

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

**ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS**

*NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA*

**EVOLUCIÓN FENOLÓGICA DE LAS PRINCIPALES ESPECIES
DE FRUTALES EN EL VALLE DEL EBRO**

presentado por

BLANCA MAYOR AZCONA

aurkeztua

**INGENIERO AGRONOMO
NEKAZARITZA INGENIARITZA**

Octubre 2011

UNIVERSIDAD PÚBLICA DE NAVARRA

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE
INGENIEROS AGRÓNOMOS**

**TRABAJO FIN DE CARRERA DE INGENIERO SUPERIOR
AGRÓNOMO**

**“EVOLUCIÓN FENOLÓGICA DE LAS PRINCIPALES
ESPECIES DE FRUTALES EN EL VALLE DEL EBRO”**

Trabajo Fin de Carrera presentado por Dña.
Blanca Mayor Azcona al objeto de optar al
título de Ingeniero Superior Agrónomo.
Dirigido por el Dr. Carlos Miranda Jiménez,
Profesor Titular del Departamento de
Producción Agraria.

Vº Bº El director del trabajo

Presentado por

Carlos Miranda Jiménez

Blanca Mayor Azcona

AGRADECIMIENTOS

Quisiera expresar mis agradecimientos a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo.

Agradezco a todo el personal del área de Producción Vegetal por su acogida y ayuda prestada en todo lo que ha sido necesario durante el periodo de elaboración. A Bernardo Royo por la confianza en mi depositada, su apoyo y orientación en la investigación. Gracias sobre todo a Carlos Miranda, por el atento seguimiento del trabajo, su disponibilidad permanente y todo el tiempo que me ha dedicado.

Gracias también a los propietarios de las explotaciones por ceder sus parcelas para poder desarrollar en ellas la labor investigadora.

Un agradecimiento especial merecen mis compañeros de investigación, por su amistad, enseñanza y compañerismo, y por todo el tiempo de trabajo que hemos compartido.

A mis amigos, por sus ánimos en todo momento y a mi familia por su amparo y apoyo incondicional.

Gracias a todos

RESUMEN TFC

Título: “Evolución fenológica de las principales especies de frutales en el Valle del Ebro”

Autor: Blanca Mayor Azcona

Dentro del territorio nacional, el Valle del Ebro es una de las grandes regiones productoras de frutales de hueso y pepita. En frutales de pepita, la superficie de manzano y pera plantada en él representa casi el 60% y el 80% del total nacional respectivamente. En cuanto a la superficie plantada de frutales de hueso, la superficie plantada de melocotonero y cerezo ocupan la mitad del espacio total. En el Valle del Ebro, Cataluña es la comunidad con mayor superficie plantada de manzano, peral y melocotonero, y Aragón es la mayor de cerezo.

En el presente estudio se ha analizado la evolución fenológica de los frutales más representativos del Valle del Ebro, de hueso y pepita, y se ha comparado el comportamiento de una variedad en distintas zonas y la influencia del clima en su desarrollo.

Para el seguimiento fenológico se han estudiado parcelas de diferentes especies distribuidas por las principales zonas frutícolas del Valle del Ebro. Se eligieron por variedades en especies de pepita (manzano y peral) y por época de floración (temprana, media y tardía) en especies de hueso (melocotonero y cerezo). La observación comenzó desde que se inició el crecimiento de las yemas de flor, hasta que se alcanzó el cuajado definitivo del fruto. Al mismo tiempo, se fueron recopilando los datos climáticos de las estaciones meteorológicas más próximas a la zona de estudio. Se establecieron las fechas de alcance de cada estado fenológico, y se determinaron, a partir de los datos de temperaturas diarias, los requerimientos de integral térmica para cada cambio de estado.

Como referencia se emplearon los estados tipo descritos por Fleckinger para las especies de pepita y los estados tipo descritos por Baggiolini para las especies de hueso. Para el cálculo de la integral térmica se emplearon datos de temperaturas medias horarias de cada estación se calcularon para cada parcela los grados de crecimiento en base horaria (GDH), según el Método de Unidades de Calor.

El estudio ha permitido conocer la influencia del clima sobre el desarrollo de las yemas y los posibles riesgos sobre la producción derivados de la climatología. Además los resultados pueden ser una ayuda para prever el estado fenológico en una parcela. Conocer por adelantado la producción potencial del cultivo sirve de para prever el futuro en recolección, y poder tomar medidas que ayuden a optimizar los rendimientos.

INDICE

1. ANTECEDENTES	1
1.1 FRUTICULTURA EN EL VALLE DEL EBRO	1
1.1.1 CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DEL VALLE DEL EBRO.....	1
1.1.2 CLIMA DEL VALLE DEL EBRO.....	2
1.1.3 PRODUCCIÓN FRUTÍCOLA DEL VALLE DEL EBRO EN EL MARCO NACIONAL	3
1.1.4 PRODUCCIÓN FRUTÍCOLA DE LAS PRINCIPALES REGIONES DEL VALLE	5
1.2 PROCESO DE FLORACIÓN Y CUAJADO DE LOS FRUTOS.....	6
1.2.1 CICLO REPRODUCTOR	6
1.2.1.1 Reposo invernal	7
1.2.1.2 Brotación, floración, polinización y cuajado.....	7
1.2.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CICLO REPRODUCTOR	8
1.2.2.1 Factores que influyen en la época y duración de la floración.....	8
1.2.2.2 Factores que influyen en la polinización y el cuajado.....	10
1.3 LA FENOLOGÍA.....	12
1.3.1 ESCALAS FENOLÓGICAS	12
1.3.1.1 Escalas de Fleckinger y Baggiolini	12
1.3.1.2 Escala BBC	12
1.3.1.3 Cero biológico o temperatura base.....	13
1.3.1.4 Métodos de cálculo de la integral térmica.....	13
1.3.1.5 Métodos de cálculo de Horas-Frío.....	13
2. OBJETIVOS	15
3. MATERIAL Y MÉTODOS	16
3.1 MATERIAL VEGETAL.....	16
3.2 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA.....	17
3.3 MÉTODOS	18
3.3.1 ELECCIÓN DE LOS ÁRBOLES	18
3.3.2 OBSERVACIÓN DE LA FENOLOGÍA.....	18
3.3.3 DETERMINACIÓN DEL CUAJADO Y EVOLUCIÓN DEL CRECIMIENTO	18
3.3.4 CALIFICACIÓN DE CUAJADO	19
3.3.5 DETERMINACIÓN DE LAS HORAS FRÍO Y DE LA INTEGRAL TÉRMICA PARA PASAR DE ESTADO DE LAS VARIEDADES	19
4. RESULTADOS	21
4.1 HORAS DE FRÍO ACUMULADAS DURANTE EL INVIERNO.....	21
4.2 MANZANA	22
4.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS	22
4.2.2 FECHA DE ALCANCE DE LOS ESTADOS LAS PRINCIPALES VARIEDADES.....	22
4.2.3 GDH ACUMULADOS PARA EL ALCANCE DE LOS DIFERENTES ESTADOS FENOLÓGICOS DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES	25
4.2.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE LA ÉPOCA DE FLORACIÓN	26
4.2.5 CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE LA ÉPOCA DEL CRECIMIENTO INICIAL DE LOS FRUTOS	28
4.2.6 CUAJADO DE LAS PARCELAS.....	29
4.3 PERA	30
4.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS	30
4.3.2 FECHA DE ALCANCE DE LOS ESTADOS DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES.....	30

4.3.3	GDH ACUMULADOS PARA EL ALCANCE DE LOS DIFERENTES ESTADOS FENOLÓGICOS DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES	33
4.3.4	CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE LA ÉPOCA DE FLORACIÓN	34
4.3.5	CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE LA ÉPOCA DEL CRECIMIENTO INICIAL DE LOS FRUTOS	35
4.3.6	CUAJADO DE LAS PARCELAS.....	36
4.4	MELOCOTÓN	37
4.4.1	CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS	37
4.4.2	FECHA DE ALCANCE DE LOS ESTADOS DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES.....	37
4.4.3	GDH ACUMULADOS PARA EL ALCANCE DE LOS DIFERENTES ESTADOS FENOLÓGICOS DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES	40
4.4.4	CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE LA ÉPOCA DE FLORACIÓN	42
4.4.5	CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL CUAJADO Y LA ÉPOCA DEL CRECIMIENTO INICIAL DE LOS FRUTOS	43
4.4.6	CUAJADO DE LAS PARCELAS.....	44
4.5	CEREZA.....	45
4.5.1	CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS	45
4.5.2	FECHA DE ALCANCE DE LOS ESTADOS LAS PRINCIPALES VARIEDADES.....	45
4.5.3	GDH ACUMULADOS PARA EL ALCANCE DE LOS DIFERENTES ESTADOS FENOLÓGICOS DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES	48
4.5.4	CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE LA ÉPOCA DE FLORACIÓN	49
4.5.5	CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL CUAJADO Y EL CRECIMIENTO INICIAL DE LOS FRUTOS	50
4.5.6	CUAJADO DE LAS PARCELAS.....	51
5.	CONCLUSIONES.....	52
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	53
	ANEJO 1	54
	ANEJO 2	58

1. ANTECEDENTES

1.1 FRUTICULTURA EN EL VALLE DEL EBRO

1.1.1 CARACTERÍSTICAS GEOGRÁFICAS DEL VALLE DEL EBRO

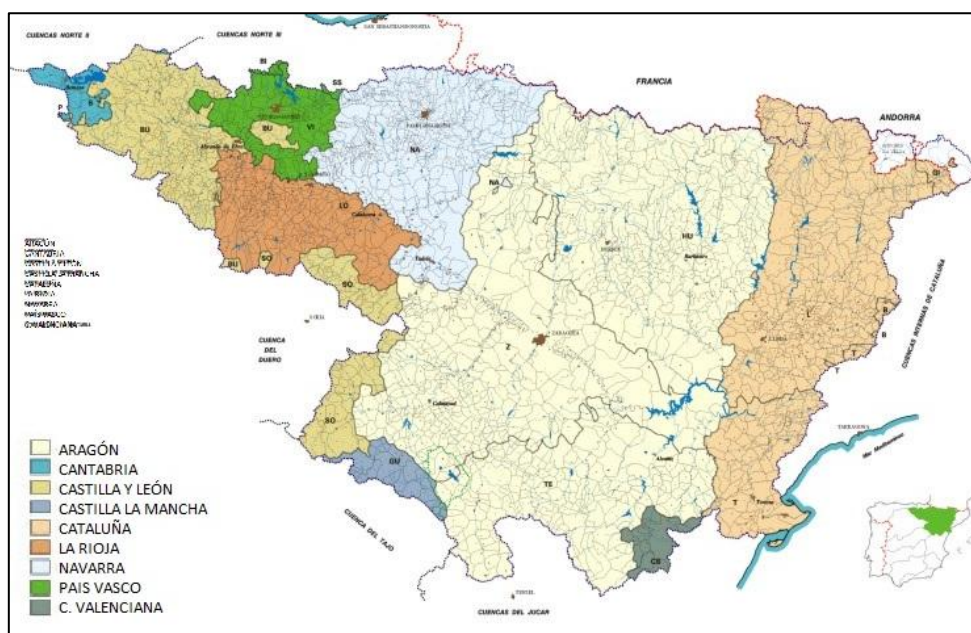
El Valle del Ebro o Depresión del Ebro es una amplia región del noreste de la Península Ibérica por donde discurre el río Ebro. El Ebro nace en la Cordillera Cantábrica y desemboca en el mar Mediterráneo. Es el principal curso de la vertiente mediterránea con una cuenca de 85.362 km² y 615 m³/s.

El cauce principal es el río Ebro con una longitud de 910,5 km y un caudal medio anual en desembocadura, en régimen natural, de 440 m³/s. Los principales afluentes son los ríos Aragón, Gállego, Cinca y Segre por la margen izquierda y los ríos Jalón y Guadalupe por la derecha.

El Valle del Ebro comprende las comunidades de Cantabria, el este de Castilla y León, sur de País Vasco, La Rioja, Navarra, Aragón, Cataluña y Norte de la Comunidad Valenciana (Figura 1).

FIGURA 1. DIVISIÓN ADMINISTRATIVA DE LA CUENCA DEL EBRO

:: Fuente: Confederación Hidrográfica del Ebro ::



Las regiones que forman el Valle del Ebro Medio, Aragón, Navarra y La Rioja ocupan un 12,5% del territorio nacional, y un 67% del total del Valle. La Cuenca del Ebro se distribuye en nueve Comunidades Autónomas en la proporción que se muestra en la tabla 1.

TABLA 1. DISTRIBUCIÓN DE LA SUPERFICIE DEL VALLE DEL EBRO:: Datos en Km² :: Fuente: Confederación Hidrográfica del Ebro ::

COMUNIDAD AUTÓNOMA	Extensión en la cuenca	% de la C. en la cuenca	% de extensión en la cuenca
Aragón	42.072	88	50
Cataluña	14.937	47	18
Navarra	9.332	90	11
Castilla y León	8.186	9	10
La Rioja	5.013	100	6
País Vasco	2.728	38	3
Castilla-La Mancha	1.103	1	1
C. Valenciana	821	4	1
Cantabria	766	13	1
TOTAL	85.632	-	100

Como se puede ver en la Tabla 1. Aragón es la Comunidad con mayor porcentaje de su superficie perteneciente a la Cuenca del Ebro, y supone la mitad de la superficie total de ella. Le siguen Cataluña y Navarra representando el 18% y el 11% del total del Valle del Ebro respectivamente. En este amplio y variado territorio viven unos 2.800.000 habitantes, lo que supone una densidad de 33 hab/Km², muy inferior a la media española (78 hab/Km²). El 7,75% de esta población se dedica al sector agrícola.

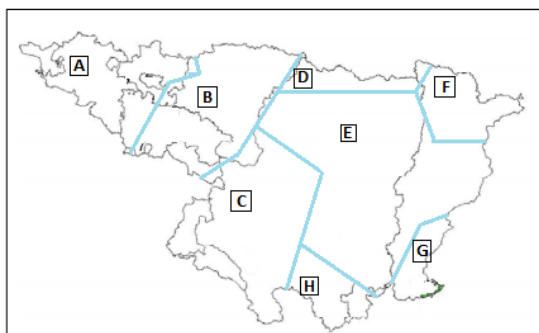
1.1.2 CLIMA DEL VALLE DEL EBRO

Las condiciones topográficas de la cuenca dan lugar a un clima mediterráneo continentalizado en la mayor parte, tendiendo a un clima semiárido en el centro de la depresión. El extremo noroeste, la mitad oeste del ámbito pirenaico y la parte septentrional de la Cadena Ibérica son zonas con clima oceánico.

El régimen térmico del Valle del Ebro se caracteriza por un frío invernal prolongado, aunque menos intenso, y veranos cortos pero muy cálidos. Para el conjunto de la depresión, las medias anuales van de 13 a 15°C, con valores para enero entre 4 y 7°C (5,8°C en Logroño; 6,2°C en Zaragoza) y 22 a 25°C en julio, con las más altas hacia el centro de la depresión (Logroño 22,1°C; Zaragoza 24,3°C)(A. Gil Olcina 1993). La estación estival es la más seca y se superan con gran frecuencia los 30°C, alcanzándose esporádicamente más de 35°C. En invierno es frecuente que las temperaturas bajen de los 0°C, produciéndose numerosas heladas en las noches despejadas de nubes y nevadas esporádicas.

FIGURA 2. ZONAS CLIMÁTICAS DEL VALLE DEL EBRO

:: Elaboración propia en base a datos de la Confederación Hidrográfica del Ebro::



La figura 2 representa una división por regiones diferenciadas de la cuenca. El sector occidental de la cuenca son las regiones A y B. Asociada a la influencia el sistema Ibérico Central se define la región C. La franja pirenaica está formada por las regiones D y F. En el sector central de la cuenca del Ebro, se define la región E. La región G es el área más oriental. La zona H es el área más meridional.

El efecto suavizador que ejerce el océano sobre las temperaturas se limita a la mitad occidental de la zona montañosa septentrional (zona A). En el resto, especialmente en la depresión, donde confluyen las zonas B, C y E, se observa una fuerte continentalización que se traduce en elevadas temperaturas estivales, con máximas sofocantes y fríos intensos en invierno.

La disposición en cubeta de la cuenca repercute también en las condiciones pluviométricas. La estación más lluviosa es la primavera y la precipitación media de la Demarcación Hidrográfica del Ebro es de 622 mm/año (CHE, 1920-2002), caracterizándose por su irregularidad. Por el extremo septentrional, el sector comprendido entre el corredor de La Bureba y La Rioja alavesa, hasta Logroño, forma el área de transición climática del Cantábrico oriental (zona A y noroeste de B) al valle medio del Ebro. En el sector occidental de la cuenca domina un régimen oceánico con precipitaciones bien repartidas durante todos los meses con un único máximo en diciembre y enero y mínimo en el mes de julio.

En la extensa zona central del Valle son frecuentes largos periodos sin lluvia (zona donde confluyen B, C y E). Esta zona es, junto al sureste ibérico y las islas canarias orientales, una de las áreas con menores precipitaciones de España (Gil Olcina, 1993). Esta región abarca, a lo largo del río Ebro, tierras de la Rioja, sur de Navarra, gran parte de Aragón, excepto los rebordes montañosos, comarcas meridionales de Lleida e interiores de Tarragona. Estas últimas constituyen el área de transición hacia una variedad climática de predominio mediterráneo, de invierno suave, verano caluroso y seco, y esporádicos diluvios en las tierras del litoral (zona G, F y el oeste de E). La influencia atlántica afecta a los Pirineos siendo muy clara en la mitad occidental (zona D). En el sector ibérico central y meridional las precipitaciones son bastante escasas e irregulares (zona C).

El régimen mediterráneo se circunscribe a la zona oriental afectando a la Cordillera Costero Catalana (zona G), y al extremo sudeste de la Ibérica (zona H), sierra que impide su penetración hacia el interior. La cercanía del Mediterráneo permite una abundancia relativa de las precipitaciones, especialmente en otoño.

En cuanto a los vientos el sentido más frecuente del viento es el noroeste-sureste. El elemento climático más popular del Valle del Ebro se trata del llamado "cierzo", viento frío y seco que aparece cuando en el Mediterráneo occidental se forma una borrasca, mientras el Atlántico oriental está ocupado por altas presiones. Su mayor ocurrencia es en primavera y en invierno. El bochorno, viento de sentido opuesto es menos frecuente y mucho más suave. Se trata de un viento seco y muy cálido si sopla en verano (estación en la que es bastante frecuente) y templado y húmedo si lo hace en el resto del año. (A. Gil Olcina 1993)

1.1.3 PRODUCCIÓN FRUTÍCOLA DEL VALLE DEL EBRO EN EL MARCO NACIONAL

España es una de las principales zonas frutícolas del mundo. Entre las especies de fruta dulce cultivadas en España, el melocotón es el que cuenta con mayor superficie cultivada seguido del peral y el manzano. A pesar de que en los últimos años (2000-2006) la superficie cultivada de los principales frutales ha sufrido un claro retroceso (especialmente intenso en el caso de la manzana), las producciones totales lo han hecho en mucha menor medida, debido fundamentalmente a que las plantaciones que se han abandonado eran las menos productivas, y a que en el resto se ha producido

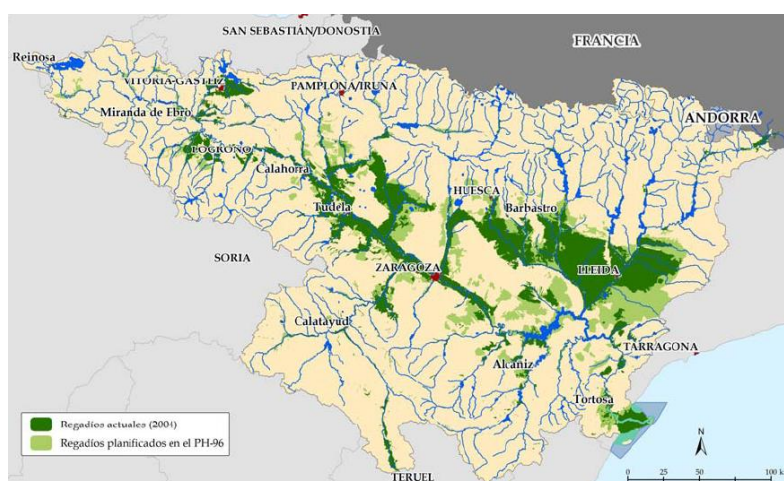
una importante evolución, tecnificación mejora, tanto de la concepción como del su manejo (Royo y cols., 2009).

España es, el segundo productor de pera y cereza del mundo después de Italia con 404.100 y 90.000 toneladas de producción anual respectivamente en 2009, y el 4º país de melocotón con 1.244.290 toneladas anuales. En manzana ocupa el 8º puesto tras Hungría con 552.900 toneladas siendo Polonia el principal productor de esta fruta (FAOSTAT),

Dentro del territorio nacional, el Valle del Ebro es una de las grandes regiones productoras de frutales de hueso y pepita. Según el Informe del Consejo del Agua de la Demarcación del Ebro 2009, el Valle del Ebro genera en torno a la quinta parte de la producción final agraria española. El uso agrícola del suelo del Valle del Ebro supone 38.000 km² (44% de la superficie total), de los cuales 29.000 km² son cultivos de secano y el resto (8.850 km²) de regadío. Entre ellos se encuentra el cultivo de frutales que representa un alto porcentaje de la producción total nacional.

