siguientes (valores diarios):

- Temperatura Máxima en Superficie,
- Temperatura Mínima en Superficie,
- Temperatura Máxima a 10 cm de profundidad,
- Temperatura Mínima a 10 cm de profundidad,
- Humedad Edáfica a la hora de la Temperatura Máxima en Superficie, y
- Luminosidad a las 12 horas solares (momento en que la radiación solar incide de forma más directa sobre el suelo)



Para crear estas variables, mediante la funcionalidad Tablas Dinámicas de la hoja de cálculo, se hallaron los valores máximos y mínimos diarios para la Temperatura en Superficie (T0) y para la Temperatura a -10cm (T10). Usando la misma funcionalidad, se halló el valor diario de Humedad Edáfica correspondiente a la hora en la que se producía la Temperatura Máxima en Superficie.

En posteriores aproximaciones y a medida que avanzaba la realización del estudio, se observaron ciertas peculiaridades en los datos obtenidos, a saber:

- Por fallos ocurridos en los sensores, debidos a injerencia de la fauna u otros motivos, en ciertos períodos no fue posible obtener registro alguno de alguna de las variables. Esto afectó a la toma de datos en general, pero en mayor medida a los relativos a la *Temperatura en Superficie*. Sin embargo, los sensores de *Humedad Edáfica* tuvieron en general un comportamiento comparativamente más regular, y los registros obtenidos parecían especialmente sólidos.

- Algunos de los registros correspondientes a la *Temperatura en Superficie* y la *Luminosidad* resultaban ser bastante atípicos, por el valor en sí mismo o por la hora en la que se producía dicho valor.

Las irregularidades mencionadas afectaban de forma especialmente negativa a dos variables: *Humedad a la hora de Máxima Temperatura en Superficie* y *Luminosidad a las 12 horas solares*. Se pensó por tanto que sería conveniente:

- Considerar para la Humedad una variable que fuera independiente de los datos obtenidos por los sensores para la Temperatura Máxima; esta nueva variable considerada era la *Humedad Edáfica Máxima*.

- Buscar una forma de aproximarse a los datos de Luminosidad mediante la cual se pudieran estudiar los datos al tiempo que se minimizaran las irregularidades: se crearon las variables *Luminosidad a la Hora de TOMáx* y *Luminosidad Máxima* (independiente de los valores horarios). Dadas las irregularidades que se observaban en los datos registrados, se estableció un criterio de depuración, que consistía en aceptar como válidas sólo las series completas de los 24 datos correspondientes a cada día que cumplieran dos condiciones: que durante las horas centrales del día (de 9 a 15) hubiera al menos 6 registros consecutivos diferentes de 0, y que durante la noche (de 21 a 3) hubiera al menos 6 registros consecutivos iguales a 0. Se observó que, por motivos no identificados, los valores de luminosidad obtenidos por los sensores presentaban un patrón errático y finalmente se decidió descartar los datos y continuar el presente trabajo prescindiendo de estudiar la variable Luminosidad.

Finalmente, y dado que los datos obtenidos de los sensores de humedad resultaron ser especialmente sólidos, se decidió añadir al estudio la variable *Humedad Edáfica Mínima*.

De esta forma, la serie de datos horarios había dado ya lugar a una nueva serie de datos, ésta con valores diarios, aunque aún separados por años.



El siguiente paso fue realizar un gráfico que facilitara, de forma visual y sencilla, conocer de cuántos datos válidos se disponía a lo largo de los tres años, y en qué períodos se encontraban. Este gráfico aparece en el Anexo IV.

### II.3.3.- Año medio

Al comenzar este trabajo, se consideró si sería adecuado realizar el estudio comparando directamente los datos micrometeorológicos obtenidos para una misma variable durante períodos de tiempo comunes en las diferentes parcelas.

Sin embargo, a la vista del Gráfico de Datos Válidos Disponibles (Anexo IV), se observó que eran pocos los períodos en los que hubiera datos comunes de cada una de las variables para las cuatro parcelas a la vez. Por tal motivo, en lugar de realizar la comparación directa por períodos comunes, se decidió calcular un “Año Medio” con datos mensuales para cada variable y parcela, resultante de los datos obtenidos de los tres años registrados.

Se agruparon los datos diarios de los tres años por meses, y para cada mes, variable y parcela se hallaron el valor máximo absoluto, el mínimo absoluto y el promedio, y se calcularon los estadísticos necesarios para medir la dispersión de los valores resultantes. El resultado son las tablas de datos mensuales. Mediante estas tablas y sus correspondientes gráficas, se han analizado finalmente los resultados obtenidos.

### II.3.4.- Variables de estudio

Las variables de estudio definitivas son, por tanto:

- Temperatura Máxima en Superficie (T0Máx, en °C)
- Temperatura Mínima en Superficie (T0Mín, en °C)
- Temperatura Máxima a -10cm (T10Máx, en °C)
- Temperatura Mínima a -10cm (T10Mín, en °C)
- Humedad Edáfica Máxima (HumMáx, %)
- Humedad Edáfica Mínima (HumMín, %)

Tabla II.2: Unidades originales y definitivas de las variables de estudio

Variable	Unidades de origen	Unidades definitivas
TEMPERATURA	grados centígrados (°C)	grados centígrados (°C)
HUMEDAD	voltios (V)	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> x 100 (%)
LUMINOSIDAD	voltios (V)	micromol/m <sup>2</sup> .s



## CAPÍTULO III.- Resultados

En este capítulo se muestran, mediante tablas y gráficas, los resultados obtenidos, desde tres diferentes enfoques: en primer lugar la variabilidad total o comportamiento general de los datos durante todo el período de estudio, en segundo lugar el comportamiento por variables en las diferentes localizaciones, y finalmente el comportamiento por localizaciones, con todas las variables integradas para cada una de ellas.

### III.1.- Variabilidad total

La siguiente tabla muestra los valores máximos, mínimos y promedio, así como el rango de variación entre ellos, para todas las variables y en todas las localizaciones, tomando como base los datos de todo el período de observación, es decir antes de calcular el Año Medio. Se han resaltado en color rojo los valores más altos con respecto a las demás parcelas, y en azul los más bajos.

Tabla III.1: Síntesis de los Resultados Totales (1)

Variable de Estudio		Localización	Máximo Absoluto	Mínimo Absoluto	Promedio	Rango máximo de Variación	nº datos
Temperatura máxima en superficie	T0Máx*	Pinar	40,3	0,9	14,8	39,4	354
		Rebollar	42,7	0,1	15,0	42,6	922
		Ecotono	47,4	0,3	17,5	47,1	701
		Testigo	47,1	0,1	18,2	47,0	628
Temperatura mínima en superficie	T0Mín*	Pinar	19,8	0,5	8,1	19,3	355
		Rebollar	20,9	-0,1	8,2	21,1	922
		Ecotono	17,9	-0,5	7,4	18,4	701
		Testigo	18,9	-1,8	7,4	20,8	628
Temperatura máxima a -10cm	T10Máx	Pinar	18,9	2,0	9,9	16,9	839
		Rebollar	25,8	1,1	12,1	24,7	915
		Ecotono	22,1	1,6	11,1	20,5	701
		Testigo	28,8	1,0	13,7	27,8	628
Temperatura mínima a -10cm	T10Mín	Pinar	18,0	1,9	9,1	16,0	839
		Rebollar	21,6	0,9	9,4	20,7	919
		Ecotono	19,2	1,4	9,1	17,8	701
		Testigo	21,8	0,9	9,7	20,8	625
Humedad Edáfica máxima	HumMáx	Pinar	32,4	1,8	8,4	30,6	1095
		Rebollar	47,8	5,1	24,5	42,8	921
		Ecotono	30,7	2,7	10,9	28,0	701
		Testigo	43,1	4,0	22,8	39,1	628
Humedad Edáfica mínima	HumMín	Pinar	27,2	1,7	7,8	25,5	1095
		Rebollar	44,4	5,0	23,1	39,4	921
		Ecotono	11,2	2,6	9,8	8,6	701
		Testigo	31,3	3,9	21,0	27,4	628



\* Es necesario mencionar que no hay datos de Temperatura en Superficie (T0) en la localización de Pinar para el mes de Diciembre. Dado que éste es uno de los meses más fríos, la falta de estos datos puede afectar tanto a los mínimos absolutos como a los promedios, así como al rango de variación entre máximos y mínimos.

### III.2.- Resultados por variables

Se tratan en este apartado los resultados obtenidos por variable mes a mes -una vez calculado el Año Medio-, y su comportamiento en las distintas parcelas de estudio.

Los datos que se presentan en tablas y gráficos son los correspondientes a:

- Datos válidos disponibles durante el período de estudio,
- Tablas numéricas del Año Medio por meses (Anexo V),
- Variabilidad relativa, mediante el Coeficiente de Variación (Anexo VI),
- Tendencia Central, analizada mediante los valores promedio,
- Valores Extremos máximos y mínimos, y
- Variabilidad absoluta, mediante el Rango de Variación entre máximos y mínimos (Anexo VII).

Escalas de los gráficos:

Se ha establecido una única escala de referencia para las gráficas de Temperatura máxima, mínima y promedio, que comprende de -5 a 50 °C. Para las gráficas relativas al Rango de Variación de las Temperaturas la escala utilizada ha sido de 0 a 35 °C.

En cuanto a la Humedad, las escalas utilizadas son: 0-50 % para máximos, mínimos y promedios, y 0-40 % para Rango de Variación.

Código de colores de las tablas:

En las tablas de máximos, mínimos y promedios de Temperatura se indica en color rojo el mayor valor absoluto, y en azul el menor. En el caso de la Humedad, el mayor valor se muestra en verde y el menor en ocre. Para las tablas relativas a Rango de Variación e Intervalo de Variación, es el color de fondo de la celda el que indica si se trata de un máximo (naranja) o mínimo (azul).

Para todas las tablas, los máximos y mínimos absolutos aparecen en negrita.



### III.2.1.- Temperatura en Superficie (T0)

Se analiza la temperatura superficial del suelo, en °C.

Las variables estudiadas son:

- Temperatura Máxima en Superficie (TOMáx)
- Temperatura Mínima en Superficie (TOMín).

En el siguiente gráfico se muestran los datos válidos de Temperatura en Superficie disponibles para el estudio, resultantes de la depuración de los registros obtenidos durante los 3 años de recogida de datos.

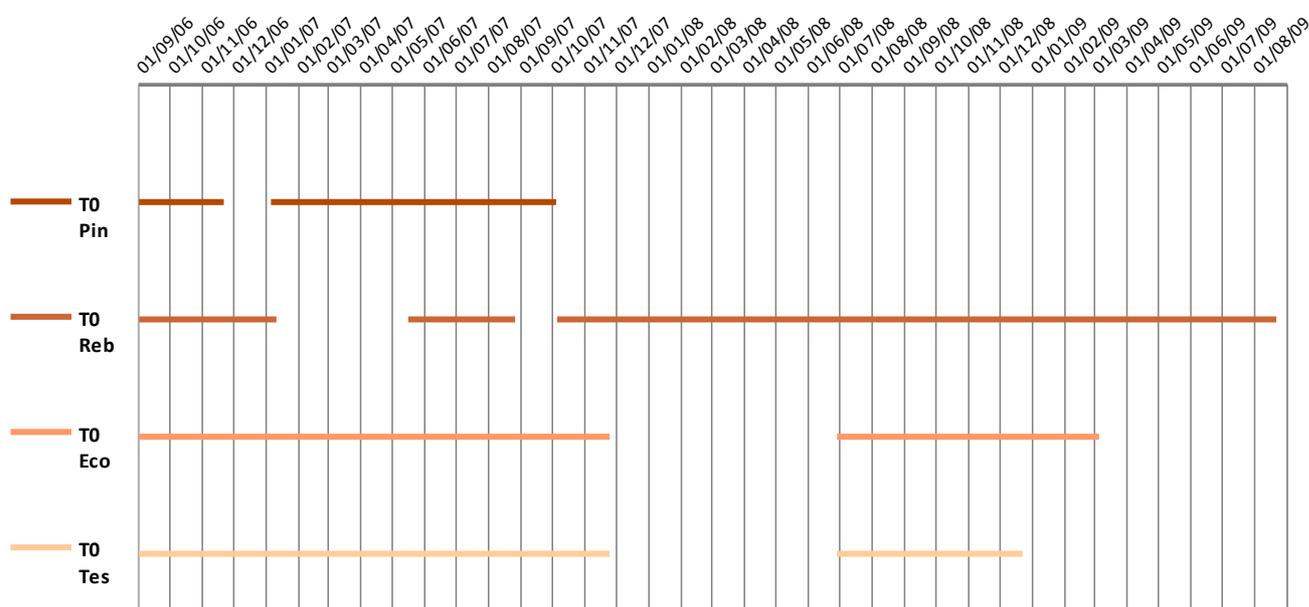


Figura III.1: Datos válidos disponibles - Temperatura en Superficie

En el conjunto de datos de Temperatura en Superficie recogidos originalmente por los sensores había ciertos períodos carentes de registros, debidos posiblemente a un mal funcionamiento de los aparatos, o quizás a injerencias de la fauna u otros elementos externos.

Una vez comenzado el estudio fue necesario además realizar una profunda labor de depuración, ya que se observaba que ciertos registros presentaban valores atípicos o poco probables.

Debido a estas circunstancias, la serie de datos resultante presenta ciertas carencias, especialmente en la localización de Pinar, donde sólo fue posible obtener datos correspondientes a algo más de un año, y además sin ningún registro desde finales de noviembre hasta primeros de enero.



TOMáxima – Tendencia Central

Tabla III.2: Resultados por variables - TOMáx – Promedios (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pin</b>	5,68	5,58	7,11	9,91	14,43	20,82	27,02	24,58	21,14	14,88	11,49	-
<b>Reb</b>	5,82	7,13	10,85	13,47	17,40	17,92	23,79	27,57	24,03	16,42	9,87	5,48
<b>Eco</b>	4,28	6,29	10,96	16,56	20,95	25,90	32,02	36,33	27,13	16,85	8,52	3,85
<b>Tes</b>	7,00	8,22	13,19	17,22	22,74	27,31	32,48	33,09	26,72	16,60	9,85	4,53

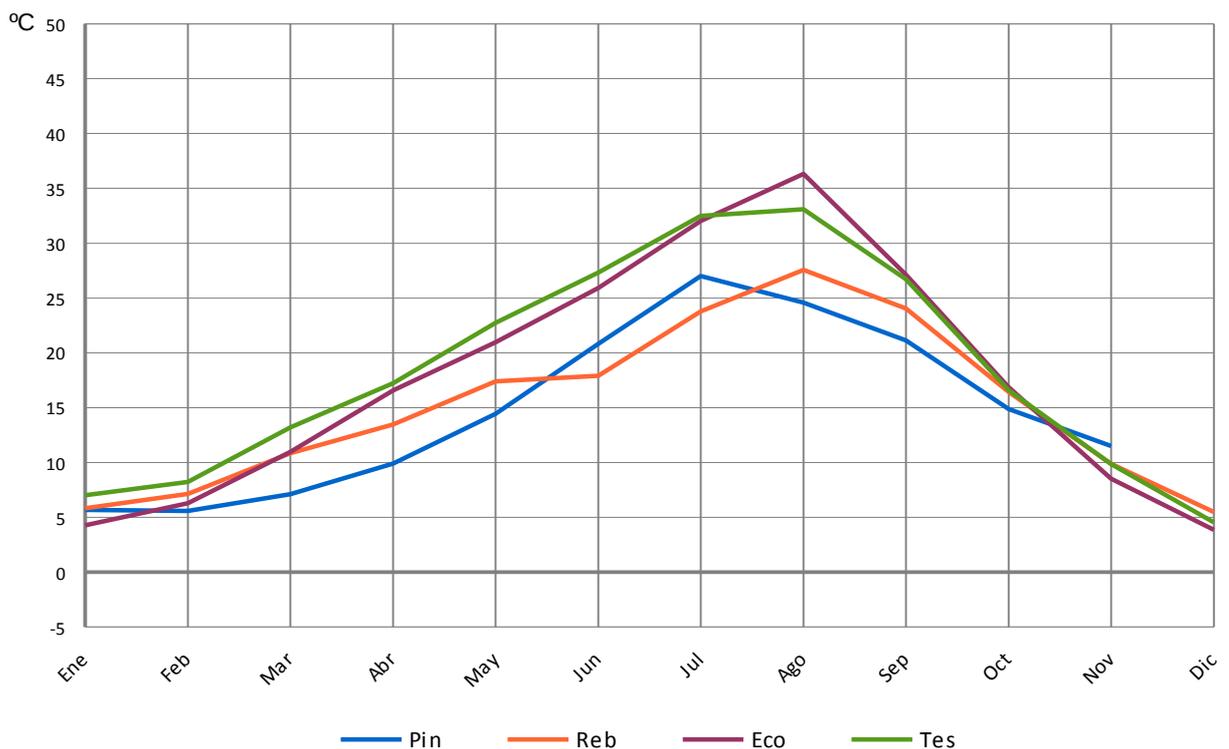


Figura III.2: Resultados por variables - TOMáx - Promedios

Es la localización de Ecotono la que presenta tanto el promedio más alto (agosto) como el más bajo (diciembre).

El Pinar muestra, en general, valores promedio más bajos que las demás parcelas. El Rebollar tiene valores cercanos al Pinar. En cambio el Testigo presenta los valores promedio más altos gran parte del año, seguido del Ecotono, que le supera de agosto a octubre.

Destaca que el mayor promedio del Pinar aparece en julio, mientras que en las demás localizaciones lo hace en agosto. En este mes, las parcelas se “organizan”, de mayor a menor, de la siguiente forma: Ecotono, Testigo, Rebollar y Pinar.

La diferencia entre localizaciones aumenta a medida que los meses se hacen más cálidos, y se reduce en los más fríos.

Parecen observarse dos patrones o tendencias diferenciadas: por un lado Ecotono y Testigo, con evolución similar y valores relativamente altos, y por otro, con distinta evolución y valores en general más bajos, Pinar y Rebollar.



TOM<sub>m</sub> – Valores Extremos

Tabla III.3: Resultados por variables - TOM<sub>m</sub> – Máximas Absolutas (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pin</b>	12,20	10,49	12,58	16,58	21,08	26,11	33,86	33,94	40,26	21,34	14,84	-
<b>Reb</b>	16,13	12,94	17,89	24,46	23,76	22,47	33,05	40,66	42,68	28,89	16,89	15,58
<b>Eco</b>	10,12	14,10	19,34	26,52	28,87	34,62	41,94	47,35	44,35	29,87	16,65	9,51
<b>Tes</b>	14,43	17,08	18,77	26,01	31,03	32,43	44,01	44,97	47,13	26,01	18,41	11,18

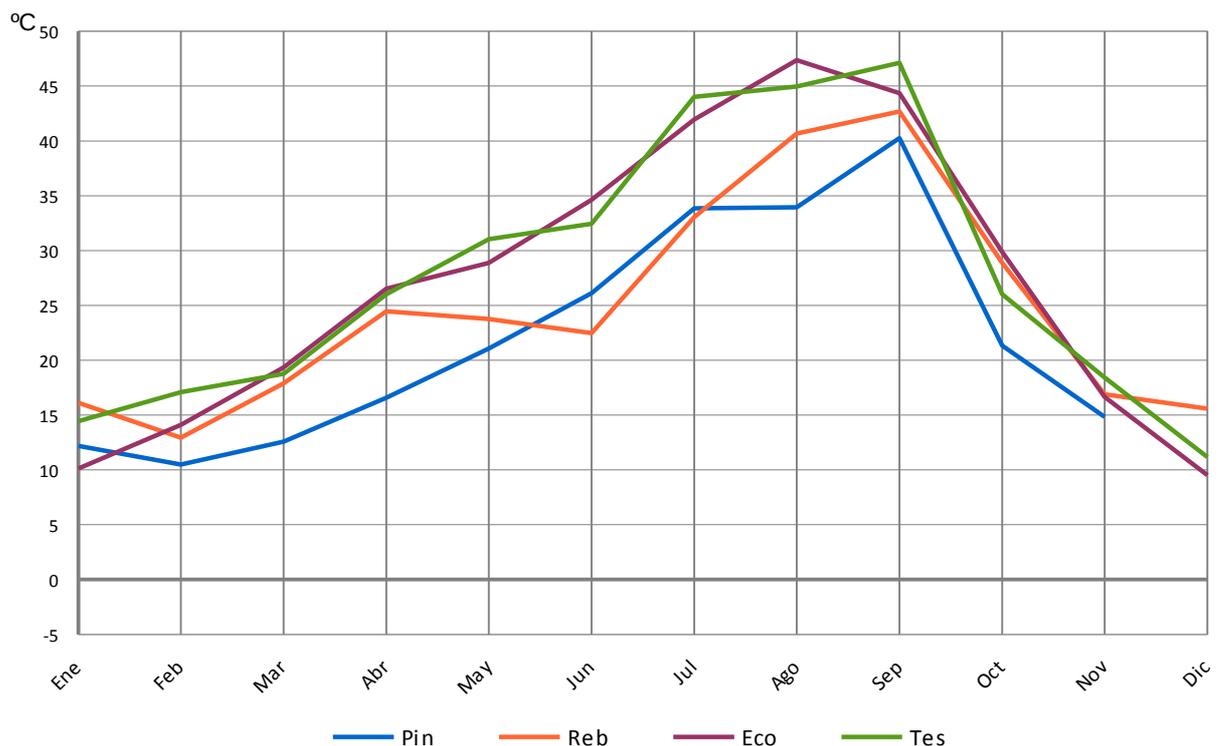


Figura III.3: Resultados por variables - TOM<sub>m</sub> - Máximas Absolutas

La localización de Ecotono es la que presenta la Máxima diaria más alta (agosto), así como la más baja (diciembre). Hay que tener en cuenta, sin embargo, la falta de datos del Pinar para este mes. El resto de parcelas alcanza el máximo en septiembre.

En general, es al Pinar al que le corresponden las Máximas Absolutas más bajas durante casi todo el año, excepto en junio y julio, (Rebollar), y en enero (Ecotono).

El momento de mayor amplitud térmica se produce en agosto, con unos 13<sup>º</sup> de diferencia entre el Ecotono y el Pinar. En orden descendente: Ecotono, Testigo, Rebollar y Pinar.

Al igual que en el caso de los promedios, se observan dos patrones diferenciados: por un lado Ecotono y Testigo, con evolución similar y valores relativamente altos, y por otro, con distinta evolución y valores en general más bajos, Pinar y Rebollar.



TOMínima – Tendencia Central

Tabla III.4: Resultados por variables - TOMín – Promedios (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pin</b>	3,10	2,64	2,72	5,29	7,60	11,12	14,23	13,84	12,29	9,35	7,06	-
<b>Reb</b>	2,85	2,48	4,34	5,75	9,91	12,76	14,82	15,76	13,13	9,50	5,15	1,96
<b>Eco</b>	2,07	1,96	2,79	5,11	8,10	12,65	14,23	14,14	12,03	8,70	4,74	1,88
<b>Tes</b>	1,61	2,06	2,18	5,37	9,44	13,41	14,60	14,42	11,45	8,77	4,11	1,77

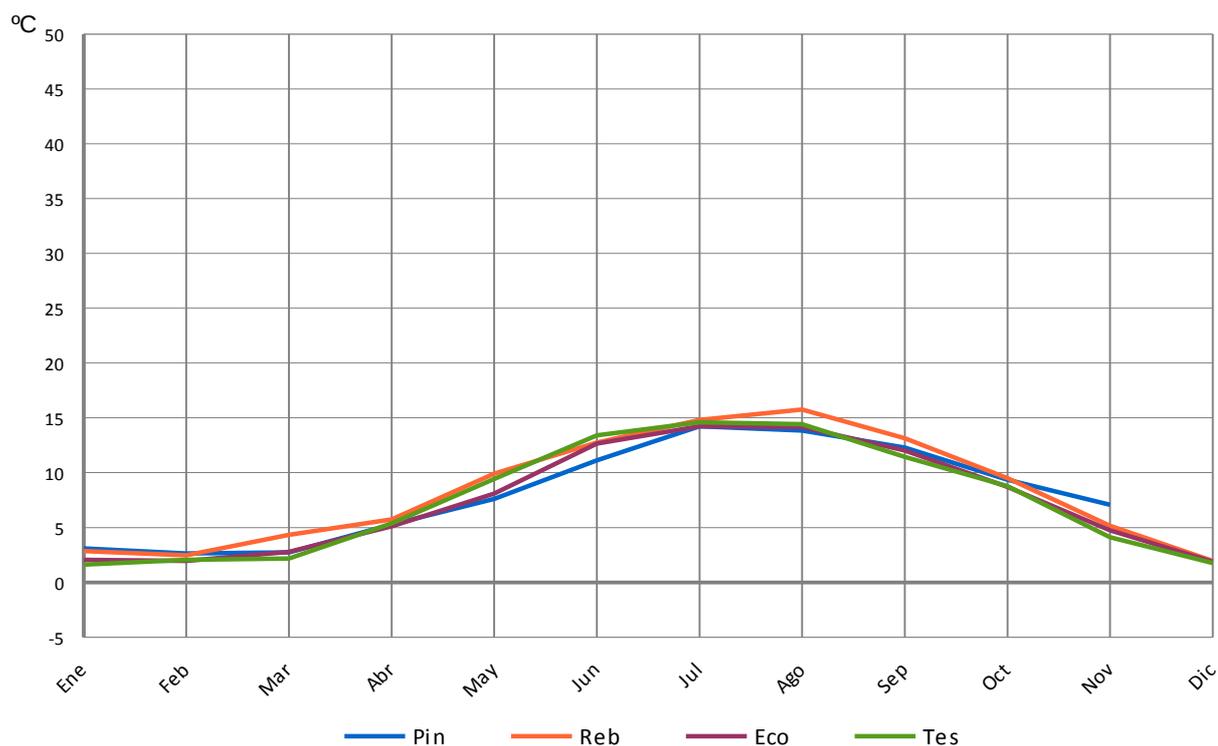


Figura III.4: Resultados por variables - TOMín - Promedios

En general, se observa bastante homogeneidad entre las diferentes localizaciones y menor oscilación térmica que en el caso de los promedios de las TOMáx.

La localización que presenta un promedio de las temperaturas mínimas más bajo es el Testigo, en enero.

Es la parcela de Rebollar la que presenta valores promedio más altos la mayor parte del año, con el máximo en agosto.



TOMínima – Valores Extremos

Tabla III.5: Resultados por variables - TOMín – Mínimas Absolutas (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pin</b>	1,21	0,96	0,50	0,91	2,50	8,15	11,71	9,78	5,95	5,31	3,22	-
<b>Reb</b>	-0,12	-0,06	1,21	1,59	6,28	9,16	11,30	11,20	8,10	3,85	0,50	-0,09
<b>Eco</b>	-0,45	0,30	-0,09	1,24	1,94	9,61	10,76	9,83	6,81	3,54	-0,06	0,00
<b>Tes</b>	0,30	0,55	0,08	0,96	4,01	10,10	11,20	9,26	5,10	4,64	-1,81	-0,82

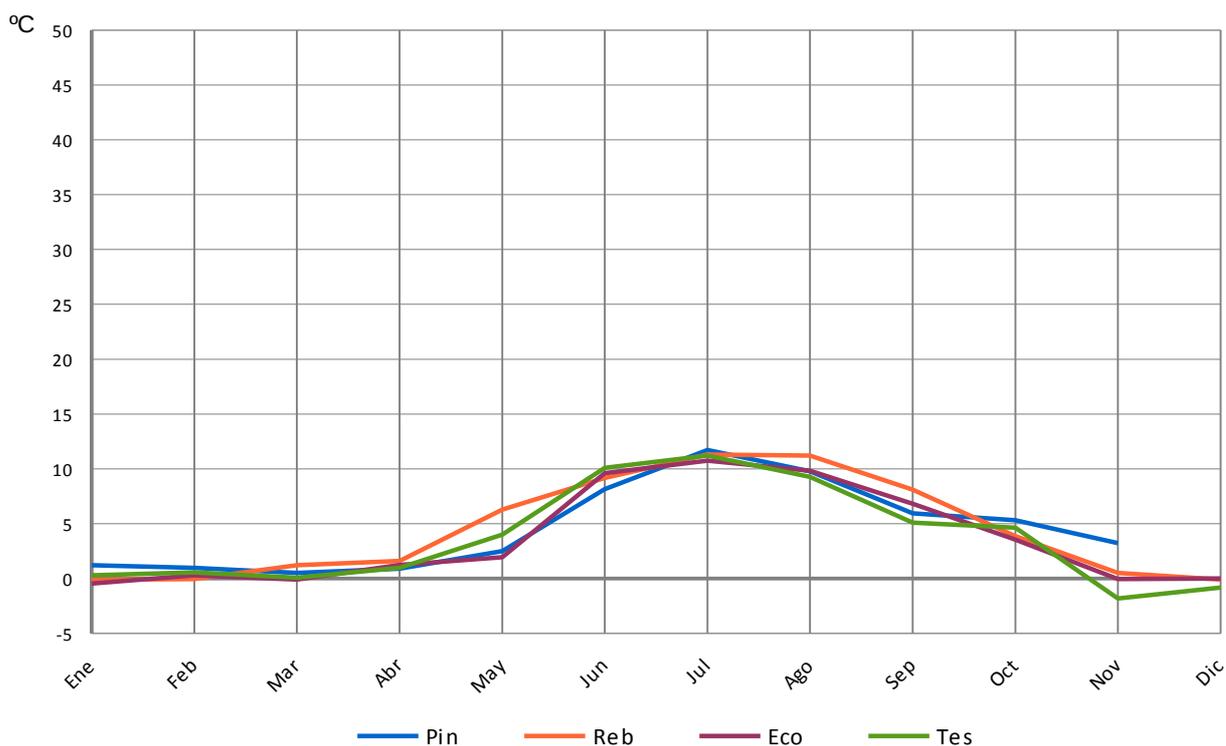


Figura III.5: Resultados por variables - TOMín - Mínimas Absolutas

La mínima absoluta más baja se produce en la parcela Testigo en el mes de noviembre.

Destaca que en el Pinar\* la temperatura no baja de 0°C en ningún momento del año. En el Rebollar hay 3 meses con temperaturas negativas, al igual que en el Ecotono, y 2 en el Testigo.

La oscilación general es de unos 14 °C, y en general se observa bastante homogeneidad entre las 4 localizaciones.



### III.2.2.- Temperatura en Profundidad (T10)

Se analiza la Temperatura media de los 10 primeros centímetros de suelo, en °C.

Las variables de estudio son:

- Temperatura Máxima a -10cm (T10Máx)
- Temperatura Mínima a -10cm (T10Mín).

En el siguiente gráfico se muestran los datos válidos de Temperatura en Profundidad disponibles para el estudio, resultantes de la depuración de los registros obtenidos durante los 3 años de recogida de datos.

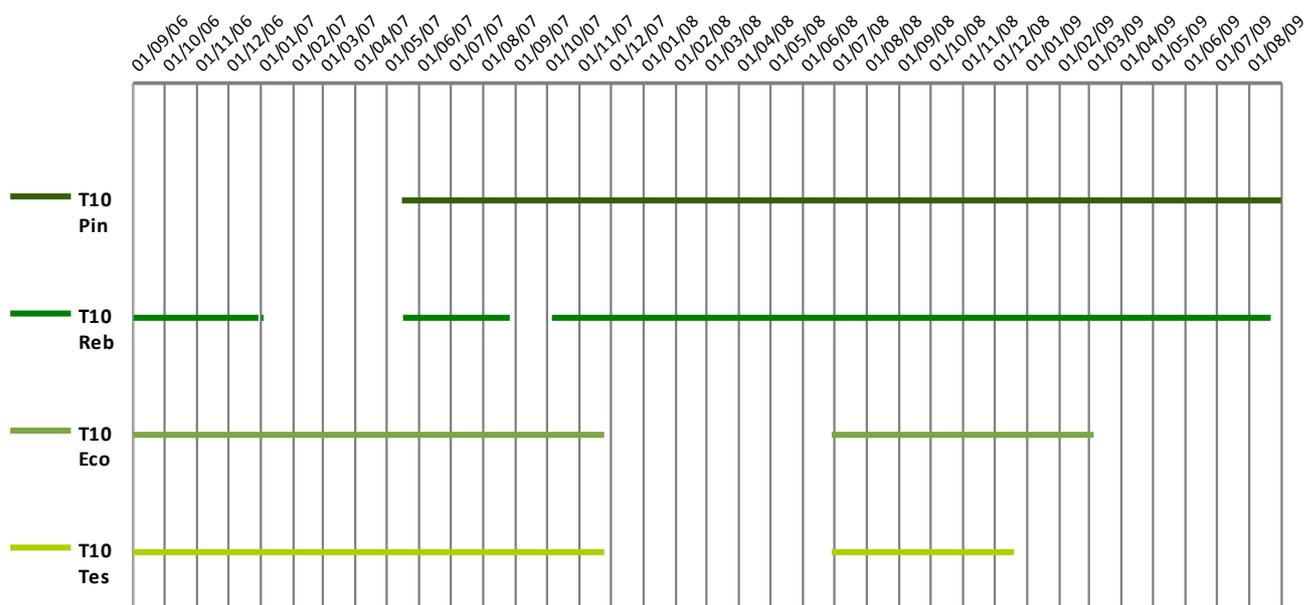


Figura III.6: Datos válidos disponibles - Temperatura en Profundidad

Los sensores proporcionaron para la Temperatura en Profundidad una cantidad de registros relativamente grande, de la cual hubo que depurar tan sólo unos pocos datos que presentaban valores atípicos. El resultado fue una serie de datos suficientemente amplia, con valores que raramente se salen de lo esperado.



T10Máxima – Tendencia Central

Tabla III.6: Resultados por variables - T10Máx – Promedios (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pin</b>	4,51	4,78	6,41	7,33	10,50	13,59	16,32	17,11	14,85	11,55	7,20	4,72
<b>Reb</b>	4,58	5,68	8,85	10,99	14,38	15,92	19,11	21,17	18,11	13,95	8,47	4,48
<b>Eco</b>	3,89	4,19	6,78	9,69	13,17	16,76	18,72	19,28	16,51	12,28	7,63	3,86
<b>Tes</b>	5,04	5,83	8,84	12,16	16,70	21,05	23,66	24,24	19,97	14,02	8,36	4,05

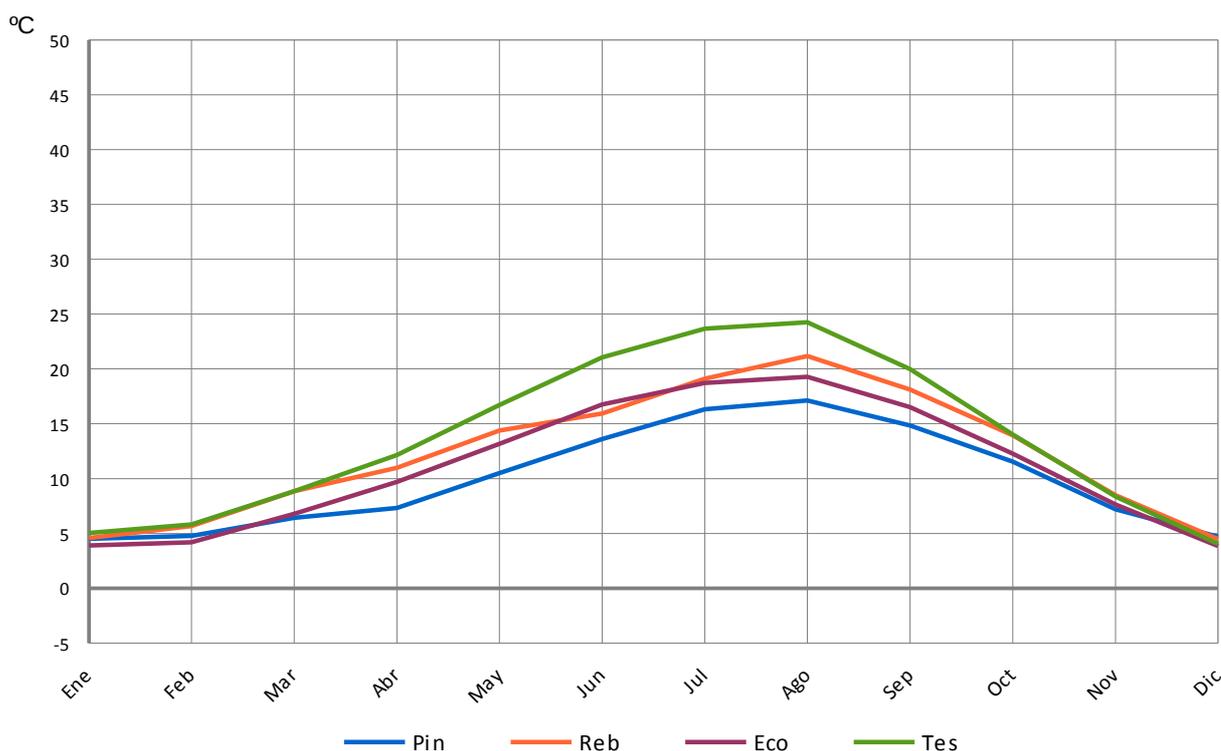


Figura III.7: Resultados por variables - T10Máx - Promedios

La localización que presenta mayores promedios de T10Máx a lo largo del año es el Testigo, y el Pinar los menores. El mayor valor se da en el Testigo (agosto) y el menor en el Ecotono (diciembre). El Ecotono y el Rebollar se mantienen en una franja intermedia.

El máximo de todas las parcelas se produce en agosto. El mínimo en diciembre, excepto en el Pinar (enero).

Las diferencias entre localizaciones son más evidentes en los meses más cálidos.

La oscilación térmica (~20°C) es comparativamente menor que la de los promedios de la TOMáx (~32°C), por el efecto amortiguador de la profundidad.



### T10Máxima – Valores Extremos

Tabla III.7: Resultados por variables - T10Máx – Máximas Absolutas (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pin</b>	<b>6,36</b>	7,12	8,37	11,61	12,99	16,89	18,25	<b>18,87</b>	16,34	13,26	9,58	7,39
<b>Reb</b>	9,09	9,16	12,58	19,51	19,60	19,29	24,73	<b>25,79</b>	25,45	18,77	14,36	<b>8,42</b>
<b>Eco</b>	<b>7,12</b>	7,87	9,81	14,29	15,94	19,18	21,46	<b>22,13</b>	21,99	16,58	13,40	8,27
<b>Tes</b>	<b>8,97</b>	10,37	12,53	17,82	21,18	23,69	28,15	<b>28,82</b>	27,55	19,46	14,58	9,14

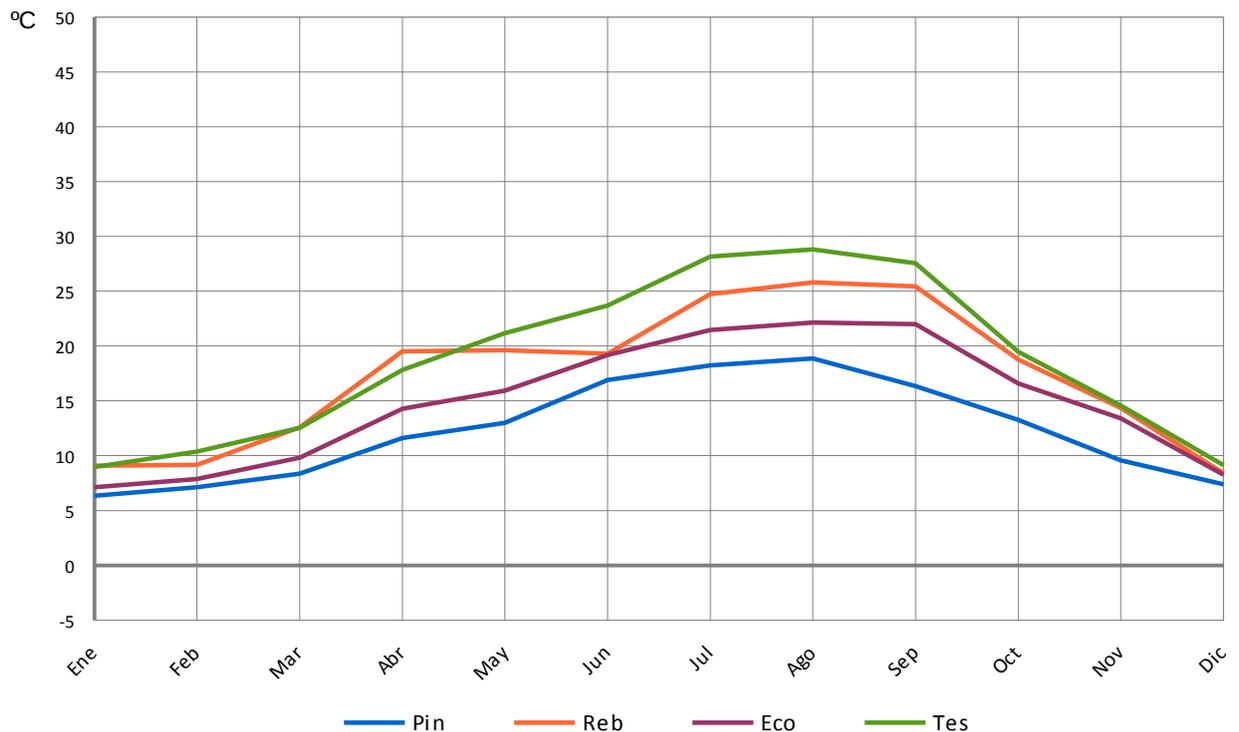


Figura III.8: Resultados por variables - T10Máx - Máximas Absolutas

La máxima absoluta más baja corresponde al Pinar (enero), y la más alta al Testigo (agosto). En este último mes se produce la T10 máxima absoluta en todas las parcelas, siendo la diferencia entre ellas de unos 3°C. La secuencia, en orden descendente, es Testigo – Rebollar – Ecotono – Pinar. La amplitud en este momento es de unos 10°C.