FIGURA 3. SUPERFICIE DEDICADA A REGADÍO EN EL VALLE DEL EBRO

:: Fuente: Confederación Hidrográfica del Ebro ::



En la Tabla 2, se muestra la superficie y producción destinadas a manzano, peral, melocotonero y cerezo en el Valle del Ebro y a nivel nacional según los datos de superficie proporcionados por la Encuesta sobre Plantaciones de Árboles Frutales (MARM) que se realiza cada cinco años y los datos de producción el Censo Agrario del 2008.

TABLA 2. SUPERFICIE Y PRODUCCIÓN DE FRUTALES EN EL V. DEL EBRO EN EL MARCO NACIONAL

:: Datos 2006:: Fuente: INE (MARM) ::

	SUPERFICIE (HA.)			PRODUCCIÓN (T)		
	V. del Ebro	Nacional	%	V. del Ebro	Nacional	%
Manzano	20.317	33.235	61	445.487	650.384	68
Peral	22.389	27.854	80	407.714	491.314	83
Melocotonero	37.576	73.756	51	613.857	1.245.527	49
Cerezo	17.019	33.681	50	31.721	91.672	35

La superficie de manzano plantada en el Valle del Ebro representa casi el 60% del total nacional, el resto de superficie mayoritaria se distribuye en la región cantábrica de Asturias, regiones de Castilla y

León y Cataluña fuera del margen del Valle. La mayor parte de las plantaciones de peral se encuentran en el Valle, representando el 80% de la superficie total nacional con 22.389 hectáreas. La superficie de melocotonero y cerezo del Valle del Ebro también tienen un peso importante dentro del censo nacional, llenando la mitad del espacio total dedicadas a ambas plantaciones. El resto de melocotonero se encuentra en Murcia y Andalucía. En cuanto al cerezo, fuera del Valle del Ebro hay una gran concentración de parcelas de cerezo en Cáceres, concretamente en el Valle del Jerte.

En cuanto a las producciones, las de manzano, la del Valle del Ebro representan casi el 70% de la producción total nacional y 445 mil toneladas. Respecto al peral en el Valle del Ebro, este representa más de un 80% con 407 mil toneladas lo que le convierte en la principal región de producción de pera del Estado. Atendiendo a la producción de melocotón, el 50% de la producción nacional se da en el Valle del Ebro. Respecto al cerezo, a pesar de que la mitad de las parcelas se concentran en el Valle del Ebro, sólo representa un 35% de lo que se produce a nivel nacional.

Es difícil encontrar datos homogéneos acerca de la distribución varietal de frutales, pero gracias a datos de la última Encuesta sobre Plantaciones de Árboles Frutales (MARM 2007) se conocen algunos porcentajes de distribución varietal. Dentro de la especie de manzano, el grupo de "Golden y similares" representa el 37,6% de la superficie total de manzano, siendo el principal grupo plantado en el país, siguiéndole el grupo de Galas con 2.772 ha y el 9,6% de ocupación. En peral el grupo de "Variedades principales", que son mayoritariamente las variedades Blanquilla y Conferencia, representan el 71,7% del total de la superficie de peral. Las variedades de cerezo siguen la clasificación según la época de maduración, siendo mayoritarias las tempranas con un 23% respecto a las de maduración media (22%) y las tardías (8%), aunque casi la mitad de la superficie está integrada en el grupo sin identificar. En melocotón las pavías y las variedades de pulpa amarilla son las de mayor proporción dentro del total con un 34% y 27% respectivamente. En general dentro de melocotón se ha visto un aumento de las variedades tempranas y extratempranas.

1.1.4 PRODUCCIÓN FRUTÍCOLA DE LAS PRINCIPALES REGIONES DEL VALLE

En la Tabla 3 se muestra la superficie y producción destinadas a las mismas especies ordenadas por comunidades autónomas, aquellas que principalmente conforman el Valle del Ebro. (MARM, 2008)

TABLA 3. SUPERFICIE DE FRUTALES EN LAS PRINCIPALES CC.AA. QUE CONFORMAN EL V. DEL EBRO

:: Datos 2006:: Fuente: INE (MARM 2008) :: Elaboración Propia ::

AUTONOMIA	MANZANO		PERAL		MELOCOTONERO		CEREZO	
	Ha	% nacional	Ha	% nacional	Ha	% nacional	Ha	% nacional
NAVARRA	265	0,79	1.359	4,88	553	0,75	463	1,37
LA RIOJA	687	2,06	2.672	9,6	784	1,06	358	1,06
ARAGÓN	6.852	20,61	7.965	28,6	16.824	22,81	11.914	35,37
CATALUÑA	12.513	37,65	10.393	37,31	19.415	26,32	4.284	12,72
TOTAL	20317	61,11	22389	80,39	37576	50,94	17019	50,52

La mayor superficie de frutales en el Valle se encuentra en Cataluña, con un total de 60.212 ha dedicadas a las plantaciones frutícolas. El cerezo es la única especie con la que Cataluña no es protagonista, ya que Aragón encabeza la lista de mayor superficie cultivada de cerezo con un total de 11.914 hectáreas, representando el 35% del total nacional, la mayor región productora a la que seguirá

Cáceres, que cuenta con un 22% de la superficie total en el Valle del Jerte. Aragón es la segunda región productora del Valle, con la mayor parte de producción frutícola dedicada al melocotonero, con una superficie total de 16.824 ha y casi un 23% de la producción nacional. Le siguen la Rioja, con una mayor participación de peral (9,6 % del total nacional), y Navarra, cuya mayor superficie de frutal también es de peral.

La exportación de fruta en España representa el 50% de las exportaciones totales agrícolas. En la Tabla 4 aparecen las cantidades exportadas de cada fruta en las principales regiones del Valle del Ebro, y el porcentaje que ocupan estas dentro del total nacional.

TABLA 4. EXPORTACIONES DE LAS PRINCIPALES REGIONES FRUTÍCOLAS DEL VALLE DEL EBRO

:: Datos 2010:: Base de datos del Comercio Exterior aduanas.camaras.org:: Elaboración propia::

AUTONOMIA	MANZANA		PERA		MELOCOTÓN		CEREZA	
	TON.	% Total Nacional	TON.	% Total Nacional	TON	% Total Nacional	TON.	% Total Nacional
CATALUÑA	78.465	70,0	85.778	66	215.146	36,8	4.504	18,4
ARAGÓN	9.661	8,6	10.752	8	71.958	12,3	4.045	16,5
LA RIOJA	21	< 5%	28	< 5%	29	< 5%	47	0,002
NAVARRA	1,2	< 5%	38	< 5%	211	< 5%	0	0
TOTAL	111.471,8	100	129.561,4	100	585.127,5	100	24.415,9	100

Cataluña es, a la vez que principal productora, principal exportadora de manzana, pera, y melocotón. Sin embargo a pesar de no producir la mayor cantidad de cereza, si que se posiciona como su principal exportador. La siguiente exportadora mayoritaria, pero con mucha menor participación a nivel nacional es Aragón siendo la segunda principal exportadora de cereza con más del 16% de la exportación total. Navarra y La Rioja no tienen un gran peso en la actividad exportadora. Navarra exportó una cantidad algo importante de melocotón con 211 toneladas vendidas en 2010.

1.2 PROCESO DE FLORACIÓN Y CUAJADO DE LOS FRUTOS

1.2.1 CICLO REPRODUCTOR

El objetivo fundamental de toda plantación frutal es producir fruta, siendo cada fruto una consecuencia del proceso evolutivo de una flor. El ciclo reproductor de las especies frutales comienza con la inducción floral y termina con la madurez del fruto en el año siguiente (Gil-Albert, 1995).

La inducción floral es el proceso mediante el cual una yema apical o axilar, como consecuencia de factores externos o internos, sufre modificaciones que lo conducen irreversiblemente a ser una yema de flor. La formación de las flores se inicia durante el verano anterior a la floración, por lo general tras la parada de crecimiento de los brotes (mayo-junio), continúa durante el reposo y, en el periodo inmediatamente anterior a la brotación, se completa y se produce la maduración de los gametos.

En el post-reposo tiene lugar la meiosis y maduración de gametos. Externamente se observa el desborre de la yema de flor y las yemas fértiles evolucionan hacia la floración. El proceso de floración dura entre 10 y 25 días y al final de él se produce el cuajado y la flor se transforma en fruto. Tras el

cuajado se inicia el crecimiento de los frutos durante el cual pueden producirse las caídas de frutos. El enverado, cambio de color del fruto, marca el inicio de la madurez durante el cual el fruto alcanza la máxima expresión de sus caracteres organolépticos (Coletto, 1995).

1.2.1.1 Reposo invernal

Durante el invierno, la acumulación de horas frío posibilita los cambios fisiológicos responsables de la floración y fructificación normal del cultivo (Gil-Albert, 1986). A la duración media específica del reposo de una determinada especie o variedad se denomina necesidades de frío, y se estima contando el número de horas que pasa la planta en un rango de bajas temperaturas durante el período de reposo invernal (Chandler y cols, 1937).

Los efectos ocasionados por la falta de frío pueden ser retraso en apertura de yemas, lo cual resultaría beneficioso en zonas con riesgo de heladas tardías, brotación irregular y dispersa, caída de yemas, y anomalías en el crecimiento. El polen de las flores con falta de frío invernal pierde viabilidad. Además de poder retrasarse la floración, esta es irregular y pueden no coincidir en el tiempo de floración con las variedades polinizadoras, afectando así al cuajado. Algunas veces caen las flores antes de cuajar. La calidad de fruta también se ve afectada por esta carencia y la maduración es irregular (Espada Carbó, 2010) En melocotonero y otros frutales de hueso muy sensibles a la falta de frío, se observa caída de yemas. En cerezo la falta de frío invernal puede tener efectos más graves que una helada durante la floración. (Couvillon y Erez., 1985).

Ante periodos de mayor exposición de frío durante el invierno los cultivos responden con menores requerimientos de temperatura para alcanzar la brotación. La curva de respuesta suele ser curvilínea en la mayoría de los casos, lo que significa que superado un valor límite de cantidad de horas frío el consiguiente aumento no tiene efecto alguno sobre los requerimientos para la brotación (Couvillon y Erez 1985)

1.2.1.2 Brotación, floración, polinización y cuajado

El primer síntoma externo y apreciable de que la actividad vegetativa ha comenzado es la hinchazón de las yemas y el posterior desborre. A partir de este momento, la evolución de las yemas de madera y las yemas de flor es diferente, originando las primeras la vegetación y los procesos de floración y fructificación las segundas.

En todos los frutales de clima templado la floración se produce al mismo tiempo de la emisión de hojas, pero en albaricoque y melocotón usualmente florecen antes de que aparezcan las hojas, aunque esto puede variar según el origen de la especie, el grado de completación de los requerimientos de frío y el propio clima de la primavera (Nyeki y Soltész, 1996). Durante la floración se llevan a cabo los procesos de formación de polen, polinización, germinación de polen, fecundación y cuajado. Los principales estados de las especies frutales comienzan con el botón verde, en el cual se aprecia la flor todavía envuelta por los sépalos. Le sigue el estado en el que las puntas de los pétalos empiezan a asomar. En la plena floración la flor está abierta, y se ven sus órganos reproductores. Tras la floración tiene lugar la caída de pétalos, cuando ya se ha producido supuestamente la fecundación. Del resultado de esa fecundación se produce el cuajado, mostrándose un pequeño fruto de menos de un milímetro (Gil Albert, 1989)

Fuera del nogal y avellano, las flores de todas las especies frutales de clima templado están constituidas para recibir el polen a través de los insectos. En las especies autóгамas, como el

melocotonero, la polinización se efectúa sin el concurso de dichos insectos, si bien sólo se obtienen cosechas elevadas y seguras con la cooperación de los mismos. El principal insecto que realiza esta función es la abeja. (Kramer y cols., 1982). Durante el periodo de floración, las abejas transfieren el polen a los estigmas de las flores, realizando la polinización. Si el polen es depositado sobre un estigma compatible, y éste se encuentra receptivo, el polen germina y emite el tubo polínico, de forma que alrededor de 6–10 días más tarde tiene lugar la fecundación al unirse el núcleo espermático con la oosfera del óvulo y, como consecuencia, el fruto y las semillas inician su crecimiento (Agustí, 2004). En las variedades autoestériles, la polinización depende de que muchas de ellas florezcan a la vez.

Una vez se ha producido la fecundación y las primeras divisiones celulares posteriores, cuando el pequeño fruto alcanza el estado de cuajado, se inicia el proceso de desarrollo del fruto, el cual culminará con la maduración del mismo (conjunto de procesos fisiológicos y bioquímicos que acompañan la evolución de los frutos al término de su desarrollo y que conducen a la adquisición de determinadas características fisiológicas, físicas y bioquímicas) (Baldini, 1992).

En árboles frutales se puede producir la ruptura del pedúnculo por acción de ciertos factores y el desprendimiento de los frutos. Las caídas pueden producirse en distintas épocas. Las caídas inmediatamente después de la floración, que pueden ser flores no fecundadas o frutos con los embriones abortados. Posteriormente, en los frutos cuajados puede producirse la caída de junio que se produce a causa de la competencia por los nutrientes, perdurando prioritariamente los que están mejor colocados, en general los que proceden de la primera flor fecundada. También pueden producirse caídas prematuras previas a la recolección, que al contrario de la caída de junio, no pueden compensarse con el crecimiento de los frutos restantes (M. Coutanceau 1970).

1.2.2 FACTORES QUE INFLUYEN EN EL CICLO REPRODUCTOR

1.2.2.1 Factores que influyen en la época y duración de la floración

La floración comienza con la apertura de las primeras flores y alcanza su plenitud cuando están abiertas del 50%. El comienzo de la floración es lo que podemos observar con mayor precisión y se determina cuando hay entre un 1% y un 5% de flores abiertas en el árbol (Nyéki y Soltész, 1996). La duración oscila entre los 10 y 25 días en condiciones normales. La época de floración es un carácter genético intrínseco de la planta pero se ve influido por factores ambientales. La época de floración determina la elección de la especie y variedad de las plantaciones, ya que es una fase crítica en cuanto a sensibilidad a heladas, plagas y enfermedades (Coletto, 1995).

FACTORES INTERNOS DE LA PLANTA

En el curso de un año, la floración de las diversas especies frutales siguen un orden característico, pero dentro de cada especie, las variedades pueden modificar este orden en función de sus variadas exigencias en frío invernal y las necesidades de calor primaveral. La fecha de floración va a estar influenciada por las necesidades de horas de frío en el descanso invernal y por las necesidades de calor a la salida del post-reposo. En esta región frutícola, la secuencia en el orden de floración en las zonas templadas, es la siguiente: cerezo, melocotonero, peral y manzano (Okalyi y Maliga (1956), Maliga (1946) cit. Nyéki y Soltész, 1996).

Según Tamás (1959 cit. Soltész, 1996) el patrón puede provocar una floración temprana como la consecuencia de una reducción en el vigor causado por las reservas.

Faeli y Rosati (1975 cit. Soltész, 1996) apuntaron que podría haber una diferencia de entre 1 y 2 días en la fecha de floración entre unos sistemas de cultivo y otros. El sistema de formación también va a afectar a la floración en la medida que las yemas que se encuentren sombreadas se retrasaran en la floración respecto a las que les incidan los rayos solares (Roemer, 1970 cit. Soltész, 1992).

La edad del árbol afecta en la medida que el envejecimiento del árbol provoca retraso en la floración (Chang-Hoy, 2006). Así mismo, el vigor del árbol es determinante en la floración ya que el crecimiento vegetativo la reduce (Agustí, 2004).

En cuanto al tipo de yemas, aquellas que son terminales se desarrollan antes que las laterales y las situadas en ramos débiles en el centro y en las partes bajas del árbol antes que las situadas en las vigorosas y en las zonas altas (Gil-Albert, 1989).

En especies donde la floración es temprana la duración de la misma normalmente es más corta. Y en años cuando la floración es tardía la duración de la floración aumenta en todas las especies pero especialmente en las de floración temprana. Este aumento llega a ser de hasta cinco días (Nyeki, J y Soltész, M. 1996). La duración suele ser de 11 a 17 días en manzana, de 9-16 días en pera, 8-15 días en Cereza y entre 6 y 10 días en melocotón.

Las variedades de cultivos que pertenecen a un mismo grupo de momento de floración pueden ser buenos polinizadores entre ambos, lo cual puede ser interesante a la hora de establecer una plantación de cultivos mixtos. Por ello es importante conocer el momento de floración y asegurar que se solapen los cultivos y que se pueda dar la polinización cruzada.

FACTORES EXTERNOS A LA PLANTA

El momento de la floración es característico de cada especie y depende del cumplimiento de una cantidad determinada de calor, aunque existen otros factores que influyen en el inicio de la floración. Se atribuye un 90% de influencia a la acumulación de calor antes de la floración y un 10% a las características del cultivo (Ryabova 1970, cit Nyéki, Soltész 1996). Generalmente cuanto antes se cumplan las necesidades de calor la floración se producirá antes y a más bajas temperaturas. Las diferencias en el comienzo de la floración entre especies y variedades serán tanto menores cuanto más tardío sea el comienzo de la misma (Kramer y cols 1982).

Cuando las necesidades de frío han sido cubiertas un frío adicional provoca un descenso en las necesidades de calor. (Amer, 1985). Por el contrario, en zonas más al sur, cuando el frío no ha sido suficiente, la floración se retrasa, y luego es lenta y esporádica. (Nyeki, y Soltész, 1996).

La radiación solar puede tener un efecto directo en el momento de la floración, pero este efecto no puede ser separado del efecto de la temperatura. A 0°C, la radiación solar puede interrumpir la dormancia ambiental. La energía de la radiación se transforma en energía calorífica y las partes de la planta expuestas pueden recibir mayor temperatura que la temperatura ambiental que la rodea. En árboles donde la antesis es antes que el desarrollo foliar la influencia de la radiación en aumentar la temperatura del tejido será mayor (Nyeki, y Soltész, 1996).

La precipitación también influye en el momento de la floración, después de mucho tiempo sin llover una lluvia de 12 mm favorece el ratio de floración mientras que una cantidad mayor puede retrasar la floración (Hoffman 1962 cit Soltész 1996). Retrasar la floración con aspersión para evitar los riesgos de las heladas está basado en estas observaciones.

Los efectos de la latitud y la altitud son pequeños y tienen más que ver con los cambios en las condiciones de temperatura que conllevan (Bellini y Bini 1978 cit. Soltész, 1992). Un grado de latitud

produce cuatro o seis días de diferencia y cuatro o cinco días en pera, y que 100 metros de diferencia en altitud significaba 2 días de retraso en floración para manzana y 3 días en pera. En melocotón 33-34 m de altitud supone 1 día de retraso, y 1º de latitud, 4-6 días de retraso (Hoffman cit. Soltész, 1996).

Pero hay que tener en cuenta que no siempre se cumplen estas premisas, ya que en especies con altas necesidades de frío, los cultivos que se encuentran en posiciones más bajas de altitud o latitud pueden ver retrasada su floración por no haber cubierto bien sus necesidades de frío con respecto a otras más altas.

Soltész (1996) afirma que la duración depende parte de la temperatura y parte de la cantidad de flores formadas en las yemas axiales de las ramas. El curso de la floración está condicionado genéticamente, pero las influencias ambientales lo modifican sensiblemente, la temperatura alta acelera la velocidad de floración. Si el comienzo de la floración absoluta es temprano, se alarga la duración de la misma, y si es tardío suele acortarse. Las altas temperaturas adelantan el curso de la floración (Kramer y cols 1982).

1.2.2.2 Factores que influyen en la polinización y el cuajado

El ovario de una flor no fecundada puede crecer y alcanzar un tamaño considerable antes de que comience su degeneración, y hasta varias semanas después de la plena floración no es distinguible de un fruto correctamente fecundado. Durante las primeras semanas después de la floración, no es evidente a simple vista si los frutos que se observan están realmente cuajados, es decir, es muy difícil distinguir el cuajado aparente del real. Los primeros síntomas de degeneración de los ovarios no fecundados son internos, posteriormente el fruto mal fecundado pierde turgencia, amarillea, se seca y finalmente cae.

El tamaño que puede alcanzar un ovario no fecundado antes de degenerar depende de la especie y de las condiciones ambientales (temperatura fundamentalmente). En la tabla 5 se detallan los tamaños que puede llegar a alcanzar un ovario no fecundado de varias especies frutales.

TABLA 5. TAMAÑO MÁXIMO QUE ALCANZA UN OVARIO NO FECUNDADO

:: Fuente: Rojo y cols. 2009 ::

ESPECIE	TAMAÑO MÁXIMO
Melocotonero	10 mm
Cerezo	7-8 mm
Ciruelo	7-8 mm
Manzano y peral	8-10 mm

Cuando todos los frutos presentes en un árbol son mayores que lo indicado en la tabla anterior, se puede asegurar que están cuajados. Pero no todos los frutos cuajados llegarán a recolección. Los mejor fecundados, y los que estén en posiciones más ventajosas tienen una mayor capacidad de demanda de asimilados, y por lo tanto son más competitivos. Los mal fecundados o mal situados terminarán abortando y cayendo en lo que se conoce como 'caída de junio'. Como efecto de la mayor capacidad de demanda, los frutos mejor fecundados generalmente también son los mayores. Por lo tanto, el cuajado real de un árbol tras la caída de junio puede estimarse en las etapas iniciales a partir de la proporción de frutos grandes presentes en el árbol.

FACTORES INTERNOS DE LA PLANTA

Se observa que a mayor carga de yemas florales mayor es la carga de producción mayor es el cuajado. Por lo tanto, cuanto menor sea la carga inicial en el árbol el nivel de cuajado sea peor ya que el hecho de que la planta genere pocas yemas de flor significa que no va a desarrollar una actividad productiva intensa.

Calidad de flor: conforme las flores son de menor calidad (por tener menor tamaño, área estigmática, proceder de yemas en mala situación), están peor formadas, principalmente sus estilos (las últimas piezas florales en formarse) y el cuajado obtenido de ellas es también menor (Nyéki y Soltész, 1996).

El polen de las variedades de frutales autofértiles puede fecundar los óvulos de la misma variedad, dando lugar a frutos con semillas capaces de germinar. El melocotonero que es autógamo y puede fecundarse por el polen de la misma flor, y además puede ser igualmente fecundado por otras variedades, por lo tanto siempre tenderá a una productividad elevada (Kramer y cols. 1982).

FACTORES EXTERNOS A LA PLANTA

El cuajado, al igual que la polinización se ve afectado por características ambientales, sobre todo por la temperatura. El efecto puede ser indirecto, alterando la actividad de las abejas, o directo, induciendo la formación de polen estéril o afectando al crecimiento del tubo polínico. Para que las abejas estén activas y se lleve a cabo la polinización y consiguiente cuajado del fruto debe haber una temperatura de entre 12 y 20°C. Las temperaturas inferiores a los 10–15°C durante el periodo comprendido entre los 25 y los 60 días tras de la floración son limitantes, de forma que pueden estimular caídas excesivas de frutos cuajados (Agustí, 2004, Kozma y cols., 2003).

Climas templados y ambientes secos, pero no demasiado, tienen efectos positivos en la polinización. La temperatura óptima para la germinación del polen y crecimiento del tubo polínico es la comprendida entre 20 y 25°C; la germinación disminuye a los 30°C y por debajo de 5°C y por encima de 35°C la actividad es nula (Agustí, 2004; Baldini, 1992). Los frutos recién fecundados que no encuentran las condiciones favorables se desprenden por el punto de inserción del pedúnculo.

Los órganos florales son sensibles a las temperaturas bajas. Para la mayor parte de las especies frutales los umbrales de resistencia se sitúan en -5°C en la fase precedente a la aparición de pétalos, -3°C en la aparición de los pétalos y -1,5°C en el período de la floración. A estas temperaturas se producen daños, incluso cuando los órganos florales están expuestos a ellas durante poco tiempo. Las temperaturas elevadas durante el período de la floración, unidas a una baja higrometría pueden provocar la desecación de las secreciones estigmáticas y dañar considerablemente la fecundación (Coutanceau, 1970).

En todas las especies que se polinizan por vía entomófila hay efectos desfavorables provocados por las precipitaciones. La lluvia intensa durante el periodo de floración reduce la actividad polinizadora. Lava el polen y diluye las secreciones estigmáticas. Además disminuye la actividad de los insectos. Por el contrario, humedad baja disminuye la germinación del polen.

El viento fuerte causa una rápida evaporación de los extractos estigmáticos y la dehiscencia de las anteras y disminuye la actividad de las abejas sobre todo si además las temperaturas son bajas. Según la velocidad del viento entre 15 y 20 km/h impide el vuelo de las abejas (Smith 1970 cit. Soltész, 1992).

Otros factores que influyen en la polinización son la calidad y cantidad de polen, la intensidad de las visitas de insectos y la actividad de los polinizadores, la duración de la floración, y la composición cantidad y posición de los polinizadores en la finca.

1.3 LA FENOLOGÍA

El periodo entre dos distintas fases es llamado Estado Fenológico (Villalpando y Ruiz, 1993). La designación de eventos fenológicos significativos varía con el tipo de planta en observación. Los estudios fenológicos determinan las acciones de elementos del clima y permiten establecer regiones agrícolas naturales y, de acuerdo con ello adecuar las prácticas de cultivo, realizar previsiones referentes a fechas de cosecha, elegir las áreas óptimas de cultivo, realizar una selección de variedades más adaptadas y de sus polinizadoras. Permite comparar el comportamiento de una variedad en distintas zonas y la influencia del clima en su desarrollo.

1.3.1 ESCALAS FENOLÓGICAS

Para clasificar las diferentes fases por las que pasa una yema desde que empieza a hincharse hasta producir fruto, se elaboraron escalas fenológicas para la mayoría de especies cultivadas, que dividen el proceso en diferentes fases y se les asigna a cada una letra o un número. Para las especies de hueso y pepita las escalas más utilizadas son las escalas de Fleckinger, Bagliolini y BBC.

1.3.1.1 Escalas de Fleckinger y Bagliolini

El método Fleckinger esta descrito para manzano y peral. Tiene como base una serie de figuras elegidas entre los diferentes aspectos por los que va pasando el botón floral, desde el estado de reposo invernal hasta el pequeño fruto recién formado. Estos estados se designan con las primeras letras del alfabeto. Cuando el estado de la yema esté representado exactamente por una de las figuras de los estados-tipo, es claro que la yema se encuentra precisamente en ese estado. Si el desarrollo de la yema la sitúa entre 2 figuras del gráfico, se le asignará la letra del primero de tales estados, precediendo al número (del 1 al 4) que corresponda como sub-estado. Además del método Fleckinger existen otros como el Bagliolini (1952) que describe 10 estados fenológicos desde brotación hasta envero para frutales de hueso. (Anejo 1).

1.3.1.2 Escala BBC

En la Escala BBCH, los estadios principales son 10, iniciándose con la brotación (estadio 0), y finalizando con el inicio de la latencia (estadio 9). Los valores intermedios coinciden con el desarrollo de las hojas, de los brotes, desarrollo de las flores, la floración, desarrollo del fruto y su maduración. Los estadios secundarios también se enumeran del 0 al 9, correspondiéndose con valores ordinales o porcentuales del desarrollo. Así, el sub-estado 5 corresponde con un 50% del desarrollo del siguiente estado. De esta manera, por ejemplo, el estado 75 correspondería con el desarrollo del fruto en el que el fruto ha alcanzado el 50% de su tamaño final. Cuando existen alteraciones de estas reglas se señalan expresamente. La escala BBCH ha sido aceptada ampliamente en los últimos años y se ha adaptado y extendido a diferentes cultivos. (Agustí, 2004).

1.3.1.3 Cero biológico o temperatura base

La cantidad de calor requerida para llegar a floración es variable en función de la temperatura base considerada a partir de la cual empieza a contarse.

Se considera mínimo efectivo a la temperatura a partir de la cual la ecodormancia es interrumpida y puede empezar a acumularse calor para alcanzar la brotación. Generalmente el valor umbral empleado para comenzar a acumular temperatura es de entre 5 y 6°C, aunque se puede considerar el 0° como base y establecer un rango entre 0 y 6° para la finalización de la ecodormancia. Richardson et al. (1974), Eisensmith et al. (1982) y Citadin et al. (2006) señalan que el método más eficaz para el cálculo de las necesidades de calor es el GDH, con la temperatura base de 4,5°C.

1.3.1.4 Métodos de cálculo de la integral térmica

Los frutales para brotar y llegar a florecer, una vez satisfechas las exigencias en frío, deben satisfacer también sus exigencias en calor para que la planta complete su ciclo (Gil-Albert, 1989). Para el cálculo de dicha integral térmica existen diferentes métodos aunque todos ellos tienen en común que son sumatorios de tiempo por encima de nivel o Cero Biológico.

a) “Método Unidades de Calor “ (G.D.H., Growing Degree Hours) mediante la fórmula $G.D.H. = h(T^{\text{a}} - 4,5)$. En la que h es el número de horas/día (24) y T^{a} es la temperatura media horaria (Baldini, 1992).

b) “Método directo” que consiste en la suma de todos los valores de temperaturas medias diarias que superen el nivel térmico de 0°C durante un período dado. En este método no se computan los valores de temperaturas inferiores a 0°C.

c) “Método residual” en el que se considera útil toda temperatura superior a 0°C. Casi todas las especies agrícolas comienzan a crecer a partir de una temperatura particular para cada especie, lo que supone que toda temperatura inferior a este valor no aporta ninguna utilidad al vegetal. Este nivel térmico se denomina "cero vegetativo". Para encontrar la verdadera eficiencia de una temperatura, se le debe restar la temperatura base, su “cero vegetativo”. La temperatura resultante es la temperatura útil. El método residual consiste en sumar las temperaturas medias diarias a las que se ha restado la temperatura del cero vegetativo.

d) “Método Exponencial” el cual trata de eliminar la linealidad entre temperatura y respuesta a la vegetación asimilando las reacciones biológicas a reacciones químicas. Para ello se utiliza la fórmula $it = 2 t - 4,5 / 10$.

1.3.1.5 Métodos de cálculo de Horas-Frío

Existen diferentes modelos que intentan predecir la ruptura del reposo; en la actualidad esos modelos contemplan rangos de temperatura con diferente eficiencia en la acumulación de frío. Para salir del reposo, la planta requiere acumular frío. Para el cálculo de este requerimiento se emplean diversas fórmulas, de las cuales las más utilizadas son:

a. Modelo Weinberger: el término “horas de frío” (HF) se refiere a las horas transcurridas a temperaturas inferiores a 7,2 °C. Cada hora acumulada bajo dicho umbral equivale a una Unidad de Frío.

b. Modelo Utah, desarrollado por Richardson et al. (1974) para melocotonero, que considera un rango diferencial de acumulación de frío. Cada hora acumulada bajo dicho umbral equivale a una Unidad de Frío. El modelo de Utah, no se adapta a zonas con inviernos benignos, por lo que se han desarrollado modelos alternativos (Espada Carbó 2010). En la siguiente tabla se resumen los requerimientos medios de horas frío calculadas con este método de las principales especies de hueso y pepita.

TABLA 6. REQUERIMIENTO DE HORAS FRÍO EN BASE AL MÉTODO UTAH

:: Fuente: Miranda. 2011 : Elaboración Propia ::

	METODO UTAH
	CU
Manzana	≈ 800,0
Pera	≈ 600,0
Melocotón	200-500
Cereza	≈ 700,0

c. Modelo Carolina del Norte, desarrollado por Shaltout y Unrath, 1983, para manzanos. Este propone como temperatura óptima los 7,2° C y otorga valores negativos de enfriamiento a las temperaturas superiores a 21° C. La gran discrepancia con el modelo Utah, es la diferencia en los valores de contribución al enfriamiento que le otorgan a las temperaturas entre 7,2 y 19,5° C. Sin duda temperaturas muy determinantes en climas con inviernos cálidos que explicarían por qué el modelo UTAH pierde precisión en la determinación del momento de la finalización del letargo.

2. OBJETIVOS

En el presente trabajo se va a analizar la evolución de los órganos de fructificación de los frutales más representativos del Valle del Ebro, de hueso y pepita, desde la salida en reposo hasta el cuajado definitivo de los frutos, y realizar un seguimiento de las condiciones ambientales de cada zona para evaluar la influencia del clima sobre la evolución fenológica y el cuajado y determinar las necesidades de calor.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 MATERIAL VEGETAL

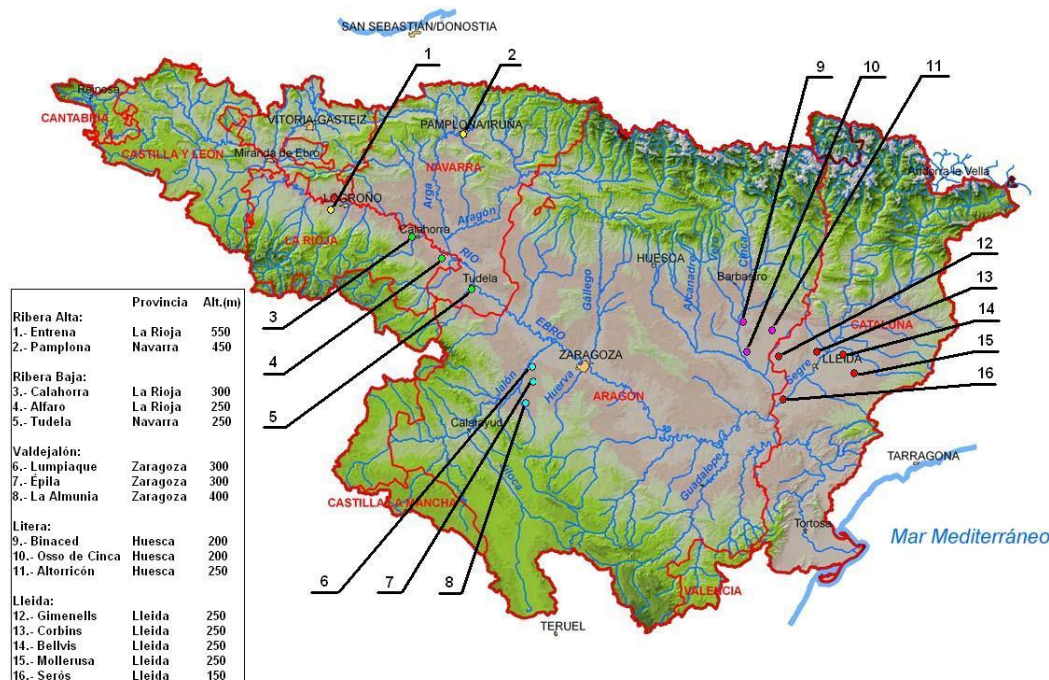
Para el seguimiento fenológico se estudiaron en total 144 parcelas de diferentes especies distribuidas por las principales zonas frutícolas del Valle del Ebro. Se eligieron por variedades en especies de pepita (manzano y peral) y por época de floración (temprana, media y tardía) en especies de hueso (melocotonero y cerezo). En la Tabla 1 se muestra el número de parcelas controladas para cada especie según zona y época de floración.

TABLA 1. PARCELAS CONTROLADAS EN CADA ZONA SEGÚN VARIEDAD Y ÉPOCA DE FLORACIÓN

ESPECIE	Subzona	Variedad (época Floración)		ESPECIE	Subzona	Variedad (época Floración)	
		nº parcelas				nº parcelas	
Melocotonero	Ribera Alta	Temprana	1	Cerezo	Ribera Alta	Temprana	1
		Tardía	2			Media	1
	Ribera Baja	Media	3		Ribera Baja	Tardía	1
		Tardía	3			Temprana	2
	Valdejalón	Temprana	3		Valdejalón	Media	4
		Media	2			Tardía	3
	Lleida	Temprana	3		Lleida	Temprana	1
		Media	3			Media	6
		Tardía	1			Tardía	1
	Llitera	Temprana	3		Llitera	Temprana	2
Media		3	Tardía	2			
Total			27	Total			24
Peral	Ribera Alta	Blanquilla	1	Manzano	Ribera Alta	Golden	2
		Conferencia	3			Fuji	2
		Williams	1			Reineta	2
	Ribera Baja	Blanquilla	1		Ribera Baja	Golden	4
		Conferencia	5			Gala	1
	Valdejalón	Blanquilla	3		Valdejalón	Fuji	2
		Conferencia	9			Golden	4
	Llitera	Blanquilla	5		Llitera	Top Red	1
		Conferencia	2			Golden	6
	Lleida	Blanquilla	6		Lleida	Gala	3
		Conferencia	12			Fuji	2
		Ercolini	1			Oregon Spur	1
		Williams	2			Red Spur	1
							Golden
	Total				51	Total	

FIGURA 4. LOCALIZACIÓN DE LAS PARCELAS EN SEGUIMIENTO

:: Elaboración propia ::



3.2 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Se utilizaron los datos de temperaturas medias horarias obtenidos de 10 estaciones meteorológicas automáticas que se encontraban a la misma altura y próximas a las fincas donde se realizó el estudio. En el Cuadro 3 se muestra una tabla con las características de las estaciones determinando su localización exacta.

Tabla 2. Localización de las tablas en seguimiento

SUBZONA	MUNICIPIO	ALTITUD (m)	ESTACIÓN METEREOLÓGICA
Ribera Alta	Entrena	550	Uruñuela
	Pamplona	500	Pamplona (ETSIA) UPNA
Ribera Baja	Calahorra	350	Calahorra
	Alfaro	265	Cadreita RN
	Tudela	260	Tudela (Valdetellas) MAPYA
Valdejalón	Épila	350	Épila 'El Ballestar'
	La Almunia	400	Épila 'El Ballestar'
Litera	Altorricón	250	Tamarite de Litera 'La Melusa'
	Osso de Cinca	200	Monte Julia 'Monte Julia'
Lleida	Corbins	250	El poal
	Gimènells	260	Gimènells
	Mollerusa	250	Golmés
	Serós	100	Serós

Se fueron registrando semanalmente los valores horarios de los principales parámetros climáticos de cada estación a partir del 1 de Septiembre hasta la fecha en la que se consideró que el cuajado era el definitivo.

3.3 MÉTODOS

3.3.1 ELECCIÓN DE LOS ÁRBOLES

Cada finca se dividió en parcelas, y en cada una de las parcelas se escogieron 5 árboles de vigor parecido. Se marcaron los troncos y además se marcó, en especies de pepita, una rama que contenía entre 20 o 30 yemas de flor, en cerezo 40-50 ramilletes de mayo de una misma rama y en melocotonero 5 ramos mixtos de una misma rama (tabla 3)

TABLA 3. REQUISITOS DE LAS PARTES MARCADAS EN CADA ESPECIE PARA SU SEGUIMIENTO

ESPECIE	Tipo de Ramo	Nº mínimo de ramos /árbol
Melocotonero	Ramos mixtos	5
Cerezo	Ramos de mayo	20-40
Manzano y peral	Lamburdas	20

3.3.2 OBSERVACIÓN DE LA FENOLOGÍA

Con una frecuencia como mínimo semanal (2 veces en época de floración) se observó el estado fenológico en el que se encontraba cada una de las yemas de la zona marcada. Como referencia se emplearon los estados tipo descritos por Fleckinger para las especies de pepita y los estados tipo descritos por Baggiolini para las especies de hueso.

Para determinar el estado fenológico se registró en cada visita el estado de cada una de las yemas de la guía elegida. A partir de los datos obtenidos en las visitas, se determinó la fecha de alcance de cada estado fenológico. Se considera que una parcela ha llegado a cierto estado fenológico cuando dicho estado y los posteriores suman el 50 % de las yemas.

3.3.3 DETERMINACIÓN DEL CUAJADO Y EVOLUCIÓN DEL CRECIMIENTO

Pasada la época de floración, caída de pétalos y superado el estado fenológico I, se evaluó una vez por semana, el nivel de cuajado y el tamaño de los frutos. Para evaluar el nivel de cuajado, en la zona marcada se contaba el número de frutos presentes en cada ramo productivo y, en árboles adyacentes a los marcados en la misma parcela, se tomaba una muestra de 20 frutos. Posteriormente, en laboratorio, se diferenciaban los frutos de aspecto sano de los que presentaban síntomas de degeneración. Se entendía que estos últimos representaban a los ovarios no fecundados o a los frutos abortados que estaban ya a punto de caer. En los frutos sanos se medía el tamaño máximo ecuatorial.

Con la información obtenida en campo y en laboratorio se determinó:

- El cuajado real: como número de “frutos” observados en la zona marcada, multiplicado por la proporción de frutos sanos observado en laboratorio, dividido por el número de flores observado en floración en la zona marcada.

- El tamaño de los frutos en esa fecha: como la media de los calibres máximos ecuatoriales medidos en los frutos sanos.
- La fecha de alcance de los tamaños 8mm, 12 mm, 15 mm y 20 mm, a partir del tamaño medio observado en cada fecha.

3.3.4 CALIFICACIÓN DE CUAJADO

El cuajado real se comparó con el que sería esperable obtener en condiciones normales en recolección para árboles de ese vigor y carga de acuerdo con el método de Miranda y Royo (2003a) para melocotonero, Miranda y Royo (2003) en peral, Miranda y Royo (2004) en manzano en la que se tiene en cuenta el tamaño de los árboles (sección del tronco medido a 15 cm del suelo), la carga dejada en poda (número de yemas fértiles/árbol) y la densidad de plantación, y Santesteban y cols. (2008) en cerezo.