La localización con mayores valores de T10 durante la mayor parte del año es el Testigo, siendo esta superioridad más marcada en los meses de verano. En primavera, y sobre todo en otoño e invierno, los valores del Testigo y los del Rebollar están bastante cercanos.

Claramente diferenciada está la parcela de Pinar, con máximas más bajas que las demás localizaciones, y el Ecotono se halla en una posición intermedia.

Mientras que las TOMáx se movían entre ~10 y ~47°C, las T10Máx oscilan entre ~5 y ~30°C.



T10Mínima – Tendencia Central

Tabla III.8: Resultados por variables - T10Mín – Promedios (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pin</b>	3,98	4,24	5,51	6,33	9,56	12,42	15,08	16,02	13,97	10,82	6,64	4,26
<b>Reb</b>	3,50	3,54	5,84	7,42	11,19	13,46	15,87	17,12	14,87	10,93	6,52	3,04
<b>Eco</b>	3,19	3,14	4,72	7,07	10,38	14,10	15,99	16,22	14,25	10,72	6,65	3,20
<b>Tes</b>	3,19	3,56	4,51	7,58	11,76	15,70	17,24	17,59	14,82	11,09	6,27	3,05

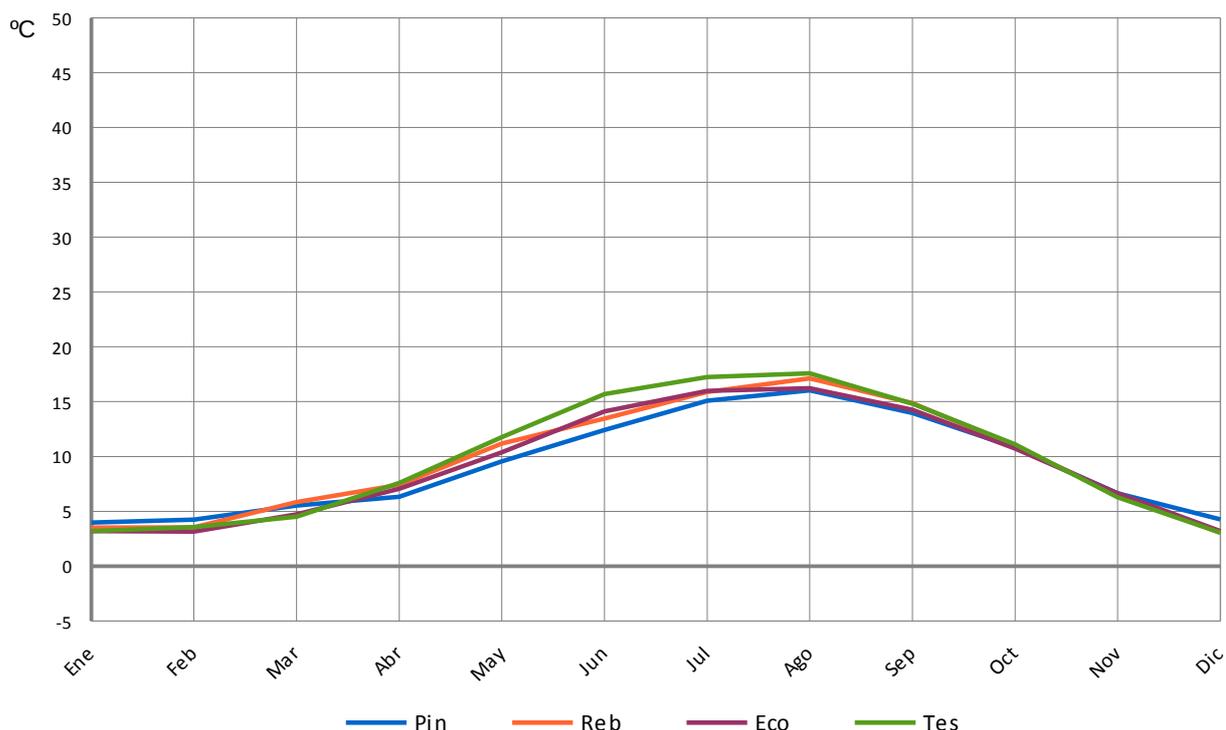


Figura III.9: Resultados por variables - T10Mín - Promedios

Se observa un comportamiento bastante homogéneo entre parcelas, aunque en los meses más cálidos se observa una tendencia en el Testigo a presentar valores algo mayores y en el Pinar algo menores, y al contrario en los meses fríos.

Todas las parcelas presentan el máximo en agosto, siendo la secuencia Testigo – Rebollar – Ecotono – Pinar.

Los promedios de la T10Mín están unos dos grados por encima de los de la TOMín, aunque la amplitud de variación es similar.

El efecto “amortiguador” del suelo es apreciable, pero menos marcado que para las TOMáx.



T10Mínima – Valores Extremos

Tabla III.9: Resultados por variables - T10Mín – Mínimas Absolutas (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pin</b>	1,94	2,24	2,72	3,99	6,76	9,02	12,80	13,55	11,44	7,07	3,85	3,01
<b>Reb</b>	0,91	0,96	2,40	3,51	8,10	10,00	12,80	13,93	10,52	5,62	2,24	0,99
<b>Eco</b>	1,43	1,56	2,37	3,22	5,92	11,22	13,98	13,76	10,20	6,00	2,96	1,67
<b>Tes</b>	1,72	1,56	2,18	2,90	6,81	13,35	14,12	14,70	10,57	6,36	1,91	0,93

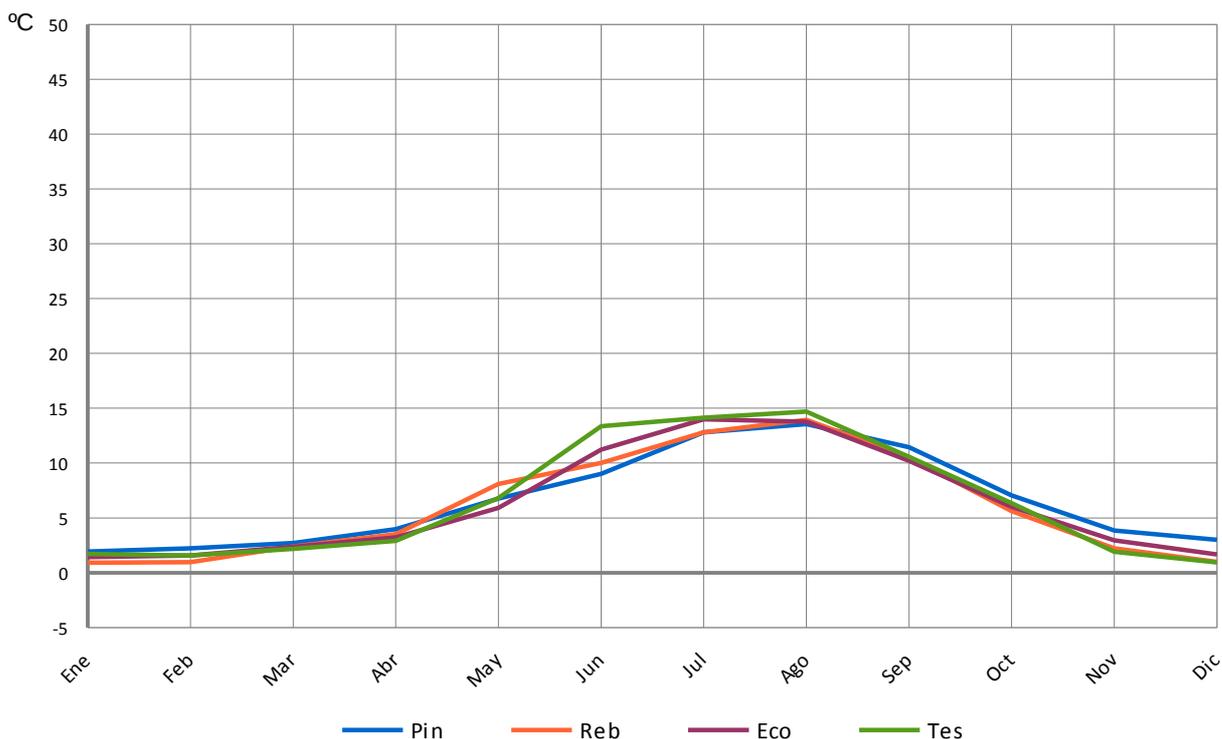


Figura III.10: Resultados por variables - T10Mín - Mínimas Absolutas

La mínima absoluta más baja se da en el Rebollar en el mes de Enero. Ninguna localización presenta temperaturas en profundidad menores a 0°C en ningún momento del año.

Todas las parcelas muestran un comportamiento bastante homogéneo, aunque se observa que en verano el Testigo presenta mínimas absolutas más elevadas, mientras que el resto del año es el Pinar el que muestra valores algo mayores.

Aunque la amplitud de temperaturas es similar a la de las mínimas absolutas de la T0Mín, sin embargo en este caso hay un aumento generalizado de aproximadamente 3°C.



### III.2.3.- Humedad Edáfica (Hum)

Se analiza el contenido medio de agua en los 10 primeros centímetros de profundidad del suelo, en tanto por ciento. (Tasa de humedad volumétrica,  $[m^3 \text{ de agua} / m^3 \text{ de suelo}] \times 100$ )

Las variables estudiadas son:

- Humedad Edáfica Máxima (HumMáx)
- Humedad Edáfica Mínima (HumMín)

En el siguiente gráfico se muestran los datos válidos de Humedad Edáfica disponibles para el estudio, resultantes de la depuración de los registros obtenidos durante los 3 años de recogida de datos.

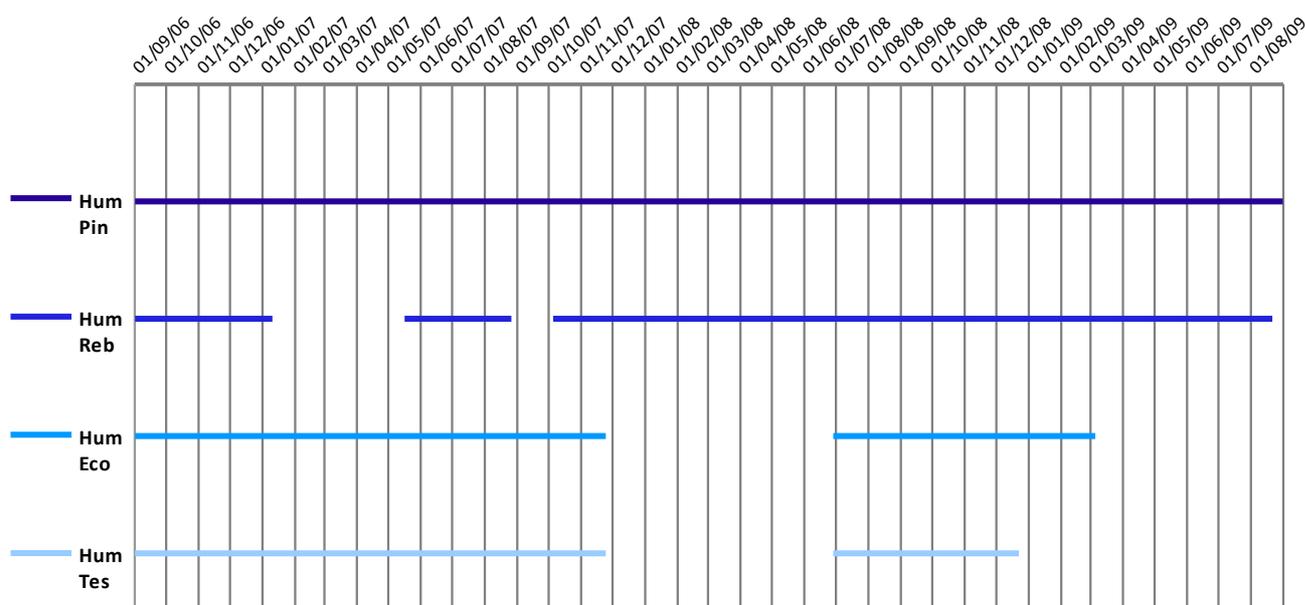


Figura III.11: Datos válidos disponibles - Humedad Edáfica

Los registros obtenidos de los sensores relativos a la Humedad Edáfica proporcionaron una serie de datos bastante completa y fiable, entre cuyos valores no fue necesario realizar ninguna depuración.



### Humedad Máxima – Tendencia Central

Tabla III.10: Resultados por variables - HumMáx – Promedios (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pin</b>	11,53	12,54	11,96	12,46	12,18	9,39	4,81	2,70	2,74	3,87	6,60	9,90
<b>Reb</b>	32,11	31,91	30,12	34,41	31,07	28,45	14,84	9,33	8,79	17,65	25,49	29,60
<b>Eco</b>	12,42	14,20	13,84	16,15	15,47	13,23	6,82	3,85	5,20	7,97	9,23	12,07
<b>Tes</b>	27,44	34,19	29,35	32,49	27,12	19,33	8,52	7,18	9,85	18,29	25,97	33,28



Figura III.12: Resultados por variables - HumMáx - Promedios

Se observa en la gráfica que hay dos tendencias claramente diferenciadas: por un lado Rebollar y Testigo con mayor cantidad de agua todo el año, y también mayor variabilidad, y por otro Pinar y Ecotono, menos húmedas y con un comportamiento más homogéneo.

Los valores promedio de humedad máxima del Pinar son inferiores a los de todas las demás parcelas. Le sigue el Ecotono, con una tendencia similar a la del Pinar pero unos puntos por encima, y Rebollar y Testigo se sitúan por encima de ambas, presentando además valores bastante superiores en los meses húmedos.



### Humedad Máxima – Valores Extremos

Tabla III.11: Resultados por variables - HumMáx – Máximas Absolutas (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pin</b>	32,35	31,58	32,10	19,98	20,08	17,27	7,13	3,49	5,13	11,24	17,17	27,12
<b>Reb</b>	46,94	46,33	45,73	47,85	46,48	42,93	33,39	12,48	23,05	43,07	43,37	45,14
<b>Eco</b>	30,69	20,84	21,49	24,53	22,82	21,82	10,12	5,20	18,50	20,30	22,15	18,71
<b>Tes</b>	34,05	38,66	37,83	38,24	38,80	32,74	11,24	14,91	18,09	35,38	37,55	43,07

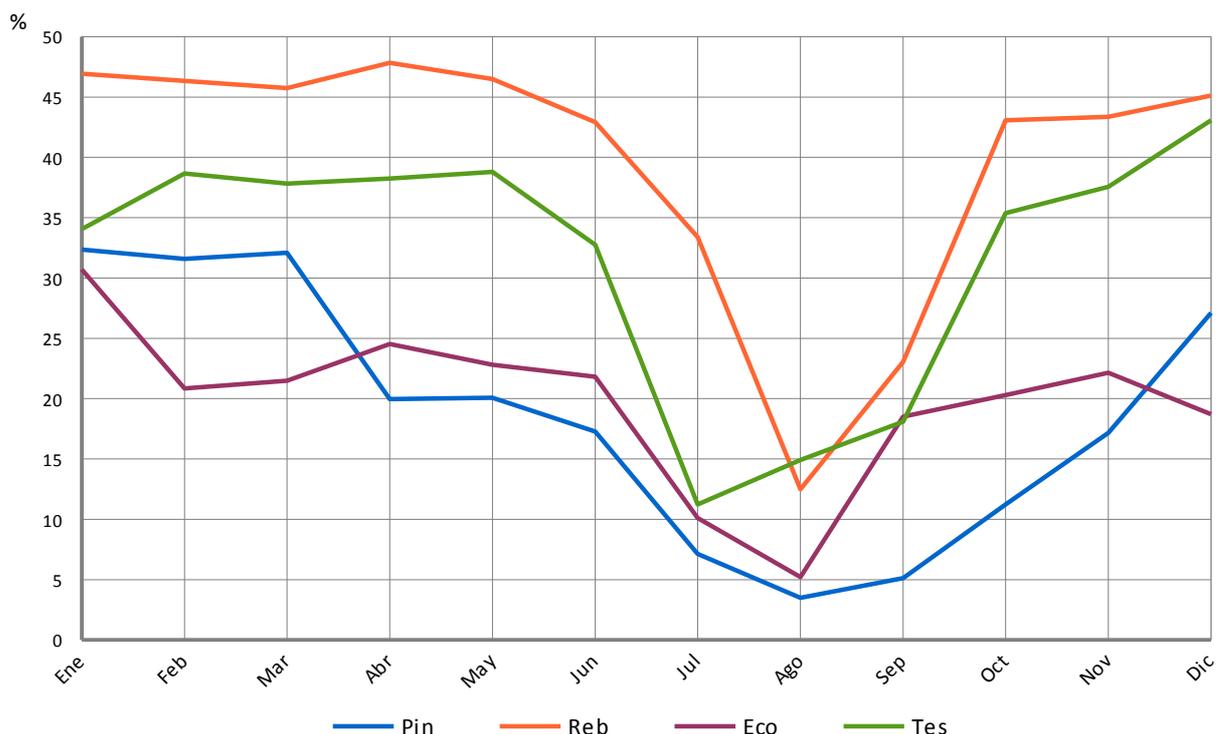


Figura III.13: Resultados por variables - HumMáx - Máximas Absolutas

El Rebollar muestra valores de HumMáx claramente superiores a los de las demás localizaciones, seguida del Testigo. El Ecotono presenta los valores más pequeños en los meses fríos, y el Pinar en los cálidos.

Destaca que Pinar, Ecotono y Rebollar tienen el mínimo de las máximas en agosto, mientras que el Testigo lo tiene en julio.



Humedad Mínima – Tendencia Central

Tabla III.12: Resultados por variables - HumMín – Promedios (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pin</b>	10,69	11,87	11,13	11,43	10,91	8,83	4,61	2,57	2,57	3,55	6,03	8,97
<b>Reb</b>	30,73	30,79	28,49	31,73	28,64	26,60	14,12	9,02	8,10	15,85	24,16	28,49
<b>Eco</b>	11,47	12,85	12,58	14,09	13,31	12,07	6,55	3,66	4,67	6,86	8,27	11,41
<b>Tes</b>	26,68	31,26	27,85	29,75	24,66	17,14	8,15	6,65	8,93	16,61	24,26	30,52

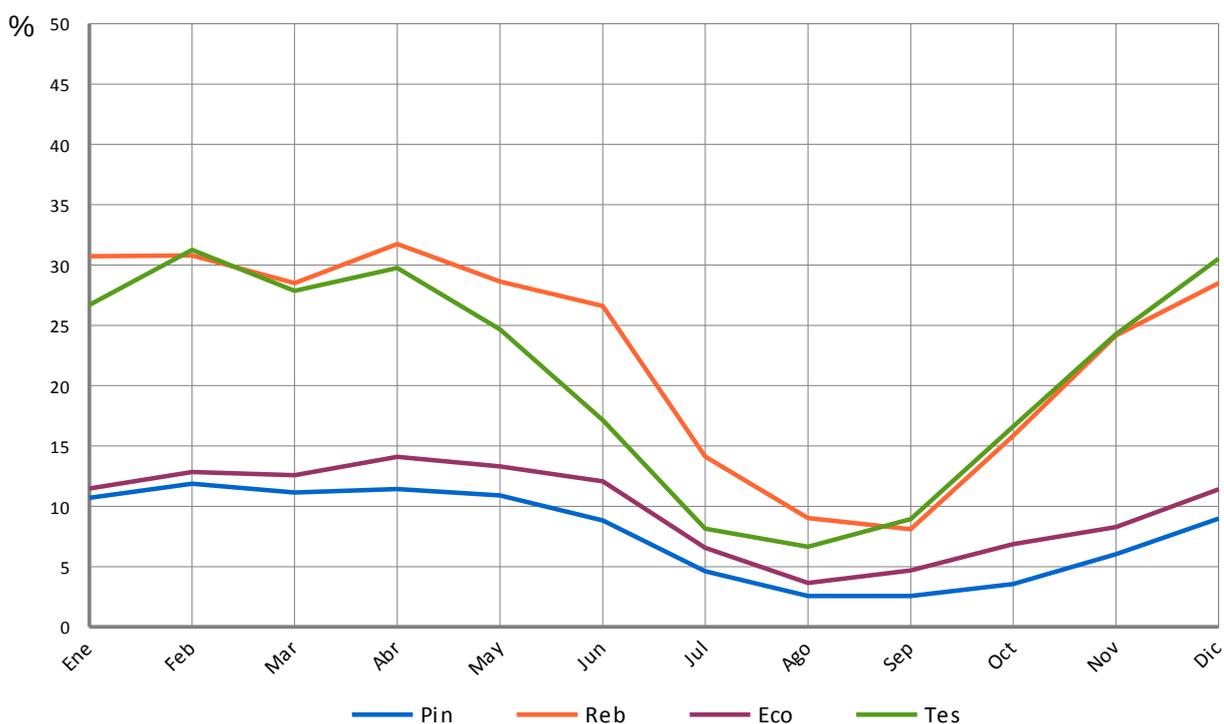


Figura III.14: Resultados por variables - HumMín - Promedios

Esta gráfica es prácticamente igual a la de los promedios de la HumMáx. Esto se debe a que la variación dentro del mismo día es muy pequeña, y cuando se producen precipitaciones y la máxima aumenta, “arrastra” a la mínima del día siguiente.

Los promedios de humedad mínima más bajos son los del Pinar todo el año. Los del Ecotono mantienen una tendencia muy similar, pero con valores algo superiores.

El Rebollar y el Ecotono se sitúan claramente por encima, y muestran una oscilación más acusada entre los meses húmedos y los secos.



Humedad Mínima – Valores Extremos

Tabla III.13: Resultados por variables - HumMín – Mínimas Absolutas (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pin</b>	4,23	5,49	6,52	7,67	6,98	5,71	2,27	1,91	1,73	2,46	2,65	3,49
<b>Reb</b>	21,38	21,71	20,84	19,98	18,09	15,78	8,38	7,83	4,99	6,75	8,15	17,99
<b>Eco</b>	9,12	10,03	10,03	11,24	8,55	7,91	4,23	2,71	2,65	2,78	2,65	8,63
<b>Tes</b>	24,07	28,82	24,07	23,39	15,49	10,29	5,56	5,42	3,89	7,52	11,59	21,71

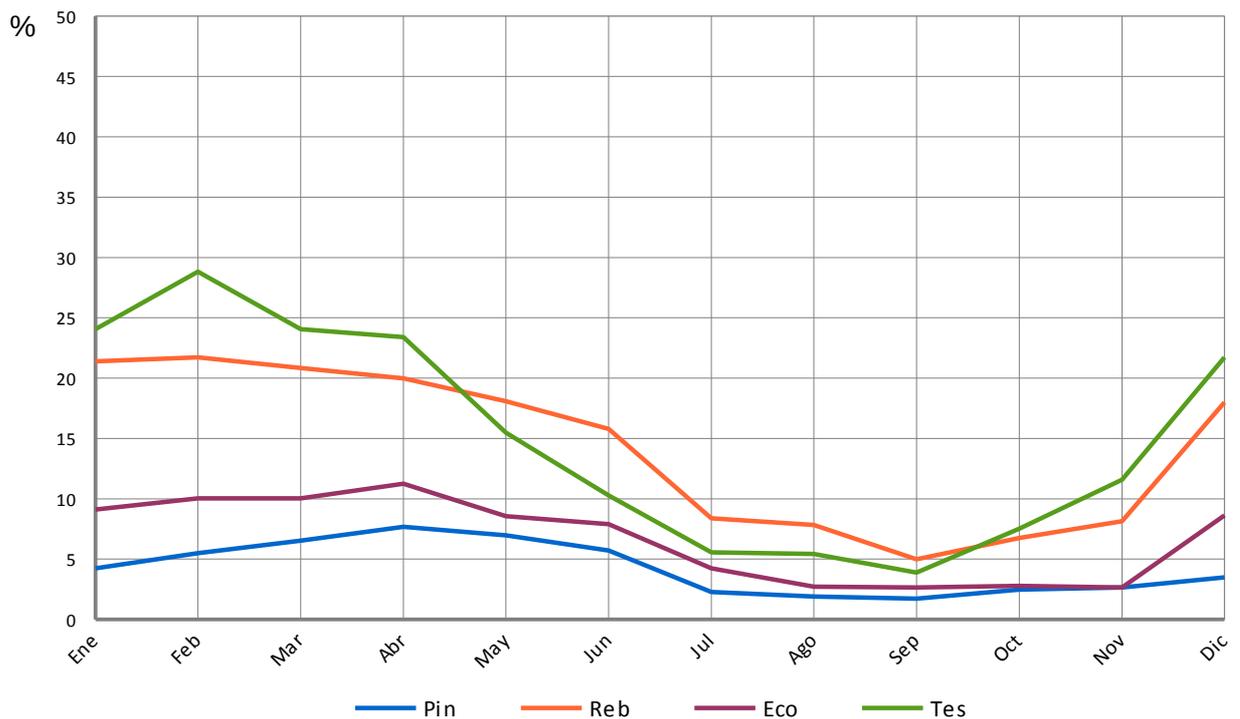


Figura III.15: Resultados por variables - HumMín - Mínimas Absolutas

Los valores mínimos absolutos más pequeños son durante todo el año los del Pinar, aunque en octubre y noviembre son muy similares a los del Ecotono.

El Rebollar y el Testigo se sitúan por encima de las anteriores, siendo el Rebollar superior al Testigo de mayo a septiembre.

El Testigo presenta el máximo de toda la serie, en febrero.

Todas las parcelas alcanzan el mínimo absoluto de humedad en septiembre. En el Ecotono se mantienen valores similares en octubre y noviembre. La secuencia, en orden descendente, es Rebollar – Testigo – Ecotono – Pinar.



### III.2.4.- Luminosidad (Lum)

Se analiza la luminosidad incidente sobre la superficie del suelo, en voltios (V)

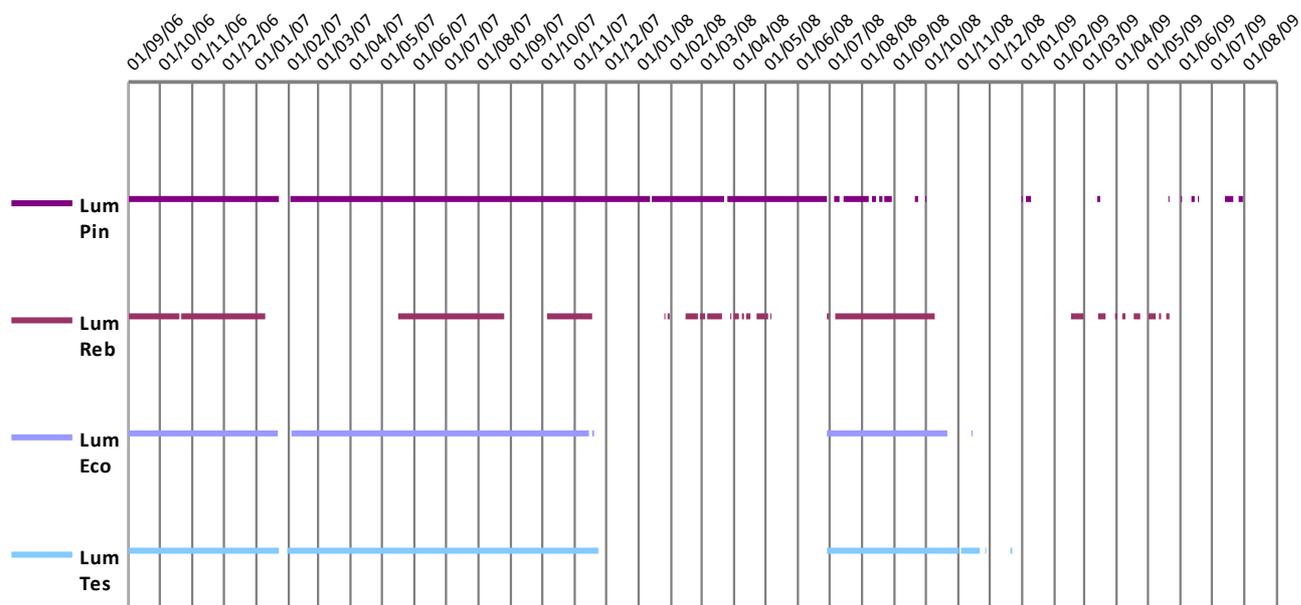


Figura III.16: Datos válidos disponibles - Luminosidad

Los registros de Luminosidad obtenidos de los aparatos de medición eran escasos, especialmente en la segunda mitad del período de toma de datos, pero sobre todo se observó que, incluso tras el proceso de depuración, presentaban un comportamiento errático y poco probable. En vista de estas circunstancias, se decidió continuar el estudio prescindiendo de esta variable.



### III.3.- Resultados por localizaciones

En este apartado se estudia el comportamiento de las variables del edafoclima en cada una de las localizaciones. En una primera aproximación se analiza la banda de valores dentro de la cual se hallan los máximos y los mínimos de cada variable, y posteriormente el intervalo de variación de la variable en su conjunto.

Esto nos proporciona una información muy valiosa, ya que nos permite ver no sólo los valores más “probables” -los promedios-, sino también los valores “posibles” -los máximos y los mínimos-, que a veces pueden ser los que pongan a prueba la capacidad de supervivencia de las plantas y de las masas forestales.

Escalas de los gráficos:

Se ha establecido una única escala de referencia para todas las gráficas de Temperatura, que comprende de -5 a 50 °C.

En cuanto a la Humedad, la escala utilizada es de 0% a 50%.

Código de colores de las tablas:

En las tablas de Temperatura los valores máximos y mínimos se indican en color rojo y azul respectivamente.

En el caso de la Humedad, el mayor valor se muestra en verde y el menor en ocre.

Para los valores relativos a Rango de Variación o Intervalo, es el color de fondo de la celda el que indica si se trata de un máximo (naranja) o mínimo (azul).

Para todas las tablas, los máximos y mínimos absolutos aparecen en negrita.



### III.3.1.- Pinar

Tabla III.14: PINAR – TOMáx\* (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	12,20	10,49	12,58	16,58	21,08	26,11	33,86	33,94	<b>40,26</b>	21,34	14,84	-
<b>Mín</b>	1,26	1,24	<b>0,88</b>	3,43	5,90	15,08	17,96	16,63	11,49	10,17	7,54	-
<b>Prom</b>	5,68	<b>5,58</b>	7,11	9,91	14,43	20,82	<b>27,02</b>	24,58	21,14	14,88	11,49	-
<b>Rango</b>	10,93	9,26	11,70	13,15	15,18	11,03	15,90	17,31	<b>28,77</b>	11,17	<b>7,30</b>	-

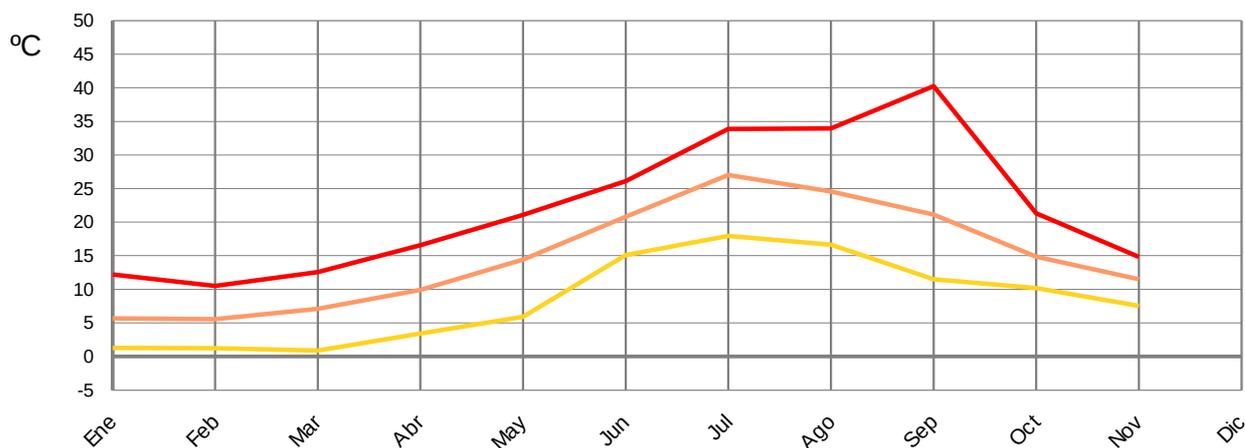


Figura III.17: PINAR - Banda en la que se mueve la TOMáx\* Máxima Absoluta Mínima Promedio

Tabla III.15: PINAR – TOMín\* (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx</b>	5,44	5,46	6,18	9,36	12,22	13,52	17,18	18,37	<b>19,84</b>	12,56	10,20	-
<b>Mín Ab</b>	1,21	0,96	<b>0,50</b>	0,91	2,50	8,15	11,71	9,78	5,95	5,31	3,22	-
<b>Prom</b>	3,10	<b>2,64</b>	2,72	5,29	7,60	11,12	<b>14,23</b>	13,84	12,29	9,35	7,06	-
<b>Rango</b>	<b>4,23</b>	4,50	5,68	8,45	9,72	5,38	5,47	8,59	<b>13,89</b>	7,25	6,98	-

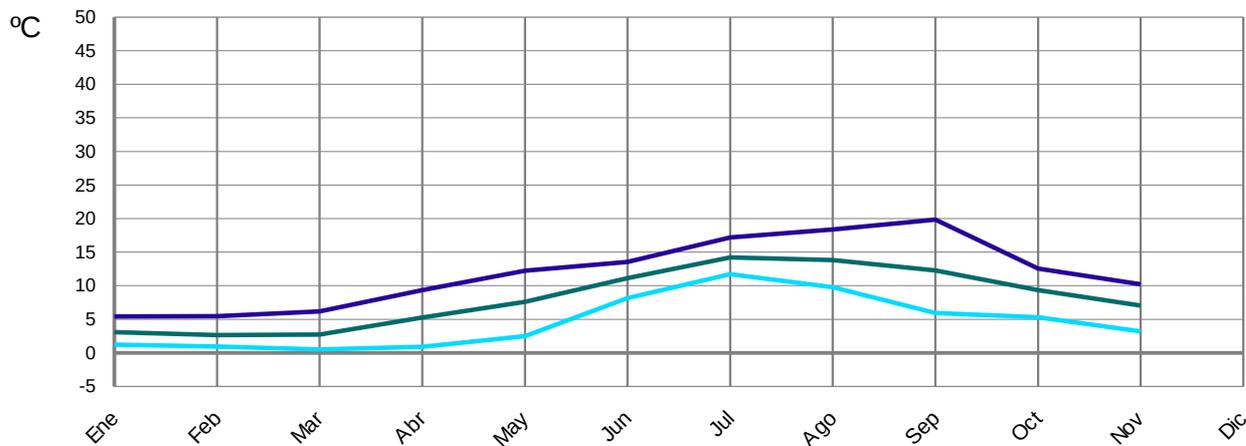


Figura III.18: PINAR - Banda en la que se mueve la TOMín\* Máxima Mínima Absoluta Promedio

\*(Hay que tener en cuenta que no hay datos de T0 para diciembre)



Tabla III.16: PINAR - Intervalo de variación TOMáx-TOMín\* (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	12,20	10,49	12,58	16,58	21,08	26,11	33,86	33,94	<b>40,26</b>	21,34	14,84	-
<b>Máx Prom</b>	5,68	5,58	7,11	9,91	14,43	20,82	<b>27,02</b>	24,58	21,14	14,88	11,49	-
<b>Mín Ab</b>	1,21	0,96	<b>0,50</b>	0,91	2,50	8,15	11,71	9,78	5,95	5,31	3,22	-
<b>Mín Prom</b>	3,10	<b>2,64</b>	2,72	5,29	7,60	11,12	14,23	13,84	12,29	9,35	7,06	-
<b>Interv</b>	10,99	<b>9,53</b>	12,09	15,68	18,58	17,96	22,15	24,16	<b>34,31</b>	16,03	11,62	-

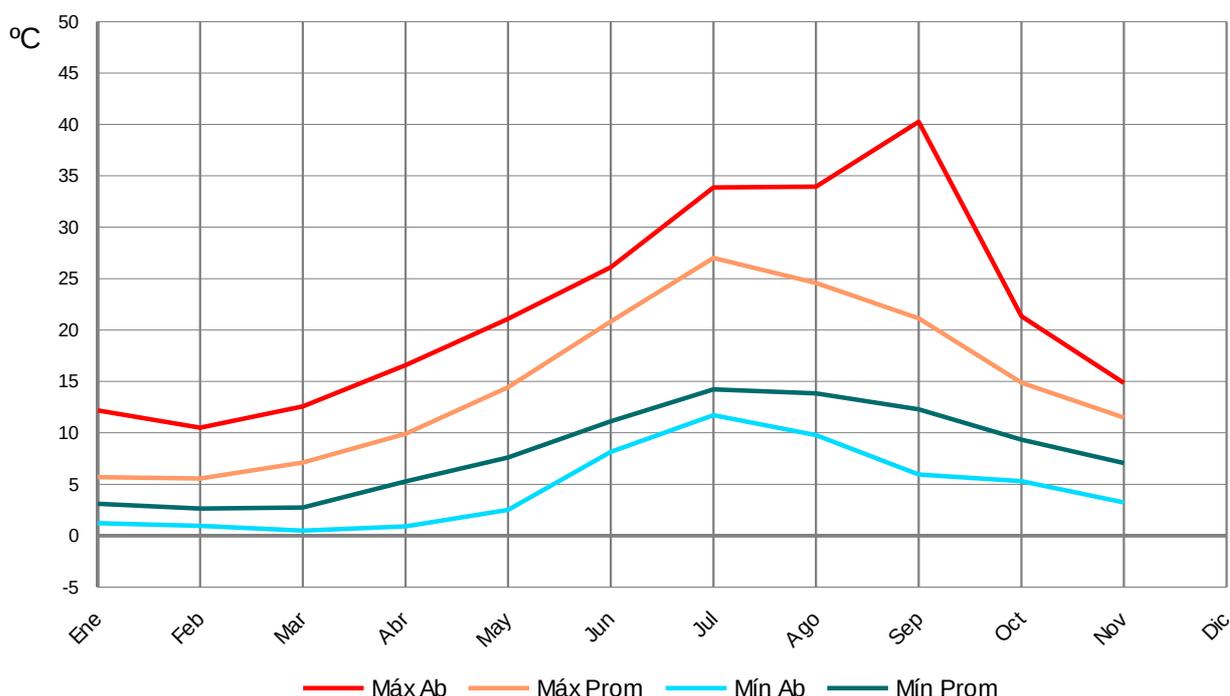


Figura III.19: PINAR - Intervalo de variación TOMáx-TOMín\*

Amplitud térmica anual: 39,76°C

La mayor amplitud térmica mensual se produce en septiembre, mes en que se alcanza la temperatura máxima absoluta. La menor (9,53°C) aparece en febrero, siendo este dato de variabilidad mensual el menor de entre todas las localizaciones para T0.