En fruta de hueso se calculó el índice entre la cantidad de frutos que cuajaron realmente y los que se habían estimado por árbol. Para los de pepita, en cambio, se calculara el índice entre corimbos fértiles reales y los estimados. En función de la relación entre ese cuajado estimado en recolección y el cuajado inicial real se clasificó el cuajado según se indica en la tabla 4:

TABLA 4. CRITERIOS PARA LA CALIFICACIÓN DEL CUAJADO SEGÚN LA RELACIÓN CUAJADO REAL/ CUAJADO ESTIMADO.

CUAJADO REAL	CALIFICACIÓN
>1,25 C. Esp	Suficiente
<1,25 - 0,75 C.Esp <	Justo
< 0,75 C.Esp	Malo

3.3.5 DETERMINACIÓN DE LAS HORAS FRÍO Y DE LA INTEGRAL TÉRMICA PARA PASAR DE ESTADO DE LAS VARIEDADES

Las necesidades de frío se estiman contando el número de horas frío que acumula la planta durante el período de reposo invernal. La acumulación se realiza durante el período de reposo, y su duración se fija desde la caída de la hoja (se puede tomar el 1 de noviembre o la fecha media de la primera helada) hasta unos días antes del desborre de las yemas. Este día final es más difícil de determinar y se puede tomar como fechas: 1 de febrero en zonas templado cálida, el 15 de febrero en zonas templadas, y el 1 de marzo en zonas frías continentales.

Para comprobar que se satisficieron las necesidades de frío invernal se determinó la acumulación de frío invernal con el método UTAH hasta que se consideraron superados los requerimientos, en este caso el 31 de enero. La integral térmica que cada parcela necesitó para alcanzar cada estado fenológico se determinó a partir de:

Temperaturas horarias registradas en cada parcela, empleando para ello la información de las estaciones meteorológicas indicadas en la Tabla 2. Y la fecha de alcance de cada estado fenológico, determinada tal como se indica en el apartado 3.3.2.

Con los datos de temperaturas medias horarias de cada estación se calcularon para cada parcela los grados de crecimiento en base horaria (GDH), según el Método de Unidades de Calor, empleando para ello por un lado la temperatura base de 4,5°C.

Las necesidades de calor de cada variedad (en manzano y peral) o grupo de variedades (en cerezo y melocotonero) se determinaron a partir de la media y la desviación del conjunto de parcelas observadas. Se estimaron las necesidades mínimas y máximas de las variedades (o grupos de variedades).

4. RESULTADOS

4.1 HORAS DE FRÍO ACUMULADAS DURANTE EL INVIERNO

En la Tabla.1 se presentan las acumulaciones de frío invernal, expresadas como unidades de frío (CU) según el método Utah en las diferentes regiones del Valle del Ebro en las que se ha realizado el estudio.

TABLA 1. ACUMULACIÓN CUMULACIÓN HORAS FRÍO (CU) DURANTE EL INVIERNO

	Ribera Alta	Ribera Baja	Valdejalón	Litera	Lleida
15-nov	399	307	227	332	284
31-dic	1035	949	847	1001	933
31-ene	1498	1397	1269	1466	1401

En las estaciones de la zona de Ribera, en la región más alta de estudio, el 10 de octubre se empezaron a acumular las primeras horas, al mismo tiempo que en la estación de Cadreita, situada en la zona de Ribera Baja. A los cuatro días se comenzó a sumar frío invernal en el resto de estaciones de Ribera Baja, Valdejalón, Litera y Lleida. La zona más tardía en comenzar el reposo fue la de Serós, que comenzó el 15 de octubre. En la tabla se observa como a mediados de noviembre el frío acumulado era escaso en todas las zonas, pero para finales de año se habían acumulado entre 850-1050 CU en todas las zonas, valores superiores a las necesidades de frío de hasta las especies más exigentes analizadas en el trabajo, y para finales de enero el frío acumulado era muy superior al necesario por lo que no son esperables problemas vinculados a la falta de frío invernal.

4.2 MANZANA

4.2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS

En la tabla 2.1. se muestra un resumen (valores medios, máximos y mínimos) de las características principales de las parcelas de manzano para la de densidad de plantación, sección de tronco, vigor de la parcela, y carga inicial.

TABLA 2.1. RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS

	D.P. (m ²)			SECCIÓN (cm ²)			VIGOR PARCELA (cm ² /m ² S)			Carga inicial (nºcorimbos/m ² Tronco)		
	MÍN	MEDIA	MÁX.	MÍN.	MEDIA	MÁX.	MÍN.	MEDIA	MÁX.	MÍN.	MEDIA	MÁX.
Fuji	4,4	8,4	20,0	24,2	93,1	234,4	4,8	12,3	33,9	0,0	4,4	10,9
Gala	4,4	5,9	8,0	21,6	63,7	104,5	4,3	10,6	17,9	2,8	6,5	12,8
Golden	3,9	7,5	20,0	48,3	143,9	462,3	6,4	19,8	35,3	0,2	3,4	9,6

En la tabla se observa cómo para todas las características se ha dispuesto de un amplio rango de situaciones distintas. En conjunto, se observa que las parcelas de Fuji y Golden tienen similares densidades de plantación, mientras que las parcelas de Gala generalmente son mucho más intensivas. Respecto al tamaño de los árboles y el vigor de las parcelas, los mayores se encontraron en las parcelas de Golden y los menores en las de Gala. Por último las parcelas con mayores niveles de floración fueron las de Gala, siendo similares las de Golden y Fuji.

4.2.2 FECHA DE ALCANCE DE LOS ESTADOS LAS PRINCIPALES VARIEDADES

La fecha de alcance de cada estado va a depender principalmente de la variedad de la que se esté tratando y de las condiciones climatológicas a las que se ha visto expuesta. En la tabla 2.2 se resumen las fechas en las que las principales variedades de manzana estudiadas alcanzan los estados fenológicos necesarios desde la brotación hasta la maduración del fruto.

TABLA 2.2. FECHAS DE ALCANCE DE LOS ESTADIOS A PARTIR DE C HASTA EL FRUTO DE 20 MM DE DIÁMETRO

EF		FUJI				GALA				GOLDEN			
		Más Temprana	Media	Más Tardía	días DIF	Más Temprana	Media	Más Tardía	DIF	Más Temprana	Media	Más Tardía	días DIF
Floración	C	26-2	7-3	14-3	16	1-3	3-3	10-3	9	2-3	7-3	17-3	15
	C3	2-3	12-3	20-3	18	6-3	8-3	14-3	8	6-3	11-3	20-3	14
	D	15-3	19-3	26-3	11	10-3	14-3	20-3	10	10-3	16-3	24-3	14
	E	25-3	28-3	2-4	8	25-3	27-3	31-3	6	21-3	27-3	1-4	11
	E2	30-3	1-4	7-4	8	30-3	31-3	2-4	3	28-3	31-3	4-4	7
	F	2-4	4-4	9-4	7	1-4	2-4	3-4	2	31-3	2-4	7-4	7
	F2	3-4	6-4	11-4	8	3-4	3-4	6-4	3	3-4	5-4	11-4	8
Cuajado	G	6-4	8-4	15-4	9	5-4	6-4	8-4	3	5-4	7-4	16-4	11
	H	9-4	11-4	19-4	10	8-4	9-4	11-4	3	8-4	10-4	19-4	11
	I	14-4	17-4	23-4	9	12-4	14-4	17-4	5	11-4	15-4	24-4	13
	8 mm	16-4	19-4	26-4	10	18-4	20-4	26-4	8	18-4	20-4	26-4	8
	12 mm	22-4	25-4	1-5	9	24-4	26-4	30-4	6	24-4	26-4	30-4	6
	20 mm	2-5	7-5	10-5	8	6-5	7-5	10-5	4	5-5	07-5	10-5	5

En la tabla se puede apreciar que, en este año de análisis, Fuji fue la variedad más temprana en iniciar la actividad ya que una parcela alcanzó el estado C el 26/02, cinco días antes que las otras dos variedades estudiadas. Sin embargo, viendo la media de todas las parcelas de cada variedad, Gala se presenta como la variedad que ha llegado, en conjunto, antes que todas a ese estado, siendo la fecha media de alcance el 3/03. En Golden es donde se encuentran las fincas más tardías.

Desde D hasta plena floración (F2), Gala es en términos medios la que ha ido alcanzando antes los sucesivos estados (D, E, E2, F, F2), aunque se trata de una diferencia de uno a tres días respecto a las otras variedades. Hay que tener en cuenta que en esta variedad no se dispuso de parcelas en las zonas más frías (Ribera Alta). Y aunque es en Golden donde aparecieron las primeras floraciones (31/03), también es junto con Fuji donde se vieron las últimas (11/04). El avance de las fases de cuajado no muestra una variedad claramente adelantada o retrasada.

Como se ha mencionado, en Gala no se dispuso de parcelas en las zonas más frías, y para poder comparar eficazmente las tres variedades es necesario comprobar la media de las parcelas situadas en las zonas comunes sin contar con las parcelas de aquellas zonas donde no se encuentra alguna de las tres variedades. Una vez realizada esta corrección se observó que Gala siguió siendo la más adelantada en todas las fases pero la diferencia con las otras dos variedades fue menor, de tan sólo de uno a tres días como máximo, y en el momento de la floración Golden se llegó a adelantar un día. Después de la floración, las fechas de los estados alcanzados en las zonas cálidas llegaron en ocasiones a igualarse.

Ya que una misma variedad, situada en distintas partes del Valle del Ebro y expuesta a diferentes condiciones ambientales, seguramente manifieste un desarrollo diferente, es útil calcular cuales han sido esas diferencias de fecha que se han producido entre las fincas más adelantadas y las más retrasadas.

Las parcelas analizadas de la variedad **Fuji** se encuentran repartidas en todas las zonas que recorren el espectro de las zonas frías a las más cálidas. Observando la diferencia en número de días entre las fincas más retrasadas y más adelantadas, se ve como las máximas diferencias a lo largo de toda su evolución, aparecieron en los primeros estados, C, C3 y D (18, 16, 11 días). De todas las variedades, es la que mostró más variación. Para el resto de estados fenológicos las diferencias van de 7 a 10 días como máximo, siendo las mínimas en floración. Gala es de las tres variedades aquella cuyas fechas menos se alejaron entre sí. Hay que recordar que las muestras se encuentran sólo en las zonas cálidas, por lo tanto el rango estudiado también es menor. Las distintas parcelas de Gala fueron evolucionando de forma parecida. Las máximas diferencias se siguen acusando en los primeros periodos, y las mínimas en floración. La variedad Golden, sin embargo, está representada en todas las zonas que han sido visitadas, y en ella se observa una evolución más dispar de las fincas que de Gala, pero menos que de Fuji, produciéndose los mayores distanciamientos en las primeras fases desde la brotación y después de la floración.

En la tabla 2.3 se comparan, respecto a Golden, las fechas medias en las que se alcanzaron los diferentes estados fenológicos de las principales variedades.

Tabla 2.3. Fecha media de cada estado fenológico en Golden y diferencias relativas con el resto de variedades estudiadas

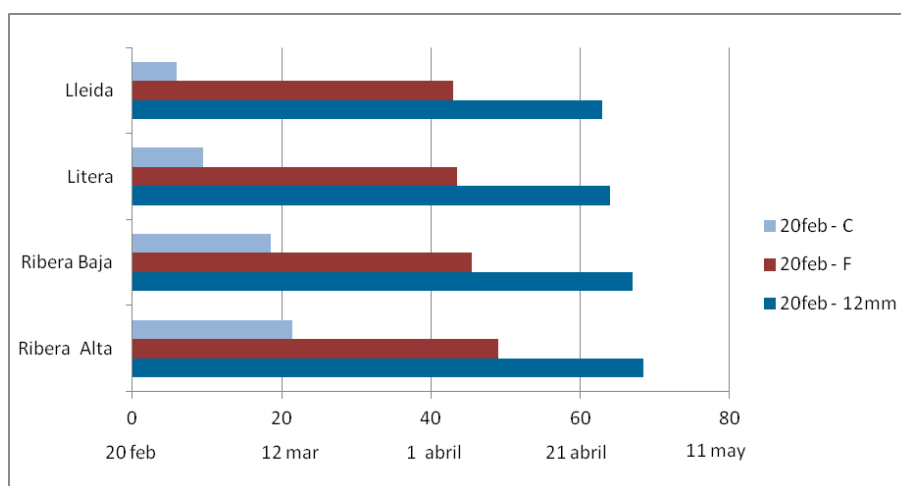
	ESTADOS FENOLÓGICOS												
	C	C3	D	E	E2	F	F2	G	H	I	8 mm	12 mm	20 mm
Golden	7-3	11-3	16-3	27-3	31-3	2-4	5-4	7-4	10-4	15-4	20-4	26-4	30-4
Fuji	0	-1	-3	-1	-1	-2	-1	-1	-1	-2	1	1	0
Gala	4	3	2	0	0	0	2	1	1	1	0	0	0

En ella se ve claramente lo antes mencionado sobre como Gala se adelanta a Fuji y a Golden durante todo el período, aunque al final alcanzaron el mismo tamaño de fruto al mismo tiempo. Fuji es, con respecto a Golden la variedad, por término medio, más retrasada, aunque la diferencia es en casi todas las fases de uno o un par de días, al final se iguala al resto de variedades, e incluso se adelantó un día al alcanzar los 8 y 12 mm de tamaño de fruto. Gala como se ha indicado anteriormente en la tabla 1 fue adelantada a lo largo de todas las fases.

Las figuras 2.1, 2.2 y 2.3 muestran el momento en el que las variedades alcanzan los estados C, F y 12mm en las diferentes zonas, viéndose así las diferencias de fechas entre zonas para una misma variedad.

En el caso de Fuji (Fig. 2.1) los principales estados se van alcanzando en el mismo orden durante todo el desarrollo del fruto; primero Lleida, luego Litera, seguidamente Ribera Baja y por último Ribera Alta, coincidiendo así con el orden de zona más baja a la más alta dentro del Valle.

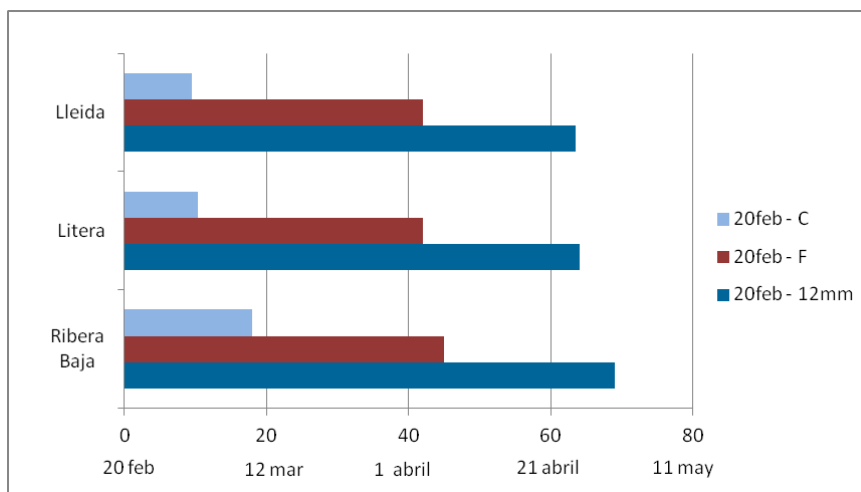
FIGURA 2.1. Tiempo necesario para alcanzar los principales estados fenológicos en Fuji según la región



El momento de la brotación es cuando se aprecian mayores diferencias. En las zonas de Litera y Lleida las yemas brotan de media entre 12 y 16 días antes que las zonas de Ribera Alta y entre 9 y 13 días antes que en Ribera Baja, lo que es de esperar sabiendo que son zonas más cálidas que éstas últimas. Lleida es por lo que se ve más cálida que Litera, Ribera Baja más cálida que Ribera Alta, adelantándose unos días antes la brotación.

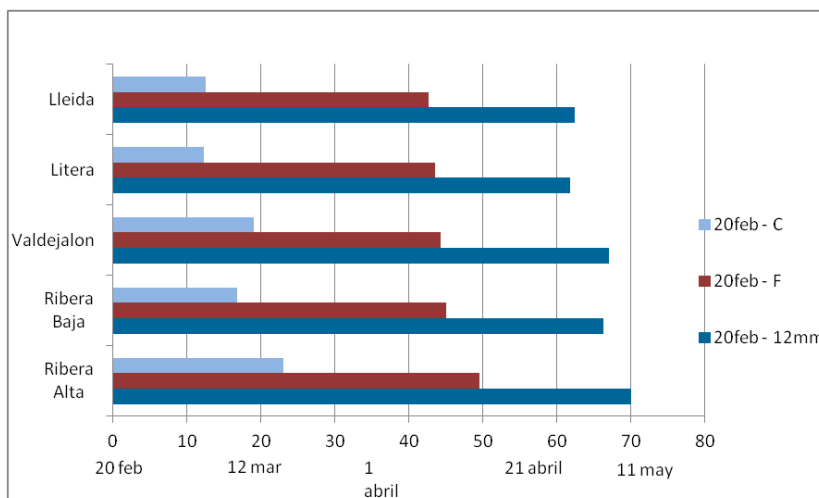
En la figura 2.2 se presentan los resultados de Gala. En todas las parcelas la floración se alcanza casi al mismo tiempo, sin embargo en Ribera Baja la brotación se produce 8 días más tarde que en el Lleida y Litera y el crecimiento del fruto 5 días más tarde. Aunque entre la floración y el crecimiento del fruto hasta los 12 mm la diferencia ya sólo es de dos días. Entre las parcelas de Litera y Lleida no hay diferencias, así que de media alcanzan al mismo tiempo los diferentes estados.

FIGURA 2.2. Tiempo necesario para alcanzar los principales estados fenológicos en Gala según la región



Goden está representada en las cinco zonas analizadas en el estudio (fig. 2.3). Tanto la brotación, la floración, como el crecimiento del fruto se van sucediendo en el mismo orden, primero en las zonas más cálidas y por último en las más frías. Entre Lleida y Litera la diferencia es de un día como máximo. En Ribera Baja, las parcelas alcanzan la brotación, la floración, y el crecimiento del fruto una media de 5 días antes que en Valdejalón, y en Valdejalón 5 días antes que en la Ribera Alta.

FIGURA 2.3. Tiempo necesario para alcanzar los principales estados fenológicos en Golden según la región



4.2.3 GDH ACUMULADOS PARA EL ALCANCE DE LOS DIFERENTES ESTADOS FENOLÓGICOS DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES

En la tabla 2.4 se resumen los resultados de necesidades de integral térmica durante el año para cada variedad. Se analiza el coeficiente de variación en cada fase. Puede observarse que las mayores necesidades de GDH_{4,5} para pasar de un estado a otro se dan entre el 15 de enero y el estado C, es decir, la brotación, siendo Golden la variedad que más requiere con 2930 seguido por Fuji (2800) y Gala (2475). El siguiente cambio de estado que más calor requiere es el paso entre H e I, siendo Gala la más exigente (1140) a la que siguen de cerca Golden y Fuji.

Tabla 2.4. GDH 4,5 acumulados en manzano para su evolución y el coeficiente de variación

		FUJI		GALA		GOLDEN	
		GDH	VAR	GDH	VAR	GDH	VAR
Floración	15en - C	2800	17	2475	12	2930	21
	C - C3	599	38	378	25	390	47
	C3 - D	858	53	795	62	763	48
	D - E	1437	23	1820	38	1550	25
	E - E2	778	37	879	25	723	32
	E2 - F	710	34	385	45	589	34
	F - F2	530	32	397	41	777	25
Cuajado	F2 - G	489	42	770	32	607	31
	G - H	900	11	1029	35	962	31
	H-I	1187	22	1197	36	1176	17
	I - 8	904	29	1140	50	1007	51
	8 - 12 mm	1273	27	1449	15	1346	28
	12 - 20 mm	2079	23	2088	18	2284	25
	C-F2	4911	8	4654	2	4791	7
	F2-12 mm	4839	27	5473	5	5010	13

El crecimiento de fruto es otra de las fases que pide mayor cantidad de calor. El crecimiento de cuatro milímetros (8-12mm) en el diámetro de la manzana supone necesidades de hasta 1449 GDH (362 GDH/mm) en Gala, 1346 GDH (336 GDH/mm) en Golden y 1273 GDH (318 GDH/mm) en Fuji. Sin embargo conforme va avanzando el crecimiento del fruto la necesidad va disminuyendo, pudiendo observar como en los siguientes 8 mm (12-20) las necesidades pasan a ser de 261 GDH/mm en Gala, 285 GDH/mm en Golden y 260 GDH/mm en Fuji.

A la variedad a la que más cuesta alcanzar la floración desde que brota la yema (C-F2) es Fuji, aunque no hay gran diferencia si se compara con Gala y Golden, a las que supera por 257 y 120 GDH respectivamente. Sí es más evidente la diferencia en necesidades de calor desde la floración hasta alcanzar los 12 mm de tamaño del fruto, siendo Gala la más exigente y Fuji la menos.