Nunca por debajo de 0°C

\*(No hay datos de T0 para diciembre)



Tabla III.17: PINAR – T10Máx (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	6,36	7,12	8,37	11,61	12,99	16,89	18,25	<b>18,87</b>	16,34	13,26	9,58	7,39
<b>Mín</b>	<b>1,97</b>	2,34	3,35	4,51	7,54	9,71	14,07	14,48	12,49	7,67	3,99	3,06
<b>Prom</b>	<b>4,51</b>	4,78	6,41	7,33	10,50	13,59	16,32	<b>17,11</b>	14,85	11,55	7,20	4,72
<b>Rango</b>	4,39	4,77	5,02	7,11	5,45	<b>7,19</b>	4,17	4,39	<b>3,86</b>	5,59	5,60	4,33

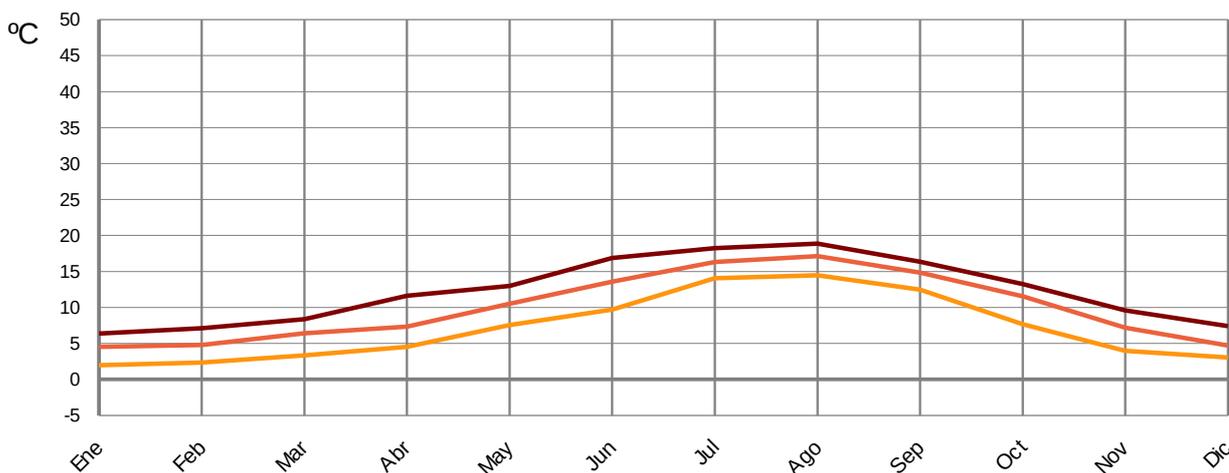


Figura III.20: PINAR - Banda en la que se mueve la T10Máx

— Máxima Absoluta — Promedio — Mínima

Tabla III.18: PINAR – T10Mín (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx</b>	6,18	6,66	7,92	10,39	11,83	15,87	16,77	<b>17,96</b>	15,46	13,02	8,82	6,99
<b>Mín Ab</b>	<b>1,94</b>	2,24	2,72	3,99	6,76	9,02	12,80	13,55	11,44	7,07	3,85	3,01
<b>Prom</b>	<b>3,98</b>	4,24	5,51	6,33	9,56	12,42	15,08	<b>16,02</b>	13,97	10,82	6,64	4,26
<b>Rango</b>	4,24	4,43	5,20	6,41	5,07	<b>6,85</b>	<b>3,97</b>	4,42	4,02	5,95	4,96	3,98

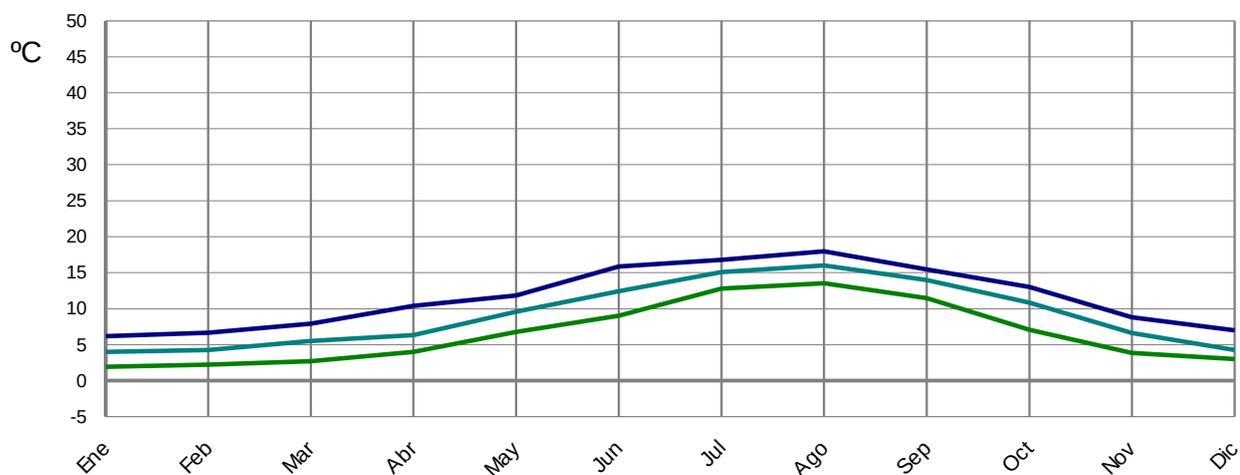


Figura III.21: PINAR - Banda en la que se mueve la T10Mín

— Máxima — Promedio — Mínima Absoluta



Tabla III.19: PINAR - Intervalo de variación T10Máx-T10Mín (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	6,36	7,12	8,37	11,61	12,99	16,89	18,25	<b>18,87</b>	16,34	13,26	9,58	7,39
<b>Máx Prom</b>	4,51	4,78	6,41	7,33	10,50	13,59	16,32	<b>17,11</b>	14,85	11,55	7,20	4,72
<b>Mín Ab</b>	<b>1,94</b>	2,24	2,72	3,99	6,76	9,02	12,80	13,55	11,44	7,07	3,85	3,01
<b>Mín Prom</b>	<b>3,98</b>	4,24	5,51	6,33	9,56	12,42	15,08	16,02	13,97	10,82	6,64	4,26
<b>Interv</b>	4,42	4,88	5,65	7,63	6,23	<b>7,88</b>	5,45	5,32	4,90	6,19	5,73	<b>4,38</b>

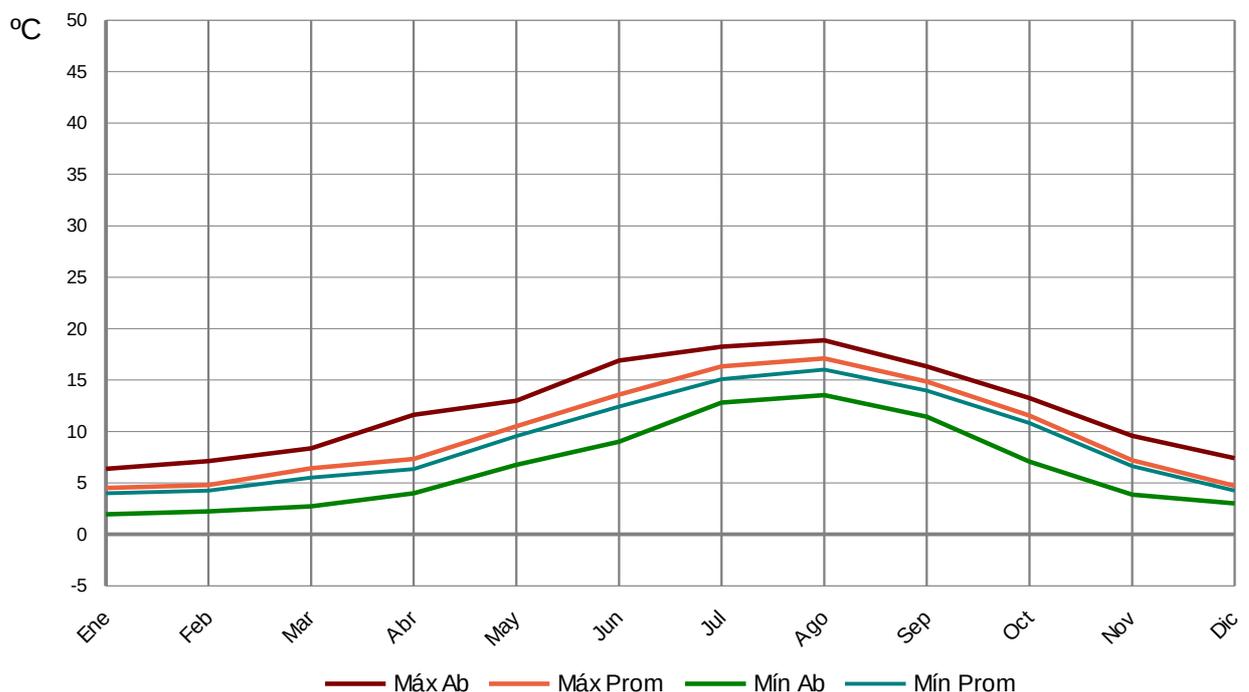


Figura III.22: PINAR - Intervalo de variación T10Máx-T10Mín

Amplitud térmica anual: 16,93°C → la más baja

La mayor amplitud térmica mensual se produce en junio, mientras que la menor -que lo es para el Pinar y para el conjunto de localizaciones- aparece en diciembre.

La máxima absoluta más alta se produce en agosto, al igual que el mayor promedio. De la misma manera, la mínima absoluta más baja se produce en enero, al igual que el promedio menor. En comparación con la T0, el comportamiento entre localizaciones es muy homogéneo, y la variabilidad absoluta muy baja.

En resumen, la Temperatura en Profundidad, al estar menos influida por los valores climatológicos extremos, es más estable y menos variable que la T0.



Tabla III.20: PINAR – HumMáx (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	<b>32,35</b>	31,58	32,10	19,98	20,08	17,27	7,13	3,49	5,13	11,24	17,17	27,12
<b>Mín</b>	4,29	5,56	6,60	8,15	7,28	6,22	2,46	1,97	<b>1,79</b>	2,52	2,78	3,49
<b>Prom</b>	11,53	<b>12,54</b>	11,96	12,46	12,18	9,39	4,81	<b>2,70</b>	2,74	3,87	6,60	9,90
<b>Rango</b>	<b>28,06</b>	26,02	25,50	11,83	12,80	11,05	4,67	1,52	3,35	8,71	14,40	23,63

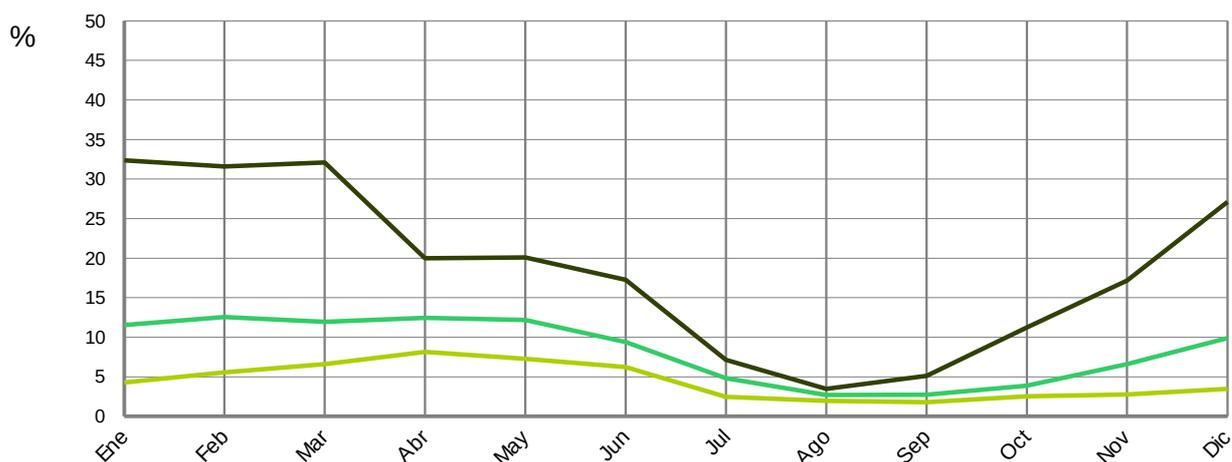


Figura III.23: PINAR - Banda en la que se mueve la HumMáx

— Máxima Absoluta — Mínima — Promedio

Tabla III.21: PINAR – HumMín (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx</b>	25,23	<b>27,24</b>	24,64	17,99	17,99	15,68	6,67	3,42	3,36	8,63	13,12	22,37
<b>Mín Ab</b>	4,23	5,49	6,52	7,67	6,98	5,71	2,27	1,91	<b>1,73</b>	2,46	2,65	3,49
<b>Prom</b>	10,69	<b>11,87</b>	11,13	11,43	10,91	8,83	4,61	<b>2,57</b>	<b>2,57</b>	3,55	6,03	8,97
<b>Rango</b>	21,00	<b>21,75</b>	18,12	10,31	11,01	9,97	4,40	1,52	1,63	6,17	10,47	18,89

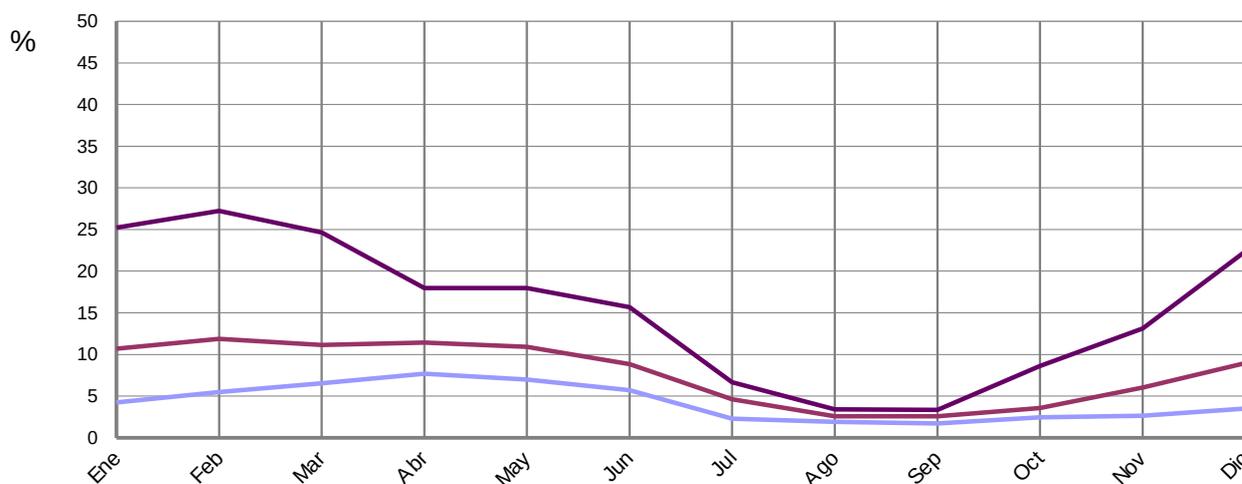


Figura III.24: PINAR - Banda en la que se mueve la HumMín

— Máxima — Mínima Absoluta — Promedio



Tabla III.22: PINAR - Intervalo de variación HumMáx-HumMín (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	<b>32,35</b>	31,58	32,10	19,98	20,08	17,27	7,13	3,49	5,13	11,24	17,17	27,12
<b>Máx Prom</b>	11,53	<b>12,54</b>	11,96	12,46	12,18	9,39	4,81	2,70	2,74	3,87	6,60	9,90
<b>Mín Ab</b>	4,23	5,49	6,52	7,67	6,98	5,71	2,27	1,91	<b>1,73</b>	2,46	2,65	3,49
<b>Mín Prom</b>	10,69	11,87	11,13	11,43	10,91	8,83	4,61	<b>2,57</b>	<b>2,57</b>	3,55	6,03	8,97
<b>Interv</b>	<b>28,13</b>	26,09	25,58	12,30	13,11	11,57	4,85	<b>1,58</b>	3,41	8,78	14,52	23,63

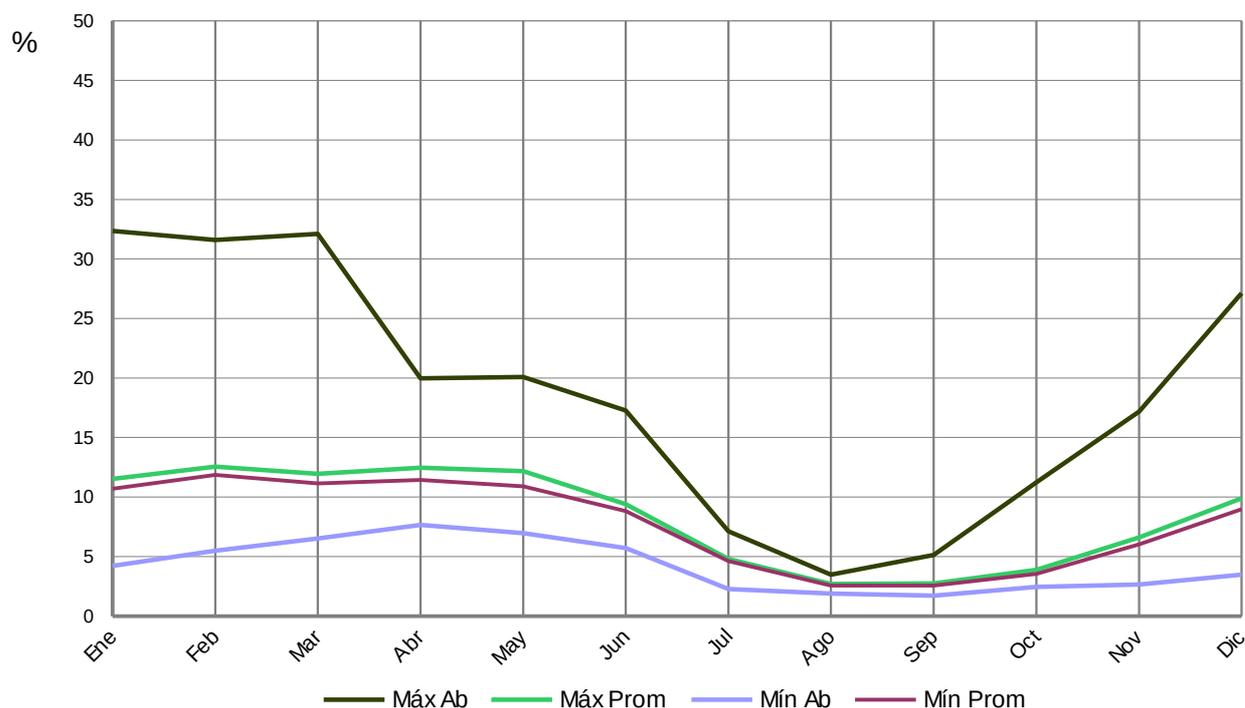


Figura III.25: PINAR - Intervalo de variación HumMáx-HumMín

Intervalo de variación anual: 30,62%

Intervalo de variación mensual: el mayor tiene lugar en enero (28,13%), y el menor -que lo es para el Pinar y para el conjunto de localizaciones- en agosto (1,58%)



### III.3.2.- Rebollar

Tabla III.23: REBOLLAR – TOMáx (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	16,13	12,94	17,89	24,46	23,76	22,47	33,05	40,66	<b>42,68</b>	28,89	16,89	15,58
<b>Mín</b>	<b>0,11</b>	0,85	1,99	2,50	10,79	11,64	16,51	19,75	12,53	5,87	2,42	0,22
<b>Prom</b>	5,82	7,13	10,85	13,47	17,40	17,92	23,79	<b>27,57</b>	24,03	16,42	9,87	<b>5,48</b>
<b>Rango</b>	16,02	12,09	15,90	21,96	12,98	<b>10,83</b>	16,54	20,91	<b>30,15</b>	23,02	14,47	15,36



Figura III.26: REBOLLAR - Banda en la que se mueve la TOMáx

— Máxima Absoluta — Mínima — Promedio

Tabla III.24: REBOLLAR – TOMín (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx</b>	9,04	6,48	7,17	11,37	14,39	16,94	18,08	19,65	<b>20,94</b>	13,81	11,03	7,14
<b>Mín Ab</b>	<b>-0,12</b>	-0,06	1,21	1,59	6,28	9,16	11,30	11,20	8,10	3,85	0,50	-0,09
<b>Prom</b>	2,85	2,48	4,34	5,75	9,91	12,76	14,82	<b>15,76</b>	13,13	9,50	5,15	<b>1,96</b>
<b>Rango</b>	9,16	6,54	<b>5,96</b>	9,78	8,10	7,78	6,78	8,45	<b>12,84</b>	9,96	10,53	7,23

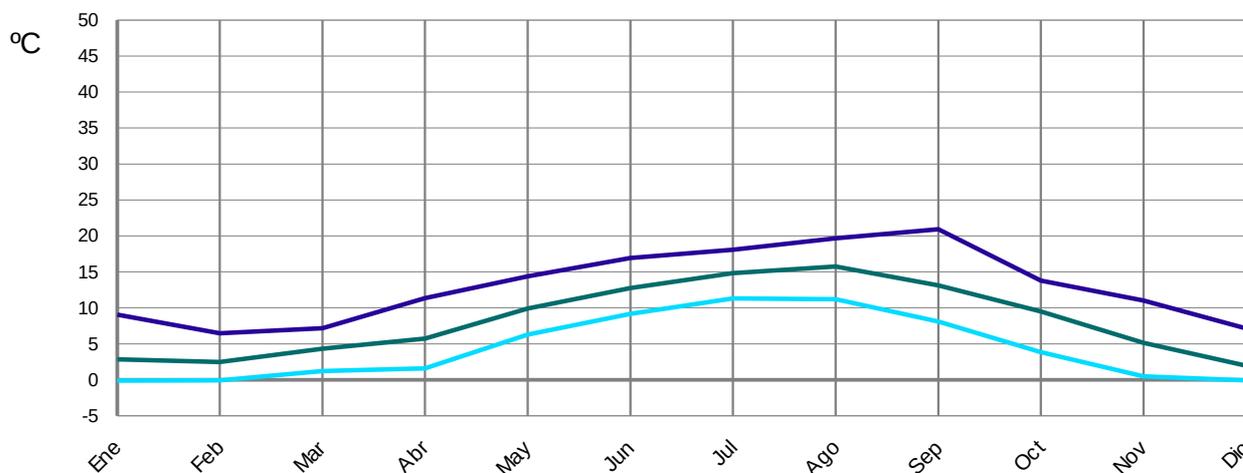


Figura III.27: REBOLLAR - Banda en la que se mueve la TOMín

— Máxima — Mínima Absoluta — Promedio



Tabla III.25: REBOLLAR – Intervalo de variación TOMáx-TOMín (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	16,13	12,94	17,89	24,46	23,76	22,47	33,05	40,66	<b>42,68</b>	28,89	16,89	15,58
<b>Máx Prom</b>	5,82	7,13	10,85	13,47	17,40	17,92	23,79	<b>27,57</b>	24,03	16,42	9,87	5,48
<b>Mín Ab</b>	<b>-0,12</b>	-0,06	1,21	1,59	6,28	9,16	11,30	11,20	8,10	3,85	0,50	-0,09
<b>Mín Prom</b>	2,85	2,48	4,34	5,75	9,91	12,76	14,82	15,76	13,13	9,50	5,15	<b>1,96</b>
<b>Interv</b>	16,25	<b>13,00</b>	16,68	22,87	17,48	13,30	21,76	29,46	<b>34,59</b>	25,04	16,40	15,67

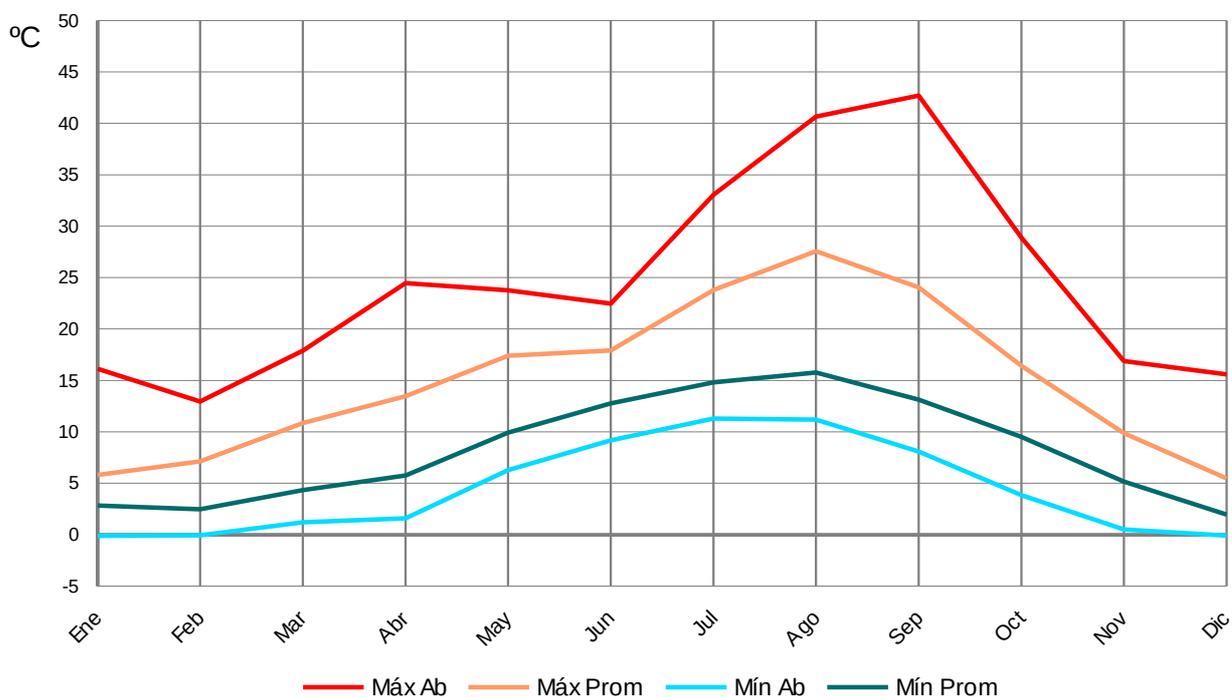


Figura III.28: REBOLLAR - Intervalo de variación TOMáx-TOMín

Amplitud térmica anual: 42,8°C

La menor amplitud térmica mensual se produce en febrero, y la mayor en septiembre.

La máxima absoluta se produce en septiembre, mes con mayor rango de variación. En cambio el promedio más alto aparece en agosto.

La mínima absoluta se presenta en enero, aunque el menor promedio lo hace en diciembre. De diciembre a febrero las mínimas absolutas están por debajo de 0°C.



Tabla III.26: REBOLLAR – T10Máx (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	9,09	9,16	12,58	19,51	19,60	19,29	24,73	<b>25,79</b>	25,45	18,77	14,36	8,42
<b>Mín</b>	<b>1,10</b>	1,48	2,88	4,06	10,71	11,39	15,27	17,44	12,87	6,64	3,09	1,51
<b>Prom</b>	4,58	5,68	8,85	10,99	14,38	15,92	19,11	<b>21,17</b>	18,11	13,95	8,47	<b>4,48</b>
<b>Rango</b>	7,99	7,68	9,71	<b>15,45</b>	8,89	7,90	9,46	8,35	12,58	12,14	11,27	<b>6,91</b>

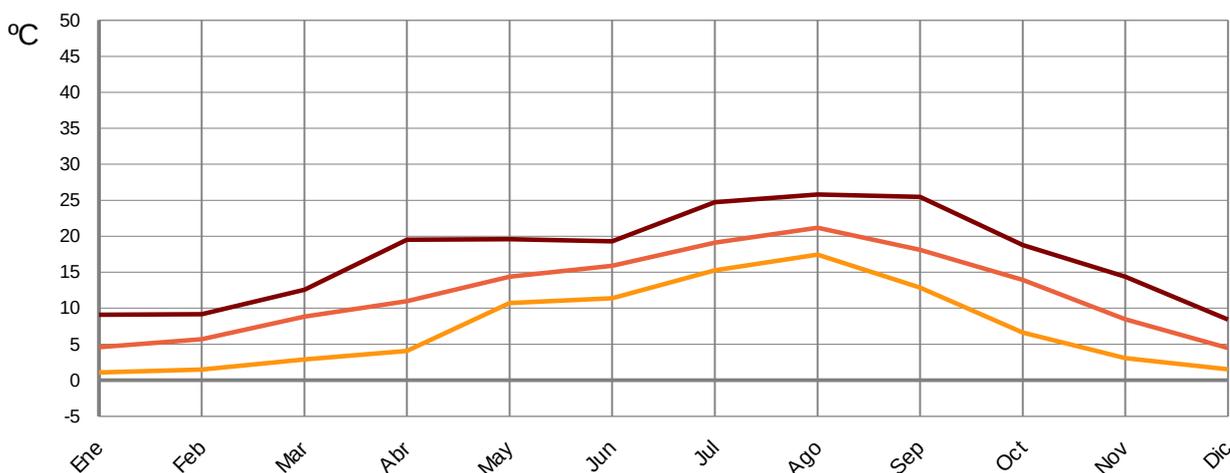


Figura III.29: REBOLLAR - Banda en la que se mueve la T10Máx

— Máxima Absoluta — Promedio — Mínima

Tabla III.27: REBOLLAR – T10Mín (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx</b>	6,71	6,91	8,10	14,07	14,89	16,89	19,03	20,67	<b>21,60</b>	14,79	12,15	6,91
<b>Mín Ab</b>	<b>0,91</b>	0,96	2,40	3,51	8,10	10,00	12,80	13,93	10,52	5,62	2,24	0,99
<b>Prom</b>	3,50	3,54	5,84	7,42	11,19	13,46	15,87	<b>17,12</b>	14,87	10,93	6,52	<b>3,04</b>
<b>Rango</b>	5,81	5,95	<b>5,70</b>	10,56	6,79	6,89	6,23	6,74	<b>11,09</b>	9,18	9,91	5,93

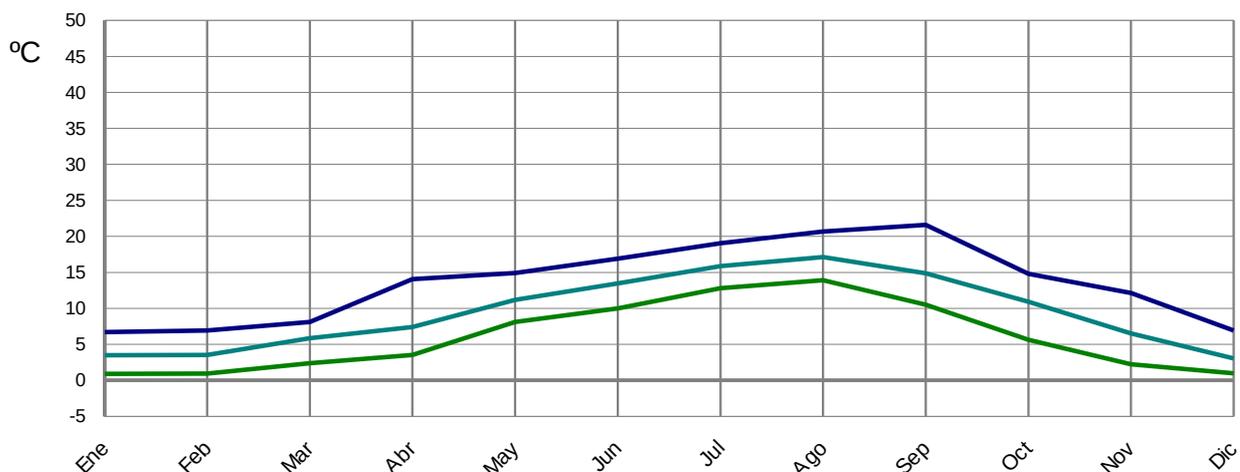


Figura III.30: REBOLLAR - Banda en la que se mueve la T10Mín

— Máxima — Promedio — Mínima Absoluta



Tabla III.28: REBOLLAR - Intervalo de variación T10Máx-T10Mín (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	9,09	9,16	12,58	19,51	19,60	19,29	24,73	<b>25,79</b>	25,45	18,77	14,36	8,42
<b>Máx Prom</b>	4,58	5,68	8,85	10,99	14,38	15,92	19,11	<b>21,17</b>	18,11	13,95	8,47	4,48
<b>Mín Ab</b>	<b>0,91</b>	0,96	2,40	3,51	8,10	10,00	12,80	13,93	10,52	5,62	2,24	0,99
<b>Mín Prom</b>	<b>3,50</b>	3,54	5,84	7,42	11,19	13,46	15,87	17,12	14,87	10,93	6,52	3,04
<b>Interv</b>	8,18	8,20	10,19	16,00	11,51	<b>9,29</b>	11,93	11,86	14,94	13,16	12,13	<b>7,43</b>

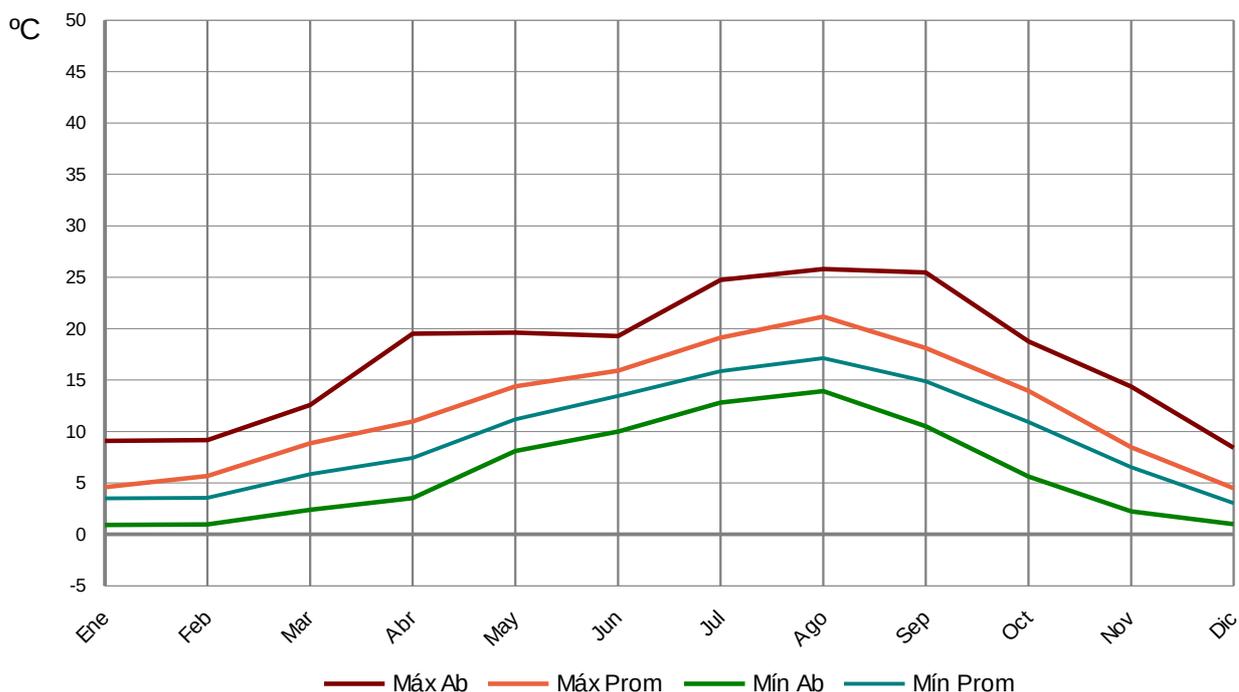


Figura III.31: REBOLLAR - Intervalo de variación T10Máx-T10Mín

Amplitud térmica anual: 24,88°C

La máxima amplitud térmica mensual se produce en junio (9,29°C) y la mínima en diciembre (7,43°C)



Tabla III.29: REBOLLAR – HumMáx (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	46,94	46,33	45,73	<b>47,85</b>	46,48	42,93	33,39	12,48	23,05	43,07	43,37	45,14
<b>Mín</b>	21,71	22,04	21,38	20,94	18,92	16,07	8,63	7,99	<b>5,06</b>	6,82	8,30	18,09
<b>Prom</b>	32,11	31,91	30,12	<b>34,41</b>	31,07	28,45	14,84	9,33	<b>8,79</b>	17,65	25,49	29,60
<b>Rango</b>	25,23	24,29	24,35	26,90	27,56	26,85	24,77	4,50	17,99	<b>36,25</b>	35,06	27,05

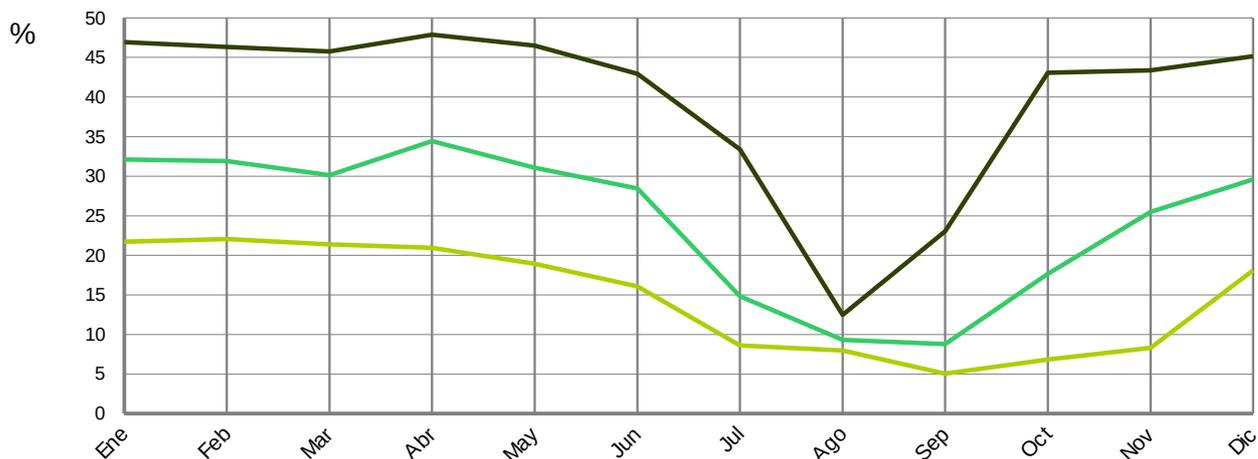


Figura III.32: REBOLLAR - Banda en la que se mueve la HumMáx — Máxima Absoluta — Mínima — Promedio

Tabla III.30: REBOLLAR – HumMín (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx</b>	<b>44,39</b>	43,51	41,05	42,35	42,35	42,20	31,33	10,80	15,58	37,00	36,73	38,52
<b>Mín Ab</b>	21,38	21,71	20,84	19,98	18,09	15,78	8,38	7,83	<b>4,99</b>	6,75	8,15	17,99
<b>Prom</b>	30,73	30,79	28,49	<b>31,73</b>	28,64	26,60	14,12	9,02	<b>8,10</b>	15,85	24,16	28,49
<b>Rango</b>	23,01	21,80	20,22	22,37	24,26	26,42	22,94	2,97	10,59	<b>30,26</b>	28,59	20,53

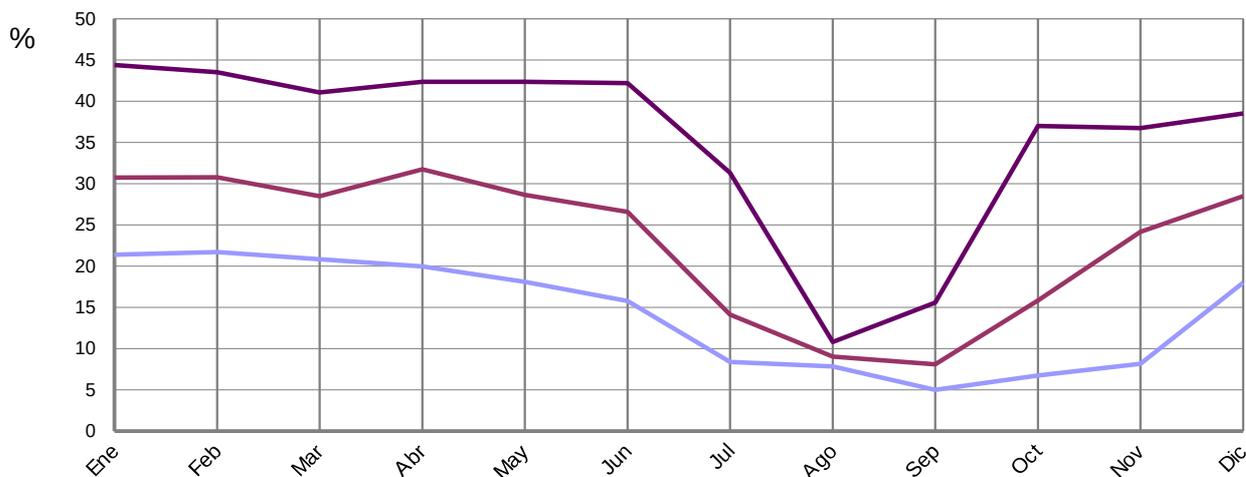


Figura III.33: REBOLLAR- Banda en la que se mueve la HumMín — Máxima — Mínima Absoluta — Promedio



Tabla III.31: REBOLLAR - Intervalo de variación HumMáx-HumMín (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	46,94	46,33	45,73	<b>47,85</b>	46,48	42,93	33,39	12,48	23,05	43,07	43,37	45,14
<b>Máx Prom</b>	32,11	31,91	30,12	<b>34,41</b>	31,07	28,45	14,84	9,33	8,79	17,65	25,49	29,60
<b>Mín Ab</b>	21,38	21,71	20,84	19,98	18,09	15,78	8,38	7,83	<b>4,99</b>	6,75	8,15	17,99
<b>Mín Prom</b>	30,73	30,79	28,49	31,73	28,64	26,60	14,12	9,02	<b>8,10</b>	15,85	24,16	28,49
<b>Interv</b>	25,56	24,62	24,90	27,87	28,39	27,15	25,01	<b>4,65</b>	18,06	<b>36,33</b>	35,22	27,15

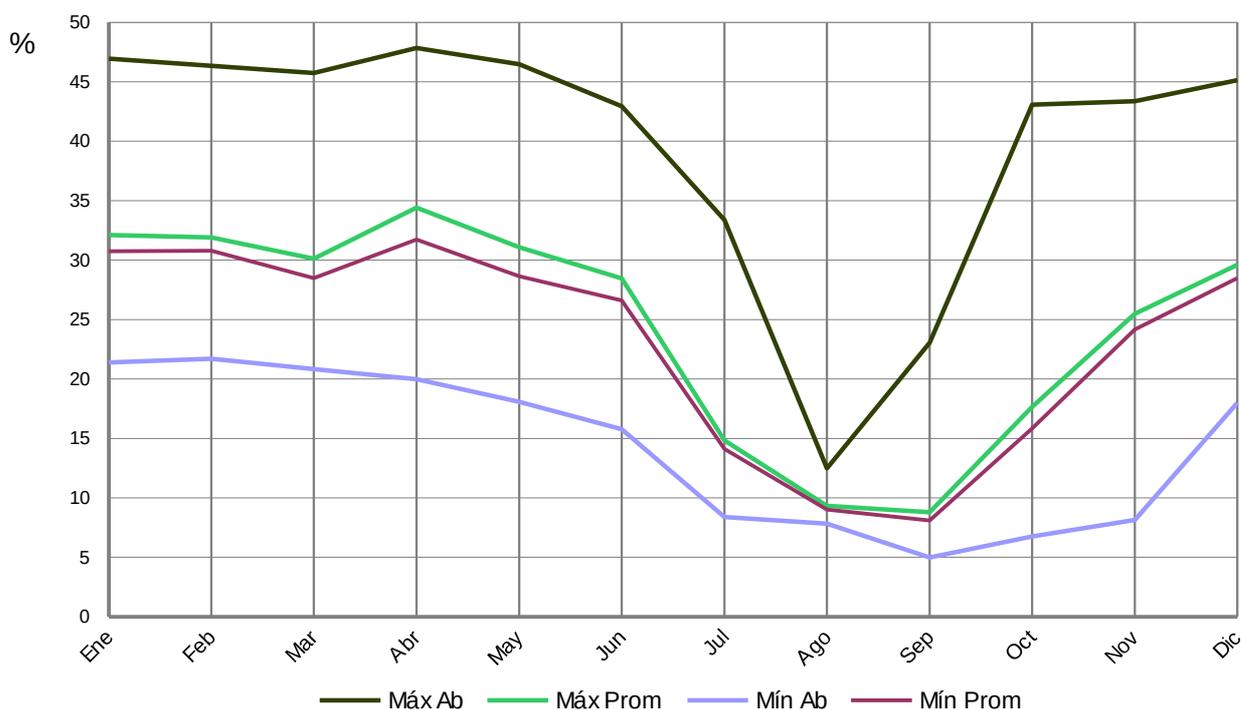


Figura III.34: REBOLLAR - Intervalo de variación HumMáx-HumMín

Intervalo de variación anual: 42,86% → el mayor

Variación mensual: El Rebollar presenta en octubre su máxima variabilidad mensual, que además es la máxima del conjunto de localizaciones.