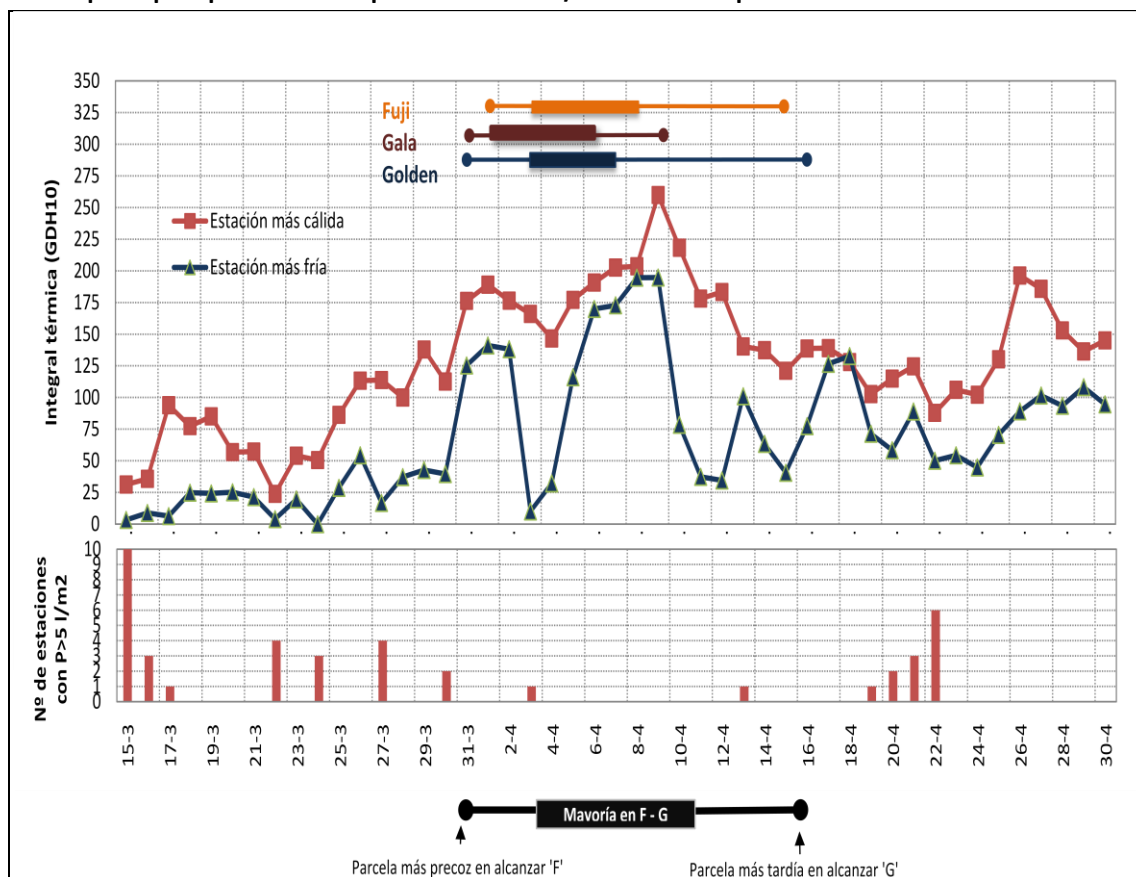
El coeficiente de variación indica las diferencias en necesidades que hay entre las parcelas repartidas por el Valle del Ebro. Algunos índices muestran hasta un 60% de variabilidad. Esto se debe a que además de la variedad existen otros factores que influyen en las necesidades caloríficas de la planta. Los individuos de una variedad pueden poseer características internas algo distintas entre ellos, además están sometidos a factores como el tipo de terreno, exposición, carga, que hacen que el comportamiento del frutal pueda ser diferente. También hay que contar con un índice de error de método. En la tabla 2.4 se puede ver como la variabilidad disminuye al calcularla a lo largo de todo el proceso de floración y cuajado, ya que las diferencias entre fases se han ido compensando en su desarrollo.

4.2.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE LA ÉPOCA DE FLORACIÓN

En la Figura 2.4 se representa gráficamente la integral térmica diaria con base 10°C (GDH10) durante el periodo de floración de las variedades; para mayor claridad se han representado sólo las 2 estaciones

que marcaron los valores extremos de temperatura en la mayor parte de los días. En este caso, se tomó como estación con las temperaturas más bajas la estación de La Rioja y la de temperaturas más altas en Lleida. Además se muestra el número de estaciones meteorológicas en las que se produjeron precipitaciones durante el periodo en el que se desarrolló el proceso de polinización–fecundación. Las líneas dibujadas para cada variedad marcan la época de floración, tomando como inicio el día que la primera parcela alcanzó el estado F1, es decir, el 10% de flores abiertas, hasta el día del fin de la floración en la última parcela de todas las estudiadas, es decir, la última en alcanzar el estado G. La parte gruesa de la línea indica la época donde la mayoría de parcelas se encontraron en estado de floración.

FIGURA 2.4. Valores diarios de integral térmica (GDH10) y número de estaciones meteorológicas en los que la precipitación fue superior a los 5 mm/día durante el periodo de floración

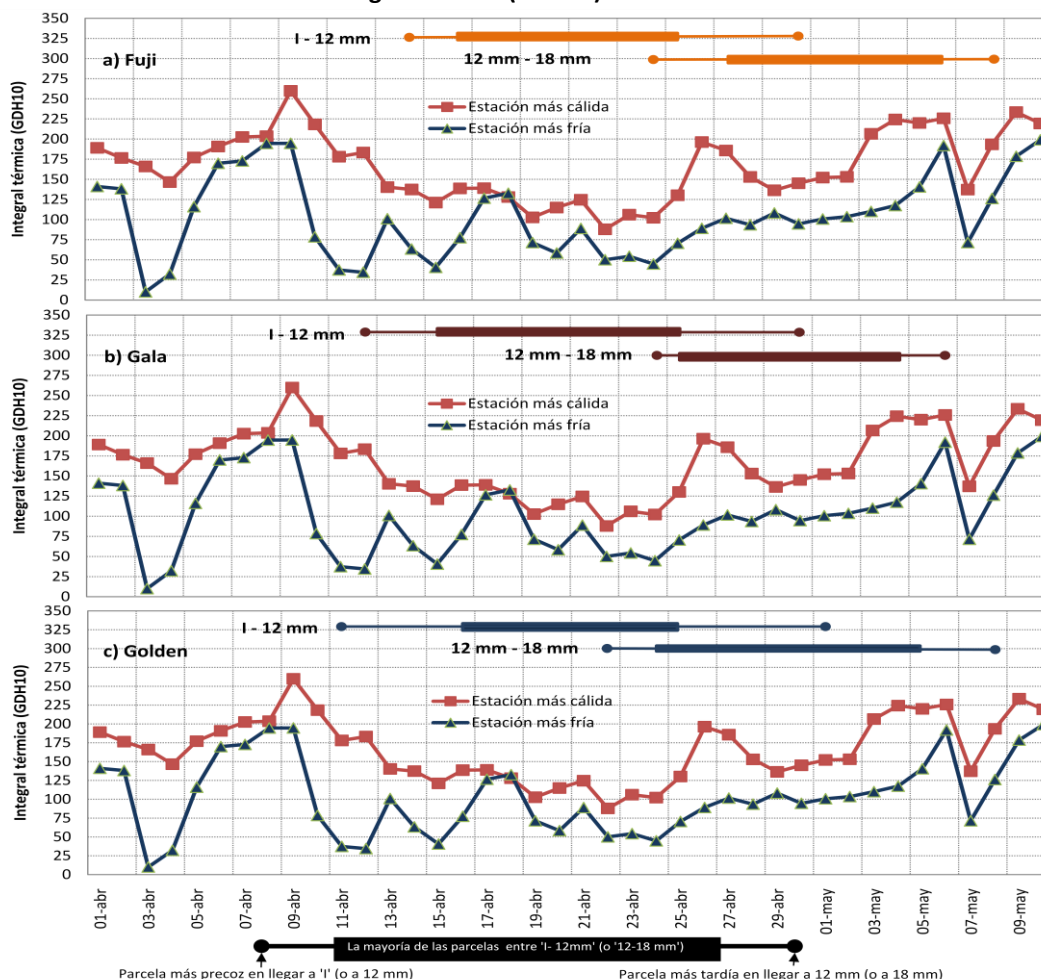


Desde el inicio de la floración de Golden, el 31 de marzo, hasta la terminación total en todas las parcelas, el 16 de abril, tiempo que abarca además el periodo de floración de Fuji y Gala, las condiciones climáticas han sido favorables para la floración, registrándose un pico de altas temperaturas entre esos días. Aunque hay algún día en que la estación más fría registra un día en la que sólo durante una hora se superó los 10°C, el resto de días hubo al menos 12 horas por encima de este valor. En la estación más cálida, coincide la época de floración con un aumento de las temperaturas que, aunque se produce un ligero descenso en el momento de fecundación de Fuji y Golden, los valores siguen manteniéndose en un rango favorable para el desarrollo del tubo polínico y óptimo para el vuelo de abejas. La escasez de lluvias durante el momento de la floración permitió unas condiciones idóneas para la polinización, registrándose solamente dos eventos de lluvia.

4.2.5 CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE LA ÉPOCA DEL CRECIMIENTO INICIAL DE LOS FRUTOS

En la Figura 2.5 se muestran los datos climatológicos durante el crecimiento inicial de los frutos de la misma forma que la expresada en el periodo anterior para ‘Fuji’ (a), ‘Gala’ (b) y ‘Golden’ (c).

FIGURA 2.5. Valores diarios de integral térmica (GDH10) durante el desarrollo del fruto



El crecimiento de los frutos se produce casi de forma simultánea en las tres variedades, iniciándose primero en Golden, que alcanzó el estado I el 11 de abril, y alcanzando los 18 mm en última posición Fuji y también Golden el 8 de mayo. Coincidió con un período de temperaturas altas, dándose buenas condiciones para el crecimiento de los frutos de las tres variedades. Sólo se registraron algunas mínimas puntuales nocturnas en la estación más fría de 3°C, pero manteniéndose las temperaturas medias diarias por encima de los 12°C, y en la estación más cálida las medias diarias fueron de entre 13 y 20°C, alcanzándose máximas diarias de entre 21 y 27°C. La acumulación de GDH10 estuvo siempre por encima de los 30 en la estación fría, y en la más cálida se alcanzaron máximas de 225 GDH10.

4.2.6 CUAJADO DE LAS PARCELAS

En la tabla 2.5 se muestra el tipo de cuajado, bueno, justo o malo, que se produjo de media en las distintas zonas, en función de la cantidad de frutos que alcanzaron el tamaño que define el cuajado definitivo, respecto a lo que se había estimado en función de la carga inicial del árbol, según los parámetros descritos previamente para manzana.

Tabla 2.5. Porcentaje de parcelas de cada zona con calificación de cuajado suficiente, justo o malo.

	FUJI			GOLDEN			GALA		
	SUFICIENTE (%)	JUSTA (%)	MALA (%)	SUFICIENTE (%)	JUSTA (%)	MALA (%)	SUFICIENTE (%)	JUSTA (%)	MALA (%)
Lleida	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Litera	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Valdejalón				0	50	50			
Ribera Baja	0	100	0	25	25	50	0	100	0
Ribera Alta	50	50	0	50	50	0			
TOTAL (%)	67	33	0	65	17	17	83	17	0

En el cuadro se observa que, en general, el cuajado observado en la época final del estudio era bueno. En Lleida y Litera las climatología favorable y los altos niveles de floración, permitieron que el cuajado superara al estimado y se calificaran el 100% como suficiente, en las tres variedades de manzana. La mitad de las fincas de Golden de Valdejalón tuvieron un cuajado justo y la otra mitad fue mala. Una de las razones puede ser su escasa carga inicial, ya que estaba por debajo de la media, teniendo algunas parcelas entre 0,8 y 1,6 corimbo por cm² de tronco, y además carecían de polinizadores adecuados. En Ribera Baja, Fuji y Gala resultaron tener buenos índices de cuajado, ya que fue suficiente en el 100% de las parcelas. Sin embargo en Golden se volvió a producir un cuajado justo en el 25% de las parcelas y malo en el 50%. Las parcelas con peor comportamiento tenían cargas de flores inferiores a las de mejor comportamiento, por lo que las temperaturas bajas registradas en floración ya indicadas anteriormente habrían influido negativamente ya que la calidad de las flores sería peor que en otras.

4.3 PERA

4.3.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS

En la tabla 3.1. se muestra un resumen de las características principales de las parcelas de peral clasificadas según los mínimos, medios, y máximos valores de densidad de población, sección de tronco, vigor de la parcela, y carga inicial.

TABLA 3.1. RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS

	D.P. (m ²)			SECCIÓN (cm ²)			VIGOR PARCELA (cm ² /m ² S)			(nºcorimbos/cm ² T)		
	MÍN.	MEDIA	MÁX.	MÍN.	MEDIA	MÁX.	MÍN.	MEDIA	MÁX.	MÍN.	MEDIA	MÁX.
Blanquilla	3,2	7,7	12,5	48,0	222,2	477,5	6,7	30,1	59,7	0,2	1,6	8,4
Conferencia	2,6	6,8	11,3	44,3	115,9	293,3	7,3	18,2	48,3	0,1	2,2	7,0

Atendiendo a las medias se puede ver como las parcelas de Blanquilla parten con un vigor bastante mayor que el de Conferencia, y una sección mayor de tronco. Las parcelas de Blanquilla son de media más viejas que las parcelas de Conferencia, lo cual explica la diferencia de vigor, junto con el hecho de que Blanquilla sea una variedad mucho más vigorosa que Conferencia. En lo que se refiere a la carga, en Conferencia fue de media superior.

4.3.2 FECHA DE ALCANCE DE LOS ESTADOS DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES

En la Tabla 3.2 se muestran para cada una de estas dos variedades las fechas en las que se alcanzaron los estados de las parcelas más adelantadas, y las más tardías, así como la media de todas ellas.

Las parcelas de ambas variedades objeto de estudio estaban repartidas por todo el espectro climático del Valle del Ebro. Por ello las fechas medias calculadas, al contrario que lo sucedido en manzana, proporcionan información del comportamiento generalizado de la variedad en todo el territorio del valle y poder compararlas de un modo eficaz entre sí.

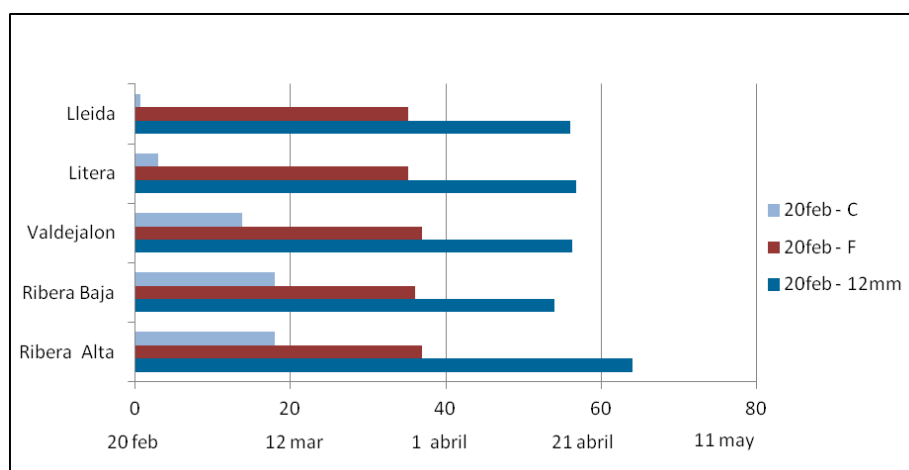
Tabla 3.2. Fechas de alcance de los estadios a partir de C hasta que el fruto tiene 20 mm

	EF	BLANQUILLA				CONFERENCIA			
		Más Temprana	Media	Más Tardía	DIF	Más Temprana	Media	Más Tardía	DIF
Floración	C	17-2	25-2	10-3	21	22-2	3-3	18-3	24
	C3	2-3	5-3	16-3	14	5-3	11-3	21-3	16
	D	6-3	10-3	19-3	13	13-3	18-3	26-3	13
	E	15-3	19-3	21-3	6	21-3	27-3	1-4	11
	E2	19-3	22-3	25-3	6	26-3	30-3	3-4	8
	F	22-3	25-3	27-3	5	29-3	1-4	5-4	7
	F2	24-3	27-3	30-3	6	31-3	3-4	6-4	6
Cuajado	G	26-3	30-3	3-4	8	3-4	4-4	8-4	5
	H	31-3	2-4	5-4	5	4-4	6-4	10-4	6
	I	3-4	5-4	9-4	6	5-4	8-4	11-4	6
	8 mm	8-4	10-4	19-4	11	8-4	12-4	16-4	8
	12 mm	14-4	17-4	25-4	11	12-4	19-4	26-4	14
	20 mm	27-4	29-4	4-5	7	25-4	2-5	12-5	17

Si se analiza todas las fechas medias para cada fase, se aprecia como las parcelas de Blanquilla se adelantaron durante toda la fructificación, entre 6 y 8 días desde brotación (C) hasta floración (F2). A partir de cuajado (G) hasta el crecimiento del fruto (20 mm) se redujo esa variación a entre 2 y 5 días. Las parcelas de Blanquilla, durante las primeras fases de desarrollo de la yema, evolucionaron de forma más dispersa, adelantándose la brotación de las de zonas más cálidas hasta 21 días unas respecto a las otras. A partir de E hasta I la evolución fue más homogénea (5-8 días de diferencia), y el crecimiento del fruto volvió a ser algo más desigual (7-11 días). Lo mismo sucedió en las parcelas de Conferencia, aunque estas fueron más sensibles a los cambios de zona, con algún día más de diferencia (hasta 24 días en brotación). Se fueron igualando alrededor de la floración, y volvieron a desfasarse durante el crecimiento del fruto.

En la siguiente figura (Fig. 3.1) ya se puede ver en qué zonas las parcelas de Blanquilla alcanzaron antes o después los principales estados fenológicos .

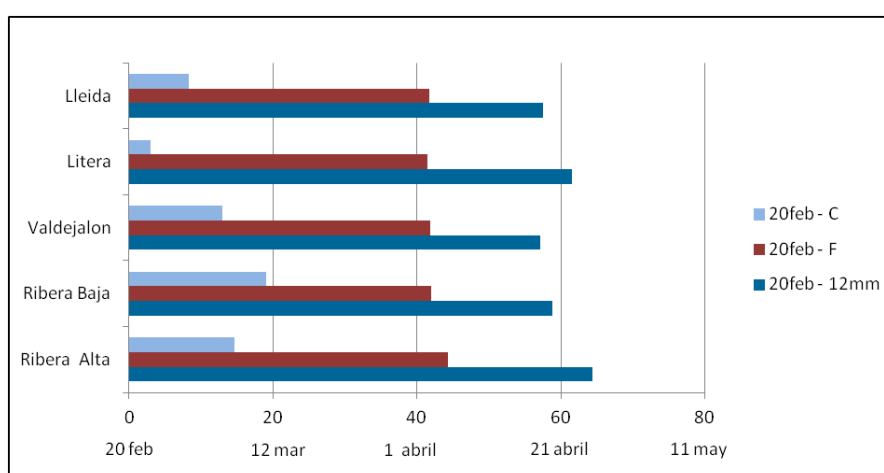
FIGURA 3.1. Tiempo necesario para alcanzar los principales estados fenológicos en Blanquilla según la región



Las primeras manifestaciones de actividad tras el reposo invernal tuvieron lugar en la zona de Lleida, alcanzándose el 20/2 el estado C en sus parcelas. Dos días más tarde el desborre de yemas continuó en la zona de Litera, 13 días después en Valdejalón y a los 17 días en Ribera Baja y Ribera Alta. En Litera y Lleida, tras alcanzar el estado C, el resto se fueron alcanzando casi de forma simultánea. En Valdejalón, a pesar de que se alcanzara C bastante más tarde que en la zona catalana, las condiciones ambientales permitieron que la floración y el crecimiento del fruto se produjera casi al mismo tiempo. Lo mismo cabría decir de las parcelas situadas en Ribera Alta y Ribera Baja, pues las fechas de alcance son bastante parecidas a las de Valdejalón, incluso la floración en Ribera Baja se adelanta de media un día a la zona aragonesa y el crecimiento del fruto va un par de días por delante de Lleida y Litera. El crecimiento de fruto en la Ribera Alta, por el contrario, se retrasa hasta diez días con respecto a Ribera Baja.

En la figura 3.2 se puede comparar la evolución de las parcelas de Conferencia en las diferentes zonas climáticas.

FIGURA 3.2 Tiempo necesario para alcanzar los principales estados fenológicos en Conferencia según la región



El estado C en Conferencia se fue produciendo de forma escalonada. Las primeras parcelas en alcanzarlo fueron las de Litera, cinco días después en Lleida, le siguieron las de Valdejalón, y no tardaron muchos días más las parcelas de Ribera Alta y Ribera Baja. La floración se produjo casi al mismo tiempo en Litera, Lleida, Valdejalón y Ribera Baja. En Ribera Alta las parcelas florecieron dos días más tarde, en Pamplona un día después de Entrena. En el crecimiento del fruto hubo más influencia de las condiciones de la zona, adelantándose en Lleida y Valdejalón, y continuando de forma más lenta en Litera, Ribera Baja, y sobre todo en Ribera Alta, siendo esta, lógicamente la zona más retrasada.