Esta localización muestra el mayor promedio de las máximas, en abril.



### III.3.3.- Ecotono

Tabla III.32: ECOTONO – TOMáx (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	10,12	14,10	19,34	26,52	28,87	34,62	41,94	<b>47,35</b>	44,35	29,87	16,65	9,51
<b>Mín</b>	<b>0,30</b>	1,15	2,66	4,27	7,80	18,34	21,03	21,92	13,88	5,90	1,89	0,63
<b>Prom</b>	4,28	6,29	10,96	16,56	20,95	25,90	32,02	<b>36,33</b>	27,13	16,85	8,52	<b>3,85</b>
<b>Rango</b>	9,82	12,95	16,68	22,25	21,07	16,28	20,91	25,44	<b>30,47</b>	23,97	14,77	<b>8,88</b>

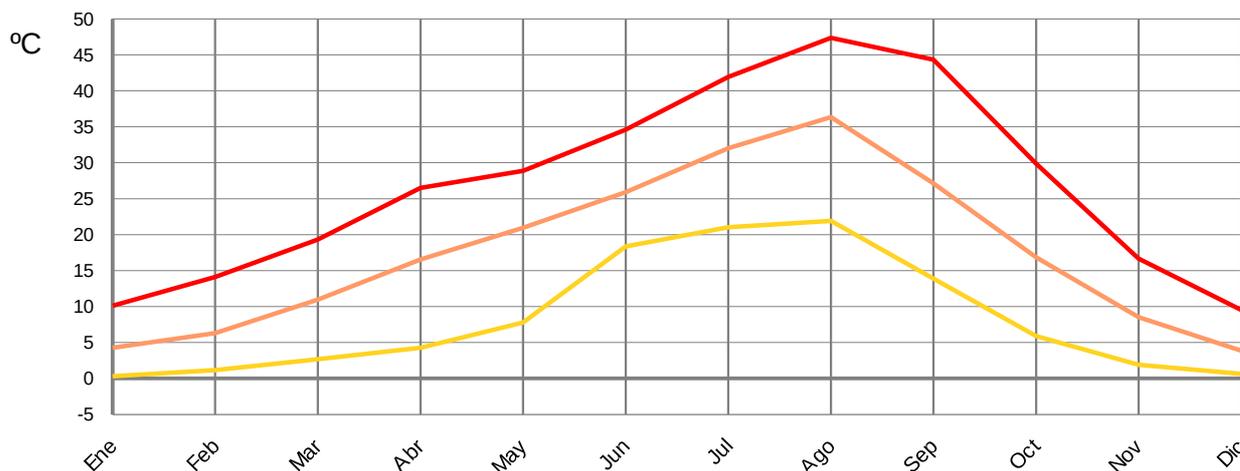


Figura III.35: ECOTONO - Banda en la que se mueve la TOMáx — Máxima Absoluta — Mínima — Promedio

Tabla III.33: ECOTONO – TOMín (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx</b>	4,97	5,18	6,31	9,16	12,17	16,58	16,77	17,89	<b>17,92</b>	12,34	10,42	7,42
<b>Mín Ab</b>	<b>-0,45</b>	0,30	-0,09	1,24	1,94	9,61	10,76	9,83	6,81	3,54	-0,06	0,00
<b>Prom</b>	2,07	1,96	2,79	5,11	8,10	12,65	<b>14,23</b>	14,14	12,03	8,70	4,74	<b>1,88</b>
<b>Rango</b>	5,42	<b>4,88</b>	6,39	7,93	10,23	6,97	6,01	8,06	<b>11,10</b>	8,80	10,48	7,42

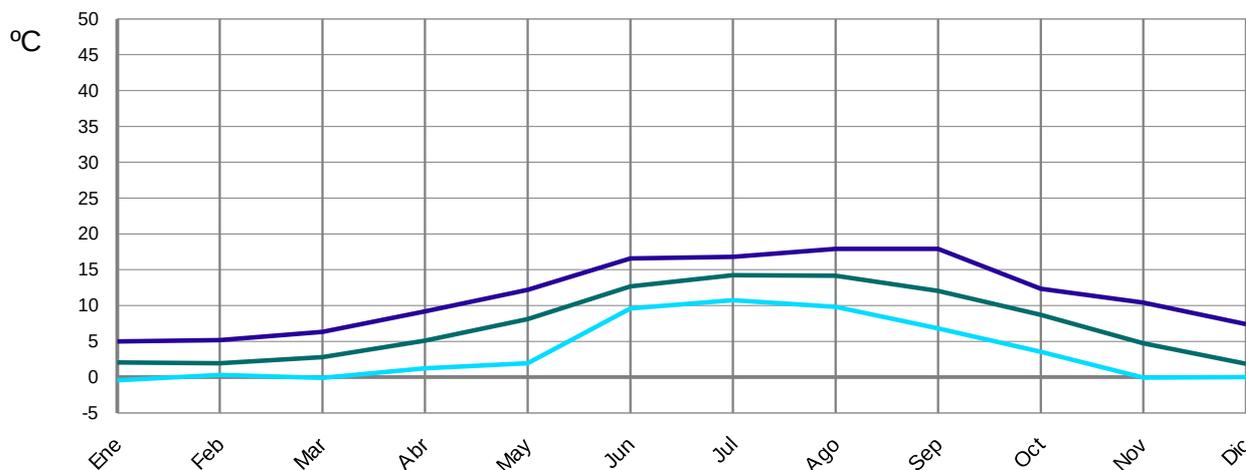


Figura III.36: ECOTONO - Banda en la que se mueve la TOMín — Máxima — Mínima Absoluta — Promedio



Tabla III.34: ECOTONO - Intervalo de variación TOMáx-TOMín (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	10,12	14,10	19,34	26,52	28,87	34,62	41,94	<b>47,35</b>	44,35	29,87	16,65	9,51
<b>Máx Prom</b>	4,28	6,29	10,96	16,56	20,95	25,90	32,02	<b>36,33</b>	27,13	16,85	8,52	3,85
<b>Mín Ab</b>	<b>-0,45</b>	0,30	-0,09	1,24	1,94	9,61	10,76	9,83	6,81	3,54	-0,06	0,00
<b>Mín Prom</b>	2,07	1,96	2,79	5,11	8,10	12,65	14,23	14,14	12,03	8,70	4,74	<b>1,88</b>
<b>Interv</b>	10,58	<b>13,80</b>	19,43	25,29	26,93	25,02	31,18	37,52	<b>37,54</b>	26,33	16,71	9,51

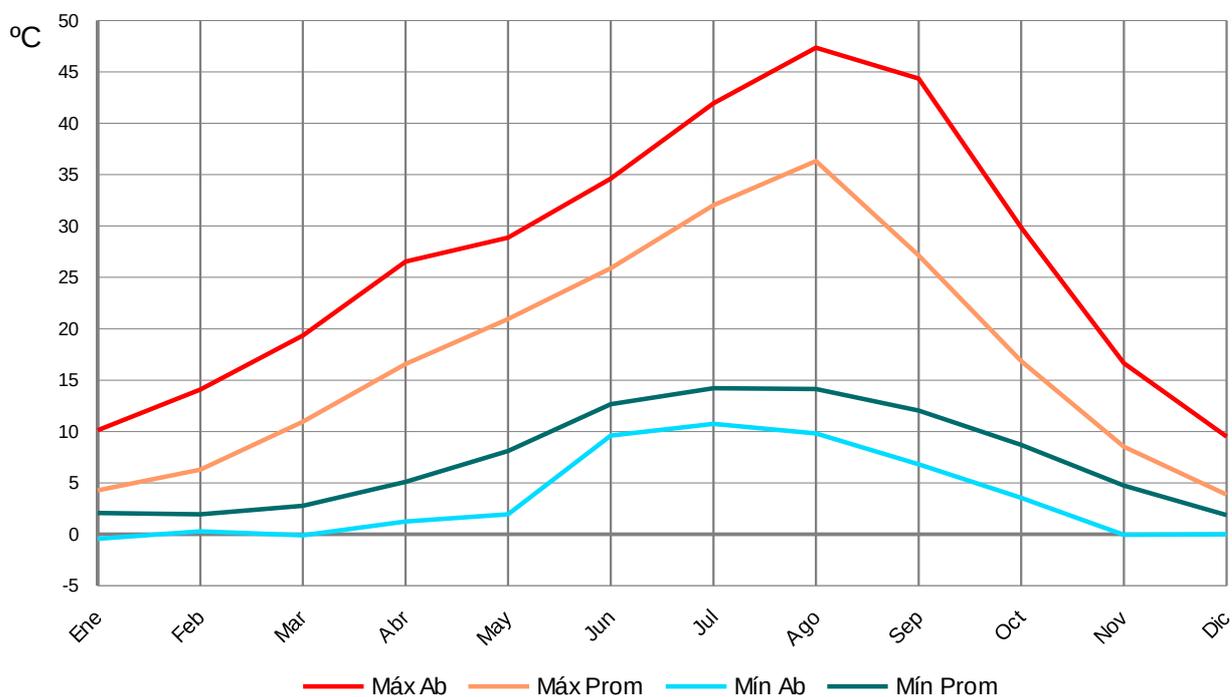


Figura III.37: ECOTONO - Intervalo de variación TOMáx-TOMín

Amplitud térmica anual: 47,8°C

La mayor amplitud térmica mensual se produce en septiembre, y la menor en febrero.

El Ecotono muestra la mayor máxima absoluta (en agosto, mientras que en las demás localizaciones aparece en septiembre) y el mayor promedio.



Tabla III.35: ECOTONO – T10Máx (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	7,12	7,87	9,81	14,29	15,94	19,18	21,46	<b>22,13</b>	21,99	16,58	13,40	8,27
<b>Mín</b>	<b>1,64</b>	1,83	3,64	5,02	7,92	14,55	16,75	16,27	12,65	6,91	3,30	1,83
<b>Prom</b>	3,89	4,19	6,78	9,69	13,17	16,76	18,72	<b>19,28</b>	16,51	12,28	7,63	<b>3,86</b>
<b>Rango</b>	5,47	6,04	6,16	9,27	8,02	4,62	4,71	5,86	9,33	9,67	10,10	6,44

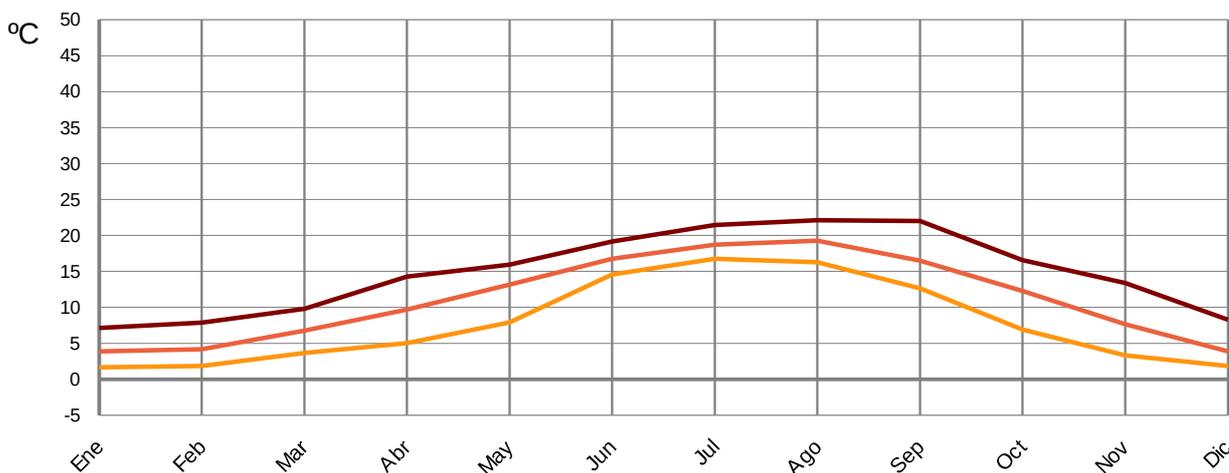


Figura III.38: ECOTONO - Banda en la que se mueve la T10Máx — Máxima Absoluta — Mínima — Promedio

Tabla III.36: ECOTONO – T10Mín (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx</b>	5,46	5,92	7,07	10,71	13,55	17,08	17,84	<b>19,20</b>	19,03	13,83	11,95	7,09
<b>Mín Ab</b>	<b>1,43</b>	1,56	2,37	3,22	5,92	11,22	13,98	13,76	10,20	6,00	2,96	1,67
<b>Prom</b>	3,19	<b>3,14</b>	4,72	7,07	10,38	14,10	15,99	<b>16,22</b>	14,25	10,72	6,65	3,20
<b>Rango</b>	4,04	4,36	4,70	7,49	7,62	5,86	3,87	5,44	8,83	7,83	9,00	5,42

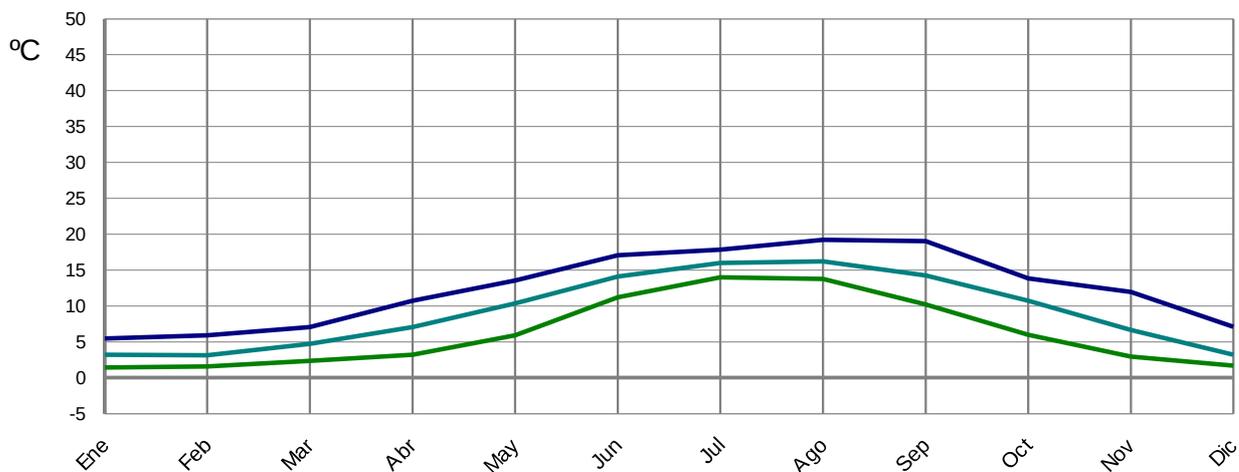


Figura III.39: ECOTONO - Banda en la que se mueve la T10Mín — Máxima — Mínima Absoluta — Promedio



Tabla III.37: ECOTONO - Intervalo de variación T10Máx-T10Mín (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	7,12	7,87	9,81	14,29	15,94	19,18	21,46	<b>22,13</b>	21,99	16,58	13,40	8,27
<b>Máx Prom</b>	3,89	4,19	6,78	9,69	13,17	16,76	18,72	<b>19,28</b>	16,51	12,28	7,63	3,86
<b>Mín Ab</b>	<b>1,43</b>	1,56	2,37	3,22	5,92	11,22	13,98	13,76	10,20	6,00	2,96	1,67
<b>Mín Prom</b>	3,19	<b>3,14</b>	4,72	7,07	10,38	14,10	15,99	16,22	14,25	10,72	6,65	3,20
<b>Interv</b>	<b>5,69</b>	6,31	7,44	11,07	10,02	7,95	7,48	8,37	<b>11,79</b>	10,58	10,45	6,60

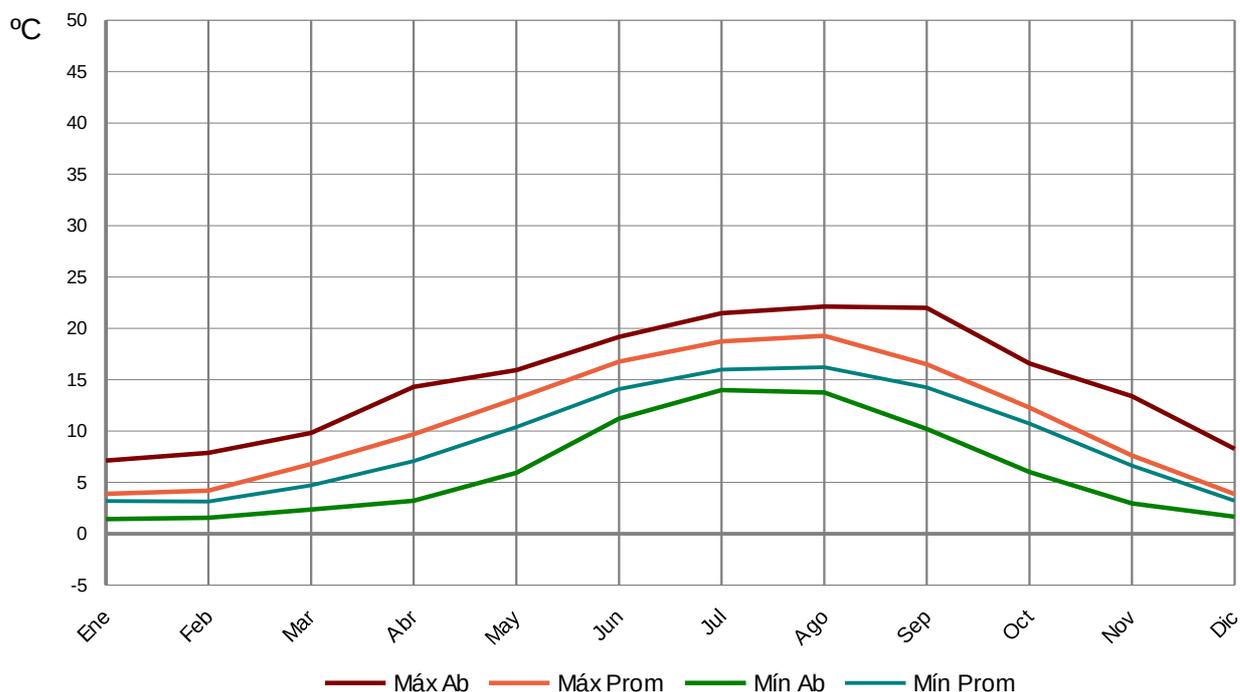


Figura III.40: ECOTONO - Intervalo de variación T10Máx-T10Mín

Amplitud térmica anual: 20,7°C

El mayor rango de variación mensual se presenta en septiembre, y el menor en enero.

La T10 del Ecotono muestra valores intermedios respecto de las demás localizaciones.

La gráfica es muy similar a la del Pinar, pero algo más “ancha”.



Tabla III.38: ECOTONO – HumMáx (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Max</b>	<b>30,69</b>	20,84	21,49	24,53	22,82	21,82	10,12	5,20	18,50	20,30	22,15	18,71
<b>Mín</b>	9,53	10,20	10,89	11,68	9,03	7,99	4,29	2,84	2,71	2,90	<b>2,78</b>	8,63
<b>Prom</b>	12,42	14,20	13,84	<b>16,15</b>	15,47	13,23	6,82	<b>3,85</b>	5,20	7,97	9,23	12,07
<b>Rango</b>	<b>21,17</b>	10,63	10,60	12,85	13,79	13,83	5,82	<b>2,36</b>	15,79	17,39	19,38	10,08

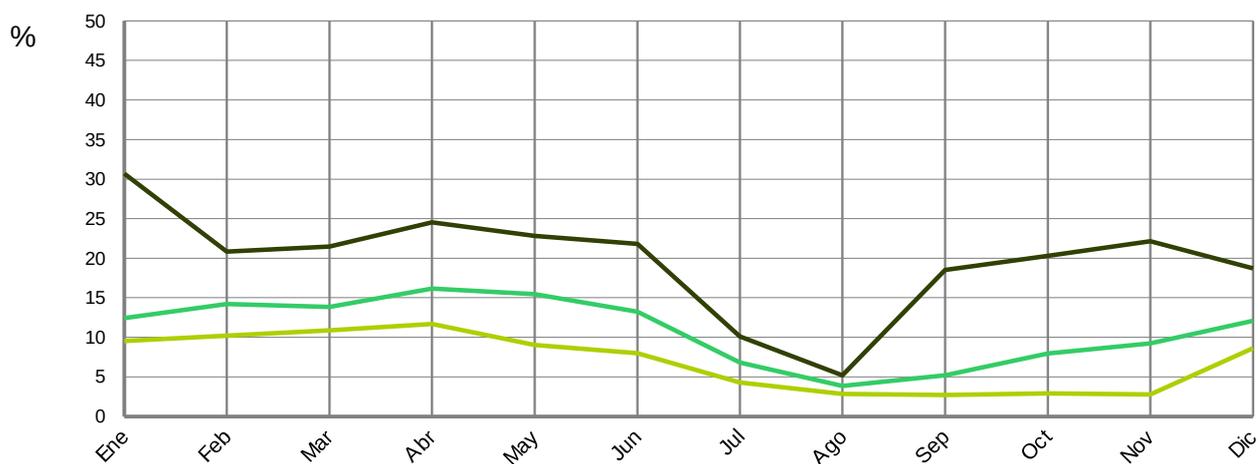


Figura III.41: ECOTONO - Banda en la que se mueve la HumMáx — Máxima Absoluta — Mínima — Promedio

Tabla III.39: ECOTONO – HumMín (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx</b>	17,07	16,27	15,88	17,17	<b>17,88</b>	16,07	9,36	4,85	9,78	13,31	14,52	15,78
<b>Mín Ab</b>	9,12	10,03	10,03	11,24	8,55	7,91	4,23	2,71	<b>2,65</b>	2,78	<b>2,65</b>	8,63
<b>Prom</b>	11,47	12,85	12,58	<b>14,09</b>	13,31	12,07	6,55	<b>3,66</b>	4,67	6,86	8,27	11,41
<b>Rango</b>	7,96	6,24	5,85	5,94	9,34	8,17	5,14	<b>2,14</b>	7,13	10,53	<b>11,88</b>	7,15

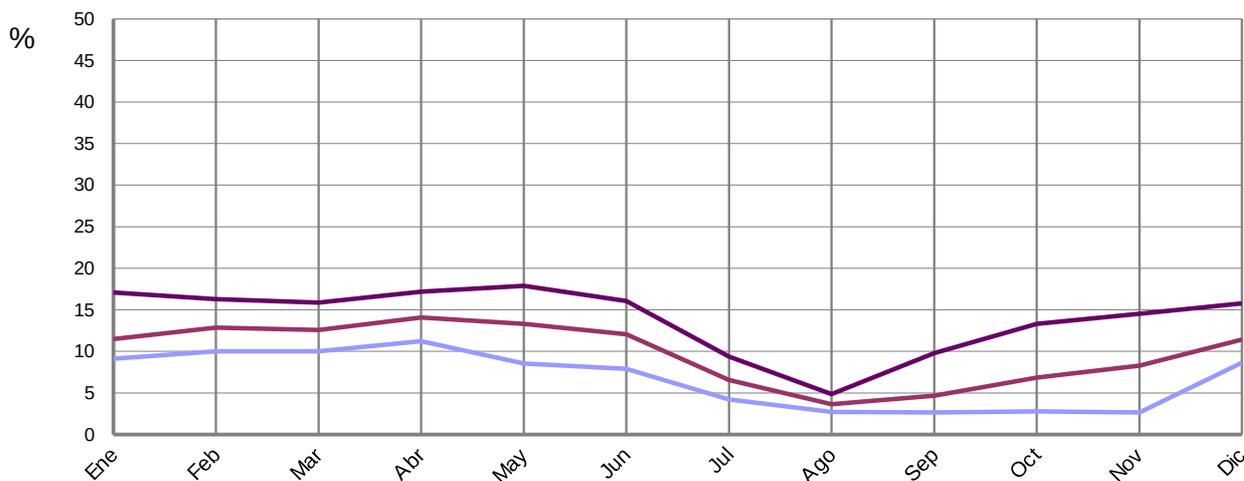


Figura III.42: ECOTONO- Banda en la que se mueve la HumMín — Máxima — Mínima Absoluta — Promedio



Tabla III.40: ECOTONO - Intervalo de variación HumMáx-HumMín (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	<b>30,69</b>	20,84	21,49	24,53	22,82	21,82	10,12	5,20	18,50	20,30	22,15	18,71
<b>Máx Prom</b>	12,42	14,20	13,84	<b>16,15</b>	15,47	13,23	6,82	3,85	5,20	7,97	9,23	12,07
<b>Mín Ab</b>	9,12	10,03	10,03	11,24	8,55	7,91	4,23	2,71	<b>2,65</b>	2,78	<b>2,65</b>	8,63
<b>Mín Prom</b>	11,47	12,85	12,58	14,09	13,31	12,07	6,55	<b>3,66</b>	4,67	6,86	8,27	11,41
<b>Interv</b>	<b>21,58</b>	10,80	11,46	13,29	14,28	13,91	5,89	<b>2,49</b>	15,85	17,52	19,50	10,08

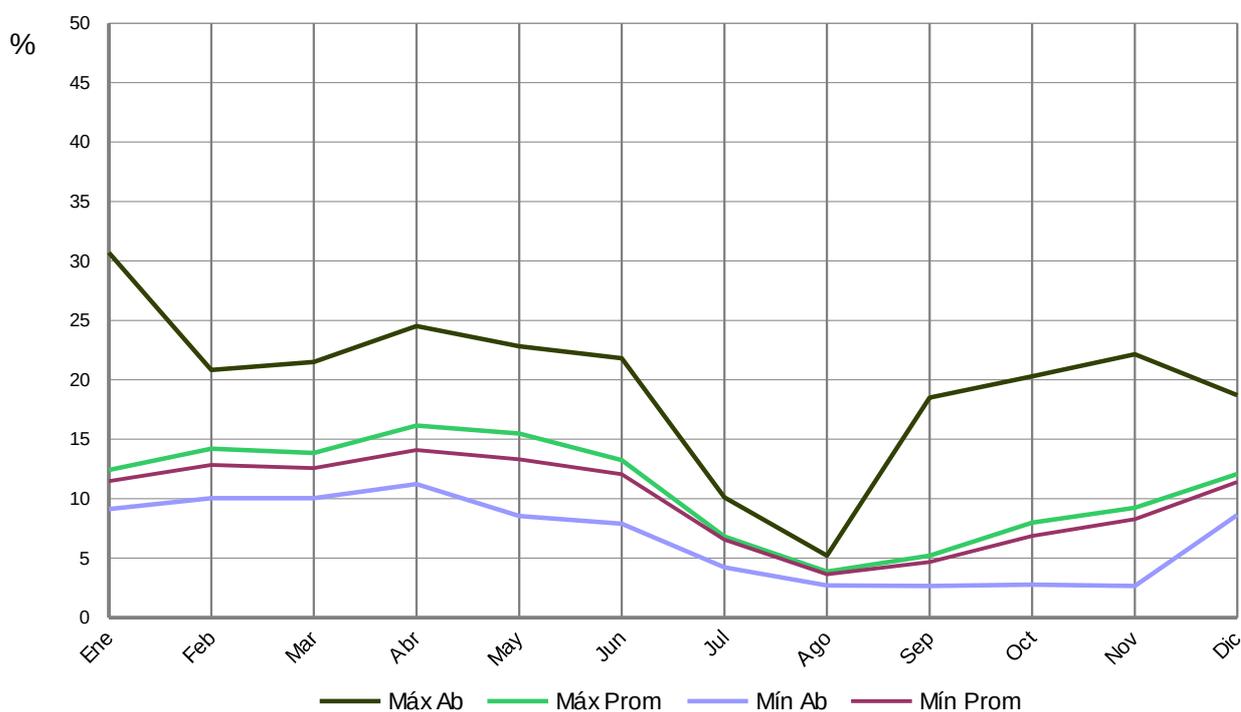


Figura III.43: ECOTONO - Intervalo de variación HumMáx-HumMín

Rango de variación anual: 28,04% → el menor

Su máxima variación mensual aparece en enero, junto con la máxima absoluta. Esta máxima es la menor de todas las localizaciones.

La menor variación se produce en agosto.



### III.3.4.- Testigo

Tabla III.41: TESTIGO – TOMáx (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	14,43	17,08	18,77	26,01	31,03	32,43	44,01	44,97	<b>47,13</b>	26,01	18,41	11,18
<b>Mín</b>	1,04	0,96	2,72	4,43	11,93	21,03	22,03	24,24	15,87	7,02	2,07	<b>0,08</b>
<b>Prom</b>	7,00	8,22	13,19	17,22	22,74	27,31	32,48	<b>33,09</b>	26,72	16,60	9,85	<b>4,53</b>
<b>Rango</b>	13,39	16,12	16,05	21,58	19,10	11,40	21,98	20,73	<b>31,26</b>	19,00	16,34	<b>11,10</b>

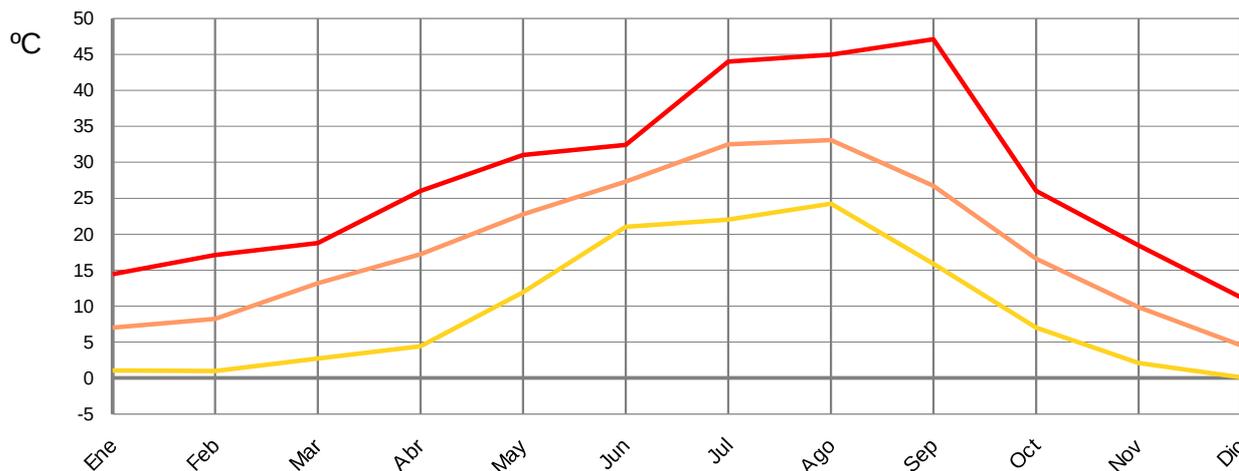


Figura III.44: TESTIGO - Banda en la que se mueve la TOMáx

— Máxima Absoluta — Mínima — Promedio

Tabla III.42: TESTIGO – TOMín (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx</b>	4,84	5,46	6,05	10,22	14,22	17,68	18,56	<b>18,94</b>	17,70	12,63	9,81	7,70
<b>Mín Ab</b>	0,30	0,55	0,08	0,96	4,01	10,10	11,20	9,26	5,10	4,64	<b>-1,81</b>	-0,82
<b>Prom</b>	<b>1,61</b>	2,06	2,18	5,37	9,44	13,41	<b>14,60</b>	14,42	11,45	8,77	4,11	1,77
<b>Rango</b>	<b>4,54</b>	4,91	5,97	9,26	10,21	7,58	7,36	9,68	<b>12,60</b>	7,99	11,62	8,51

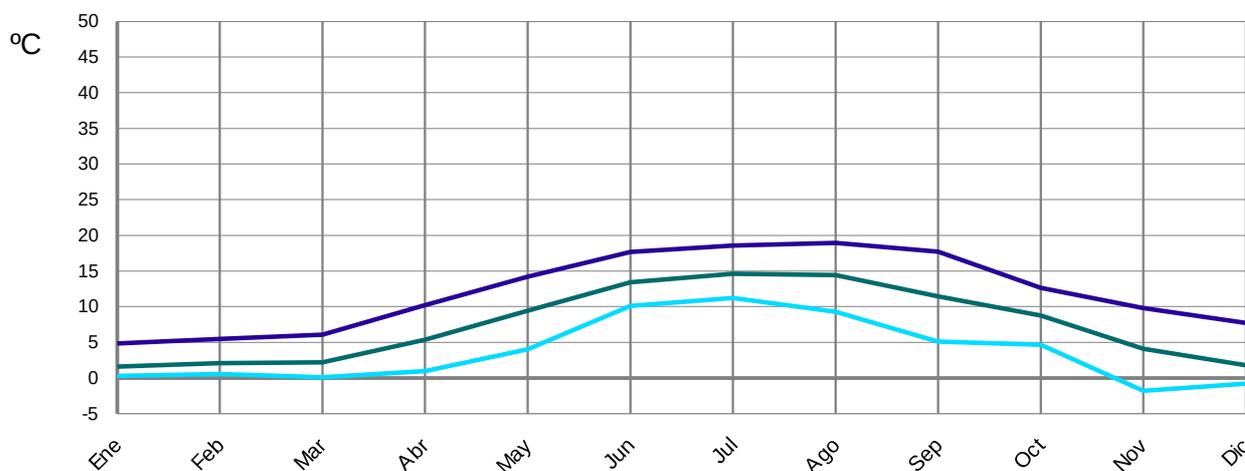


Figura III.45: TESTIGO - Banda en la que se mueve la TOMín

— Máxima — Mínima Absoluta — Promedio



Tabla III.43: TESTIGO - Intervalo de variación TOMáx-TOMín (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	14,43	17,08	18,77	26,01	31,03	32,43	44,01	44,97	<b>47,13</b>	26,01	18,41	11,18
<b>Máx Prom</b>	7,00	8,22	13,19	17,22	22,74	27,31	32,48	<b>33,09</b>	26,72	16,60	9,85	4,53
<b>Mín Ab</b>	0,30	0,55	0,08	0,96	4,01	10,10	11,20	9,26	5,10	4,64	<b>-1,81</b>	-0,82
<b>Mín Prom</b>	<b>1,61</b>	2,06	2,18	5,37	9,44	13,41	14,60	14,42	11,45	8,77	4,11	1,77
<b>Interv</b>	14,13	16,53	18,69	25,05	27,02	22,33	32,81	35,71	<b>42,02</b>	21,38	20,23	<b>11,99</b>

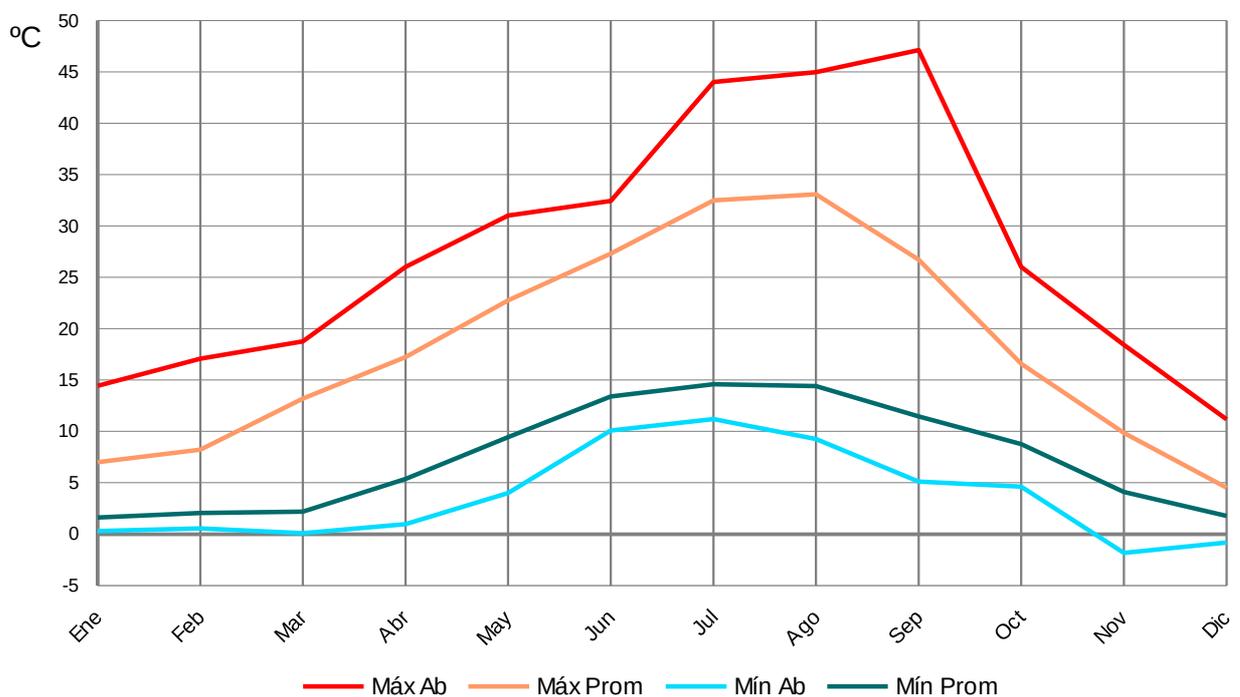


Figura III.46: TESTIGO - Intervalo de variación TOMáx-TOMín

Amplitud térmica anual: 48,94°C → la mayor

El mayor rango de variación mensual se produce en septiembre, y es también el mayor de todas las localizaciones.

El Testigo presenta la temperatura mínima absoluta más baja de entre todas las parcelas, y también el menor promedio de las mínimas.



Tabla III.44: TESTIGO – T10Máx (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	8,97	10,37	12,53	17,82	21,18	23,69	28,15	<b>28,82</b>	27,55	19,46	14,58	9,14
<b>Mín</b>	1,81	1,62	3,59	5,75	8,94	18,18	19,87	20,01	14,55	7,49	2,72	<b>0,99</b>
<b>Prom</b>	5,04	5,83	8,84	12,16	16,70	21,05	23,66	<b>24,24</b>	19,97	14,02	8,36	<b>4,05</b>
<b>Rango</b>	7,16	8,75	8,94	12,07	12,23	5,51	8,28	8,81	13,00	11,97	11,86	8,15

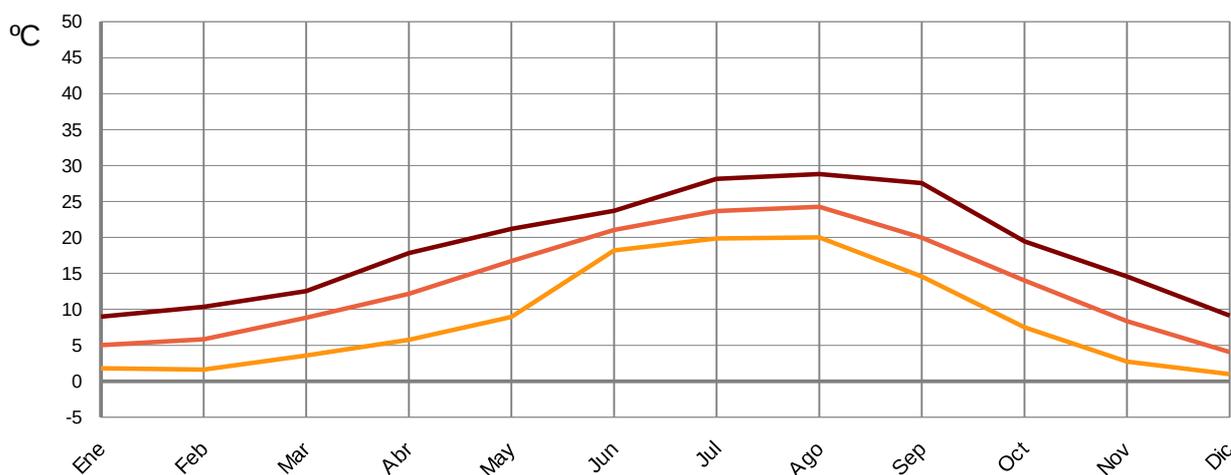


Figura III.47: TESTIGO - Banda en la que se mueve la T10Máx

— Máxima Absoluta — Mínima — Promedio

Tabla III.45: TESTIGO – T10Mín (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx</b>	5,10	5,95	7,37	11,71	15,65	18,65	20,06	<b>21,77</b>	21,18	14,70	12,12	7,52
<b>Mín Ab</b>	1,72	1,56	2,18	2,90	6,81	13,35	14,12	14,70	10,57	6,36	1,91	<b>0,93</b>
<b>Prom</b>	3,19	3,56	4,51	7,58	11,76	15,70	17,24	<b>17,59</b>	14,82	11,09	6,27	<b>3,05</b>
<b>Rango</b>	3,38	4,39	5,19	8,81	8,84	5,30	5,93	7,08	10,61	8,34	10,21	6,59

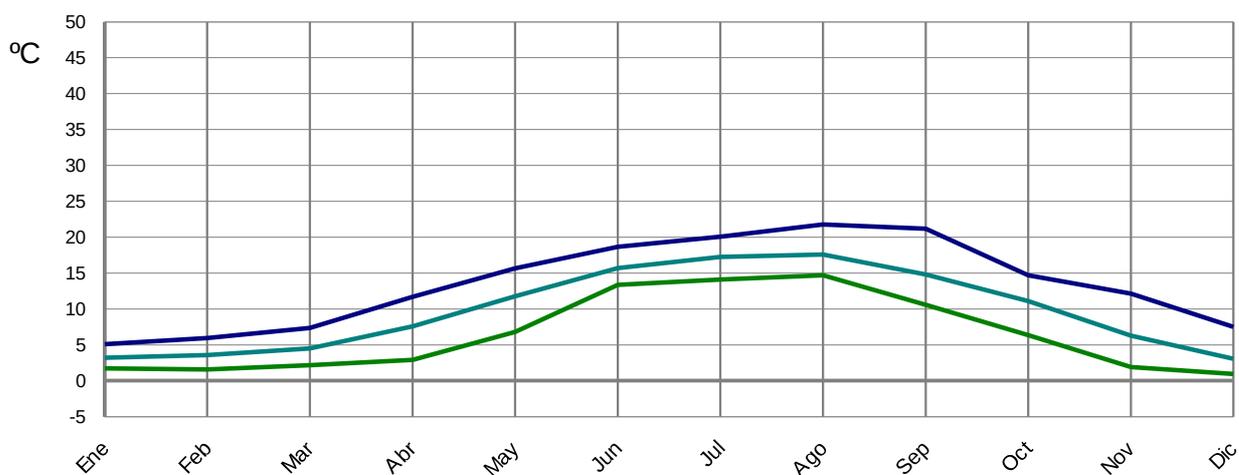


Figura III.48: TESTIGO - Banda en la que se mueve la T10Mín

— Máxima — Mínima Absoluta — Promedio



Tabla III.46: TESTIGO - Intervalo de variación T10Máx-T10Mín (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	8,97	10,37	12,53	17,82	21,18	23,69	28,15	<b>28,82</b>	27,55	19,46	14,58	9,14
<b>Máx Prom</b>	5,04	5,83	8,84	12,16	16,70	21,05	23,66	<b>24,24</b>	19,97	14,02	8,36	4,05
<b>Mín Ab</b>	1,72	1,56	2,18	2,90	6,81	13,35	14,12	14,70	10,57	6,36	1,91	<b>0,93</b>
<b>Mín Prom</b>	3,19	3,56	4,51	7,58	11,76	15,70	17,24	17,59	14,82	11,09	6,27	<b>3,05</b>
<b>Interv</b>	<b>7,24</b>	8,81	10,35	14,92	14,36	10,34	14,03	14,12	<b>16,99</b>	13,10	12,66	8,21

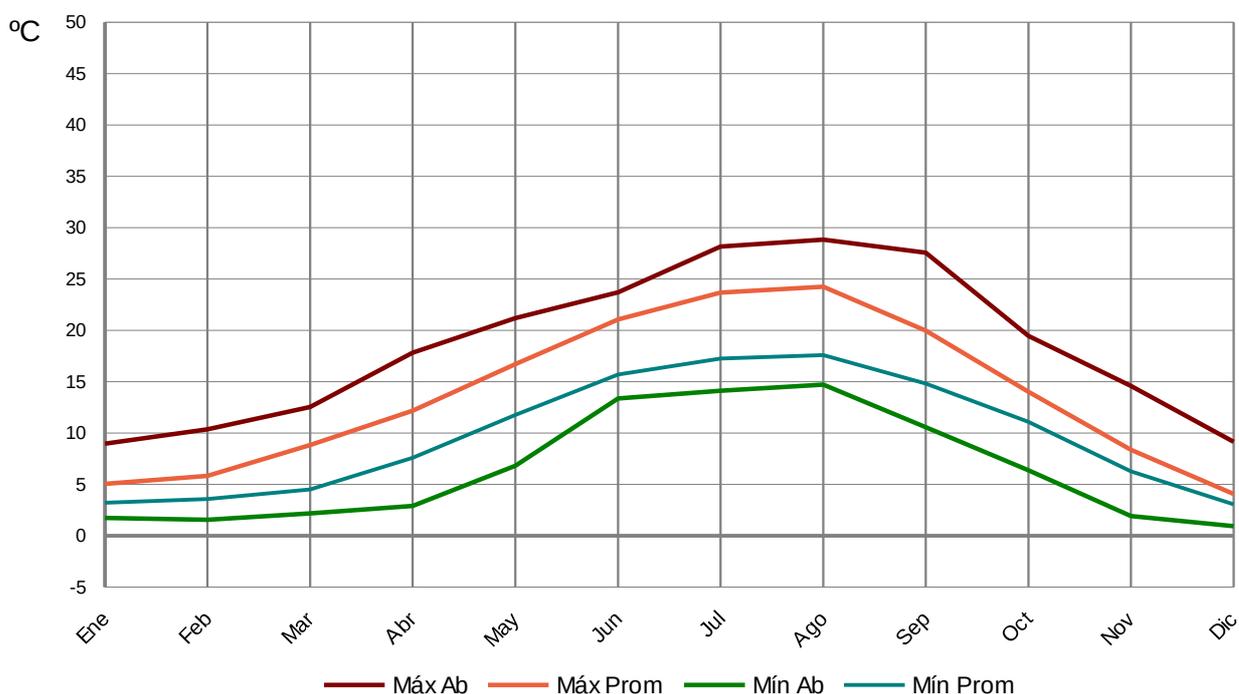


Figura III.49: TESTIGO - Intervalo de variación T10Máx-T10Mín

Amplitud térmica anual: 27,89°C → la más alta

El Testigo presenta: la máxima absoluta más alta, el promedio de las máximas más alto, el promedio de las mínimas más bajo y el rango de variación mensual más alto (septiembre).

Se observa en la gráfica que el promedio de las máximas y el promedio de las mínimas están más separados que en las demás parcelas.



Tabla III.47: TESTIGO – HumMáx (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	34,05	38,66	37,83	38,24	38,80	32,74	11,24	14,91	18,09	35,38	37,55	<b>43,07</b>
<b>Mín</b>	24,53	30,57	24,64	24,53	16,87	10,89	5,78	5,56	<b>4,02</b>	7,75	11,94	27,60
<b>Prom</b>	27,44	<b>34,19</b>	29,35	32,49	27,12	19,33	8,52	<b>7,18</b>	9,85	18,29	25,97	33,28
<b>Rango</b>	9,52	8,09	13,18	13,71	21,93	21,86	<b>5,46</b>	9,34	14,07	<b>27,63</b>	25,61	15,47

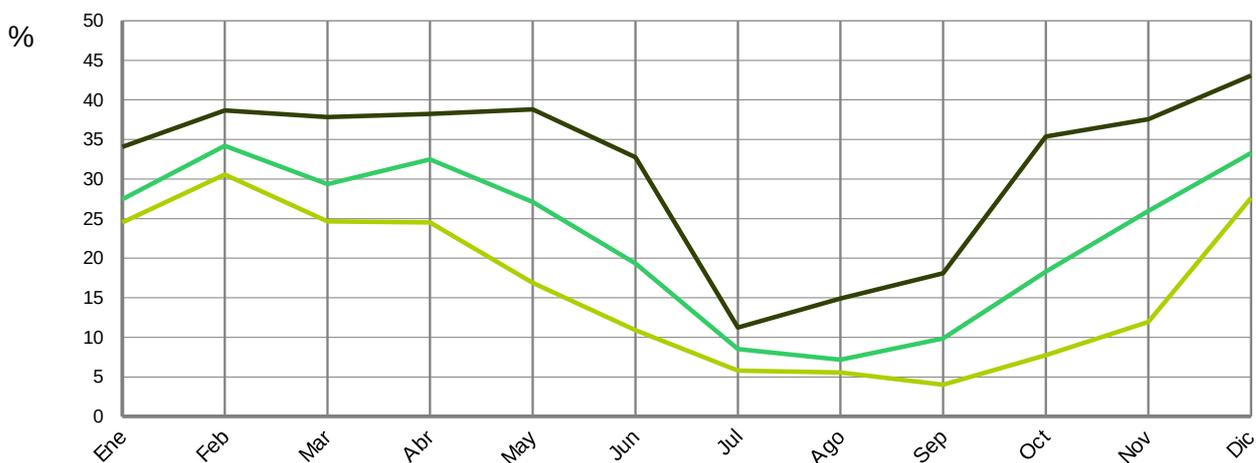


Figura III.50: TESTIGO - Banda en la que se mueve la HumMáx

— Máxima Absoluta — Promedio — Mínima

Tabla III.48: TESTIGO – HumMín (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx</b>	32,48	34,18	33,00	32,87	33,26	24,88	10,54	11,24	15,29	30,95	30,95	<b>35,92</b>
<b>Mín Ab</b>	24,07	28,82	24,07	23,39	15,49	10,29	5,56	5,42	<b>3,89</b>	7,52	11,59	21,71
<b>Prom</b>	26,68	<b>31,26</b>	27,85	29,75	24,66	17,14	8,15	<b>6,65</b>	8,93	16,61	24,26	30,52
<b>Rango</b>	8,42	5,36	8,93	9,49	17,78	14,59	<b>4,98</b>	5,82	11,41	<b>23,43</b>	19,36	14,21

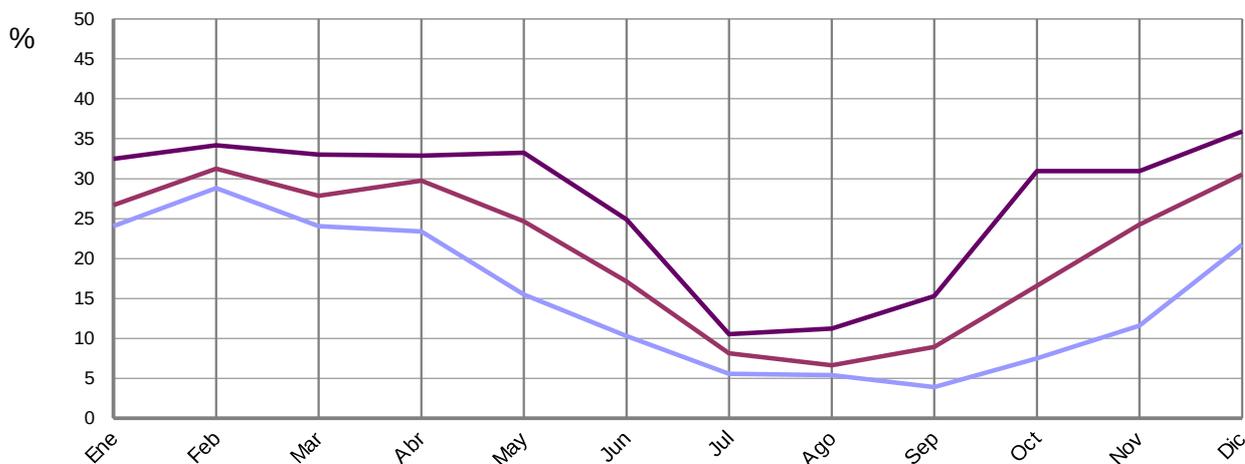


Figura III.51: TESTIGO - Banda en la que se mueve la HumMín

— Máxima — Promedio — Mínima Absoluta



Tabla III.49: TESTIGO - Intervalo de variación HumMáx-HumMín (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Máx Ab</b>	34,05	38,66	37,83	38,24	38,80	32,74	11,24	14,91	18,09	35,38	37,55	<b>43,07</b>
<b>Máx Prom</b>	27,44	<b>34,19</b>	29,35	32,49	27,12	19,33	8,52	7,18	9,85	18,29	25,97	33,28
<b>Mín Ab</b>	24,07	28,82	24,07	23,39	15,49	10,29	5,56	5,42	<b>3,89</b>	7,52	11,59	21,71
<b>Mín Prom</b>	26,68	31,26	27,85	29,75	24,66	17,14	8,15	<b>6,65</b>	8,93	16,61	24,26	30,52
<b>Interv</b>	9,98	9,84	13,76	14,86	23,31	22,46	<b>5,67</b>	9,49	14,20	<b>27,87</b>	25,96	21,36

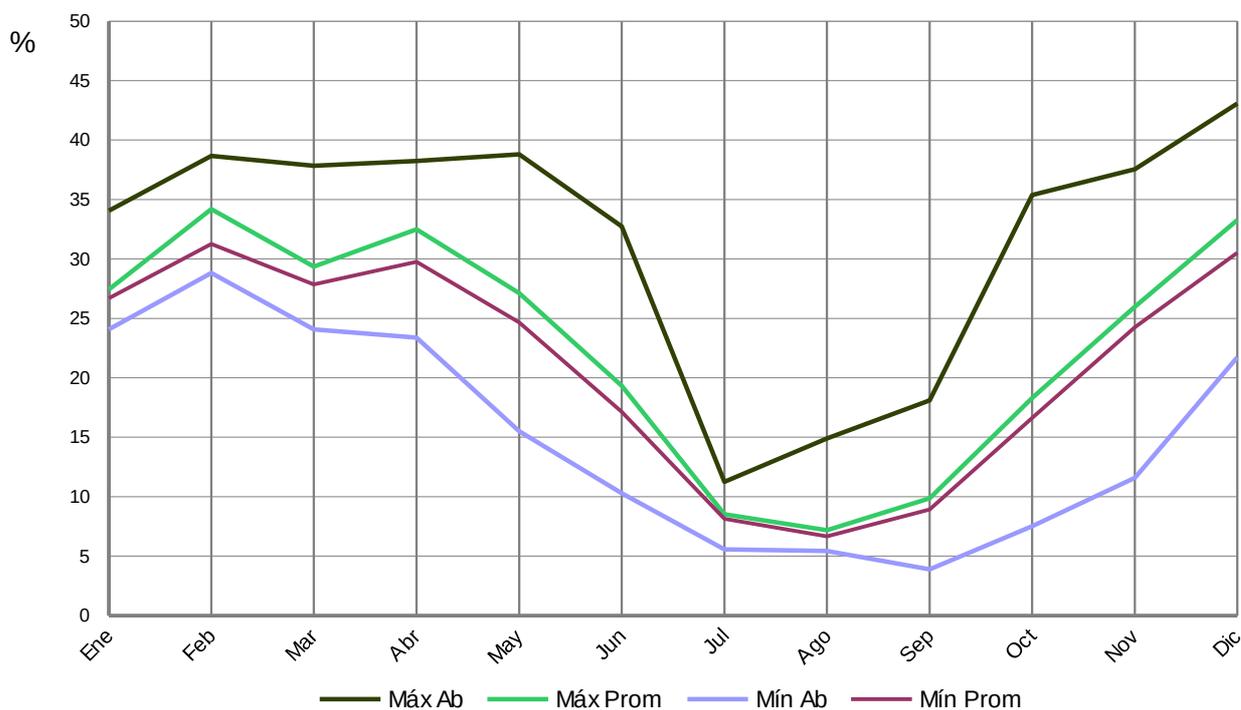


Figura III.52: TESTIGO - Intervalo de variación HumMáx-HumMín

Rango de variación anual: 39,18%

La variación mensual más alta en el Testigo aparece en octubre, y la más baja en julio.

El promedio de las máximas es relativamente alto, casi como el del Rebollar.



## CAPÍTULO IV.- Discusión

### IV.1.- Comportamiento edafoclimático global

Los resultados obtenidos permiten, en una primera aproximación, valorar el comportamiento edafoclimático global en las distintas localizaciones. La tabla IV.X muestra una síntesis de los mismos a lo largo de todo el período de toma de datos, representando sólo las localizaciones que presentan el valor máximo, o en su caso el mínimo, para cada variable.

Tabla IV.1: Síntesis de los Resultados Totales (2)

		Temperatura				Humedad	
		TOMáx*	TOMín*	T10Máx	T10Mín	HumMáx	HumMín
<b>Máximo absoluto</b>	>	Ecotono	Rebollar	Testigo	Testigo	Rebollar	Rebollar
	<	Pinar	Ecotono	Pinar	Pinar	Ecotono	Ecotono
<b>Mínimo absoluto</b>	>	Pinar	Pinar	Pinar	Pinar	Rebollar	Rebollar
	<	Reb / Tes	Testigo	Testigo	Reb / Tes	Pinar	Pinar
<b>Promedio</b>	>	Testigo	Rebollar	Testigo	Testigo	Rebollar	Rebollar
	<	Pinar	Eco / Tes	Pinar	Pinar	Pinar	Pinar
<b>Rango de variación</b>	>	Ecotono	Rebollar	Testigo	Rebollar	Rebollar	Rebollar
	<	Pinar	Ecotono	Pinar	Pinar	Ecotono	Ecotono

\*No existen datos de T0 para el Pinar en el mes de diciembre.

Del análisis e interpretación de esta tabla pueden extraerse una serie de valoraciones:

Respecto al régimen térmico en superficie, la localización más cálida es el Testigo en valor promedio, mientras que en valores absolutos es el Ecotono. En el otro extremo, los valores absolutos más bajos se presentan en el Testigo, siendo esta misma localización, junto con el Ecotono, las que muestran el promedio más bajo. El Pinar muestra los valores más altos de las mínimas y los más bajos de las máximas, siendo la localización menos variable y con temperaturas más moderadas, especialmente las máximas, de cuyo promedio presenta el menor. El Rebollar presenta en general valores medios.



En cuanto al régimen térmico en profundidad, el Testigo muestra los valores absolutos más altos y, junto con el Rebollar, los más bajos. Respecto a los promedios, el mayor corresponde también al Testigo, y el más bajo al Pinar, que, al igual que ocurría en el caso de las temperaturas en superficie, resulta ser la localización con temperaturas más moderadas y menor variabilidad. El Ecotono presenta en todo caso valores medios.

La explicación de este comportamiento térmico, tanto en superficie como en profundidad, puede estar en la capacidad de ensombreamiento de la cubierta arbórea. El Pinar, con una cubierta más homogénea temporalmente –perenne-, muestra un ensombreamiento más efectivo, mientras que la discontinuidad de la cubierta en el Ecotono, hace que la cantidad de radiación solar que llega a la superficie del suelo sea mayor, provocando un mayor calentamiento.

Aunque, según este razonamiento, cabría esperar que las mayores temperaturas aparecieran siempre en el Testigo, en realidad en la época de mayor entrada de radiación, el suelo de esta localización se halla cubierto de vegetación herbácea densa, lo que aumenta el ensombreamiento y hace que el calentamiento sea más lento; respecto a las temperaturas mínimas, el Testigo presenta siempre los mínimos absolutos más bajos, presumiblemente debido a la mayor salida de radiación por la falta de cubierta arbórea. Es probable que en el Rebollar ocurra lo mismo, debido a que en la época de menores temperaturas carece de cubierta arbórea efectiva.

En cuanto al régimen de humedad, es el Rebollar el que presenta las mayores tasas de humedad, tanto en valor promedio como en valor absoluto, así como el que muestra la mayor amplitud de variación. Por el contrario, el más seco, con menores valores promedio de humedad y mínimo absoluto más bajo es el Pinar, mientras que el que muestra un comportamiento temporal más homogéneo (menor amplitud de las tasas de humedad) es el Ecotono. Asumiendo que la entrada de agua por precipitación es similar en todas las localizaciones, las diferencias observadas pueden ser achacables a las diferencias texturales y estructurales de sus suelos.



## IV.2. Régimen térmico en superficie

En su variación a lo largo del año medio, las variables que han evaluado el régimen de temperaturas en superficie han sido TOMáx y TOMín. La tabla IV. X recoge estadísticos descriptivos de esa variabilidad.

Al igual que en anteriores apartados, los valores numéricos más altos se representan en rojo y los más bajos en azul; en cuanto a la amplitud, el fondo de celda azul indica la menor, y el fondo naranja la mayor.

*Tabla IV.2: Síntesis del Año Medio de la Temperatura en Superficie (T0)\**

	Máx.Ab.	Mín.Ab.	Amplitud Ab.	Máx.Prom.	Mín.Prom.	Amplitud Prom.
PINAR	40,26	0,5	39,76	27,02	2,64	24,38
REBOLLAR	42,68	-0,12	42,8	27,57	1,96	25,61
ECOTONO	47,35	-0,45	47,8	36,33	1,88	34,45
TESTIGO	47,13	-1,81	48,94	33,09	1,61	31,48

\*No existen datos de T0 para el Pinar en el mes de diciembre

En los resultados recogidos en esta tabla se observa que:

- El Pinar presenta las máximas más bajas, las mínimas más altas y las menores amplitudes, tanto en los valores absolutos como en los promedios; es por tanto la localización menos variable y con temperaturas más moderadas. También destaca que su temperatura mínima nunca está por debajo de 0°C (ausencia de helada). La falta de datos del mes de Diciembre obliga, no obstante, a tomar estos resultados con precaución.

- El Rebollar muestra valores medios para todos los estadísticos, estando éstos más cercanos a los del Pinar que a los de las otras localizaciones.

- El Ecotono presenta las máximas más altas, tanto en valor absoluto como promedio, y también la mayor amplitud promedio.

- El Testigo presenta las mínimas más bajas, tanto en valor absoluto como promedio, y también la mayor amplitud absoluta.

- El Ecotono y el Testigo presentan valores relativamente próximos entre sí, por comparación con los del Pinar y el Rebollar.



Para profundizar en el análisis de la variabilidad intraanual se ha utilizado la variable Modificación Absoluta, que es el resultado de restarle al valor promedio de cada localización el valor promedio de la parcela Testigo. (Recordemos que la parcela Testigo carece de cubierta vegetal arbórea).

La utilidad de la variable Modificación Absoluta (MA), consiste en que, al efectuar esta simple resta (Promedio Parcela X - Promedio Parcela Testigo), el eje de referencia para todos los valores se sitúa en el 0, lo que hace que, intuitivamente, sea muy sencillo comparar unos valores con otros. Es decir, un valor de MA positivo significará que el valor de dicha variable en la parcela con la cubierta X es mayor que el valor de la misma variable en la parcela Testigo, y uno negativo al contrario.

A partir del análisis de la variable Modificación Absoluta mes a mes a lo largo del año medio, es posible identificar ciertos períodos temporales donde las temperaturas muestran patrones de comportamiento diferenciados respecto del Testigo.

Las modificaciones absolutas de los valores termométricos mensuales medios de las diferentes localizaciones respecto del Testigo aparecen recogidas en la Tabla IV.3 y la Figura IV.1 para la TOMáx, y en la Tabla IV.4 y la Figura IV.2 para la TOMín.



Tabla IV.3: Modificación Absoluta TOMáx\* (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pin	-1,32	-2,64	-6,07	-7,31	-8,31	-6,49	-5,46	-8,51	-5,58	-1,72	1,64	-
Reb	-1,17	-1,09	-2,34	-3,75	-5,34	-9,40	-8,69	-5,52	-2,68	-0,17	0,02	0,95
Eco	-2,72	-1,92	-2,23	-0,67	-1,79	-1,41	-0,46	3,24	0,41	0,26	-1,34	-0,68
	1º							2º			3º	

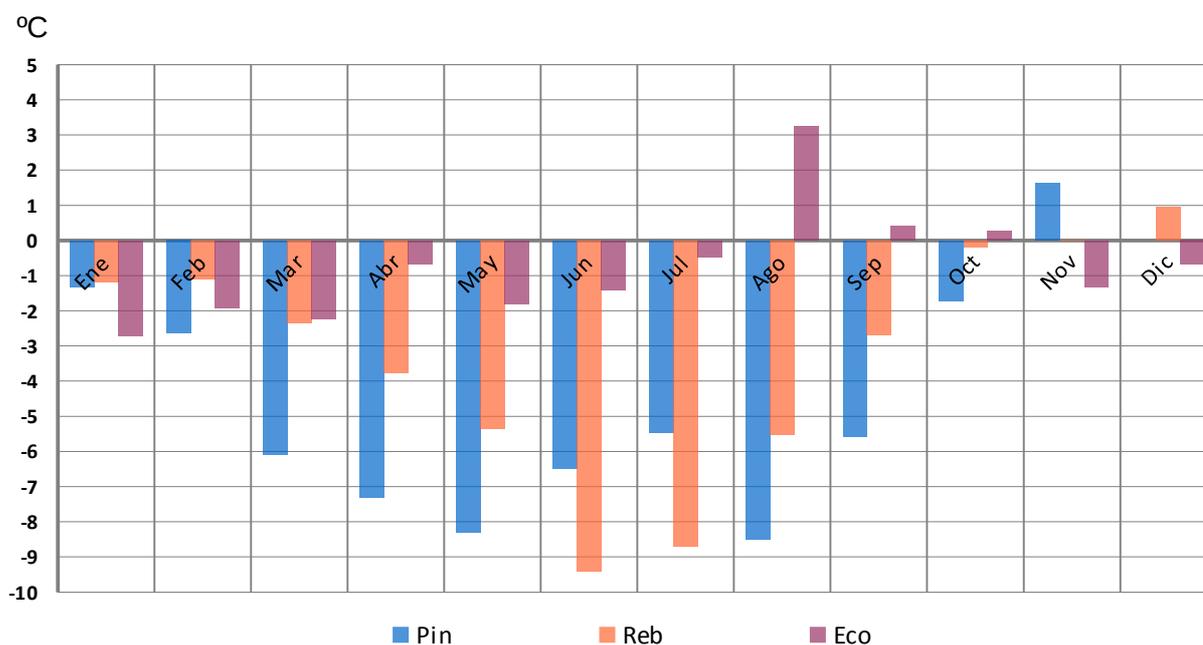


Figura IV.1: Modificación Absoluta de TOMáx\*

La localización con un comportamiento más diferenciado es el Ecotono. Desde agosto hasta octubre está más cálido que el Testigo y que el resto de localizaciones, mientras que el resto de los meses se muestra más frío que el Testigo, al igual que el Pinar y el Rebollar. Este patrón se rompe en noviembre y diciembre, cuando éstas últimas presentan mayores valores que el Testigo y el Ecotono.

Se observan 3 períodos:

- 1º Enero-julio. Todas las localizaciones están más frías que el Testigo, sobre todo Pinar hasta mayo, y después Rebollar.

- 2º Agosto-octubre. Pinar y Rebollar mantienen la tendencia pero el Ecotono está más cálido que el Testigo.

- 3º Noviembre-diciembre. Se invierte la tendencia del período anterior.

\*No existen datos de T0 para el Pinar en el mes de diciembre



Tabla IV.4: Modificación Absoluta TOMín\* (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pin</b>	1,49	0,58	0,54	-0,08	-1,83	<b>-2,29</b>	-0,37	-0,58	0,84	0,58	<b>2,95</b>	-
<b>Reb</b>	1,24	0,42	<b>2,15</b>	0,38	0,48	-0,65	0,22	1,35	1,68	0,73	1,04	0,19
<b>Eco</b>	0,46	-0,10	0,60	-0,26	-1,34	-0,76	-0,37	-0,27	0,58	-0,08	<b>0,63</b>	0,11
	1°			2°					3°			

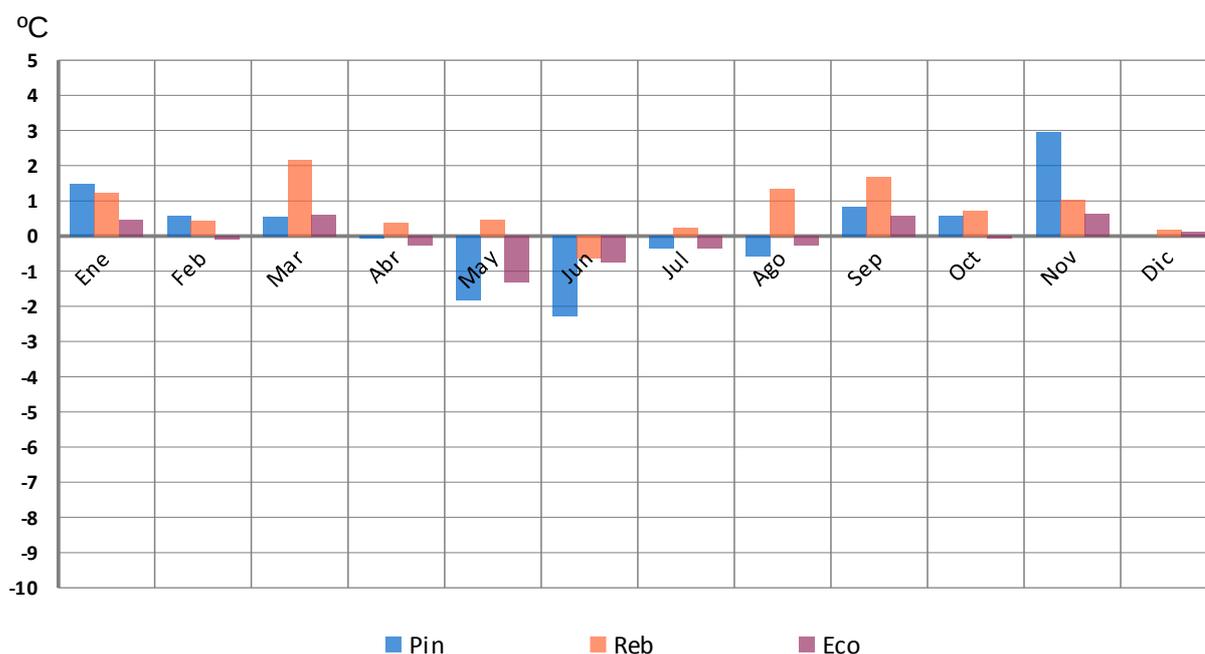


Figura IV.2: Modificación Absoluta de TOMín\*

En este caso es el Pinar la localización con mayor rango de variación a lo largo del año, a diferencia del Rebollar, que se muestra más constante (casi siempre más cálido que el Testigo). De abril a agosto, el Pinar y el Ecotono están más fríos que el Testigo, mientras que el resto del año la situación se invierte. El Ecotono muestra un comportamiento no claramente definido, oscilante respecto del Testigo.

3 períodos diferenciados:

- 1º Enero-marzo. Todas las parcelas presentan mínimas más altas que las del Testigo, aunque el Ecotono con menor diferencia.

- 2º Abril-agosto. Pinar y Ecotono están más fríos que el Testigo, mientras que el Rebollar está ligeramente más caliente, excepto en junio.

- 3º Septiembre-diciembre. Todas las parcelas tienen temperaturas en profundidad algo mayores que las del Testigo, aunque el Ecotono sólo ligeramente.

\*No existen datos de T0 para el Pinar en el mes de diciembre



Integrando la información recogida sobre TOMáx y TOMín, pueden identificarse cuatro períodos temporales en el comportamiento de la temperatura en superficie:

*Tabla IV.5: Períodos diferenciados Temperatura en Superficie\**

TOMáx												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
TOMín												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic

\*No existen datos de T0 para el Pinar en el mes de diciembre

1º. Invierno (enero, febrero y marzo): Respecto a los valores máximos, Pinar, Rebollar y Ecotono presentan valores más bajos (más fríos) que el Testigo, mientras que en relación a los mínimos los valores son más altos (más cálidos). La presencia de cubierta, con independencia del tipo de la misma, reduce la oscilación térmica en superficie.

2º. Primavera-mitad del verano (abril, mayo, junio y julio): Todas las localizaciones con cubierta se muestran más frías que el Testigo, tanto en los valores máximos como en los mínimos, a excepción del Rebollar que presenta valores mínimos más cálidos que el resto. Agosto sería un mes de transición.

3º. Final del verano-inicio del otoño (septiembre y octubre): El Pinar y el Rebollar recuperan la situación del invierno (período 1º), mientras que el Ecotono muestra valores máximos y mínimos mayores que el resto.

4º. Final del otoño-inicio del invierno (noviembre y diciembre): La situación se invierte respecto del periodo anterior, de tal forma que, frente al Testigo, son Pinar y Rebollar los que presentan mayores valores termométricos máximos y mínimos, mientras que el Ecotono muestra valores máximos menores que los del Testigo.



### IV3. Régimen térmico en profundidad

En profundidad, las variables que han evaluado el régimen de temperaturas del suelo han sido T10Max y T10Min. La tabla IV. X recoge estadísticos descriptivos de esa variabilidad a lo largo del año medio.

Tabla IV.6: Síntesis del Año Medio de la Temperatura en Profundidad (T10)

	Máx.Ab.	Mín.Ab.	Amplitud Ab.	Máx.Prom.	Mín.Prom.	Amplitud Prom.
PINAR	18,87	1,94	16,93	17,11	3,98	13,13
REBOLLAR	25,79	0,91	24,88	21,17	3,5	17,67
ECOTONO	22,13	1,43	20,7	19,28	3,14	16,14
TESTIGO	28,82	0,93	27,89	24,24	3,05	21,19

El análisis de esta tabla permite identificar que:

- El Pinar repite el patrón de las Temperaturas en Superficie; es la localización menos variable y con temperaturas más moderadas.
- El Rebollar presenta la mínima absoluta más baja.
- El Ecotono muestra valores medios en todos los casos.
- El Testigo presenta las máximas más altas tanto en términos absolutos como promedio, el promedio de las mínimas más bajo y las mayores amplitudes. Es la localización más variable y con temperaturas más extremas.

Las modificaciones absolutas de los valores termométricos mensuales medios de las diferentes localizaciones respecto del Testigo aparecen recogidas en la Tabla IV.7 y la Figura IV.3 para la T10Máx, y en la Tabla IV.8 y la Figura IV.4 para la T10Mín.