4.3.3 GDH ACUMULADOS PARA EL ALCANCE DE LOS DIFERENTES ESTADOS FENOLÓGICOS DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES

En la tabla 3.3 aparecen las cifras de la cantidad media de GDH,5 ha necesitado cada variedad para cambiar de estado y la variabilidad que se ha producido respecto a la media.

Tabla 3.3. GDH 4,5 acumulados en PERA para su evolución y el coeficiente de variación

		BLANQUILLA		CONFERENCIA	
		GDH	VAR	GDH	VAR
Floración	15en – C	2040	42	2779	24
	C - C3	775	56	636	45
	C3 – D	445	48	1000	26
	D – E	1252	36	1268	32
	E - E2	429	36	571	36
	E2 – F	433	36	398	35
	F - F2	426	46	551	54
Cuajado	F2 – G	546	46	468	49
	G – H	723	36	551	41
	H-I	712	31	533	47
	I – 8	1702	13	1003	34
	8 - 12 mm	1548	22	1679	26
	C-F2	3872	18	4580	14
	F2-12 mm	5261	10	4204	12

La brotación de la yema desde que comienza a acumular calor, es con diferencia la fase que mayor cantidad de GDH requirió la planta tanto en Blanquilla como en Conferencia. Esta última es la que mayor cantidad de GDH necesitó. Alrededor de la floración los estados se fueron sucediendo de forma más acelerada, requiriendo menor cantidad de calor tanto Conferencia como Blanquilla. Después de I, el crecimiento decelera, y va necesitando más cantidad de GDH para aumentar el tamaño de del fruto.

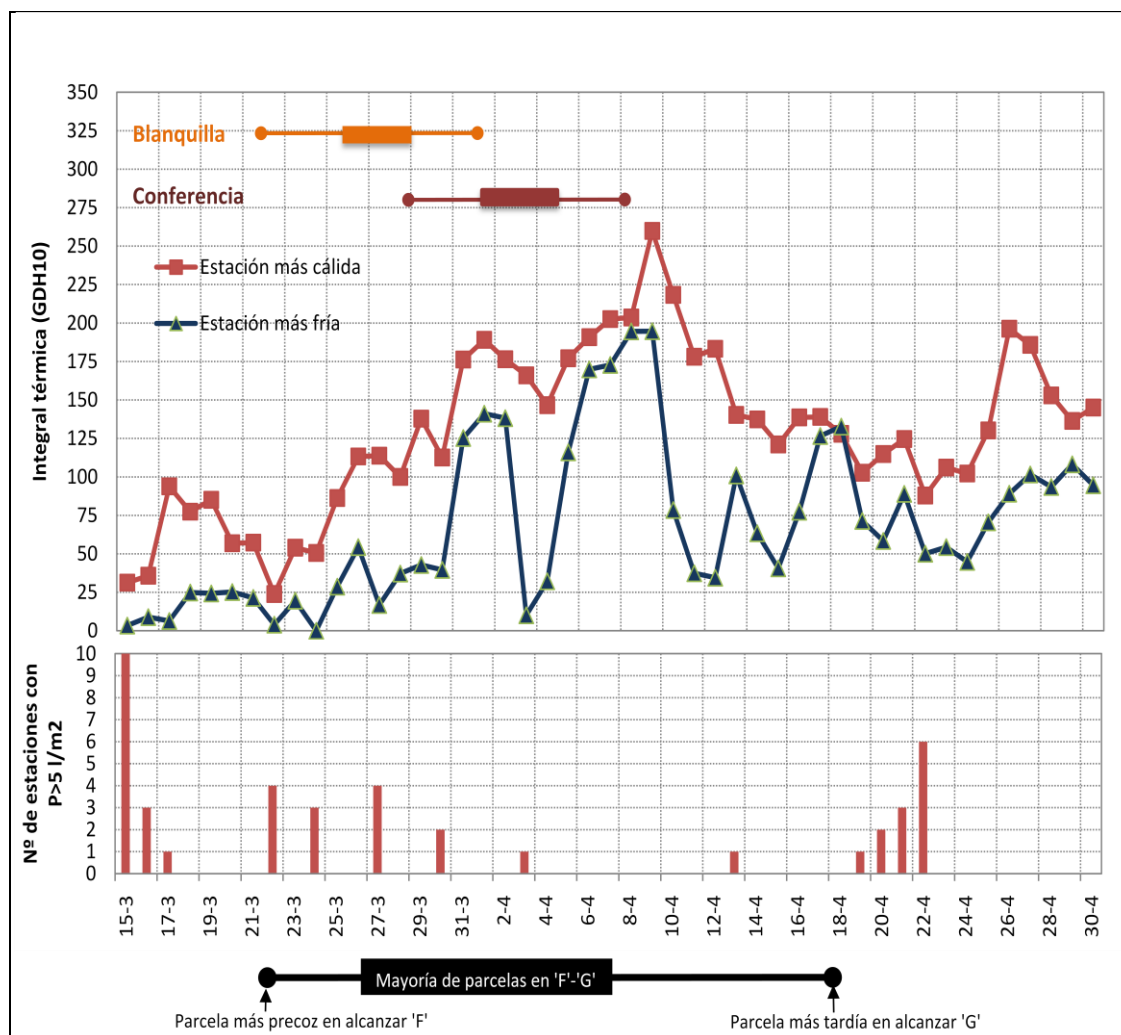
Desde C hasta F2 Conferencia fue más exigente, requiriendo más de 700 GDH de media. Sin embargo desde la floración F2 hasta que el fruto alcanzara los 12 mm de tamaño Blanquilla fue más exigente que Conferencia, por lo que el adelanto que llevaba una sobre la otra disminuyó, y fueron aumentando el tamaño del fruto con pocos días de diferencia.

La diferencia de las necesidades de calor de las parcelas con respecto a la media, a pesar de ser de la misma variedad, representada por el coeficiente de variación es bastante elevada sobre todo si se calcula el de las fases por separado (hasta un 56% de variación). Al igual que se ha dicho en manzana, hay otros factores tanto internos como externos que hacen que las necesidades de la planta varíen al cambiar las condiciones de terreno, las técnicas de cultivo, incluso las características intrínsecas de la planta que no son idénticos en todos los individuos de la variedad entre otros. Sin embargo en el computo global (C-F y F-12mm) este coeficiente disminuye pues las desviaciones que se han ido produciendo a lo largo de las fases se van compensando unas con otras (10% y 20% en Blanquilla y Conferencia respectivamente).

4.3.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE LA ÉPOCA DE FLORACIÓN

En la figura 3.3 se representa gráficamente el número horas por encima de 10°C (GDH10), los valores extremos de temperatura y el número de estaciones meteorológicas que registraron eventos de lluvia durante ese periodo.

FIGURA 3.3. Valores diarios de integral térmica (GDH10), y número de estaciones meteorológicas en las que la precipitación fue superior a los 5 mm/día durante el periodo de floración



El periodo de floración de las parcelas de Blanquilla comenzó con las primeras flores abiertas el 21 de marzo y finalizó con las últimas el 1 de abril. Las parcelas de Conferencia vieron sus primeras flores abiertas el 28 de marzo, momento en el cual en las parcelas de Blanquilla comenzaron a caer. Al comienzo de la floración en Blanquilla, las condiciones climáticas no fueron las más adecuadas en ninguna de las zonas, registrándose en la estación meteorológica más fría varios días temperaturas que no alcanzaron los 10°C a ninguna hora del día, y que alcanzaron como máximo 25 GDH10. Esto significa que sobre todo en las zonas más frías la actividad de las abejas podría haberse visto reducida ya que no alcanzó el rango de temperaturas en el que estas son más activas. La temperatura va aumentando a partir del 26 de marzo, sobre todo en las zonas más cálidas. Entre el 26 y el 29 de abril la mayor parte de las plantaciones se encontraban en plena floración, y en ese periodo se detectó una acumulación de GDH10 diario en las estaciones más cálidas de hasta 140, y se alcanzaron temperaturas máximas de

hasta 23°C. Las temperaturas en las zonas más frías siguieron siendo bajas en plena floración, pero durante algunas horas del día se llegaron a alcanzar los 14-16°C.

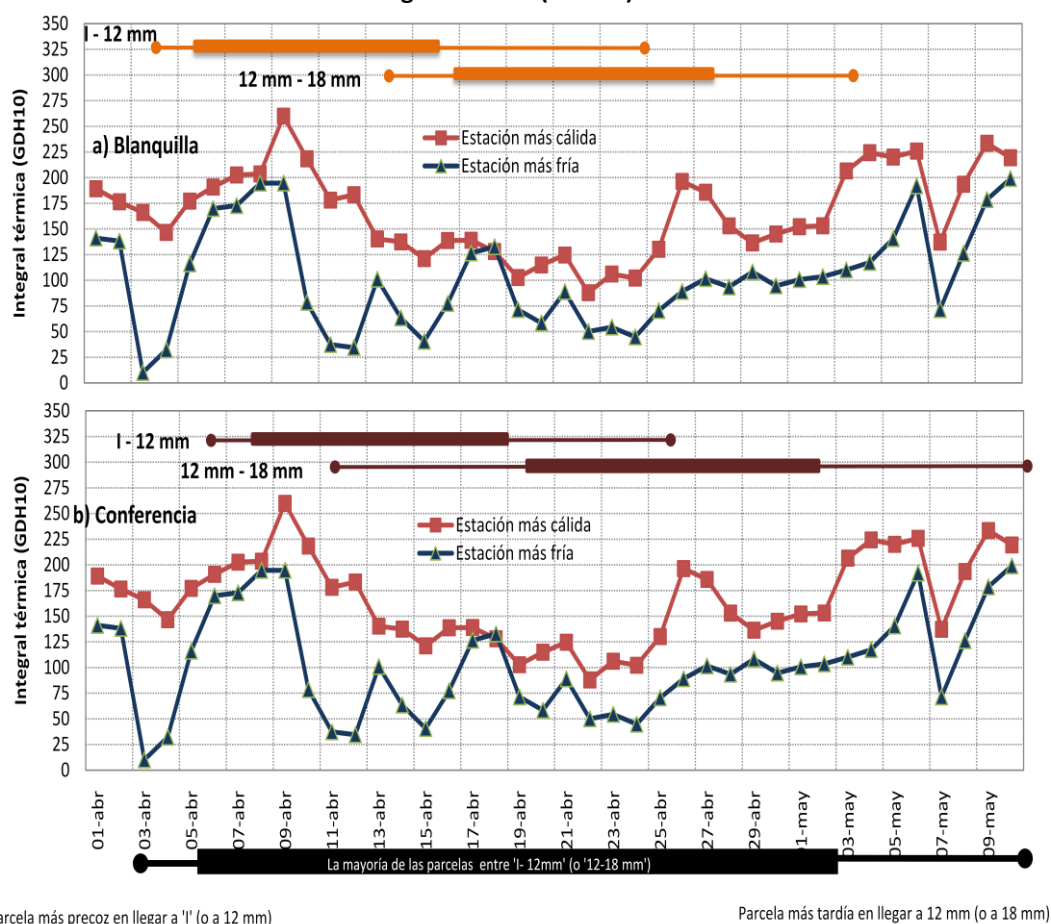
Cuando alguna de las parcelas de Blanquilla comenzaron a estar en estado G, empezaron a abrirse flores en las parcelas de pera Conferencia, encontrándose estas con un clima más cálido que hizo que las 30 parcelas de esta variedad repartidas por el Valle del Ebro concentraran su floración en 10 días. En plena floración se produjo una bajada muy brusca de las temperaturas durante 2 días, en las regiones más frías evaluadas llegando en algunos momentos a temperaturas mínimas de 3°C. En los últimos momentos de la floración, los termómetros marcaron los valores más altos del mes de abril, llegando a acumularse algún día más de 200 GDH10 y temperaturas máximas de hasta 30°C, y mínimas de 9 °C dando lugar a rangos de temperatura a lo largo del día convenientes tanto para la germinación del polen y el crecimiento del tubo polínico como para el vuelo de las abejas.

La alta humedad, y las lluvias durante el periodo de floración pueden dificultar la transferencia de polen, y en el caso de Blanquilla se detectaron lluvias mayores de 5 mm dos o tres días no consecutivos quedando la mayor parte del periodo de floración libre de lluvias. En el momento de floración de Conferencia las precipitaciones fueron prácticamente inexistentes.

4.3.5 CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE LA ÉPOCA DEL CRECIMIENTO INICIAL DE LOS FRUTOS

En la Figura 3.4 se han representado las épocas de crecimiento del fruto en Conferencia y en Blanquilla, y los valores de GDH10 diarios durante ese periodo.

FIGURA 3.4. Valores diarios de integral térmica (GDH10) durante el desarrollo del fruto



El periodo de crecimiento del fruto de ambas variedades coincidió durante gran parte del proceso. Las primeras parcelas de Blanquilla alcanzaron el estado I el 4 de abril, y dos días después aparecieron las primeras de Conferencia. La acumulación de GDH10 tuvo un pico de aumento en la fase entre I y los 12 mm, alcanzándose temperaturas de hasta 35°C en la estación más cálida, y algunas GDH de hasta 380. El resto del periodo se caracterizó por un clima cálido y estable, con temperaturas que no bajaron por debajo de los 3°C de mínima de los 12°C de media diaria en la estación más fría. Durante el día las temperaturas se mantuvieron casi siempre por encima de los 15°C en todas las estaciones, evitando así las caídas excesivas de frutos cuajados por frío.

4.3.6 CUAJADO DE LAS PARCELAS

En la Tabla 3.4 se observa el tipo de cuajado definitivo que se obtuvo al final del estudio, en relación al cuajado inicial estimado.

Tabla 3.4. Porcentaje de parcelas de cada zona con calificación de cuajado suficiente, justo o malo.

	BLANQUILLA			CONFERENCIA		
	SUFICIENTE (%)	JUSTA (%)	MALA (%)	SUFICIENTE (%)	JUSTA (%)	MALA (%)
Lleida	100	0	0	100	0	0
Litera	80	0	20	100	0	0
Valdejalón	33	33	33	44	33	22
Ribera Baja	0	0	100	20	40	40
Ribera Alta	0	0	100	25	25	50
TOTAL (%)	69	6	25	63	19	19

El cuajado de las parcelas tanto de Blanquilla, como de Conferencia fue suficiente o justo en la mayoría de las zonas. En total en 5 parcelas de 'Blanquilla' y en 11 de 'Conferencia' el cuajado fue 'justo' o 'insuficiente'. Todas estas parcelas se caracterizaron por tener una carga de flores muy bajas y, además, o no tenían polinizadores, o tenían muy pocos. Como se ve en el Tabla, la mayoría de las parcelas con mal comportamiento estaban en la Ribera, en donde ya se ha dicho que las condiciones ambientales durante abril fueron poco favorables. Este resultado muestra que las malas condiciones ambientales afectan más a las parcelas con poca floración, ya que esta suele ser además de mala calidad.

4.4 MELOCOTÓN

4.4.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS

Como el número de variedades de melocotón que se cultiva es muy elevado, el análisis variedad por variedad es mucho más dificultoso que en otras especies, pero puede realizarse adecuadamente si las distintas variedades de melocotón distribuidas por las zonas de estudio se agrupan según su época de floración (Temprana, Media y Tardía).

En la Tabla 4.1 se observan un resumen de las características más importantes de las parcelas estudiadas

TABLA 4.1. RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS

	D.P. (m ²)			SECCIÓN (cm ²)			VIGOR PARCELA (cm ² /m ² S)			CARGA (nºRM/árbol)		
	MÍN.	MEDIA	MÁX.	MÍN.	MEDIA	MÁX.	MÍN.	MEDIA	MÁX.	MÍN.	MEDIA	MÁX.
Temprana	7,5	13,1	17,5	79,1	92,2	175,7	6,1	13,7	18,4	75	192	308
Media	12,5	16,0	22,0	57,7	208,7	405,5	3,8	12,6	19,4	97	190	419
Tardía	9,2	12,9	13,8	70,9	115,6	173,1	5,2	9,0	12,6	94	149	219

La densidad de plantación en las parcelas de floración media es mayor, que las de temprana y tardía, las cuales tienen un valor bastante similar entre ambas. Sigue siendo también el grupo con mayor sección de tronco, alcanzando una media de 208 cm², el doble que los otros dos grupos. Los valores medios de vigor de las variedades de floración temprana y media son parecidos entre sí. Las parcelas de variedades tardías son las que tienen menor vigor y menor carga inicial.

4.4.2 FECHA DE ALCANCE DE LOS ESTADOS DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES

En la tabla 4.2 se ha resumido el calendario de fechas de alcance de los diferentes estados, sin distinguir por zonas, como en los casos anteriores, simplemente señalando la media de todas ellas y destacando los casos extremos.

Tabla 4.2. Fechas de alcance de los estadios a partir de C hasta que el fruto tiene 20 mm de diámetro

	EF	TEMPRANA				MEDIA				TARDIA			
		Temprana	Media	Tardía	DIF	Temprana	Media	Tardía	DIF	Temprana	Media	Tardía	DIF
Floración	C	14-2	21-2	28-2	14	20-2	24-2	3-3	11	21-2	5-3	11-3	18
	D	26-2	1-3	9-3	11	28-2	7-3	16-3	16	1-3	10-3	17-3	16
	D2	1-3	6-3	13-3	12	2-3	12-3	19-3	17	11-3	15-3	19-3	8
	E	8-3	12-3	16-3	8	13-3	16-3	21-3	8	16-3	18-3	21-3	5
	F	9-3	14-3	21-3	12	14-3	17-3	22-3	8	18-3	20-3	24-3	6
Cuajado	G	15-3	21-3	31-3	16	21-3	24-3	30-3	9	22-3	26-3	1-4	10
	H	27-3	2-4	8-4	12	29-3	3-4	8-4	10	2-4	8-4	11-4	9
	I	2-4	7-4	11-4	9	5-4	9-4	14-4	9	10-4	17-4	22-4	12
	12 mm	8-4	13-4	17-4	9	12-4	17-4	20-4	8	16-4	22-4	29-4	13
	20 mm	13-4	22-4	29-4	16	21-4	27-4	2-5	11	25-4	2-5	9-5	14

Las variedades de floración temprana alcanzaron el estado C de media el 21 de febrero, 3 días antes que las variedades de floración media y 12 días antes que las tardías. La parcela que antes alcanzó ese estado fue una parcela situada en Lleida de Big Top, el 14 de febrero, y la última fue, el 11 de marzo, una parcela de la variedad Miraflores, perteneciente al grupo de las tardías y situada en Pamplona. La fecha media en la que se alcanzó la floración fue el 14 de marzo las de floración temprana, siendo así el melocotón la especie que antes floreció de todas las analizadas de hueso y pepita. A los 3 días florecieron las variedades de floración media, y a los 7 días las de floración tardía. El aumento del tamaño del fruto también se fue alcanzando de forma lineal, con las variedades medias adelantadas cinco días respecto a las medias, y diez días respecto a las variedades tardías.

La única zona común en la cual encontramos los tres tipos de melocotón es la zona de Lleida. La fecha en la que se llegó al estado C fue el 16-02 en las de floración temprana, 7 días antes que en las de media. Al contrario que el resto de zonas, en Lleida las variedades de floración tardía llegaron a adelantarse en la brotación 2 días respecto a las variedades medias, y 1 día en el estado D. Para el resto de fases se siguió el orden normal, pero con fechas más parecidas que las del resto de zonas.

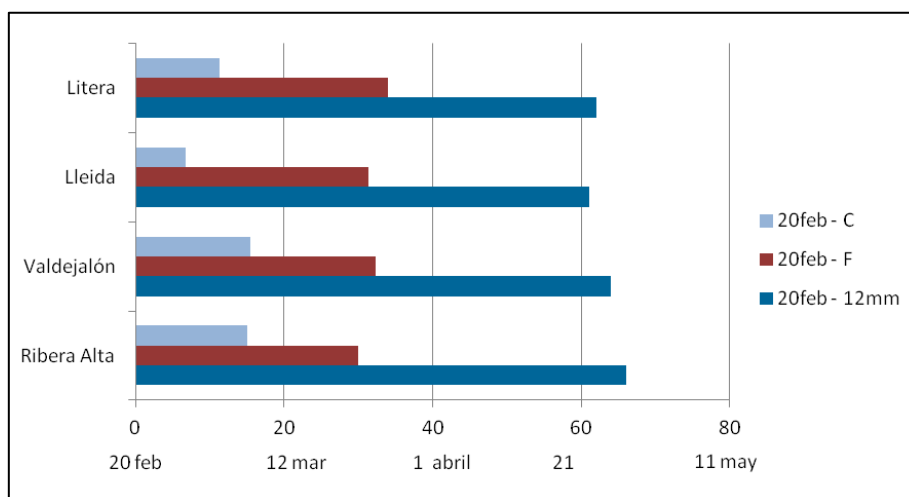
En la tabla 4.3 se resumen las diferencias de días que hay entre las fechas de alcance de las variedades de floración media y tardía y las fechas de alcance de variedades de floración temprana. En ella se ve claramente que estas alcanzan los estados varios días antes que las otras a lo largo de todo el desarrollo de las yemas. La mayor diferencia de todas es de 11 días y se produce al principio y al final entre las variedades de floración temprana y las de floración tardía. En los procesos cercanos a la floración las diferencias se reducen.