Tabla IV.7: Modificación Absoluta T10Máx (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pin</b>	-0,53	-1,05	-2,42	-4,83	-6,20	<b>-7,46</b>	-7,34	-7,13	-5,13	-2,47	-1,16	<b>0,66</b>
<b>Reb</b>	-0,46	-0,15	0,01	-1,17	-2,33	-5,13	-4,55	-3,08	-1,87	-0,07	0,11	0,42
<b>Eco</b>	-1,15	-1,64	-2,06	-2,47	-3,54	-4,29	-4,95	-4,96	-3,47	-1,74	-0,73	-0,19
	1°										2°	

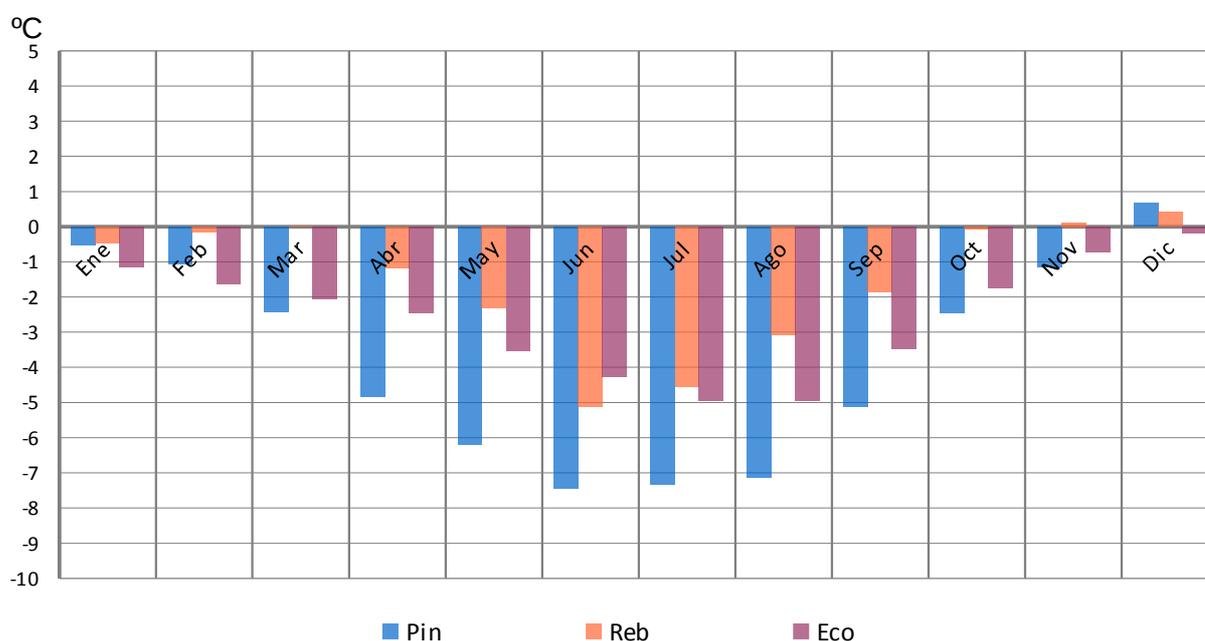


Figura IV.3: Modificación Absoluta de T10Máx

Pueden distinguirse 2 períodos:

- 1º Enero-octubre. Todas las localizaciones tienen T10Máx menores que las del Testigo, excepto el Rebollar en marzo.

- 2º Noviembre y diciembre. La T10Máx del Ecotono sigue por debajo de la del Testigo, pero las del Pinar y el Rebollar fluctúan o son ligeramente superiores.



Tabla IV.8: Modificación Absoluta T10Mín (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pin</b>	0,79	0,67	1,00	-1,24	-2,20	<b>-3,28</b>	-2,16	-1,57	-0,85	-0,27	0,36	1,22
<b>Reb</b>	0,31	-0,02	<b>1,33</b>	-0,16	-0,57	-2,24	-1,37	-0,47	0,05	-0,16	0,25	0,00
<b>Eco</b>	-0,01	-0,42	0,21	-0,51	-1,38	-1,60	-1,25	-1,37	-0,56	-0,37	0,37	0,15
	1°			2°							3°	

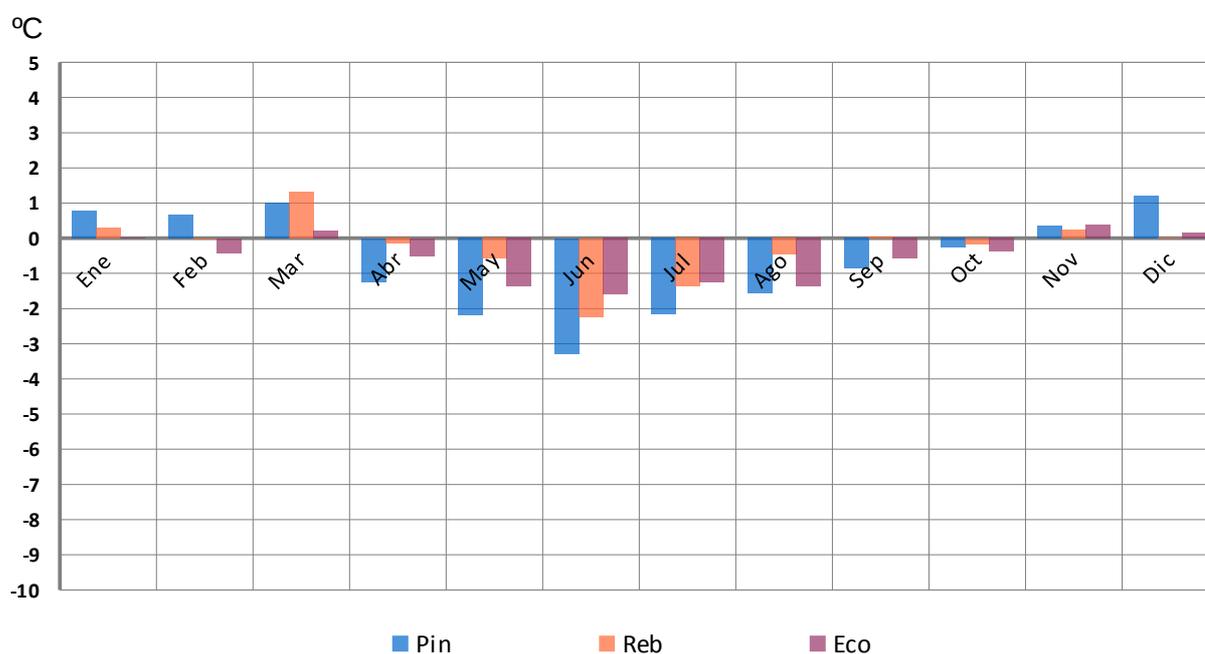


Figura IV.4: Modificación Absoluta de T10Mín

3 períodos diferenciados:

- 1º Enero-marzo. La T10Mín del Pinar es superior a la del Testigo, y las del Ecotono y el Rebollar fluctúan.
- 2º Marzo-octubre. Todas las localizaciones tienen T10Mín más frías que la del Testigo.
- 3º Noviembre-diciembre. La tendencia se invierte y todas las localizaciones tienen T10Mín más altas que la del Testigo.



A la vista de estas tablas y gráficas, se observa que la variabilidad intraanual de la Temperatura en Profundidad es muy similar a la de la Temperatura en Superficie, con las siguientes matizaciones:

- Todos los valores son sensiblemente menores a los relativos a la superficie. La amortiguación de los valores termométricos con la profundidad, altamente referenciada en la bibliografía, queda plenamente corroborada.

Consecuentemente, los periodos temporales que del análisis de los resultados pueden identificarse no difieren de los identificados para el comportamiento de la Temperatura en Superficie, aunque el 2º y el 3º período se muestran similares, por lo que podrían formar uno solo, que básicamente incluiría la primavera, el verano y los inicios del otoño (de abril a octubre).

*Tabla IV.9: Periodos diferenciados Temperatura en Profundidad*

<b>T10Max</b>												
	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>
<b>T10Min</b>												



#### IV.4. Régimen de humedad

El patrón de variación temporal del régimen de humedad del suelo se ha evaluado a partir del análisis de los resultados obtenidos para las variables HumMax y HumMin. La tabla IV.10 recoge estadísticos descriptivos de la variabilidad observada.

En la tabla, se representan los valores más altos en color verde y los más bajos en ocre; en cuanto a la amplitud, el fondo de celda naranja significa que es un máximo, y el fondo azul un mínimo.

Tabla IV.10: Síntesis del Año Medio de la Humedad Edáfica (Hum)

	Máx.Ab.	Mín.Ab.	Amplitud Ab.	Máx.Prom.	Mín.Prom.	Amplitud Prom.
PINAR	32,25	1,73	30,52	12,54	2,57	9,97
REBOLLAR	47,85	4,99	42,86	34,41	8,10	26,31
ECOTONO	30,69	2,65	28,04	16,15	3,66	12,49
TESTIGO	43,07	3,89	39,18	34,19	6,65	27,54

- El Pinar presenta los valores más bajos de humedad mínima y de ambos promedios, así como el menor promedio de amplitud. Es la localización más seca y menos variable.

- El Rebollar muestra los valores máximos para todos los estadísticos, y también la mayor amplitud absoluta; es por tanto la localización más húmeda y más variable.

- El Ecotono presenta la máxima absoluta y la amplitud absoluta más baja.

- El Testigo muestra la mayor amplitud promedio, y en general valores más cercanos a los del Rebollar que a los de las otras localizaciones.

Las siguientes tablas y gráficas presentan las modificaciones absolutas para la HumMáx y la Hum Mín, de los valores mensuales medios de las tasas de humedad en las diferentes localizaciones respecto del Testigo.



Tabla IV.11: Modificación Absoluta HumMáx (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pin</b>	-15,91	-21,65	-17,39	-20,04	-14,94	-9,94	-3,71	-4,49	-7,11	-14,42	-19,37	<b>-23,37</b>
<b>Reb</b>	4,67	-2,28	0,76	1,91	3,95	<b>9,13</b>	6,33	2,15	-1,06	-0,64	-0,48	-3,68
<b>Eco</b>	-15,02	-19,99	-15,51	-16,34	-11,65	-6,10	-1,70	-3,33	-4,65	-10,32	-16,74	-21,20
	1°		2°					1°				

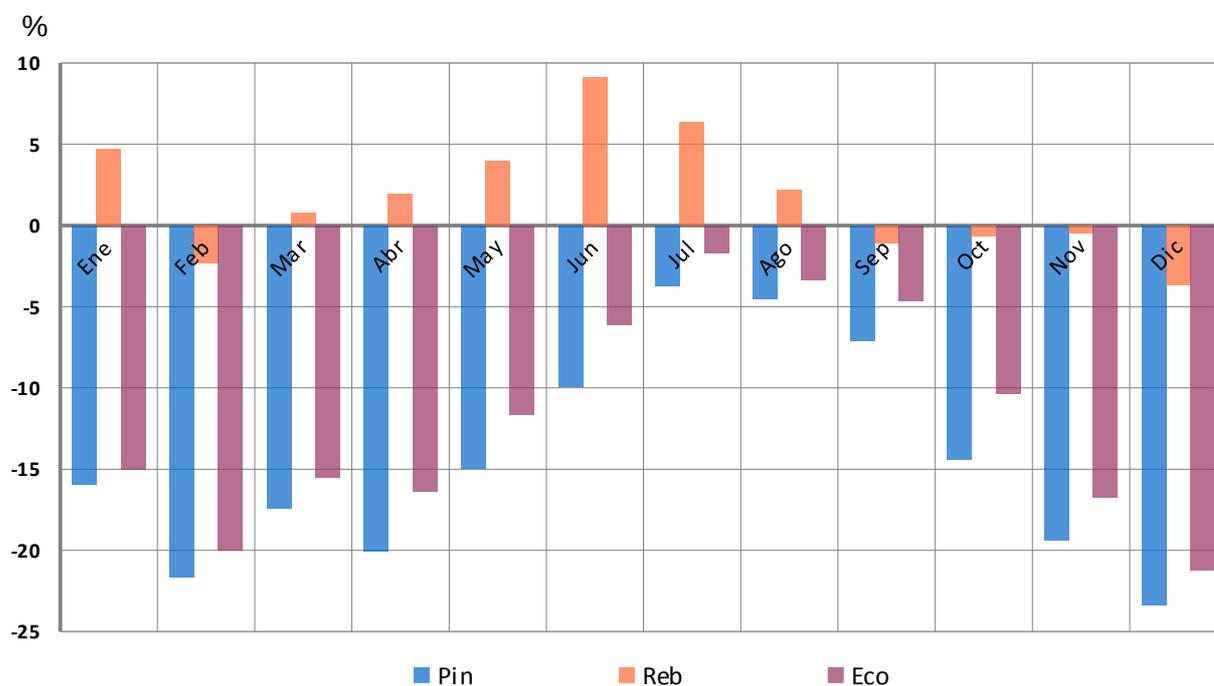


Figura IV.5: Modificación Absoluta de HumMáx



Tabla IV.12: Modificación Absoluta HumMín (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pin</b>	-15,99	-19,39	-16,72	-18,31	-13,75	-8,31	-3,53	-4,07	-6,36	-13,06	-18,23	<b>-21,55</b>
<b>Reb</b>	4,05	-0,47	0,63	1,99	3,98	<b>9,46</b>	5,97	2,37	-0,83	-0,76	-0,10	-2,03
<b>Eco</b>	-15,21	-18,41	-15,28	-15,65	-11,35	-5,07	-1,59	-2,99	-4,26	-9,75	-15,99	-19,11
	1°		2°					1°				

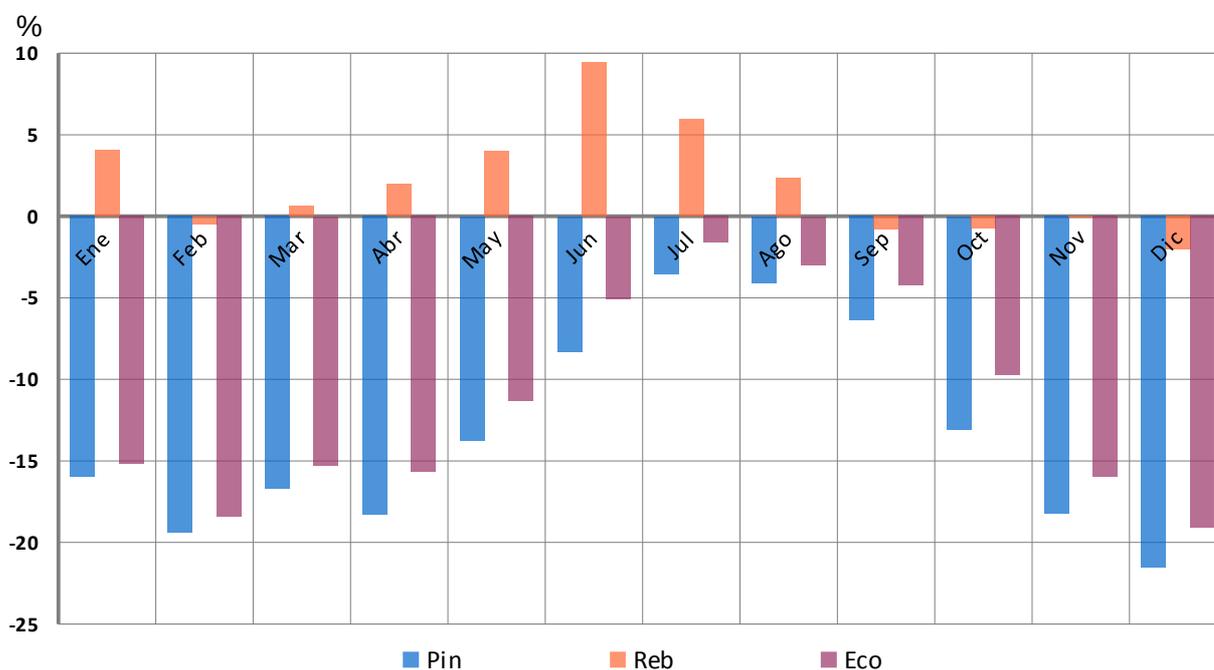


Figura IV.6: Modificación Absoluta de HumMín



El análisis de las tablas y figuras anteriormente presentadas permite considerar que:

- Los valores máximos y los mínimos de las tasas de humedad muestran un patrón temporal de comportamiento prácticamente similar.

- La localización que muestra resultados más diferenciados es la de Rebollar frente a Pinar y Ecotono. En estas últimas, la situación recurrente a lo largo del año es una menor tasa de humedad que el Testigo, mientras que en el caso del Rebollar se identifica un claro período en el que aparece significativamente más húmeda que el Testigo (de marzo a agosto, ambos inclusive -primavera y verano-).

De acuerdo con esto, es posible identificar dos períodos temporales donde las tasas de humedad toman patrones de comportamiento diferenciado:

1º. Otoño-invierno (septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero y febrero): Todas las localizaciones con cubierta arbórea se presentan más secas que el Testigo, excepto el Rebollar en enero.

2º. Primavera-Verano (marzo, abril, mayo, junio, julio y agosto). Pinar y Ecotono permanecen más secos (menores tasas de humedad que el Testigo), mientras que el Rebollar aparece como la localización netamente más húmeda (tasas de humedad mayores que en el Testigo).

Tabla IV.13: Períodos diferenciados Humedad Edáfica

HumMax												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
HumMax												



### IV.5. Ámbitos edafoclimáticos y tipos de cubierta arbórea

La consideración conjunta de los regímenes de temperatura, tanto superficial como profunda, y de humedad, permite finalmente identificar diferencias de comportamiento del edafoclima entre las distintas localizaciones estudiadas.

La figura IV.X muestra la variabilidad observada, en comparación directa entre localizaciones. Se representa cada parcela mediante un rectángulo cuyos lados horizontales están determinados por la temperaturas máxima y mínima, y los lados verticales por la humedad máxima y mínima.

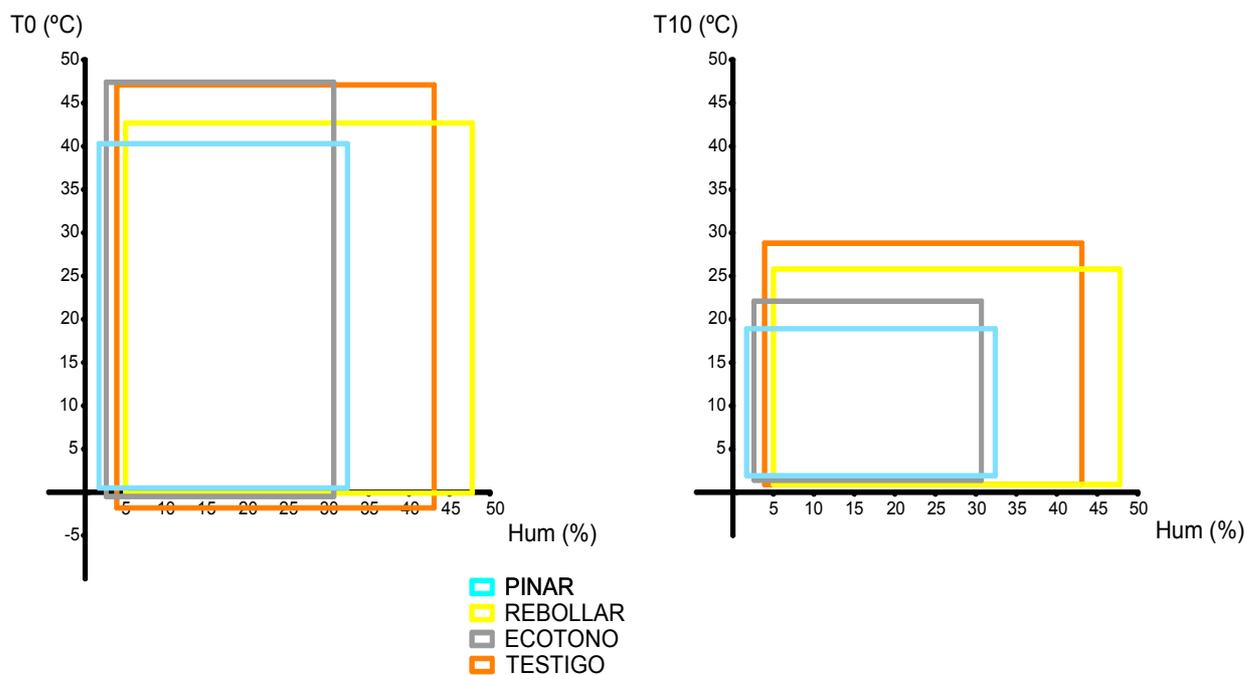


Figura IV.7: Relación Temperatura-Humedad



A la vista de estas gráficas se observa que:

- La localización que muestra un ámbito edafoclimático más reducido (menor superficie del rectángulo correspondiente) es la de Pinar, por lo que es la que se puede considerar con un ambiente más homogéneo y más específico (más restrictivo ecológicamente).

- En el otro extremo, la localización con un ámbito edafoclimático más amplio y consecuentemente más variable es el Rebollar (ecológicamente más plástico).

- El Ecotono aparece en una zona intermedia, lo cual es totalmente coherente con el papel de transición ecológica que se le asume a estas localizaciones.

- El efecto de la profundidad sobre las variables termométricas es evidente, reduciendo el tamaño de los ámbitos de todas las localizaciones, aunque esta amortiguación afecta en menor medida al Rebollar, y se hace más patente en el Ecotono.

- Rebollar y Testigo presentan un ámbito edafoclimático relativamente variable, con tendencia a ser más húmedo y más cálido que el de Pinar y Ecotono, más parejo y restringido. Hay que puntualizar que el Pinar no es “más frío” sino más bien “menos cálido” o, mejor dicho, más moderado, es decir, respecto al resto de localizaciones, sus temperaturas máximas son más bajas pero las mínimas son más altas.

El conjunto de gráficos que componen la Figura IV.8 también refleja el ambiente edafoclimático de cada localización. Lo que se representa en este caso es la relación existente entre la Temperatura Máxima (en Profundidad) y la Humedad Mínima, cuya combinación refleja las condiciones de máximo estrés hídrico posible.

Lo que en estas gráficas se observa con mayor claridad es la existencia de dos patrones edafoclimáticos diferenciados: por un lado Pinar y Ecotono, más secas y con temperaturas relativamente moderadas, y por otro Rebollar y Testigo, más húmedas y con temperaturas más extremas. Parece, por tanto, que el carácter diferencial es la existencia del *Pinus sylvestris*.

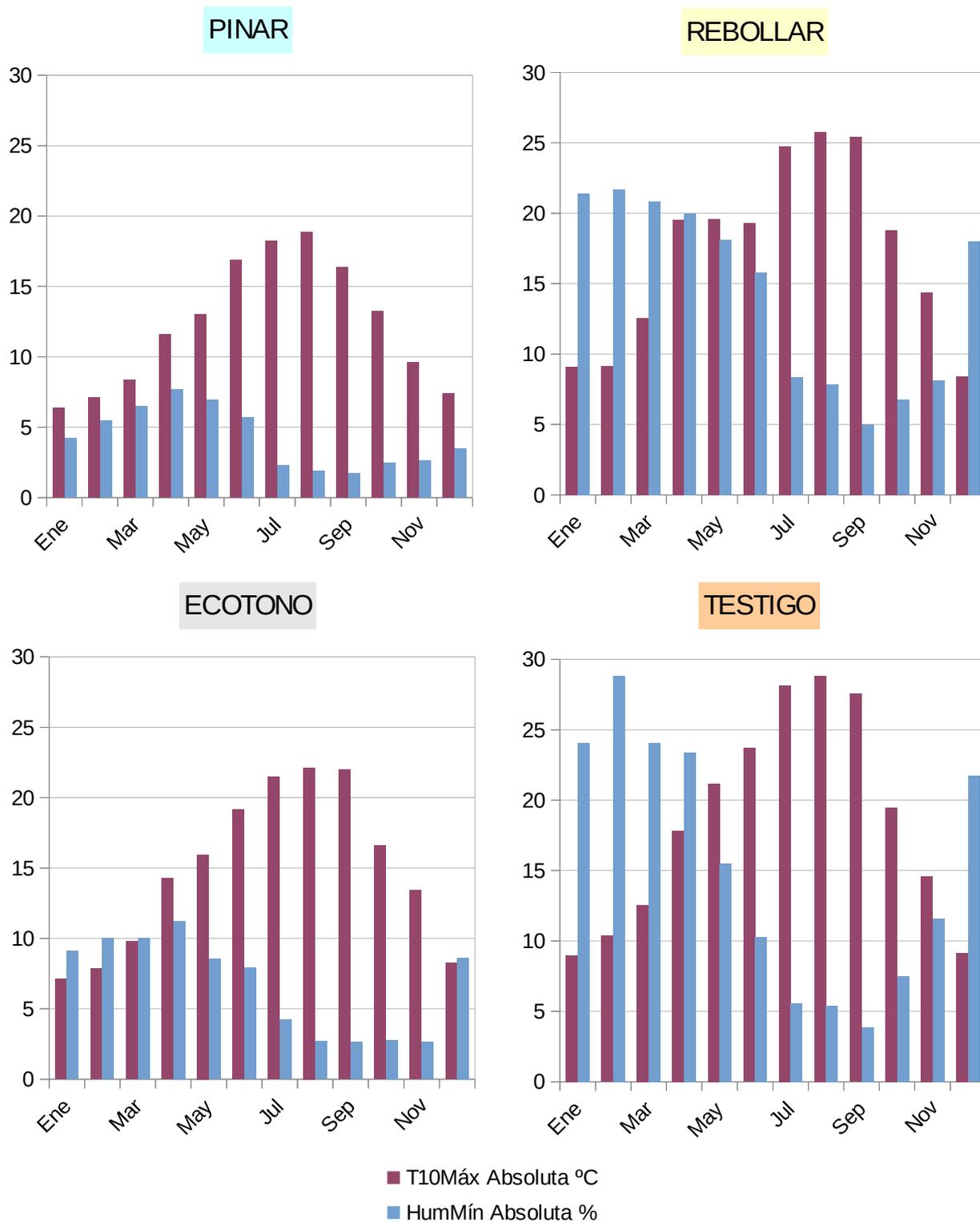


Figura IV.8: Relación T10Máx-HumMín



## CAPÍTULO V.- Conclusiones

Del análisis de los resultados obtenidos, y tras las observaciones realizadas en el capítulo Discusión, es posible llegar a una serie de conclusiones, que se exponen a continuación:

1ª. En cuanto al régimen térmico en superficie, la localización de Pinar es la que presenta un comportamiento más homogéneo y con temperaturas más moderadas, tanto respecto a las máximas como a las mínimas, destacando que éstas últimas son, en los meses de invierno, superiores a las del resto de localizaciones, no bajando de 0°C en ningún momento -ausencia de helada-, aunque la falta de datos en el mes de diciembre obliga a considerar esta conclusión con ciertas reservas.

2ª. El Ecotono resulta ser la localización arbolada con temperaturas superficiales más altas -tanto en promedio como en términos absolutos- y con mayor rango de variación, lo que implica un comportamiento más extremo, tanto cálido como frío. Destaca que, en los meses más cálidos, las máximas absolutas alcanzadas en esta localización son similares o incluso mayores que las de la parcela Testigo, situándose claramente por encima de las del resto de localizaciones.

3ª. El Rebollar presenta valores medios y se sitúa entre el Pinar y el Ecotono en cuanto a su comportamiento térmico superficial, si bien se muestra más próximo al primero que al segundo.

4ª. En profundidad, el régimen térmico presenta un rango de variación mucho más reducido, con independencia del tipo de cubierta, aunque esta reducción es más patente en el Ecotono y menor en el Rebollar.

5ª. El Pinar aparece en este sentido, incluso más claramente que en superficie, como la localización más homogénea y con temperaturas en profundidad más moderadas. En cuanto al Rebollar, presenta un régimen térmico en profundidad relativamente homogéneo, aunque demuestra ser la localización más fría, con mínimas absolutas casi a la par que las del Testigo. Por su parte, el Ecotono muestra un comportamiento térmico en profundidad medio, con temperaturas que frecuentemente se hallan entre las del Pinar y las del Rebollar.

6ª. En relación al régimen de humedad, la localización de Pinar aparece como la más seca, tanto en valores absolutos como en valores promedio, siendo además la menos variable respecto a estos últimos. El Rebollar, por el contrario, muestra los valores máximos de humedad durante todo el año, y también mayor variabilidad absoluta. El régimen de humedad del Ecotono presenta valores intermedios entre ambos, pero más cercanos a los del Pinar y con un patrón similar.



7ª. Integrando el régimen térmico y el de humedad, el ámbito edafoclimático observado más reducido se asocia al Pinar, lo que deriva en un ambiente más homogéneo (relativamente seco y fresco) y, consecuentemente, más restrictivo ecológicamente. En el otro extremo, la localización con un ámbito de variabilidad edafoclimática más amplio -y por tanto de carácter ecológico más plástico- es el Rebollar, con tendencia a ser comparativamente más húmedo y termométricamente más variable que Pinar y Ecotono. Éste último aparece en una posición intermedia, coherente con el papel de transición ecológica que se asume para estas localizaciones, si bien su comportamiento edafoclimático global, especialmente en lo relativo al régimen de humedad, se muestra más cercano al del Pinar que al del Rebollar.

El desarrollo del trabajo ha permitido una aproximación empírica al conocimiento del comportamiento edafoclimático bajo diferentes condiciones de cubierta. Sucesivos intentos deben proporcionar una mayor disponibilidad de observaciones, con períodos suficientemente largos y continuos, de más de un año de duración, y con repeticiones en las localizaciones (un mínimo de dos unidades de medición por localización) que garanticen una mayor robustez estadística en los resultados a obtener.



## BIBLIOGRAFÍA

### Referencias bibliográficas

- BARDGETT R, 2005. The Biology of Soil. A community and ecosystem Approach. Biology Of Habitats. Oxford University Press.
- BLANCO JA, 2004. La práctica de las claras forestales y su influencia en el ciclo interno de nutrientes en dos bosques de pino silvestre de los Pirineos navarros. Tesis doctoral. Universidad Pública de Navarra. Pamplona. Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales, Vol. 18, págs. 41 a 46.
- COBERTERA E, 1993. Edafología aplicada. CATEDRA. Madrid.
- DE LA ROSA ACOSTA D, 2013. Una agricultura a la medida de cada suelo: desde el conocimiento científico y la experiencia práctica a los sistemas de ayuda a la decisión. Discurso en el acto de su recepción como Académico Numerario. Real Academia Sevillana de Ciencias. Sevilla. Disponible en: <http://digital.csic.es/bitstream/10261/77729/1/Una%20agricultura%20a%20la%20medida%20de%20cada%20suelo.pdf>
- DÍAZ-PINÉS E, RUBIO A, VAN MIEGROET H, MONTES F, BENITO M, 2011. Does tree species composition control soil organic carbon pools in Mediterranean mountain forests? Forest Ecology and Management nº 262 , págs 1895–1904.
- DOMINGO JM, FERNÁNDEZ DE VILLARÁN R, CORRAL PAZOS E, RAPP ARRARÁS Í., 2006., Estimación de la capacidad de retención de agua en el suelo: revisión del parámetro CRA. Invest Agrar: Sist Recur For (2006) 15(1), págs 14-23
- FOKEN T, 2008. Micrometeorology. Springer.
- GANDULLO JM, SÁNCHEZ PALOMARES O, MUÑOZ LA, 1998. Una nueva clasificación climática para España. Revista Ecología Nº 12, págs. 67-77. Disponible en: [http://www.magrama.gob.es/es/parques-nacionales-oapn/publicaciones/ecologia\\_12\\_02\\_tcm7-45843.pdf](http://www.magrama.gob.es/es/parques-nacionales-oapn/publicaciones/ecologia_12_02_tcm7-45843.pdf)
- GARCÍA FERNÁNDEZ A, 2010. Factores microclimáticos que influyen en la regeneración de las masas de *Pinus pinaster Ait.* En Tierra de Pinares (Segovia). Trabajo Fin de Carrera. E.U.I.T. Forestal. Madrid.
- GARNIER C, MÜLLER JF, BRASSEUR G, 2000. The Impact of Biomass Burning on the Global Budget of Ozone and Ozone Precursors. Springer Netherlands.
- GIL SÁNCHEZ L y TORRE ANTÓN M. (ed.) 2007. Atlas forestal de Castilla y León. Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente. Valladolid. Disponible en: [http://www.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla100/1181827086529/\\_/\\_/](http://www.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla100/1181827086529/_/_/)



- GÓMEZ SANZ V, 2002. Micrometeorología de masas forestales de pino silvestre (*Pinus sylvestris* L.) y rebollo (*Quercus pyrenaica* Willd.) en la vertiente Norte del Sistema Central (Montes de Valsaín – Segovia). Consecuencias selvícolas. Tesis doctoral (inédita). Disponible en: <http://oa.upm.es/159/1/07200211.pdf>
- GÓMEZ SANZ V, 2004. Cubiertas forestales y respuesta microclimática. Invest Agrar: Sist Recur For (2004) Fuera de serie, 84-100
- GÓMEZ SANZ V, 2005. Patrones microescálicos de variabilidad espacial de la luminosidad y la temperatura del suelo en la unidad de gestión "Montes de Valsaín" (Segovia). 4º Congreso Forestal Español (Ávila). Sociedad Española de Ciencias Forestales.
- GÓMEZ SANZ V y RUBIO SÁNCHEZ A, 2009. Micrometeorología de localizaciones de ecotono pinar de silvestre-rebollar en los Montes de Valsaín (Segovia). 5º Congreso Forestal Español (Ávila). Sociedad Española de Ciencias Forestales.
- GONZÁLEZ REBOLLAR JL, 1999. Suelo, relieve, agua y paisaje. Revista Investigación Agraria: Sistemas y recursos forestales. Fuera de serie 1, págs 124-134.
- HONTORIA FERNANDEZ C, 1995. El régimen de humedad de los suelos de la España Peninsular. Tesis doctoral. Disponible en: [http://oa.upm.es/22316/1/CHIQUINQUIRA\\_HONTORIA\\_FERNANDEZ.pdf](http://oa.upm.es/22316/1/CHIQUINQUIRA_HONTORIA_FERNANDEZ.pdf)
- HUANG et al., 2012. Handbook of Soil Sciences. Properties and Processes. 2<sup>nd</sup> Edition. CRC Press.
- JENNY H, 1941. Factors of Soil Formation. A System of Quantitative Pedology. McGraw-Hill Book Company, Inc. New York. Disponible en: <http://www.soilandhealth.org/01aglibrary/010159.Jenny.pdf>
- JORDAN LOPEZ A, 2009. Manual de Edafología. Dpto. de Cristalografía, Mineralogía y Química Agrícola (Universidad de Sevilla).
- LÓPEZ LEYVA C, ESPINOSA RINCÓN J y BENGOA MTZ DE MANDOJANA J, 2009. Mapa de vegetación de Castilla y León. Síntesis 1:400.000. Junta de Castilla y León. Consejería de Medio Ambiente. Disponible en: [http://www.jcyl.es/junta/cma/20110309Mapa\\_Vegetacion.pdf](http://www.jcyl.es/junta/cma/20110309Mapa_Vegetacion.pdf)
- LUNA J y ESTÉBANEZ B, 2008. Brioflora de Valsaín (Segovia). Catálogo y observaciones corológicas. Boletín de la Sociedad Española de Briología. ISSN 1132-8029, nº 32-33. 2008, págs. 9-19. Disponible en: <http://www.uam.es/informacion/asociaciones/SEB/boletines/vol32-33.pdf>
- MARTÍNEZ ALONSO C, 2007. Heterogeneidad espacial y temporal en el dosel de un pinar de *Pinus sylvestris* L. Implicaciones en el sotobosque. Tesis doctoral. Inédita. Universidad Autónoma de Madrid.
- MONTERO DE BURGOS JL, GONZÁLEZ REBOLLAR JL, 1983. Diagramas bioclimáticos. Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza (ICONA). Madrid.



- OYONARTE GUTIERREZ C, DELGADO CALVO R, SÁNCHEZ MARAÑÓN M, DELGADO CALVO G. Edafoclimas del sector occidental de Sierra Gador (Almería). Cuadernos geográficos de la Universidad de Granada, ISSN 0210-5462, Nº 16-17, 1987-1988 , págs. 135-170. Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=53175>
- PORTA CASANELLAS J, LÓPEZ-ACEVEDO M, ROQUERO DE LABURU C, 2003. Edafología para la agricultura y el medio ambiente. 3ª Ed. Mundiprensa. Madrid.
- RODRÍGUEZ RASTRERO M, GUMUZZIO J, GUMUZZIO SUCH MA, LORO AGUAYO M, 2011. Los suelos forestales de la Comunidad de Madrid. Revista Foresta 52, Especial Comunidad de Madrid, págs 6-15.
- SAINZ OLLERO H, FRANCO MÚGICA F y BLANCO CASTRO E, 2013. Encuadre geobotánico de la Sierra de Guadarrama: flora y vegetación. Revista Ambienta, nº 103. Disponible en: <http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/secciones/articulos/Helios.htm>
- SERRADA HIERRO R, GÓMEZ SANZ V, SERRADA REDONDO M, 2009. Estudio Edafológico del Monte "La Camorza", Manzanares el Real (Madrid). 5º Congreso Forestal Español (Ávila). Sociedad Española de Ciencias Forestales.
- SOIL SURVEY STAFF, 1975. Soil Taxonomy, a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. USDA. Handbook 436, Washington DC.
- TUDELA SERRANO M, 1993. Estado actual de la degradación de suelos calizos en varias zonas de la región de Murcia. Tesis doctoral. Universidad de Murcia.

### Referencias web

- <http://www.ign.es/ign/main/index.do> Página web y Recursos Cartográficos del Instituto Geográfico Nacional de España [26.03.2014]
- [http://www.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla100/1181827145655/\\_/\\_/](http://www.jcyl.es/web/jcyl/MedioAmbiente/es/Plantilla100/1181827145655/_/_/) Catálogo de los Montes de Utilidad Pública de Segovia. Página web de la Junta de Castilla y León.
- <http://www.lagranja-valsain.com/aytorssi/> Página web del Ayuntamiento del Real Sitio de San Ildefonso [11.05.2014]
- <http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/servidor-cartografico-wms-/default.aspx> servicios WMS del Banco de Datos de la Naturaleza [27.03.2014]
- <http://www.magrama.gob.es/es/parques-nacionales-oapn/centros-fincas/valsain/> Página web del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente [05.05.2014]



- <http://www.magrama.gob.es/es/parques-nacionales-oapn/centros-fincas/valsain/ordenaciones.aspx> Documentos de Ordenación Silvopastoral de los Montes de Valsaín.

- <http://www.fao.org/docrep/013/i2000s/i2000s.pdf> Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, 2011. Situación de los Bosques del Mundo.

- <http://www.magrama.gob.es/es/biodiversidad/servicios/banco-datos-naturaleza/informacion-disponible/mfe200.aspx#> Mapa Forestal de España 1:200000



### ANEXO I: Situación de los Montes de Valsaín en el contexto provincial.

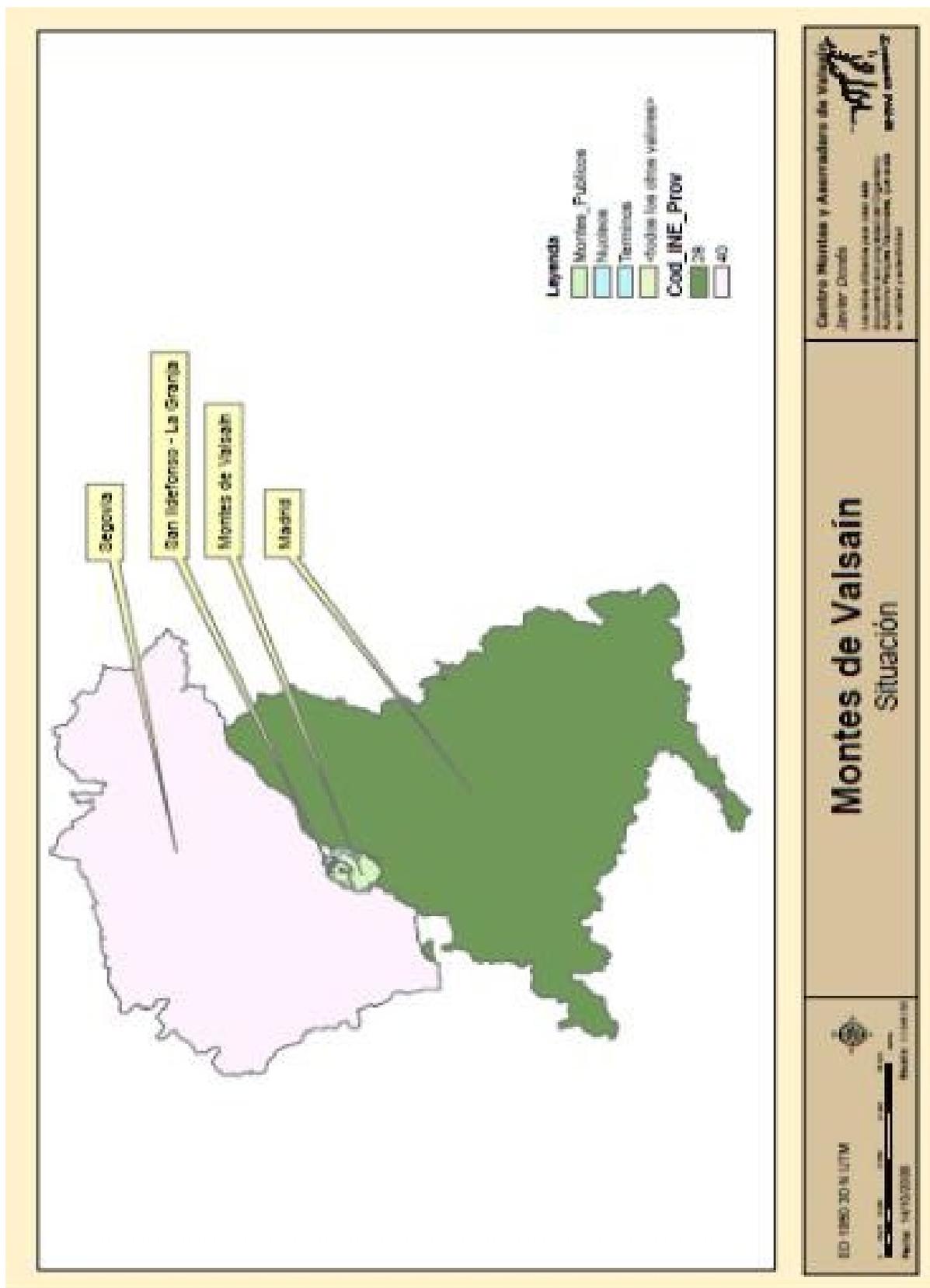


Figura A.1: Montes de Valsaín. Situación. Fuente: Javier Donés, Centro Montes y Aserradero de Valsaín. 2006.

**ANEXO II.- Estudio de suelo de las localizaciones**

*Tabla A.1: Estudio de suelo.*

*Fuente: Díaz Pinés E. Et al. (2011) Does tree species composition control soil organic carbon pool in Mediterranean mountain forests? Forest Ecology and Management 262: 1895-1904.*

Parcela	Profundidad (m)	Densidad Aparente (g/cm <sup>3</sup> )	Arcilla (%)	Limo (%)	Arena (%)	Grava Fina (%)	Grava Gruesa (%)	Total Finos (%)	pH en agua	pH en CIK	Conductividad (μS/cm)	Carbono Orgánico (%)	Nitrógeno (%)	C/N
PINAR	0-5	0,68	10	32	58	15,5	11,8	72,7	5,2	4,3	94	12,8	0,5	24,5
	5-10	0,99	12	28	60	15,1	11,3	73,6	5,4	4,2	57	5,5	0,3	19,6
	10-20	1,00	14	27	59	12,8	15,8	71,4	5,2	4,0	43	2,4	0,2	12,0
	20-30	1,01	14	26	60	14,8	15,9	69,3	5,4	4,0	37	2,1	0,2	11,4
	30-50	1,10	10	24	66	17,4	16,5	66,1	5,5	3,9	30	1,4	0,1	10,6
REBOLLAR	0-5	1,15	4	43	53	18,4	19,0	62,6	6,1	5,1	89	3,9	0,3	13,1
	5-10	1,33	4	45	51	17,5	22,4	60,1	5,9	4,8	64	1,8	0,2	11,6
	10-20	1,18	12	27	61	16,2	17,4	66,4	5,5	3,8	27	1,1	0,1	8,7
	20-30	1,13	10	28	62	17,2	15,8	67,0	5,4	4,1	47	0,8	0,1	8,4
	30-50	1,19	10	26	64	15,8	24,9	59,3	5,5	4,1	33	0,4	0,1	6,1
ECOTONO	0-5	0,73	15	27	58	18,2	5,8	76,0	5,7	4,7	98	7,4	0,4	17,1
	5-10	1,07	12	29	59	18,9	12,1	69,0	5,6	4,5	60	4,4	0,3	13,5
	10-20	0,98	13	27	60	13,0	17,0	70,0	5,4	4,2	57	2,4	0,2	10,7
	20-30	1,00	13	28	59	17,1	14,3	68,6	5,4	4,1	47	2,0	0,2	10,2





### ANEXO III: Muestra de los datos de partida

*Tabla A.2: Muestra de los datos de partida*

Localización:	REBOLLAR			Nº total de registros:	3168
Período:	8/30/2006	a	1/10/2007	Nº total de registros:	3168
	5/16/2007	a	8/26/2007	Nº total de registros:	2472

Serial Number: 934629 Deployment #:3 Experiment

#	Date	Time	Temp °C c:1	Temp °C c:2	Volt V c:3	Volt V c:4
49	9/1/2006	0:00:00	21,151	22,896	0,341	0
50	9/1/2006	1:00:00	20,674	22,441	0,34	0
51	9/1/2006	2:00:00	20,269	22,034	0,34	0
52	9/1/2006	3:00:00	19,865	21,676	0,34	0
53	9/1/2006	4:00:00	19,294	21,366	0,34	0
54	9/1/2006	5:00:00	18,866	21,056	0,34	0
55	9/1/2006	6:00:00	18,533	20,746	0,34	0
56	9/1/2006	7:00:00	18,224	20,46	0,339	0
57	9/1/2006	8:00:00	18,129	20,198	0,339	0
58	9/1/2006	9:00:00	18,366	19,984	0,339	0
59	9/1/2006	10:00:00	20,031	19,817	0,339	0,002
60	9/1/2006	11:00:00	23,689	19,865	0,339	0,018
61	9/1/2006	12:00:00	25,866	20,15	0,339	0,031
62	9/1/2006	13:00:00	26,109	20,603	0,34	0,022
63	9/1/2006	14:00:00	40,114	21,246	0,34	0,116
64	9/1/2006	15:00:00	31,382	22,537	0,341	0,004
65	9/1/2006	16:00:00	29,69	23,28	0,34	0,013
66	9/1/2006	17:00:00	42,684	23,833	0,341	0,031
67	9/1/2006	18:00:00	30,95	24,823	0,341	0,011
68	9/1/2006	19:00:00	30,142	24,992	0,34	0,008
69	9/1/2006	20:00:00	27,284	24,968	0,34	0,002
70	9/1/2006	21:00:00	24,75	24,726	0,34	0
71	9/1/2006	22:00:00	23,16	24,291	0,339	0
72	9/1/2006	23:00:00	22,345	23,809	0,338	0
73	9/2/2006	0:00:00	21,652	23,328	0,338	0
74	9/2/2006	1:00:00	21,223	22,872	0,338	0
75	9/2/2006	2:00:00	21,056	22,489	0,338	0
76	9/2/2006	3:00:00	20,603	22,154	0,338	0
77	9/2/2006	4:00:00	20,317	21,843	0,337	0
78	9/2/2006	5:00:00	19,888	21,557	0,337	0
79	9/2/2006	6:00:00	19,436	21,294	0,337	0
80	9/2/2006	7:00:00	19,08	21,056	0,337	0
81	9/2/2006	8:00:00	18,771	20,793	0,337	0
82	9/2/2006	9:00:00	19,103	20,555	0,337	0,002
83	9/2/2006	10:00:00	20,531	20,388	0,336	0,005
84	9/2/2006	11:00:00	22,561	20,388	0,337	0,01
85	9/2/2006	12:00:00	26,378	20,531	0,337	0,038
86	9/2/2006	13:00:00	25,72	20,936	0,337	0,019
87	9/2/2006	14:00:00	39,573	21,509	0,337	0,104
88	9/2/2006	15:00:00	30,95	22,705	0,338	0,007
89	9/2/2006	16:00:00	30,016	23,352	0,338	0,019
90	9/2/2006	17:00:00	39,346	23,857	0,338	0,027



**ANEXO IV.- Gráfico de Datos válidos Disponibles a lo largo de los 3 años de estudio.**

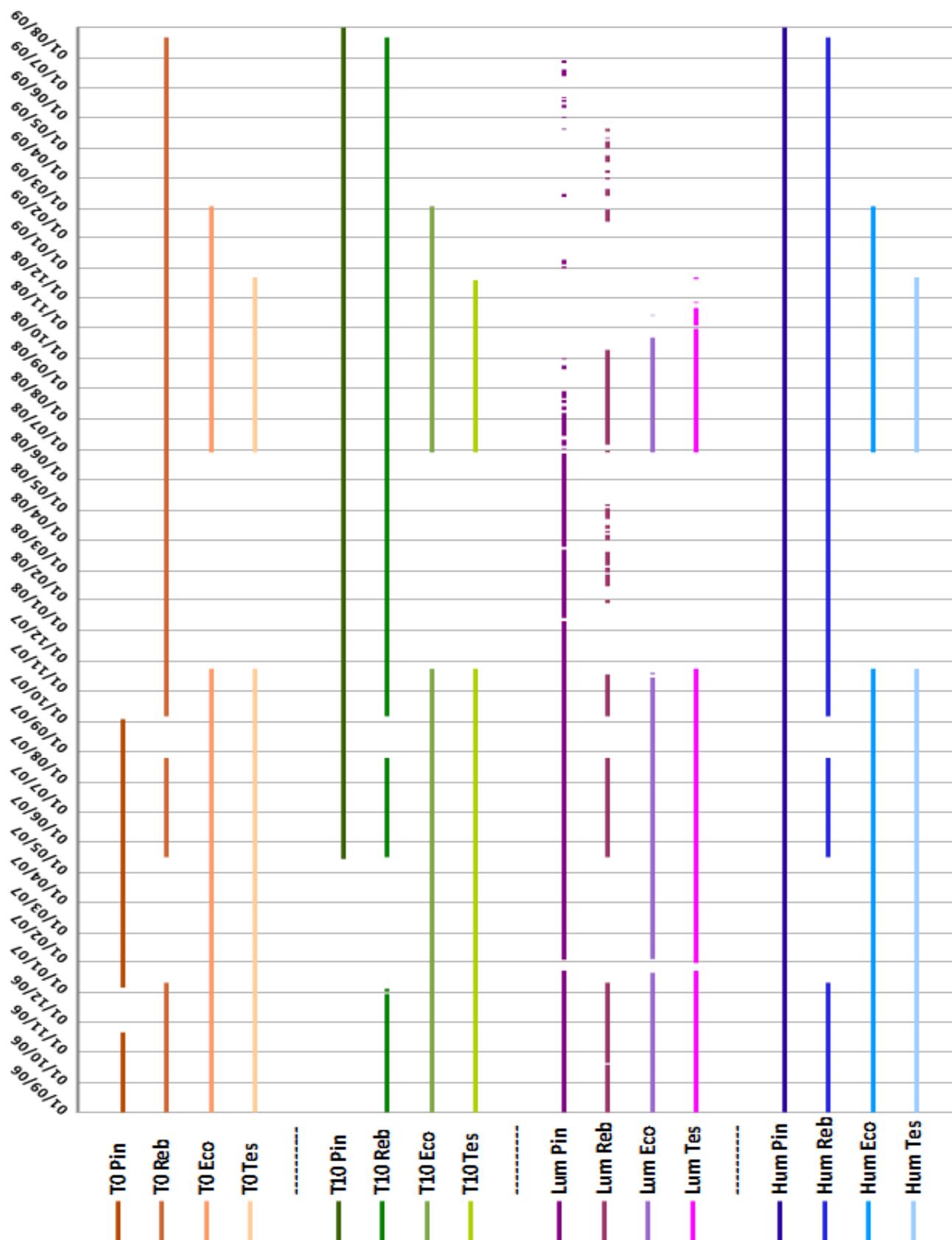


Figura A.2: Gráfico de datos disponibles. Elaboración propia.



## ANEXO V: Resultados por variable. Tablas Año Medio por Meses.

Tabla A.3: Año Medio por meses - TOMáx.

VARIABLE: Temperatura Máxima en Superficie* (TOMáx); UNIDADES: °C								
	MES	nº datos	Máxima Absoluta	Mínima	Promedio	Rango Variación	Cuasi Desv Típica	Coef. Variación
<b>P I N A R</b>	Enero	27	12,20	1,26	5,68	10,93	3,251084	0,572322
	Febrero	28	10,49	1,24	5,58	9,26	2,340084	0,419703
	Marzo	31	12,58	0,88	7,11	11,70	2,830855	0,397925
	Abril	30	16,58	3,43	9,91	13,15	3,444102	0,347567
	Mayo	31	21,08	5,90	14,43	15,18	3,686948	0,255466
	Junio	30	26,11	15,08	20,82	11,03	3,504739	0,168307
	Julio	31	33,86	17,96	27,02	15,90	4,140297	0,153236
	Agosto	31	33,94	16,63	24,58	17,31	4,718457	0,191963
	Septiembre	60	40,26	11,49	21,14	28,77	6,393827	0,302451
	Octubre	34	21,34	10,17	14,88	11,17	2,705301	0,181792
	Noviembre	21	14,84	7,54	11,49	7,30	2,075095	0,180613
	Diciembre	0	-	-	-	-	-	-
<b>R E B O L L A R</b>	Enero	72	16,13	0,11	5,82	16,02	4,078153	0,700191
	Febrero	56	12,94	0,85	7,13	12,09	3,211174	0,450685
	Marzo	62	17,89	1,99	10,85	15,90	4,487483	0,413580
	Abril	60	24,46	2,50	13,47	21,96	4,422322	0,328309
	Mayo	78	23,76	10,79	17,40	12,98	3,599367	0,206816
	Junio	90	22,47	11,64	17,92	10,83	2,565718	0,143192
	Julio	93	33,05	16,51	23,79	16,54	3,828610	0,160961
	Agosto	79	40,66	19,75	27,57	20,91	4,899042	0,177702
	Septiembre	60	42,68	12,53	24,03	30,15	7,073982	0,294324
	Octubre	89	28,89	5,87	16,42	23,02	4,535874	0,276159
	Noviembre	90	16,89	2,42	9,87	14,47	3,595268	0,364117
	Diciembre	93	15,58	0,22	5,48	15,36	2,697040	0,492322
<b>E C O T O N O</b>	Enero	62	10,12	0,30	4,28	9,82	2,745996	0,642227
	Febrero	56	14,10	1,15	6,29	12,95	3,943222	0,626501
	Marzo	37	19,34	2,66	10,96	16,68	4,729305	0,431635
	Abril	30	26,52	4,27	16,56	22,25	5,678574	0,342967
	Mayo	31	28,87	7,80	20,95	21,07	5,226021	0,249417
	Junio	32	34,62	18,34	25,90	16,28	3,302397	0,127500
	Julio	62	41,94	21,03	32,02	20,91	5,182506	0,161865
	Agosto	62	47,35	21,92	36,33	25,44	7,002261	0,192760
	Septiembre	90	44,35	13,88	27,13	30,47	7,481925	0,275797
	Octubre	93	29,87	5,90	16,85	23,97	4,860579	0,288395
	Noviembre	84	16,65	1,89	8,52	14,77	2,908394	0,341488
	Diciembre	62	9,51	0,63	3,85	8,88	2,214693	0,575334
<b>T E S T I G O</b>	Enero	31	14,43	1,04	7,00	13,39	4,257081	0,608384
	Febrero	28	17,08	0,96	8,22	16,12	4,455042	0,542070
	Marzo	31	18,77	2,72	13,19	16,05	4,419196	0,335085
	Abril	30	26,01	4,43	17,22	21,58	5,018479	0,291368
	Mayo	31	31,03	11,93	22,74	19,10	5,041363	0,221648
	Junio	32	32,43	21,03	27,31	11,40	2,746361	0,100547
	Julio	62	44,01	22,03	32,48	21,98	5,606031	0,172606
	Agosto	62	44,97	24,24	33,09	20,73	4,442266	0,134261
	Septiembre	90	47,13	15,87	26,72	31,26	6,916333	0,258870
	Octubre	93	26,01	7,02	16,60	19,00	3,543083	0,213474
	Noviembre	84	18,41	2,07	9,85	16,34	3,639351	0,369322
	Diciembre	54	11,18	0,08	4,53	11,10	2,662988	0,587623



Tabla A.4: Año Medio por meses - TOMín

VARIABLE: Temperatura Mínima en Superficie* (TOMín); UNIDADES: °C								
	MES	nº datos	Máxima	Mínima Absoluta	Promedio	Rango Variación	Cuasi Desv Típica	Coef. Variación
P I N A R	Enero	27	5,44	1,21	3,10	4,23	1,457186	0,469611
	Febrero	28	5,46	0,96	2,64	4,50	1,257519	0,475947
	Marzo	31	6,18	0,50	2,72	5,68	1,369553	0,502803
	Abril	30	9,36	0,91	5,29	8,45	2,318876	0,438658
	Mayo	31	12,22	2,50	7,60	9,72	2,206438	0,290145
	Junio	30	13,52	8,15	11,12	5,38	1,383653	0,124435
	Julio	31	17,18	11,71	14,23	5,47	1,646071	0,115696
	Agosto	31	18,37	9,78	13,84	8,59	2,182868	0,157729
	Septiembre	60	19,84	5,95	12,29	13,89	2,890131	0,235241
	Octubre	35	12,56	5,31	9,35	7,25	1,864206	0,199347
	Noviembre	21	10,20	3,22	7,06	6,98	1,718952	0,243414
	Diciembre	0	-	-	-	-	-	-
R E B O L L A R	Enero	72	9,04	-0,12	2,85	9,16	2,044375	0,718431
	Febrero	56	6,48	-0,06	2,48	6,54	1,671077	0,673661
	Marzo	62	7,17	1,21	4,34	5,96	1,555736	0,358821
	Abril	60	11,37	1,59	5,75	9,78	2,053276	0,356991
	Mayo	78	14,39	6,28	9,91	8,10	1,547657	0,156103
	Junio	90	16,94	9,16	12,76	7,78	1,959569	0,153590
	Julio	93	18,08	11,30	14,82	6,78	1,514378	0,102201
	Agosto	79	19,65	11,20	15,76	8,45	2,052582	0,130222
	Septiembre	60	20,94	8,10	13,13	12,84	2,979295	0,226899
	Octubre	89	13,81	3,85	9,50	9,96	2,068065	0,217664
	Noviembre	90	11,03	0,50	5,15	10,53	2,249952	0,436675
	Diciembre	93	7,14	-0,09	1,96	7,23	1,544690	0,789823
E C O T O N O	Enero	62	4,97	-0,45	2,07	5,42	1,317011	0,637380
	Febrero	56	5,18	0,30	1,96	4,88	1,168550	0,596781
	Marzo	37	6,31	-0,09	2,79	6,39	1,463855	0,525259
	Abril	30	9,16	1,24	5,11	7,93	2,338438	0,457483
	Mayo	31	12,17	1,94	8,10	10,23	2,294395	0,283264
	Junio	32	16,58	9,61	12,65	6,97	1,552424	0,122717
	Julio	62	16,77	10,76	14,23	6,01	1,503240	0,105636
	Agosto	62	17,89	9,83	14,14	8,06	1,980642	0,140035
	Septiembre	90	17,92	6,81	12,03	11,10	2,415881	0,200773
	Octubre	93	12,34	3,54	8,70	8,80	2,082442	0,239431
	Noviembre	84	10,42	-0,06	4,74	10,48	2,328427	0,491375
	Diciembre	62	7,42	0,00	1,88	7,42	1,428944	0,761161
T E S T I G O	Enero	31	4,84	0,30	1,61	4,54	1,066373	0,662848
	Febrero	28	5,46	0,55	2,06	4,91	1,359830	0,660352
	Marzo	31	6,05	0,08	2,18	5,97	1,498634	0,686451
	Abril	30	10,22	0,96	5,37	9,26	2,413312	0,449630
	Mayo	31	14,22	4,01	9,44	10,21	2,450222	0,259639
	Junio	32	17,68	10,10	13,41	7,58	1,690180	0,126071
	Julio	62	18,56	11,20	14,60	7,36	1,714650	0,117478
	Agosto	62	18,94	9,26	14,42	9,68	2,328640	0,161533
	Septiembre	90	17,70	5,10	11,45	12,60	2,429437	0,212191
	Octubre	93	12,63	4,64	8,77	7,99	2,095484	0,238822
	Noviembre	84	9,81	-1,81	4,11	11,62	2,500848	0,608454
	Diciembre	54	7,70	-0,82	1,77	8,51	1,690087	0,957506



Tabla A.5: Año Medio por meses - T10Máx

VARIABLE: Temperatura Máxima a -10cm (T10Máx); UNIDADES: °C								
	MES	nº datos	Máxima Absoluta	Mínima	Promedio	Rango Variación	Cuasi Desv Típica	Coef. Variación
P I N A R	Enero	62	6,36	1,97	4,51	4,39	1,415056	0,313690
	Febrero	56	7,12	2,34	4,78	4,77	1,448480	0,303060
	Marzo	62	8,37	3,35	6,41	5,02	1,356316	0,211451
	Abril	60	11,61	4,51	7,33	7,11	1,625145	0,221680
	Mayo	79	12,99	7,54	10,50	5,45	1,100522	0,104785
	Junio	90	16,89	9,71	13,59	7,19	1,819962	0,133875
	Julio	93	18,25	14,07	16,32	4,17	0,871975	0,053429
	Agosto	93	18,87	14,48	17,11	4,39	1,030218	0,060197
	Septiembre	60	16,34	12,49	14,85	3,86	1,130408	0,076144
	Octubre	62	13,26	7,67	11,55	5,59	1,219253	0,105593
	Noviembre	60	9,58	3,99	7,20	5,60	1,372875	0,190732
	Diciembre	62	7,39	3,06	4,72	4,33	1,123034	0,238166
R E B O L L A R	Enero	66	9,09	1,10	4,58	7,99	2,083608	0,454983
	Febrero	56	9,16	1,48	5,68	7,68	2,145108	0,377682
	Marzo	62	12,58	2,88	8,85	9,71	2,447237	0,276529
	Abril	60	19,51	4,06	10,99	15,45	2,976543	0,270929
	Mayo	78	19,60	10,71	14,38	8,89	1,923299	0,133784
	Junio	90	19,29	11,39	15,92	7,90	1,996770	0,125440
	Julio	93	24,73	15,27	19,11	9,46	1,877496	0,098233
	Agosto	79	25,79	17,44	21,17	8,35	1,801549	0,085116
	Septiembre	60	25,45	12,87	18,11	12,58	2,982983	0,164757
	Octubre	89	18,77	6,64	13,95	12,14	2,493601	0,178812
	Noviembre	90	14,36	3,09	8,47	11,27	2,504466	0,295688
	Diciembre	92	8,42	1,51	4,48	6,91	1,550988	0,346505
E C O T O N O	Enero	62	7,12	1,64	3,89	5,47	1,520203	0,390521
	Febrero	56	7,87	1,83	4,19	6,04	1,692046	0,403909
	Marzo	37	9,81	3,64	6,78	6,16	1,527930	0,225409
	Abril	30	14,29	5,02	9,69	9,27	2,607649	0,269179
	Mayo	31	15,94	7,92	13,17	8,02	2,054900	0,156065
	Junio	32	19,18	14,55	16,76	4,62	1,114410	0,066475
	Julio	62	21,46	16,75	18,72	4,71	1,139857	0,060893
	Agosto	62	22,13	16,27	19,28	5,86	1,249700	0,064816
	Septiembre	90	21,99	12,65	16,51	9,33	2,206976	0,133705
	Octubre	93	16,58	6,91	12,28	9,67	1,791719	0,145953
	Noviembre	84	13,40	3,30	7,63	10,10	2,120703	0,277915
	Diciembre	62	8,27	1,83	3,86	6,44	1,522827	0,394492
T E S T I G O	Enero	31	8,97	1,81	5,04	7,16	1,994511	0,395777
	Febrero	28	10,37	1,62	5,83	8,75	2,474521	0,424519
	Marzo	31	12,53	3,59	8,84	8,94	2,078025	0,235172
	Abril	30	17,82	5,75	12,16	12,07	3,216007	0,264499
	Mayo	31	21,18	8,94	16,70	12,23	3,033365	0,181607
	Junio	32	23,69	18,18	21,05	5,51	1,608724	0,076424
	Julio	62	28,15	19,87	23,66	8,28	1,987770	0,083999
	Agosto	62	28,82	20,01	24,24	8,81	1,907231	0,078671
	Septiembre	90	27,55	14,55	19,97	13,00	2,878004	0,144086
	Octubre	93	19,46	7,49	14,02	11,97	2,149890	0,153357
	Noviembre	84	14,58	2,72	8,36	11,86	2,483345	0,297168
	Diciembre	54	9,14	0,99	4,05	8,15	1,962267	0,484043



Tabla A.6: Año Medio por meses - T10Mín

VARIABLE: Temperatura Mínima a -10cm (T10Mín); Unidades: °C								
	MES	nº datos	Máxima	Mínima Absoluta	Promedio	Rango Variación	Cuasi Desv Típica	Coef. Variación
<b>P I N A R</b>	Enero	62	6,18	1,94	3,98	4,24	1,303059	0,327331
	Febrero	56	6,66	2,24	4,24	4,43	1,356652	0,320169
	Marzo	62	7,92	2,72	5,51	5,20	1,265933	0,229595
	Abril	60	10,39	3,99	6,33	6,41	1,407429	0,222189
	Mayo	79	11,83	6,76	9,56	5,07	1,057491	0,110628
	Junio	90	15,87	9,02	12,42	6,85	1,713894	0,138028
	Julio	93	16,77	12,80	15,08	3,97	0,893398	0,059236
	Agosto	93	17,96	13,55	16,02	4,42	1,056739	0,065959
	Septiembre	60	15,46	11,44	13,97	4,02	1,125734	0,080609
	Octubre	62	13,02	7,07	10,82	5,95	1,300944	0,120261
	Noviembre	60	8,82	3,85	6,64	4,96	1,258890	0,189645
	Diciembre	62	6,99	3,01	4,26	3,98	1,026218	0,240719
<b>R E B O L L A R</b>	Enero	69	6,71	0,91	3,50	5,81	1,624840	0,463585
	Febrero	56	6,91	0,96	3,54	5,95	1,601990	0,452113
	Marzo	62	8,10	2,40	5,84	5,70	1,524897	0,260973
	Abril	60	14,07	3,51	7,42	10,56	2,304528	0,310581
	Mayo	78	14,89	8,10	11,19	6,79	1,314900	0,117502
	Junio	90	16,89	10,00	13,46	6,89	1,774970	0,131864
	Julio	93	19,03	12,80	15,87	6,23	1,244354	0,078417
	Agosto	79	20,67	13,93	17,12	6,74	1,576909	0,092088
	Septiembre	60	21,60	10,52	14,87	11,09	2,818735	0,189572
	Octubre	89	14,79	5,62	10,93	9,18	1,860681	0,170271
	Noviembre	90	12,15	2,24	6,52	9,91	2,140025	0,328148
	Diciembre	93	6,91	0,99	3,04	5,93	1,339592	0,440268
<b>E C O T O N O</b>	Enero	62	5,46	1,43	3,19	4,04	1,172725	0,368012
	Febrero	56	5,92	1,56	3,14	4,36	1,184499	0,377068
	Marzo	37	7,07	2,37	4,72	4,70	1,027350	0,217786
	Abril	30	10,71	3,22	7,07	7,49	2,181637	0,308715
	Mayo	31	13,55	5,92	10,38	7,62	1,863721	0,179524
	Junio	32	17,08	11,22	14,10	5,86	1,254030	0,088924
	Julio	62	17,84	13,98	15,99	3,87	0,922363	0,057692
	Agosto	62	19,20	13,76	16,22	5,44	1,200820	0,074036
	Septiembre	90	19,03	10,20	14,25	8,83	1,932052	0,135536
	Octubre	93	13,83	6,00	10,72	7,83	1,635140	0,152518
	Noviembre	84	11,95	2,96	6,65	9,00	2,058368	0,309676
	Diciembre	62	7,09	1,67	3,20	5,42	1,247556	0,389734
<b>T E S T I G O</b>	Enero	31	5,10	1,72	3,19	3,38	1,052002	0,329352
	Febrero	28	5,95	1,56	3,56	4,39	1,415153	0,397045
	Marzo	31	7,37	2,18	4,51	5,19	1,249820	0,277076
	Abril	30	11,71	2,90	7,58	8,81	2,474704	0,326616
	Mayo	31	15,65	6,81	11,76	8,84	2,253632	0,191633
	Junio	32	18,65	13,35	15,70	5,30	1,267030	0,080708
	Julio	62	20,06	14,12	17,24	5,93	1,332899	0,077310
	Agosto	62	21,77	14,70	17,59	7,08	1,615323	0,091831
	Septiembre	90	21,18	10,57	14,82	10,61	2,313078	0,156112
	Octubre	93	14,70	6,36	11,09	8,34	1,853349	0,167113
	Noviembre	84	12,12	1,91	6,27	10,21	2,240733	0,357173
	Diciembre	51	7,52	0,93	3,05	6,59	1,531316	0,502491



Tabla A.7: Año Medio por meses - HumMáx

VARIABLE: Humedad Edáfica Máxima (HumMáx); UNIDADES: Contenido Volumétrico de agua en el suelo (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ) en %								
	MES	nº datos	Máxima Absoluta	Mínima	Promedio	Rango Variación	Cuasi Desv Típica	Coef. Variación
P I N A R	Enero	93	32,4	4,3	11,5	28,1	9,050613	0,784666
	Febrero	84	31,6	5,6	12,5	26,0	7,841275	0,625090
	Marzo	93	32,1	6,6	12,0	25,5	5,926888	0,495604
	Abril	90	20,0	8,1	12,5	11,8	3,032942	0,243492
	Mayo	93	20,1	7,3	12,2	12,8	3,316062	0,272237
	Junio	90	17,3	6,2	9,4	11,1	2,082631	0,221727
	Julio	93	7,1	2,5	4,8	4,7	1,178074	0,245033
	Agosto	93	3,5	2,0	2,7	1,5	0,391758	0,145301
	Septiembre	90	5,1	1,8	2,7	3,3	0,545429	0,199266
	Octubre	93	11,2	2,5	3,9	8,7	1,780466	0,459843
	Noviembre	90	17,2	2,8	6,6	14,4	4,427066	0,670393
	Diciembre	93	27,1	3,5	9,9	23,6	7,558744	0,763288
R E B O L L A R	Enero	72	46,9	21,7	32,1	25,2	7,685869	0,239343
	Febrero	56	46,3	22,0	31,9	24,3	8,017276	0,251265
	Marzo	62	45,7	21,4	30,1	24,4	6,514682	0,216324
	Abril	60	47,8	20,9	34,4	26,9	7,099637	0,206345
	Mayo	78	46,5	18,9	31,1	27,6	7,515320	0,241864
	Junio	90	42,9	16,1	28,5	26,9	7,330088	0,257609
	Julio	93	33,4	8,6	14,8	24,8	5,973781	0,402516
	Agosto	78	12,5	8,0	9,3	4,5	0,765285	0,082019
	Septiembre	60	23,0	5,1	8,8	18,0	3,183285	0,362054
	Octubre	89	43,1	6,8	17,7	36,3	10,195304	0,577594
	Noviembre	90	43,4	8,3	25,5	35,1	10,213768	0,400673
	Diciembre	93	45,1	18,1	29,6	27,0	7,588356	0,256371
E C O T O N O	Enero	62	30,7	9,5	12,4	21,2	3,598180	0,289724
	Febrero	56	20,8	10,2	14,2	10,6	2,507973	0,176653
	Marzo	36	21,5	10,9	13,8	10,6	2,613561	0,188840
	Abril	30	24,5	11,7	16,2	12,9	3,094047	0,191578
	Mayo	31	22,8	9,0	15,5	13,8	3,642541	0,235447
	Junio	33	21,8	8,0	13,2	13,8	3,167975	0,239412
	Julio	62	10,1	4,3	6,8	5,8	1,495181	0,219335
	Agosto	62	5,2	2,8	3,9	2,4	0,659559	0,171180
	Septiembre	90	18,5	2,7	5,2	15,8	2,823407	0,543312
	Octubre	93	20,3	2,9	8,0	17,4	4,107375	0,515221
	Noviembre	84	22,2	2,8	9,2	19,4	4,198144	0,454787
	Diciembre	62	18,7	8,6	12,1	10,1	2,183598	0,180866
T E S T I G O	Enero	31	34,1	24,5	27,4	9,5	2,524767	0,092011
	Febrero	28	38,7	30,6	34,2	8,1	2,061416	0,060294
	Marzo	31	37,8	24,6	29,4	13,2	3,348588	0,114087
	Abril	30	38,2	24,5	32,5	13,7	3,297750	0,101493
	Mayo	31	38,8	16,9	27,1	21,9	6,174993	0,227670
	Junio	33	32,7	10,9	19,3	21,9	5,178908	0,267951
	Julio	62	11,2	5,8	8,5	5,5	1,471947	0,172843
	Agosto	62	14,9	5,6	7,2	9,3	1,819525	0,253316
	Septiembre	90	18,1	4,0	9,9	14,1	2,885215	0,292877
	Octubre	93	35,4	7,7	18,3	27,6	7,141972	0,390447
	Noviembre	84	37,6	11,9	26,0	25,6	7,415716	0,285521
	Diciembre	53	43,1	27,6	33,3	15,5	4,366455	0,131220



Tabla A.8: Año Medio por meses - HumMín

VARIABLE: Humedad Edáfica Mínima (HumMín); UNIDADES: Contenido Volumétrico de agua en el suelo (m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ) en %								
	MES	nº datos	Máxima	Mínima Absoluta	Promedio	Rango Variación	Cuasi Desv Típica	Coef. Variación
P I N A R	Enero	93	25,23	4,23	10,69	21,00	7,824409	0,731884
	Febrero	84	27,24	5,49	11,87	21,75	7,402441	0,623661
	Marzo	93	24,64	6,52	11,13	18,12	5,171758	0,464463
	Abril	90	17,99	7,67	11,43	10,31	2,705958	0,236718
	Mayo	93	17,99	6,98	10,91	11,01	2,494260	0,228611
	Junio	90	15,68	5,71	8,83	9,97	1,806198	0,204569
	Julio	93	6,67	2,27	4,61	4,40	1,133639	0,245723
	Agosto	93	3,42	1,91	2,57	1,52	0,394898	0,153369
	Septiembre	90	3,36	1,73	2,57	1,63	0,452954	0,176000
	Octubre	93	8,63	2,46	3,55	6,17	1,304270	0,367239
	Noviembre	90	13,12	2,65	6,03	10,47	3,666977	0,608484
	Diciembre	93	22,37	3,49	8,97	18,89	6,392027	0,712518
R E B O L L A R	Enero	72	44,39	21,38	30,73	23,01	6,694237	0,217822
	Febrero	56	43,51	21,71	30,79	21,80	7,667237	0,249029
	Marzo	62	41,05	20,84	28,49	20,22	5,772270	0,202642
	Abril	60	42,35	19,98	31,73	22,37	6,444650	0,203094
	Mayo	78	42,35	18,09	28,64	24,26	6,825751	0,238340
	Junio	90	42,20	15,78	26,60	26,42	6,789321	0,255268
	Julio	93	31,33	8,38	14,12	22,94	5,106185	0,361672
	Agosto	78	10,80	7,83	9,02	2,97	0,714740	0,079244
	Septiembre	60	15,58	4,99	8,10	10,59	2,218257	0,273943
	Octubre	89	37,00	6,75	15,85	30,26	8,865730	0,559326
	Noviembre	90	36,73	8,15	24,16	28,59	9,638464	0,398976
	Diciembre	93	38,52	17,99	28,49	20,53	6,828414	0,239648
E C O T O N O	Enero	62	17,07	9,12	11,47	7,96	1,526649	0,133047
	Febrero	56	16,27	10,03	12,85	6,24	1,616906	0,125834
	Marzo	36	15,88	10,03	12,58	5,85	1,284686	0,102158
	Abril	30	17,17	11,24	14,09	5,94	1,385857	0,098339
	Mayo	31	17,88	8,55	13,31	9,34	2,501820	0,188026
	Junio	33	16,07	7,91	12,07	8,17	1,805799	0,149609
	Julio	62	9,36	4,23	6,55	5,14	1,387750	0,211742
	Agosto	62	4,85	2,71	3,66	2,14	0,570839	0,156149
	Septiembre	90	9,78	2,65	4,67	7,13	1,995955	0,427288
	Octubre	93	13,31	2,78	6,86	10,53	3,030599	0,441852
	Noviembre	84	14,52	2,65	8,27	11,88	3,337778	0,403725
	Diciembre	62	15,78	8,63	11,41	7,15	1,649639	0,144548
T E S T I G O	Enero	31	32,48	24,07	26,68	8,42	2,450399	0,091844
	Febrero	28	34,18	28,82	31,26	5,36	1,180588	0,037766
	Marzo	31	33,00	24,07	27,85	8,93	2,464164	0,088473
	Abril	30	32,87	23,39	29,75	9,49	2,572399	0,086481
	Mayo	31	33,26	15,49	24,66	17,78	5,793161	0,234954
	Junio	33	24,88	10,29	17,14	14,59	4,430099	0,258507
	Julio	62	10,54	5,56	8,15	4,98	1,342502	0,164809
	Agosto	62	11,24	5,42	6,65	5,82	1,315700	0,197938
	Septiembre	90	15,29	3,89	8,93	11,41	2,293492	0,256812
	Octubre	93	30,95	7,52	16,61	23,43	6,122761	0,368621
	Noviembre	84	30,95	11,59	24,26	19,36	6,670186	0,274955
	Diciembre	53	35,92	21,71	30,52	14,21	3,948717	0,129381



**ANEXO VI: Resultados por variable. Coeficiente de Variación.**

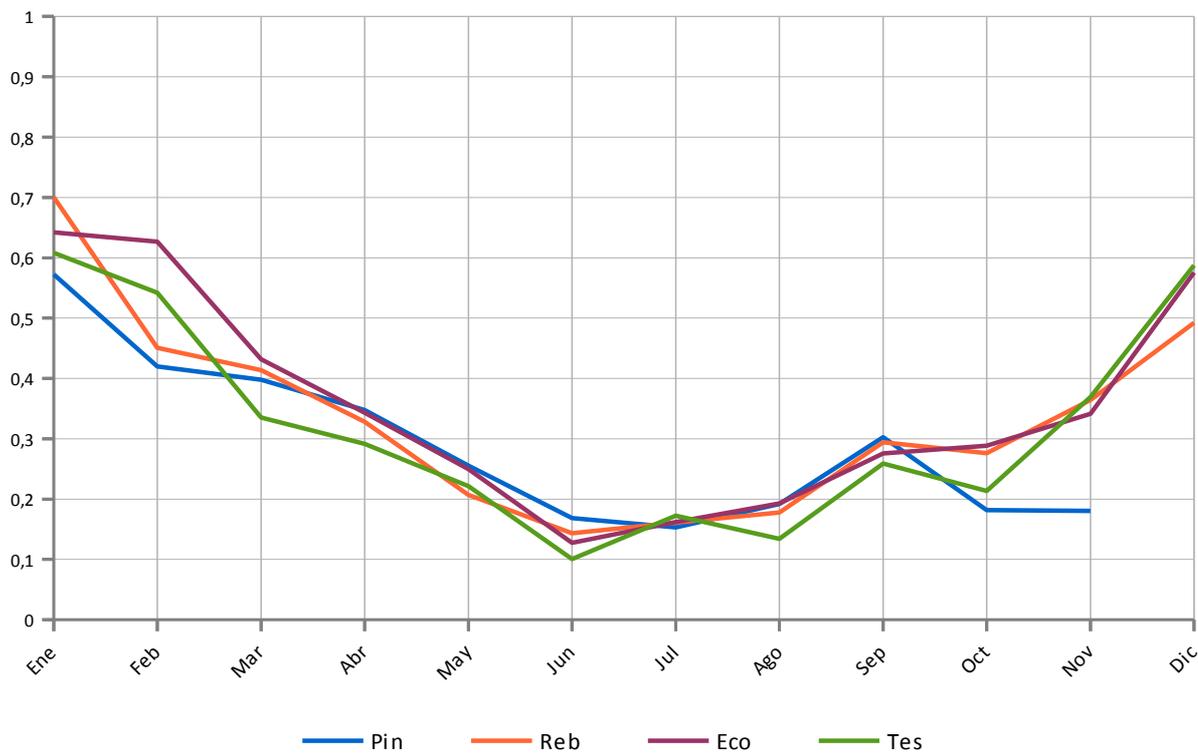


Figura A.3: Coeficiente de Variación. TO Máx

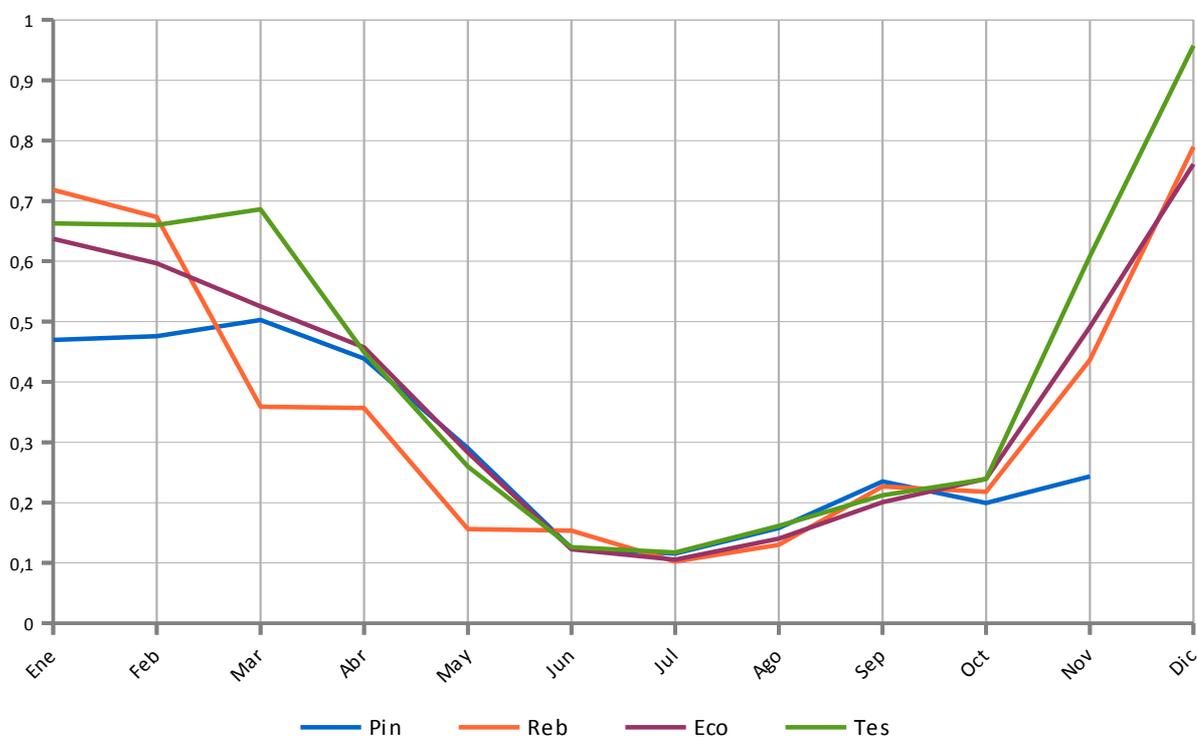


Figura A.4: Coeficiente de Variación. TO Mín.