Tabla 4.3. Fecha media de cada estado fenológico en variedades tempranas y diferencias relativas con medias y tardías

	ESTADOS FENOLÓGICOS									
	C	D	D2	E	F	G	H	I	12	20
Temprana	21-2	1-3	6-3	12-3	14-3	21-3	2-4	7-4	13-4	22-4
Media	3	6	6	3	3	3	1	2	4	5
Tardía	11	9	9	5	6	5	6	9	9	11

En la siguiente figura (4.1) ya se puede ver en qué zonas las parcelas de variedades tempranas alcanzaron antes o después los principales estados fenológicos.

FIGURA 4.1. Tiempo necesario para alcanzar los principales estados fenológicos en variedades de floración temprana según la región

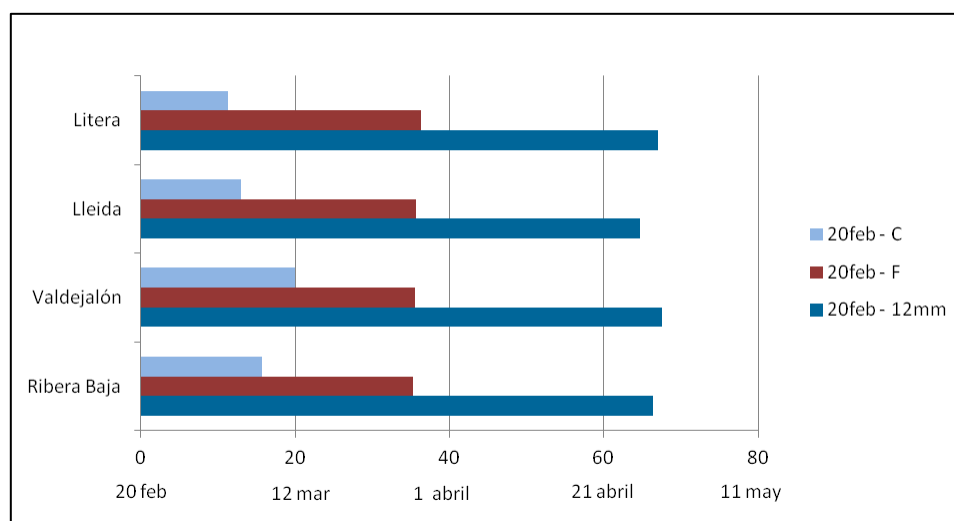


En la primera fase tras el reposo invernal las parcelas mostraron un comportamiento que concuerda con lo cálida que son las zonas apareciendo las yemas más avanzadas en la más cálida de todas las visitadas en el Valle del Ebro, Lleida, continuando por Litera, y finalmente a zonas más frías, Valdejalón y Ribera Alta.

Sin embargo se observa que las parcelas de Ribera Alta brotan al mismo tiempo que Valdejalón y florecen antes que el resto cuando tienden a retrasarse en esa zona. Hay que tener en cuenta que las variedades de cada zona, no son las mismas y Big top, que es la única variedad que hay en Ribera Alta, tiende a adelantarse al resto. El crecimiento del fruto en Lleida se adelantó un día a las parcelas de Litera, y de 2 a 4 días al resto de zonas, pero sin llegar a haber grandes diferencias entre todas ellas.

En cuanto a la evolución de las parcelas de floración media en las diferentes zonas aparece resumida en la siguiente figura.

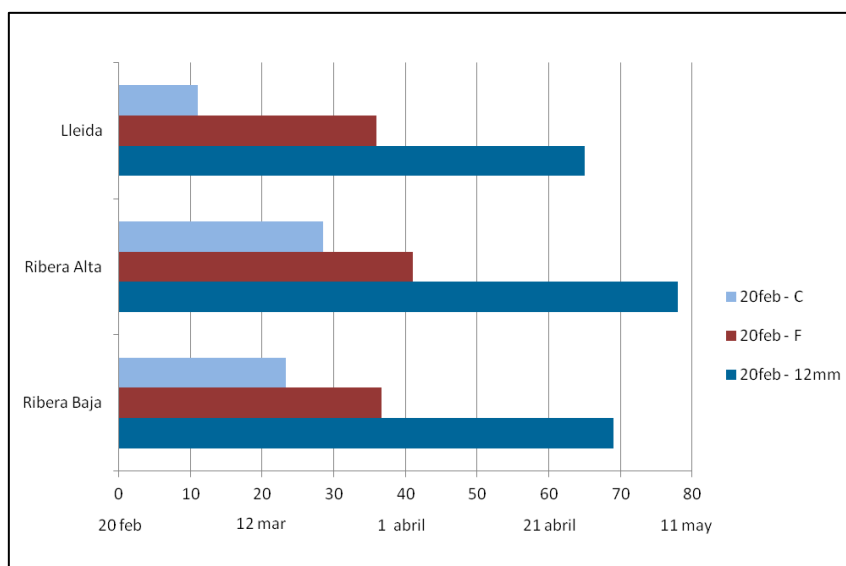
FIGURA 4.2. Tiempo necesario para alcanzar los principales estados fenológicos en variedades de floración media según la región



En Litera aparecieron las primeras parcelas de melocotonero con yemas brotadas, 2 días antes que en Lleida, y la más adelantada es concretamente de la variedad Campiel. Le siguieron Ribera Baja y Valdejalón en ese orden. La floración media de las parcelas se produjo de forma simultánea en todas las zonas, aunque dentro de este grupo hubo 8 días de diferencia entre la parcela más adelantada y la más retrasada, por lo que aunque las medias coincidieron dentro de cada zona hubo alguna diferencia.

En la siguiente figura (fig. 4.3) se ve como las diferencias en las zonas de las variedades tardías son más acusadas que en los dos tipos anteriores.

FIGURA 4.3. Tiempo necesario para alcanzar los principales estados fenológicos en variedades de floración tardía según la región



Por lo general se ve que las fechas son posteriores a las fechas de variedades tempranas y medias, se observa que las parcelas evolucionaron proporcionalmente de las zonas más cálidas a las más frías. Por ejemplo la brotación, floración y crecimiento del fruto en Lleida se adelantaron a Ribera Baja y a Ribera Alta, siendo esta última la zona más fría. El grupo de tardías es dentro de los tres tipos de melocotón, y por tratarse de variedades diferentes, el que más días de diferencia muestra de una zona a otra.

4.4.3 GDH ACUMULADOS PARA EL ALCANCE DE LOS DIFERENTES ESTADOS FENOLÓGICOS DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES

La cantidad de grados día necesarios para cambiar de fases depende principalmente de las características que imprime la variedad. En este caso, las variedades tempranas tenderán a necesitar menor cantidad de calor que el resto de variedades, lo que les hace evolucionar antes que las demás.

La tabla 4.4 muestra un resumen de las cantidades medias requeridas para el paso de un estado al siguiente y el coeficiente de variación de cada fase.

Tabla 4.4 GDH 4,5 acumulados en maelocotón para su evolución y el coeficiente de variación

		TEMPRANA		MEDIA		TARDÍA	
		GDH	VAR	GDH	VAR	GDH	VAR
Floración	15en - C	1661	42	2083	35	2502	21
	C - D	826	47	1082	42	594	47
	D - D2	376	39	530	52	529	36
	D2 - E	689	52	514	63	397	55
	E - F	243	84	234	50	236	37
	F - G	945	47	966	56	848	39
Cuajado	G - H	2395	37	2125	22	2959	20
	H - I	1539	21	1758	28	2046	17
	I - 12mm	1525	48	1908	26	1255	29
	12mm-20 mm	2073	22	2354	19	2661	16
	C-F	2134	30	2361	28	1756	30
	F-20 mm	8439	6	9111	7	9768	10

El cambio de estado desde fin del reposo invernal hasta el hinchamiento de yemas es uno de los que más calor y más días requiere. Este año, las parcelas requirieron por término medio 1661 GDH, alrededor de 400 menos que las variedades de floración media, y casi 1000 menos que las tardías.

Otro de los cambios fenológicos que mayor cantidad de grados diarios requirió fue el paso de la caída de pétalos hasta el cuajado del fruto (G-H). En este caso las variedades de floración temprana requirieron más cantidad de calor (2395) que las variedades de floración media (2125), pero menos que las tardías (2959). El crecimiento de fruto requiere las mayores necesidades caloríficas, a la vez que también tiene una duración en el tiempo mucho mayor que otros procesos.

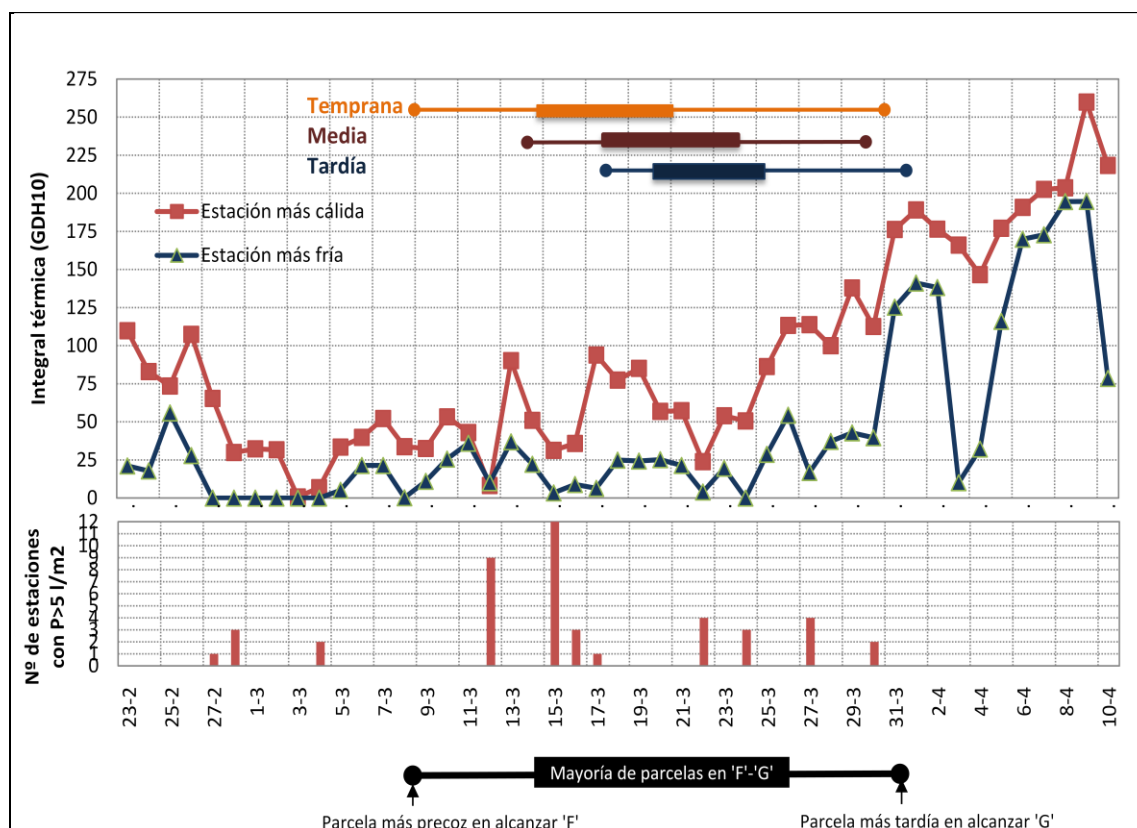
Aunque el promedio de la cantidad de grados diarios empleados por las tempranas para pasar del estado C hasta la floración supera a las variedades tardías, la cantidad total de necesaria desde el hinchamiento de las yemas hasta alcanzar 20 mm de diámetro de fruto fue menor que para variedades medias y tardías ($10573 < 11472 < 11524$).

El hecho de que no haya una linealidad en el requerimiento de calor se debe a que hay otros factores externos e internos de la planta que influyen además de los caracteres genéticos comunes de la propia variedad. Además aquí influye el hecho de que a pesar de que estén agrupadas en variedades tempranas, se trata de variedades diferentes. A pesar de ello destaca la gran desviación que se produce en variedades tempranas al pasar de E a F, resulta esperable dado la corta duración de este periodo en campo (incluso unas pocas horas) lo que hace que la frecuencia de visitas (dos por semana en esa época) resulte insuficiente.

4.4.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE LA ÉPOCA DE FLORACIÓN

En la Figura 4.4 se representa gráficamente la integral térmica diaria con base 10°C (GDH10) durante el periodo de floración de las variedades en las 2 estaciones que marcaron los valores extremos de temperatura en la mayor parte de los días. Además se muestra el número de estaciones meteorológicas en las que se produjeron precipitaciones.

FIGURA 4.4. Valores diarios de integral térmica (GDH10) y número de estaciones meteorológicas en los que la precipitación fue superior a los 5 mm/día durante el periodo de floración



El proceso de floración comenzó el 8 de marzo con la antesis de las primeras flores de melocotón de variedades de floración temprana y finalizó el 1 de abril con la caída de pétalos de las últimas flores de variedades de floración tardía. Las parcelas de variedades de floración media vieron sus primeras flores abiertas el 14 de marzo, momento en el cual en la mayoría de parcelas de variedades de floración temprana se encontraban en plena floración. El 18 de marzo, cuando comenzaron a estar abiertas la mayor parte de las flores del grupo de floración media, se inició la floración de las de floración tardía, y el 20 de marzo empieza el periodo de máxima floración. En los tres grupos el periodo de mayor proporción de flores abiertas dura entre 5 y 6 días, y llegan a coincidir durante un día los tres al mismo tiempo. Las flores de melocotón pueden polinizarse con el polen de la misma variedad, y en ocasiones hasta con el de la propia flor, por lo que la coincidencia de floración en el tiempo entre variedades no es tan determinante para el cuajado como en las especies autoestériles. Si es cierto que al coincidir y poder darse polinizaciones cruzadas la productividad podría incrementarse.

El grupo de floración temprana, que comenzó a florecer una semana antes que el resto, se expuso a las condiciones de frío más elevado, llegando a mínimas de 0°C en las zonas más frías al inicio del proceso, y alcanzando una acumulación diaria de GDH10 de 37 como máximo. Aunque en las zonas más cálidas los índices climáticos fueron más favorables, también se detectaron bajas temperaturas, incluso

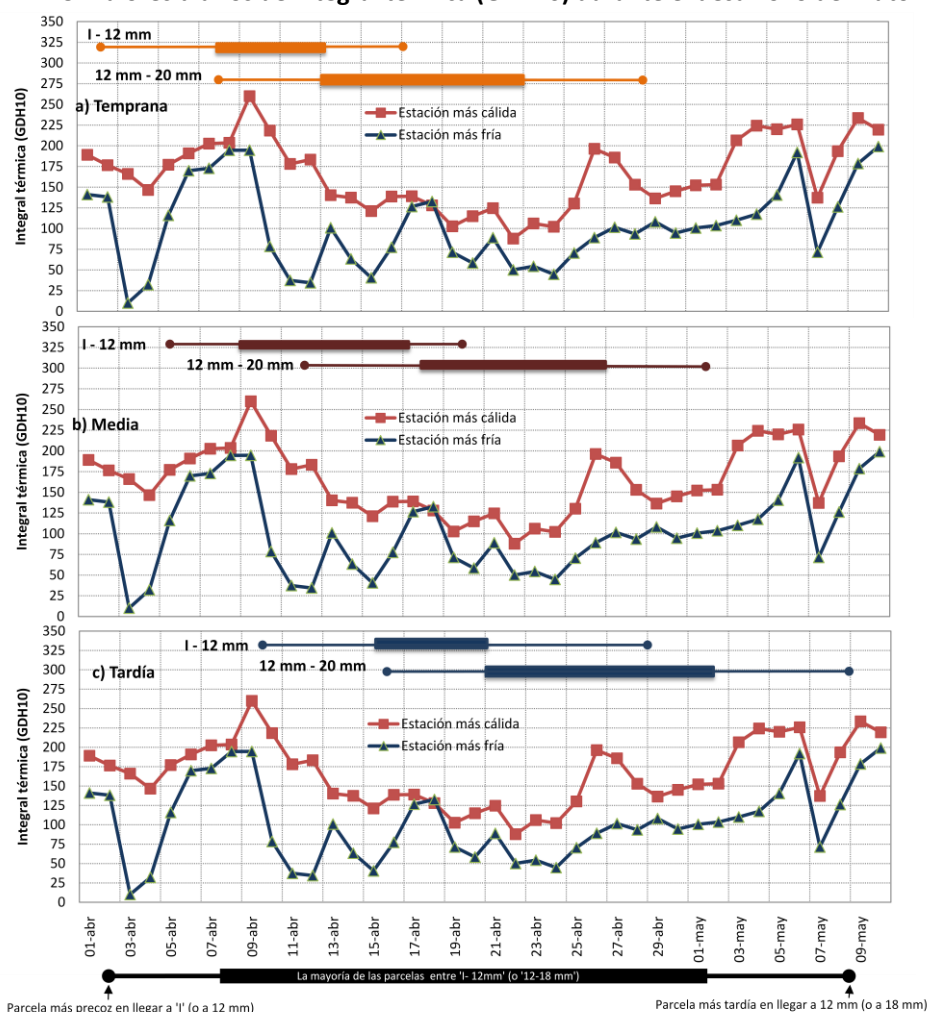
alguna mínima llegó a los -1°C , y se alcanzaron 18°C de máxima y una acumulación diaria de 90 GDH10. Cuando se inician las plenas floraciones, las condiciones térmicas transcurren de forma similar que al inicio, pero durante los tres días en los que coinciden las plenas floraciones aumentan las temperaturas en las estaciones más cálidas llegando a sumarse el día más cálido 93 GDH10 y 21°C de máxima. Al final de la floración en el grupo de variedades de floración tardía, que coincide con la del resto de grupos, las temperaturas se incrementan notablemente en todas las zonas del Valle, alcanzándose máximas en la estación de la zona más cálida de hasta 25°C . Por lo tanto fue al final cuando la actividad de las abejas y el desarrollo del tubo polínico encontraron las condiciones más idóneas para su efectividad.

La mayor concentración de lluvias tuvo lugar del 15 al 18 de marzo, pero sólo un día llovió de forma generalizada en todo el Valle, coincidiendo con el inicio de la plena floración de las precoces en la mayoría de las zonas. La mayor parte del periodo de fecundación estuvo libre de lluvias.

4.4.5 CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL CUAJADO Y LA ÉPOCA DEL CRECIMIENTO INICIAL DE LOS FRUTOS

En la Figura 4.5 se han representado las épocas de crecimiento del fruto las variedades de floración temprana, media, y tardía, y los valores de GDH10 diarios durante ese periodo.

FIGURA 4.5. Valores diarios de integral térmica (GDH10) durante el desarrollo del fruto



El crecimiento de los frutos comienza el 2 de abril, en las primeras parcelas de variedades de floración temprana, al mismo tiempo que se produce un fuerte descenso en las temperaturas, sobre todo en la estación más fría, y algo menos pronunciado en la estación más cálida. Tras esta bajada de temperaturas, se volvieron a recuperar temperaturas en torno a los 15°C de media diaria, 27°C de máxima en el ese periodo, y 225 GDH10 en las estaciones más cálidas. En las estaciones más frías las temperaturas no bajaron por debajo de los 3,3°C, las acumulaciones fueron mayores a 40 GDH10, la temperatura media diaria fue de 13°C, y se alcanzaron máximas de 28°C.

4.4.6 CUAJADO DE LAS PARCELAS

La reproducción del melocotonero no se basa exclusivamente en la polinización cruzada, sino que pueden autopolinizarse, esto significa que es una especie con tendencia a obtener un buen cuajado de frutos. En la tabla 4.5 se representa cual ha sido el porcentaje de parcelas con cuajado suficiente, justo o malo, según la zona y el grupo de variedad.

TABLA 4.5. Porcentaje de parcelas de cada zona con calificación de cuajado suficiente, justo o malo.

	TEMPRANA			MEDIA			TARDÍA		
	SUFICIENTE (%)	JUSTA (%)	MALA (%)	SUFICIENTE (%)	JUSTA (%)	MALA (%)	SUFICIENTE (%)	JUSTA (%)	MALA (%)
Lleida	0	66	33	100	0	0	100	0	0
Litera	33	66	0	100	0	0			
Valdejalón	100	0	0	100	0	0	100	0	0
Ribera Baja				100	0	0	100	0	0
Ribera Alta	100								
TOTAL (%)	50	40	10	100	0	0	100	0	0

En Lleida las parcelas de variedades medias y tardías, tuvieron un cuajado suficiente, sin embargo, el de las variedades de floración temprana no fue tan bueno. Las parcelas de estas variedades se caracterizaron por tener en sus ramos pocas flores, por lo que además, es muy probable que éstas fuesen de mala calidad, y por lo tanto el tiempo frío durante floración les ha llegado a afectar. En el resto de zonas el 100% de todas las variedades tuvieron un buen comportamiento en cuajado.