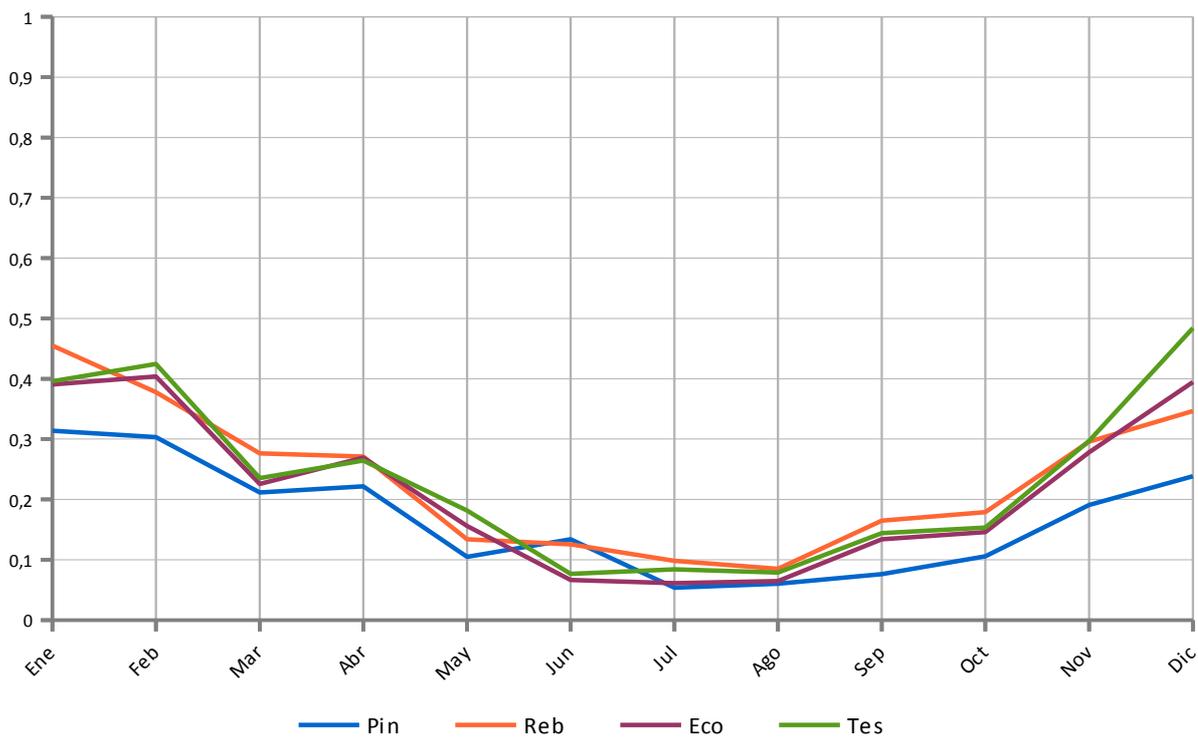


Figura A.5: Coeficiente de Variación. T10Máx

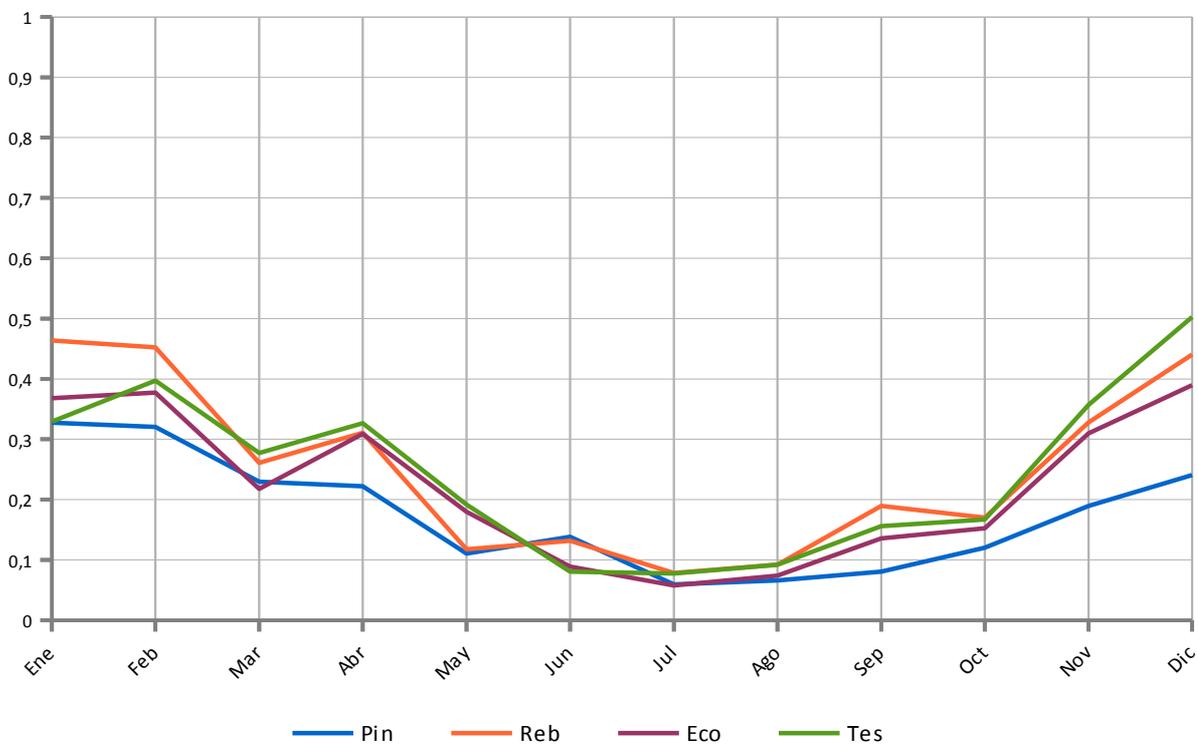


Figura A.6: Coeficiente de Variación. T10Mín.

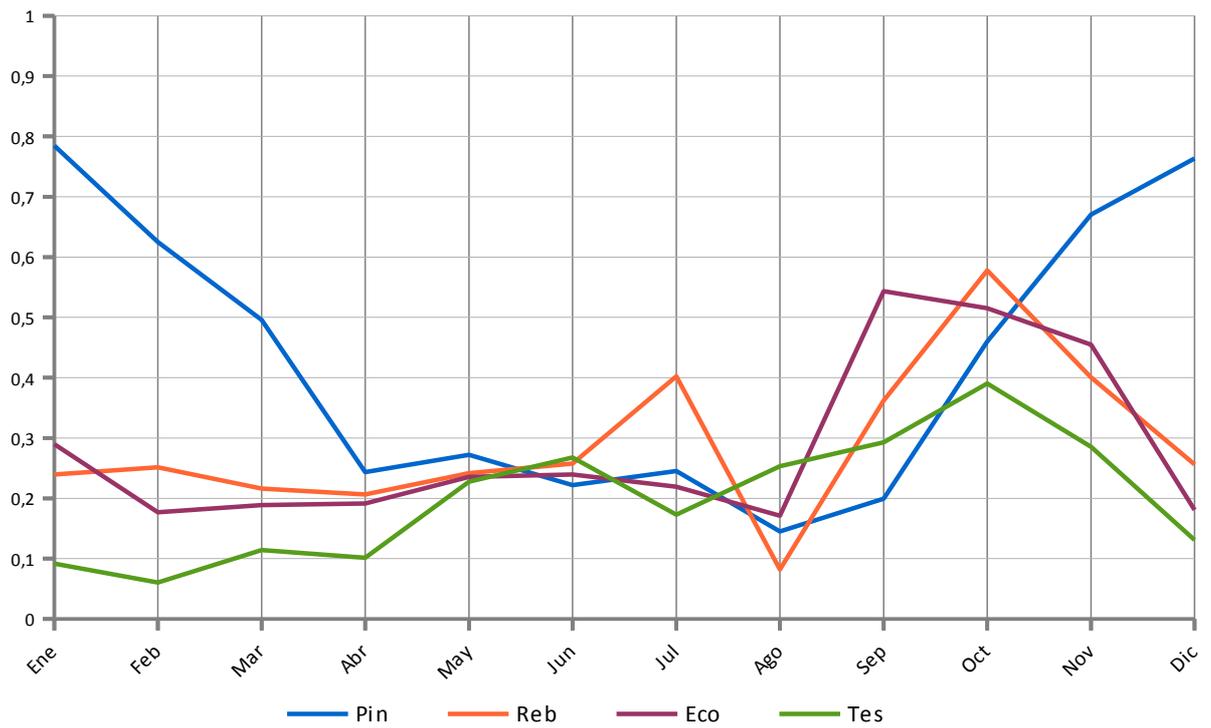


Figura A.7: Coeficiente de Variación. HumMáx

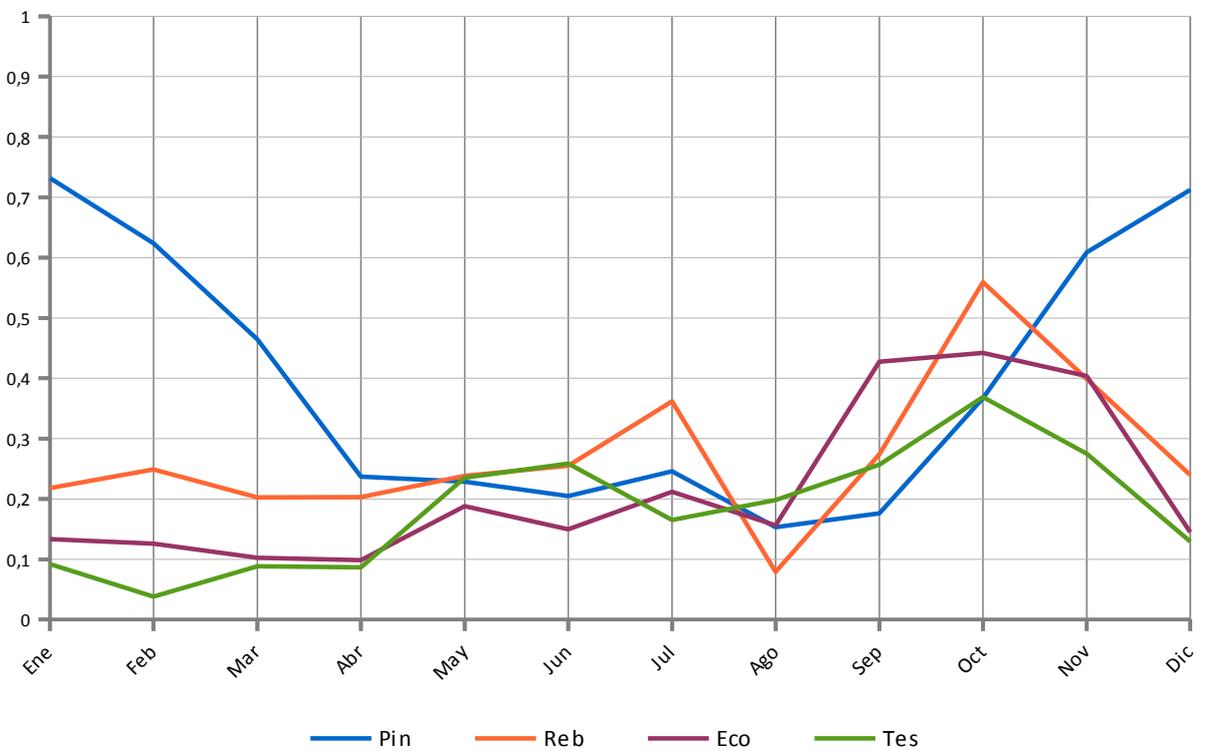


Figura A.8: Coeficiente de Variación. HumMín



## ANEXO VII: Resultados por variable. Rango de Variación.

Tabla A.9: Rango de Variación - TOM<sub>máx</sub> (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pin</b>	10,93	9,26	11,70	13,15	15,18	11,03	15,90	17,31	28,77	11,17	7,30	-
<b>Reb</b>	16,02	12,09	15,90	21,96	12,98	10,83	16,54	20,91	30,15	23,02	14,47	15,36
<b>Eco</b>	9,82	12,95	16,68	22,25	21,07	16,28	20,91	25,44	30,47	23,97	14,77	8,88
<b>Tes</b>	13,39	16,12	16,05	21,58	19,10	11,40	21,98	20,73	31,26	19,00	16,34	11,10

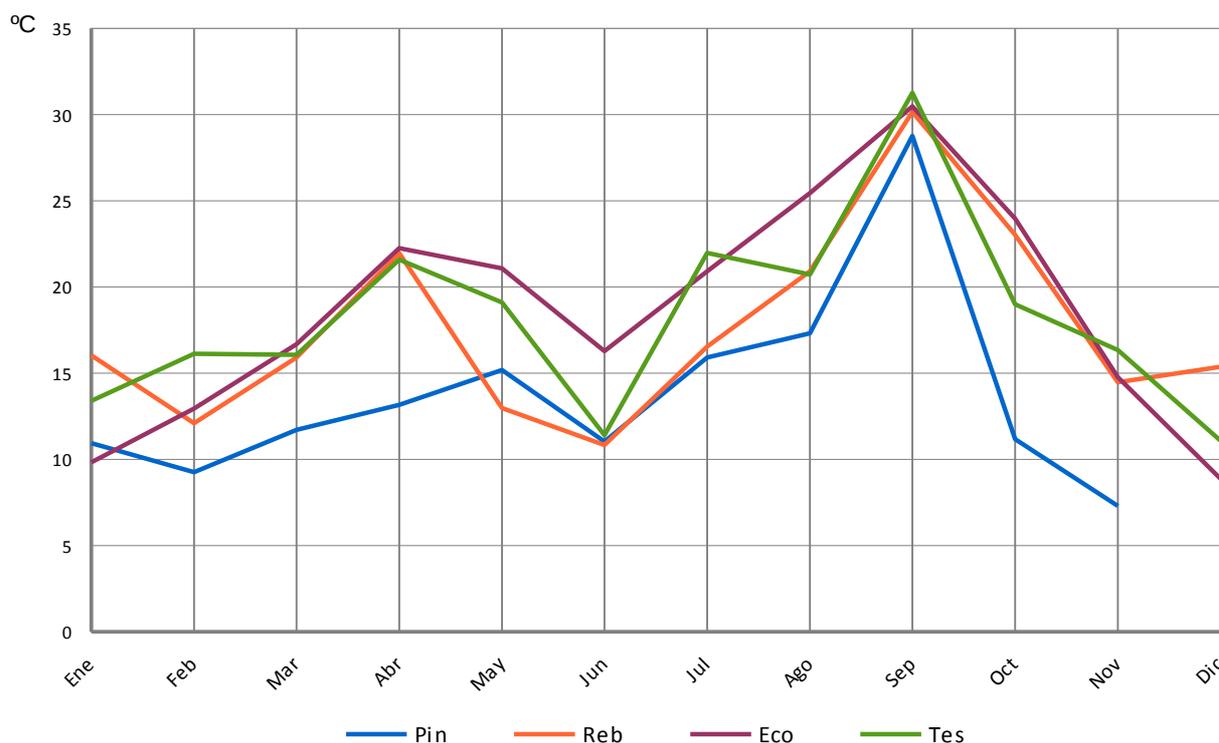


Figura A.9: Rango de Variación - TOM<sub>máx</sub>

El Rango de Variación de la TOM<sub>máx</sub> representa la diferencia, dentro de cada mes, entre la temperatura en superficie más alta del día más cálido y la del día más frío.

La mayor variabilidad absoluta para todas las parcelas se produce en septiembre, siendo la más variable el Testigo, y la menos variable el Pinar, aunque en ese mes no se observan grandes diferencias entre las diferentes localizaciones.

En general, el Pinar presenta claramente menor variabilidad total que el resto de parcelas, teniendo el mínimo absoluto en noviembre. En cuanto a la variabilidad máxima varía según los meses, aunque la del Ecotono suele estar por encima.

Se observa un descenso general de la variabilidad en el mes de junio, y un máximo local en abril para todas las parcelas excepto el Pinar.



Tabla A.10: Rango de Variación - TOMín (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pin	4,23	4,50	5,68	8,45	9,72	5,38	5,47	8,59	13,89	7,25	6,98	-
Reb	9,16	6,54	5,96	9,78	8,10	7,78	6,78	8,45	12,84	9,96	10,53	7,23
Eco	5,42	4,88	6,39	7,93	10,23	6,97	6,01	8,06	11,10	8,80	10,48	7,42
Tes	4,54	4,91	5,97	9,26	10,21	7,58	7,36	9,68	12,60	7,99	11,62	8,51

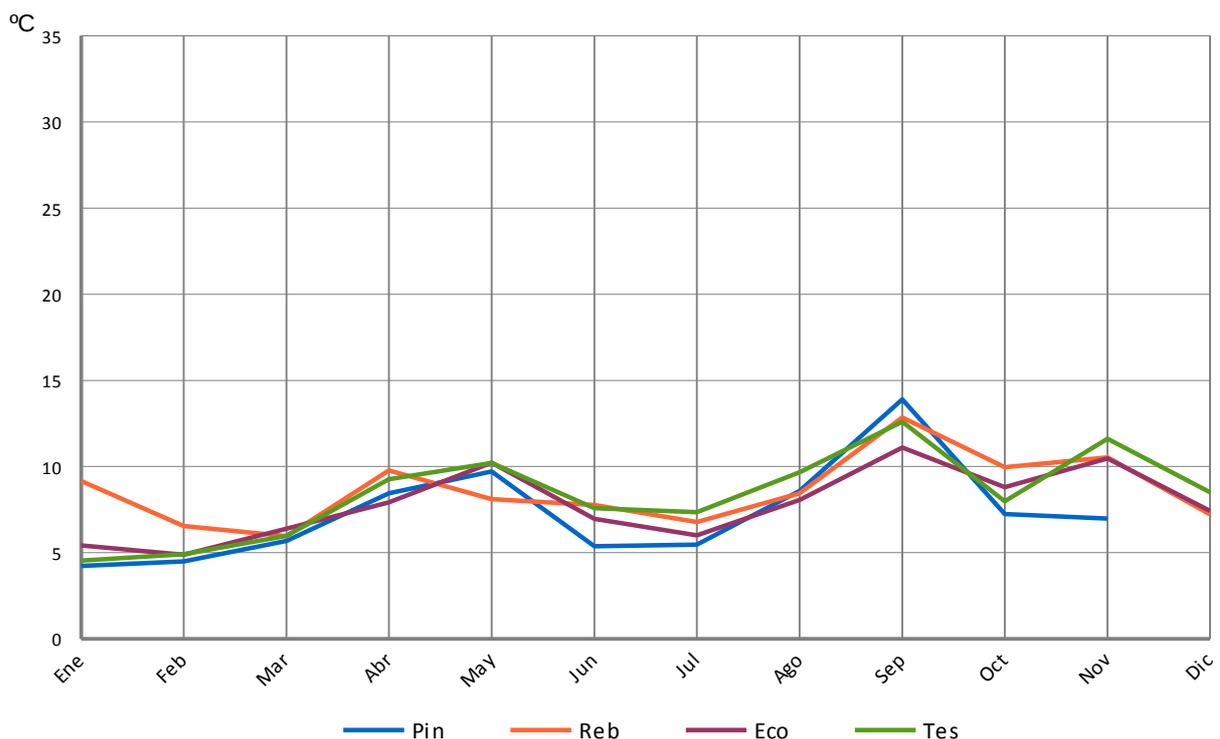


Figura A.10: Rango de Variación - TOMín

El Rango de Variación de la TOMín representa la diferencia, dentro de cada mes, entre la temperatura en superficie más baja del día más cálido y la del día más frío.

En conjunto, el Rango de variación de las TOMín (~10°C) es notablemente menor que el de las TOMáx (~24°C).

Al igual que ocurría con la TOMáx, todas las localizaciones muestran su mayor variabilidad absoluta en el mes de Septiembre.

Tanto el mínimo como el máximo absolutos corresponden al Pinar.

No se observan grandes diferencias entre las distintas localizaciones.



Tabla A.11: Rango de Variación - T10 Máx (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Pin	4,39	4,77	5,02	7,11	5,45	7,19	4,17	4,39	3,86	5,59	5,60	4,33
Reb	7,99	7,68	9,71	15,45	8,89	7,90	9,46	8,35	12,58	12,14	11,27	6,91
Eco	5,47	6,04	6,16	9,27	8,02	4,62	4,71	5,86	9,33	9,67	10,10	6,44
Tes	7,16	8,75	8,94	12,07	12,23	5,51	8,28	8,81	13,00	11,97	11,86	8,15

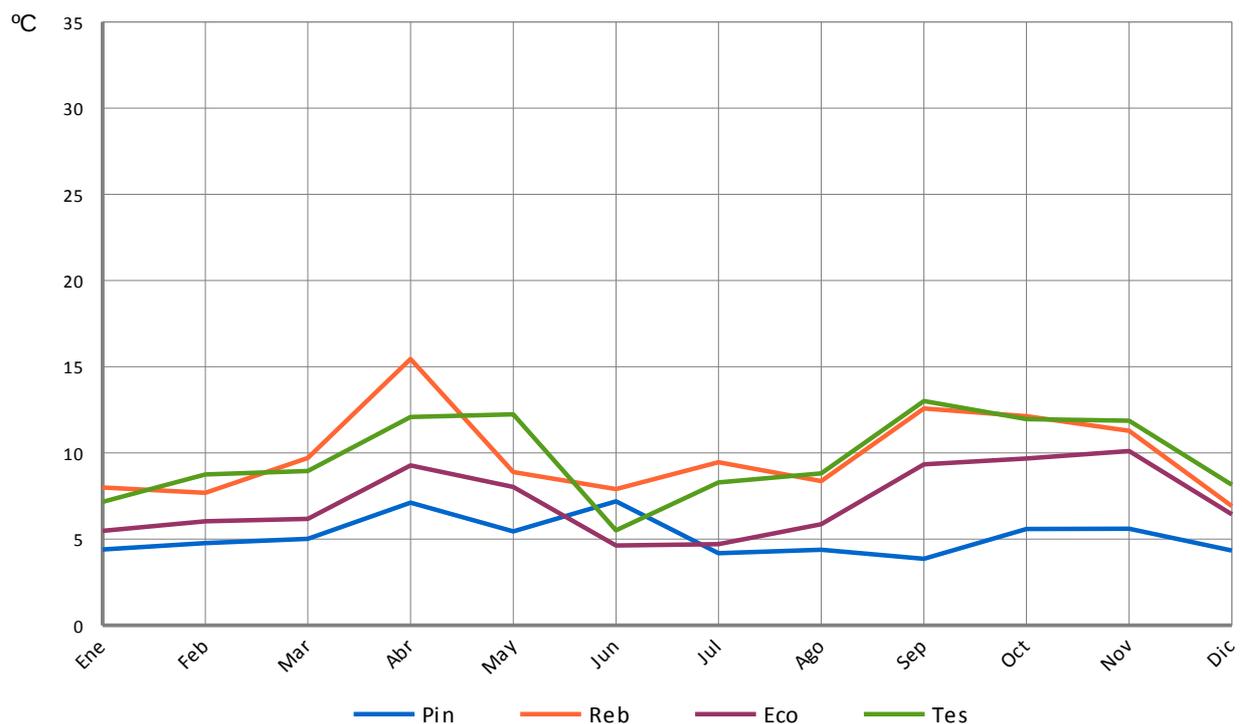


Figura A.11: Rango de Variación - T10Máx

El Rango de Variación de la T10Máx representa la diferencia, dentro de cada mes, entre la temperatura en profundidad más alta del día más cálido y la del día más frío.

Son sobre todo el Rebollar, y después el Testigo los que muestran mayor variabilidad. El Pinar presenta la menor variabilidad, seguida del Ecotono.

El rango de valores es de unos 11 grados, mientras que el de la TOMáx era de unos 24. También por comparación con TOMáx, se observa que en este caso no se produce un máximo generalizado en septiembre como en aquélla.

No se observa un patrón regular a lo largo del año, aunque hay una subida generalizada en abril.



Tabla A.12: Rango de Variación - T10Mín (°C)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pin</b>	4,24	4,43	5,20	6,41	5,07	6,85	3,97	4,42	4,02	5,95	4,96	3,98
<b>Reb</b>	5,81	5,95	5,70	10,56	6,79	6,89	6,23	6,74	11,09	9,18	9,91	5,93
<b>Eco</b>	4,04	4,36	4,70	7,49	7,62	5,86	3,87	5,44	8,83	7,83	9,00	5,42
<b>Tes</b>	3,38	4,39	5,19	8,81	8,84	5,30	5,93	7,08	10,61	8,34	10,21	6,59

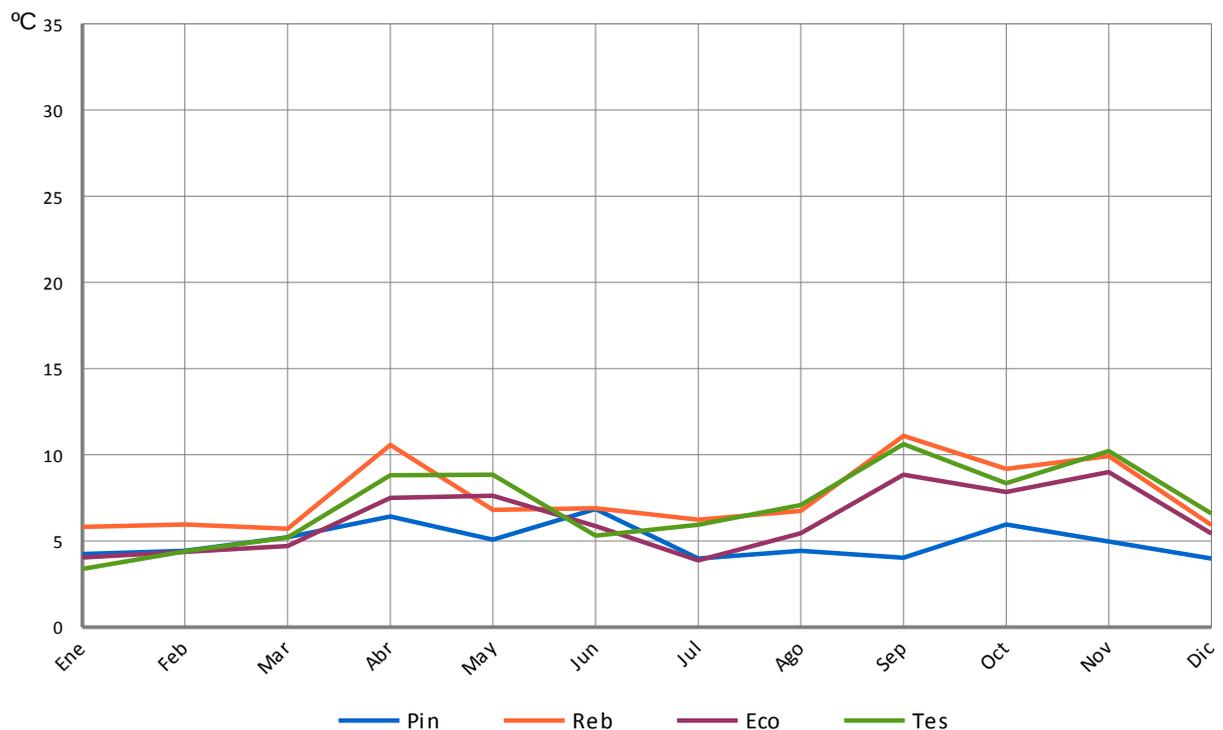


Figura A.12: Rango de Variación - T10Mín

El Rango de Variación de la T10Mín representa la diferencia, dentro de cada mes, entre la temperatura en profundidad más baja del día más cálido y la del día más frío.

Los valores en general son menores que los del Rango de Variación de la T0Mín, unos 2 grados menos aproximadamente.

El Rebollar ostenta los mayores valores de variabilidad absoluta, en septiembre y en abril.

El mínimo absoluto se produce en el Testigo en enero.

En general, la localización de Pinar presenta menor variabilidad durante todo el año que el resto de parcelas, especialmente entre agosto y diciembre.



Tabla A.13: Rango de Variación - HumMáx (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pin</b>	28,06	26,02	25,50	11,83	12,80	11,05	4,67	1,52	3,35	8,71	14,40	23,63
<b>Reb</b>	25,23	24,29	24,35	26,90	27,56	26,85	24,77	4,50	17,99	36,25	35,06	27,05
<b>Eco</b>	21,17	10,63	10,60	12,85	13,79	13,83	5,82	2,36	15,79	17,39	19,38	10,08
<b>Tes</b>	9,52	8,09	13,18	13,71	21,93	21,86	5,46	9,34	14,07	27,63	25,61	15,47

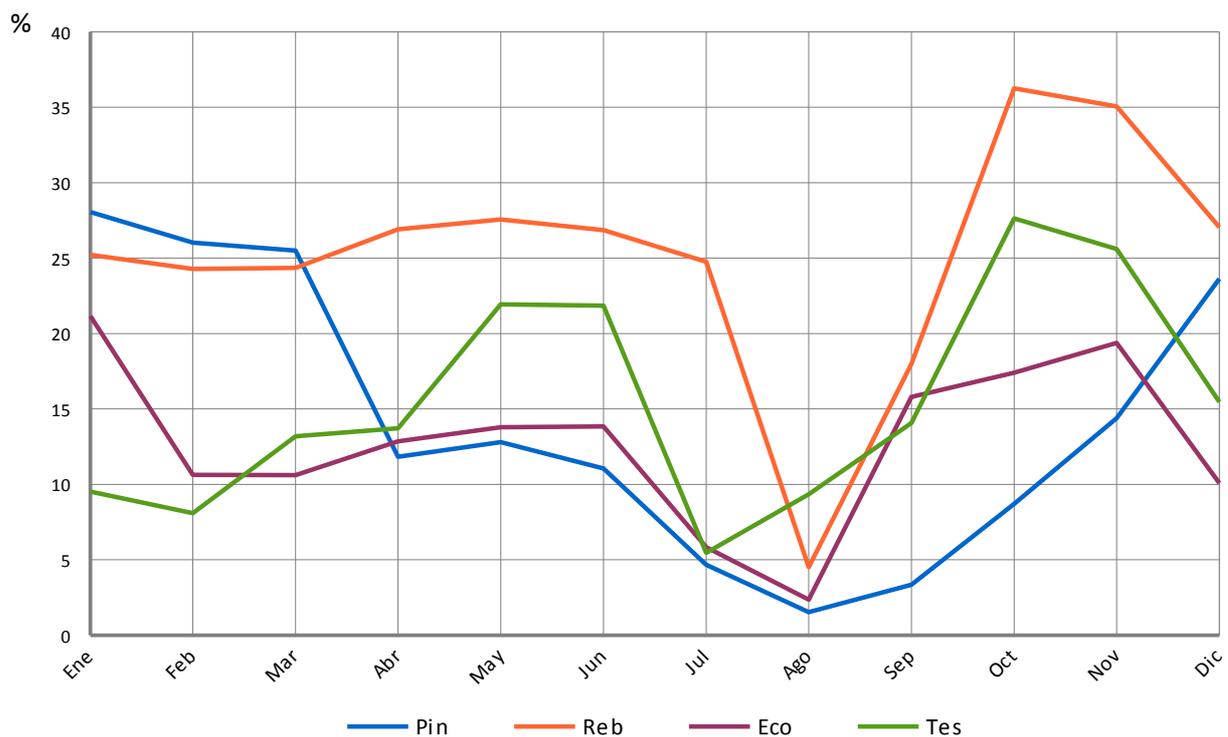


Figura A.13. Rango de Variación - HumMáx

El Rango de Variación de la HumMáx representa la diferencia, dentro de cada mes, entre el porcentaje de humedad más alto del día más humedo y el del día más seco.

El mayor rango de variación se produce en el Rebollar en octubre, y el menor en el Pinar en agosto. En este mes se da el mínimo de todas las localizaciones excepto del Testigo, que lo tiene en julio. A partir de agosto la variabilidad del Pinar asciende de forma constante hasta diciembre, mientras que el resto crece más bruscamente hasta octubre, y luego desciende hasta diciembre. En general, el Rebollar presenta mayor variabilidad que las demás parcelas y el Pinar menor, excepto de enero a marzo.

Aparte del descenso generalizado en agosto, no se observa un patrón definido.



Tabla A.14: Rango de Variación - HumMín (%)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
<b>Pin</b>	21,00	21,75	18,12	10,31	11,01	9,97	4,40	1,52	1,63	6,17	10,47	18,89
<b>Reb</b>	23,01	21,80	20,22	22,37	24,26	26,42	22,94	2,97	10,59	30,26	28,59	20,53
<b>Eco</b>	7,96	6,24	5,85	5,94	9,34	8,17	5,14	2,14	7,13	10,53	11,88	7,15
<b>Tes</b>	8,42	5,36	8,93	9,49	17,78	14,59	4,98	5,82	11,41	23,43	19,36	14,21

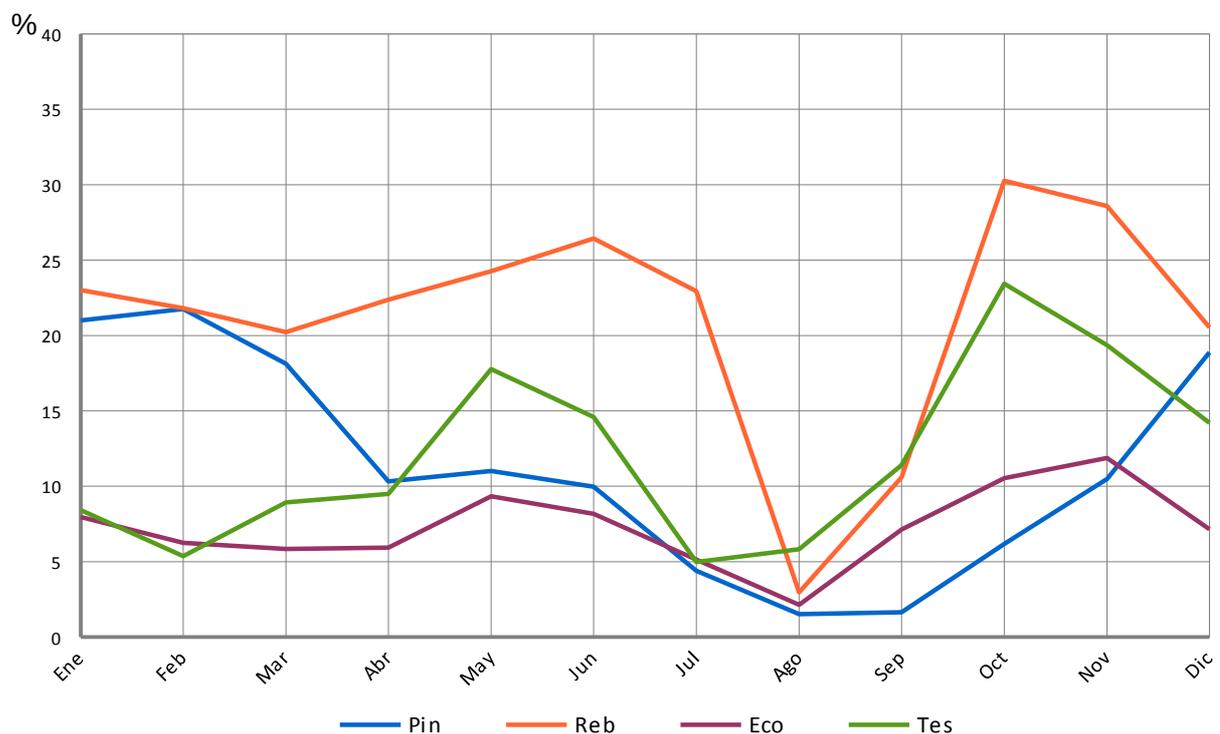


Figura A.14: Rango de Variación - HumMín

El Rango de Variación de la HumMín representa la diferencia, dentro de cada mes, entre el porcentaje de humedad más bajo del día más humedo y el del día más seco.

Los mayores valores de variación absoluta se presentan en el Rebollar todo el año excepto en agosto y septiembre. El máximo general se da en esta parcela en octubre.

El Pinar presenta los valores más bajos de todas las localizaciones de julio a noviembre.

En agosto se produce el mínimo de todas las parcelas excepto el Testigo, que lo tiene en julio.

No se observa un patrón definido, aunque sí un descenso generalizado de la variabilidad en agosto.