4.5 CEREZA

4.5.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS

En la Tabla 5.1 se resumen las características más importantes de las parcelas estudiadas de cereza cuyas variedades están agrupadas, al igual que en melocotón, según la época de floración (temprana, media y tardía).

TABLA 5.1. RESUMEN DE LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS

	D.P. (m ²)			SECCIÓN (cm ²)			VIGOR PARCELA (cm ² /m ² S)			CARGA (ry/cm ² SG)		
	MÍN.	MEDIA	MÁX.	MÍN.	MEDIA	MÁX.	MÍN.	MEDIA	MÁX.	MÍN.	MEDIA	MÁX.
Temprana	9,5	13,4	20,0	79,1	176,4	255,6	6,2	14,6	27,0	1,0	3,1	4,8
Media	8,0	12,2	20,0	36,1	187,3	396,3	1,8	15,9	27,5	0,8	3,3	5,7
Tardía	8,0	12,7	20,0	72,7	210,6	331,3	4,2	18,2	29,9	1,2	2,6	4,4

La densidad de plantación media es muy parecida en los tres grupos de variedades. La sección de tronco es muy similar en variedades de floración temprana y media (176 y 187 cm²), y mayores en variedades de floración tardía. Hay mucha disparidad en los valores de sección de tronco, habiendo una diferencia de hasta 360 cm² entre la de sección más pequeña y la mayor de las parcelas de floración media. Los mayores vigores son los de variedades de floración tardía y es el que cuenta con la menor carga inicial, 2,6 ramilletes de mayo/cm²SG, siendo 3,3 la carga de variedades de floración media. Las parcelas de variedades de floración media cubren un espectro más amplio de sección de tronco, vigor y carga inicial que en el resto de variedades, siendo el grupo con mayor variabilidad en estas características.

4.5.2 FECHA DE ALCANCE DE LOS ESTADOS LAS PRINCIPALES VARIEDADES

En la tabla 5.2 se ha resumido el calendario de fechas de alcance de los diferentes estados, sin distinguir por zonas, como en los casos anteriores, simplemente señalando la media de todas ellas y destacando los casos extremos.

TABLA 5.2. FECHAS DE ALCANCE DE LOS ESTADIOS A PARTIR DE C HASTA QUE EL FRUTO TIENE 20 MM DE DIAMETRO

EF		TEMPRANA				MEDIA				TARDIA			
		Más Temprana	Media	Más Tardía	días DIF	Más Temprana	Media	Más Tardía	DIF	Más Temprana	Media	Más Tardía	días DIF
		Floración	C	10-3	15-3	20-3	10	13-3	16-3	19-3	6	13-3	18-3
C3	15-3		19-3	24-3	9	17-3	20-3	25-3	8	17-3	21-3	28-3	11
D	18-3		22-3	30-3	12	17-3	21-3	28-3	11	18-3	24-3	2-4	15
E	20-3		25-3	2-4	13	23-3	27-3	2-4	10	22-3	27-3	3-4	12
F	22-3		27-3	3-4	12	27-3	29-3	4-4	8	26-3	30-3	5-4	10
G	28-3		2-4	8-4	11	1-4	3-4	7-4	6	2-4	5-4	10-4	8
Cuajado	H	2-4	5-4	10-4	8	3-4	6-4	10-4	7	6-4	9-4	15-4	9
	I	6-4	8-4	11-4	5	6-4	9-4	12-4	6	9-4	12-4	19-4	10
	J	9-4	12-4	17-4	8	10-4	12-4	18-4	8	11-4	15-4	23-4	12
	12 mm	15-4	20-4	26-4	11	16-4	20-4	27-4	11	19-4	23-4	30-4	11
	15 mm	21-4	27-4	5-5	14	22-4	28-4	7-5	15	24-4	30-4	8-5	14

Las variedades de floración temprana alcanzaron el estado C de media el 15 de marzo, un día antes que las variedades de floración media y cuatro días antes que las tardías. La parcela que antes alcanzó ese estado fue una parcela situada en Lleida el 10 de marzo, y la última fue el 25 de marzo en Ribera Alta, perteneciente al grupo de variedades de floración tardía. El estado E lo alcanzaron antes las parcelas de floración media que las de temprana. Pero la primera fecha media en la que se alcanzó la floración fue el 27 de marzo por parte de las parcelas de floración temprana, a los dos días florecieron

las variedades de floración media, y a los tres días los de floración tardía. El cuajado del fruto y su crecimiento fueron teniendo lugar en ese mismo orden, con uno o dos días de diferencia, hasta alcanzar los 15 mm de diámetro.

Las diferencias en número de días de alcance de los estados entre las parcelas de un mismo grupo de variedades fueron mayores en los primeros estados, y se redujeron a partir de la floración hasta la formación del fruto. Las mayores diferencias se encontraron durante el crecimiento del fruto, que es cuando las parcelas mostraron un comportamiento más arrítmico. El grupo que mostró menores diferencias es el grupo de variedades de floración media, que, a pesar de tener características de parcela más dispares, no cubren todo el espectro climático como los otros dos grupos de variedades..

En la tabla 5.3 se resumen las diferencias de días que hay entre las fechas de alcance de las variedades de floración media y tardía y las fechas de alcance de variedades de floración temprana.

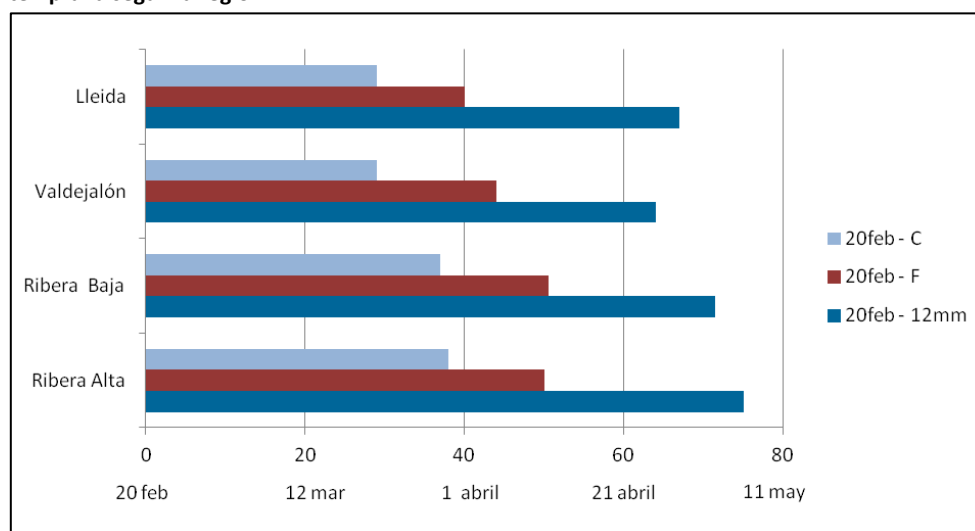
TABLA 5.3. Fecha media de cada estado fenológico en variedades de floración temprana y diferencias relativas con el resto de variedades

	ESTADOS FENOLÓGICOS										
	C	C3	D	E	F	G	H	I	J	12	15
Temprana	7-3	11-3	16-3	27-3	31-3	2-4	5-4	7-4	10-4	15-4	20-4
Media	1	1	-1	2	2	0	0	1	-1	0	1
Tardía	3	2	2	3	2	2	3	4	3	3	3

En casi todos los momentos el grupo de variedades de floración temprana alcanzan los estados de 1 a 4 días antes que las otras a lo largo del desarrollo de las yemas. Sin embargo en los estados D y J se llega a adelantar un día el grupo de variedades de floración media. La mayor diferencia que se produce entre las de floración temprana y las de floración tardía es de 4 días y tiene lugar en el momento de cuajado del fruto.

En la siguiente figura (5.1) ya se puede ver en qué zonas las parcelas de variedades tempranas alcanzaron antes o después los principales estados fenológicos.

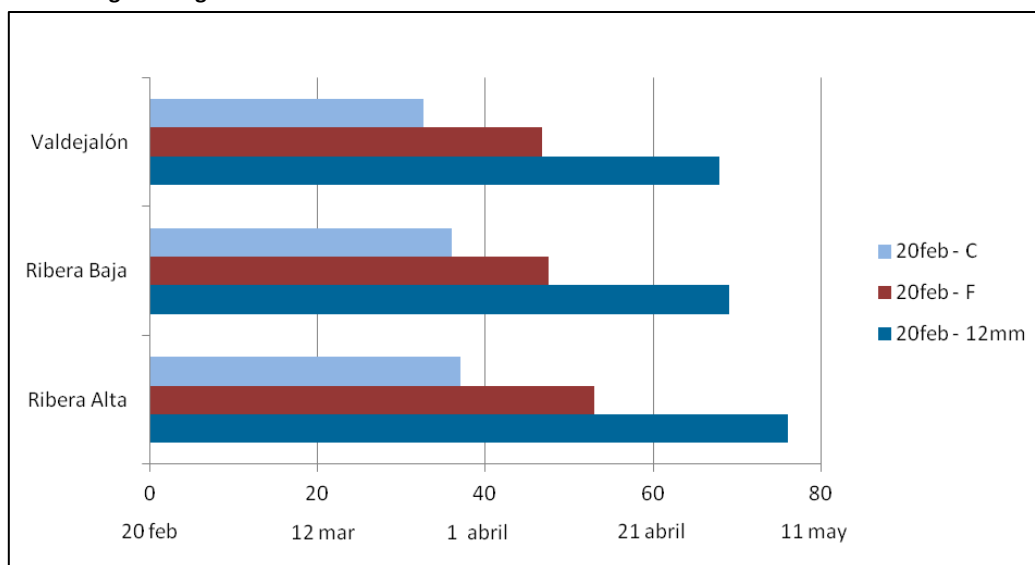
Figura 5.1. Tiempo necesario para alcanzar los principales estados fenológicos en variedades de floración temprana según la región



Las primeras yemas que alcanzaron la brotación fueron las de las parcelas de Lleida y Valdejalón, seguidas de las de Ribera Baja y Ribera Alta, cumpliéndose así el orden de sucesión de acontecimientos desde las zonas más cálidas hacia las más frías. Sin embargo, las parcelas de Valdejalón, adelantan su crecimiento del fruto al de las parcelas situadas en Lleida.

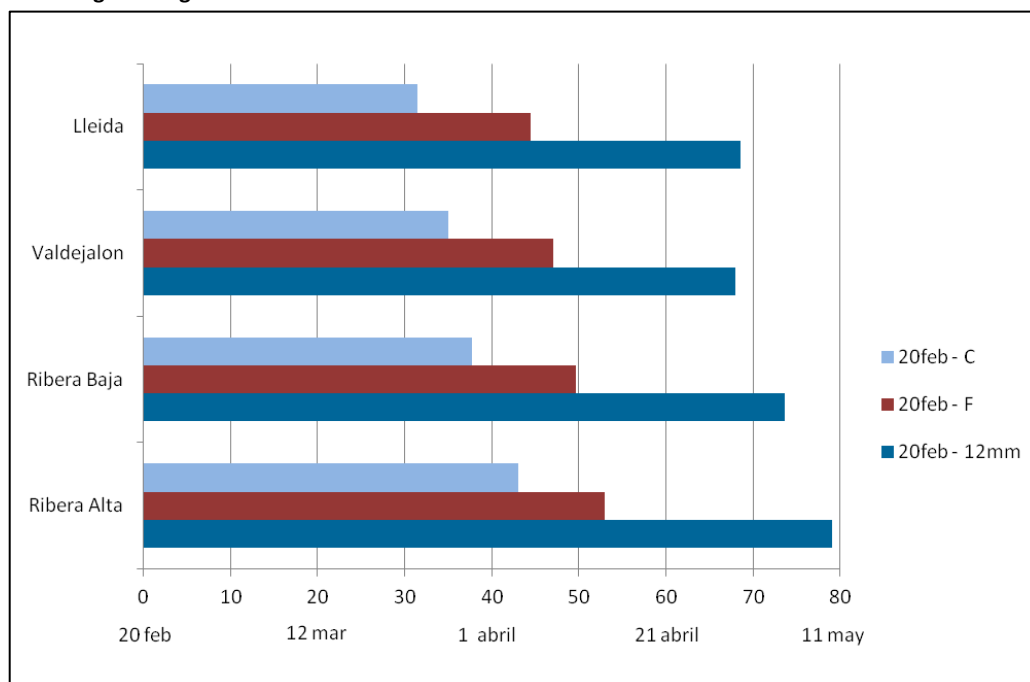
En cuanto a la evolución de las parcelas de floración media en las diferentes zonas aparece resumida en la siguiente figura.

Figura 5.2. Tiempo necesario para alcanzar los principales estados fenológicos en variedades de floración media según la región



En Valdejalón las parcelas alcanzaron los estados C, F y los 12 mm de tamaño antes que en el resto de zonas. Las diferencias son de unos pocos días de adelanto respecto a las fechas de alcance en Ribera Baja y Ribera Alta. El momento de la floración y del alcance d 12 mm de tamaño de fruto está más desfasado en Ribera Alta respecto a las parcelas de las otras dos zonas.

Figura 5.3. Tiempo necesario para alcanzar los principales estados fenológicos en variedades de floración tardía según la región



Las parcelas de floración tardía evolucionan cronológicamente comenzando todos los estados en las zonas más cálidas y terminando en las zonas más frías. Este orden se cumple sobretodo en desborre de yemas y en floración. El cuajado de frutos en Valdejalón y Lleida se produce casi de forma simultánea.

4.5.3 GDH ACUMULADOS PARA EL ALCANCE DE LOS DIFERENTES ESTADOS FENOLÓGICOS DE LAS PRINCIPALES VARIEDADES

La tabla 5.4 muestra un resumen de las cantidades medias requeridas para el paso de un estado al siguiente y el coeficiente de variación de cada fase

Tabla 5.4. GDH 4,5 acumulados en manzano para su evolución y el coeficiente de variación

		TEMPRANA		MEDIA		TARDÍA	
		GDH	VAR	GDH	VAR	GDH	VAR
Floración	15en - C	4233	8	4163	7	4035	14
	C - C3	563	34	530	31	522	31
	C3 - D	523	59	262	74	504	68
	D - E	415	53	709	40	428	30
	E - F	454	42	505	28	450	57
	F - G	1304	20	1087	28	1453	25
Cuajado	G - H	884	35	719	26	952	32
	H - I	760	66	884	48	912	21
	I - J	1076	21	925	24	975	10
	J - 12 mm	1823	12	1834	10	1687	32
	12 - 15 mm	1748	38	2171	24	1950	30
	C-F	1956	17	1949	23	1905	17
F-12 mm	5847	16	5448	8	5979	8	

El cambio de estado desde fin del reposo invernal hasta el hinchamiento de yemas es el estado que más calor requiere. En este año, las parcelas de variedades de floración temprana requirieron por término medio 4233 GDH, más cantidad que las variedades de floración media y las de floración tardía.

Otro de los cambios fenológicos que mayor cantidad de grados diarios requirió fue el paso de floración hasta la caída de pétalos (F-G). En este caso las variedades de floración tardía requirieron más cantidad de calor (1453 GDH) que las variedades de floración temprana (1304 GDH), y más que las de floración medias (2959 GDH). El crecimiento de fruto requiere también grandes acumulaciones de calor, y así tiene una duración en el tiempo mucho mayor que otros procesos.

El promedio de la cantidad de grados diarios empleados por todas las variedades para pasar desde el desborre de las yemas hasta la floración es muy parecido entre los tres grupos, y la cantidad total de necesaria desde F hasta que el fruto alcanza los 12 mm de diámetro fue menor para variedades medias y muy parecido entre variedades de floración temprana y tardía.

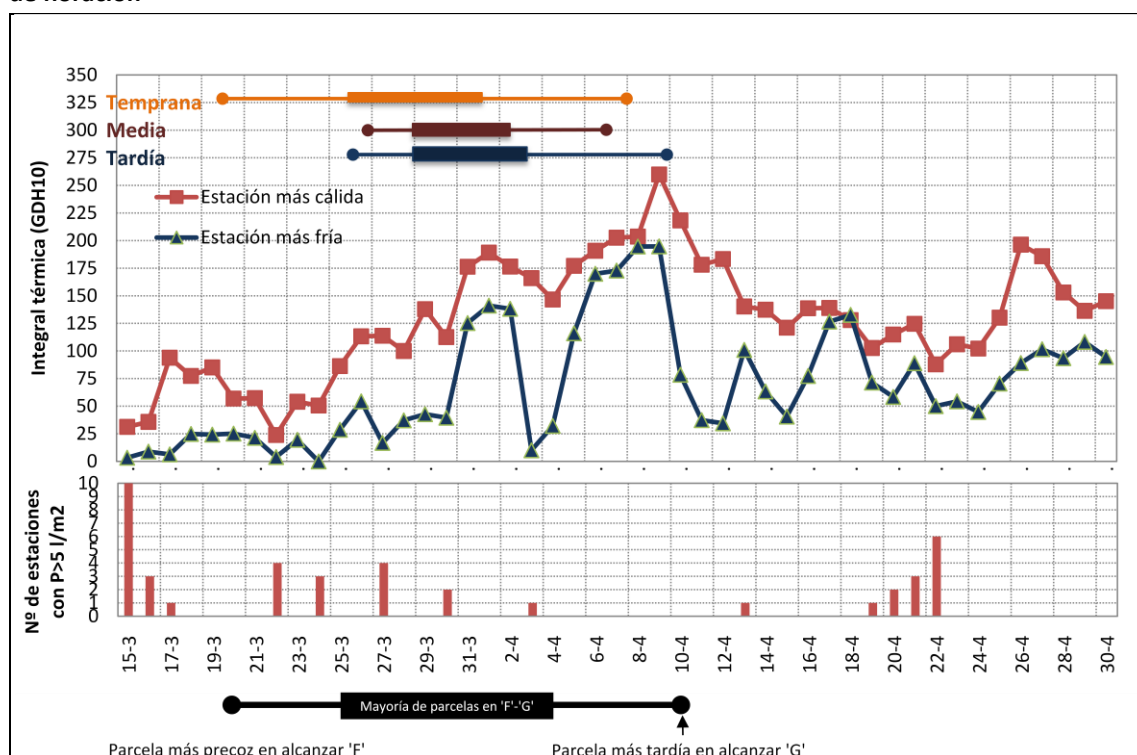
El hecho de que no haya una linealidad en el requerimiento de calor se debe a que hay otros factores externos e internos de la planta que influyen además de los caracteres genéticos de cada variedad. Además a pesar de que estén agrupadas en variedades de floración temprana media y tardía se está tratando con grupos de variedades diferentes. A pesar de ello destaca la gran desviación que se produce en todas las variedades al pasar de C3 a D, resulta esperable dado la corta duración de este periodo. Todos los coeficientes de variación calculados a partir de los GDH totales necesarios para pasar de C a F

y de F a 12 mm son más reducidos que en los pasos intermedios debido a que en la suma global, esas variaciones se van compensando a lo largo del proceso.

4.5.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE LA ÉPOCA DE FLORACIÓN

En la figura 5.4 se han representado los valores de la integral térmica (GDH10) que tuvieron lugar en la época de floración de todas las parcelas de cerezo estudiadas.

FIGURA 5.4. Valores diarios de integral térmica (GDH10), horas por encima de 15°C y número de estaciones meteorológicas en los que la precipitación fue superior a los 5 mm/día durante el periodo de floración



El proceso de floración comenzó el 20 de marzo con la antesis de las primeras flores de cerezo de variedades de floración temprana y finalizó el 10 de abril con la caída de las últimas flores de variedades de floración tardía. Las parcelas de floración media tuvieron las primeras flores abiertas el 27 de marzo, y un día antes lo hizo la primera parcela de floración tardía, coincidiendo con el momento en el que la mayoría de las parcelas de cerezo temprano tenían más del 50% de flores abiertas. La época de máxima floración de variedades de floración media y tardía coinciden casi en su totalidad, y con gran parte de la época de máxima floración de variedades de floración temprana, consiguiéndose así la situación idónea para que se llevase a cabo la polinización cruzada entre todas las variedades.

El grupo de floración temprana, que comenzó a florecer 6 días antes que el resto, se expuso a las condiciones de más frío, sobre todo en las zonas más frías, con temperaturas de 8°C de media diaria, y máximas de 13°C en la estación más fría y llegando varios días a no superarse los 10°C y por lo tanto con acumulación de 0 GDH10. Poco a poco las temperaturas fueron ascendiendo, y del 29 de marzo al 3 de abril, que la mayoría de variedades de los tres grupos estaban en plena floración, tuvieron lugar acumulaciones diarias de GDH10 de hasta 140 en la estación más fría, y de 190 en la estación más cálida, y una temperatura mínima de 5°C. Tras el periodo de máxima floración, hubo dos de días en los

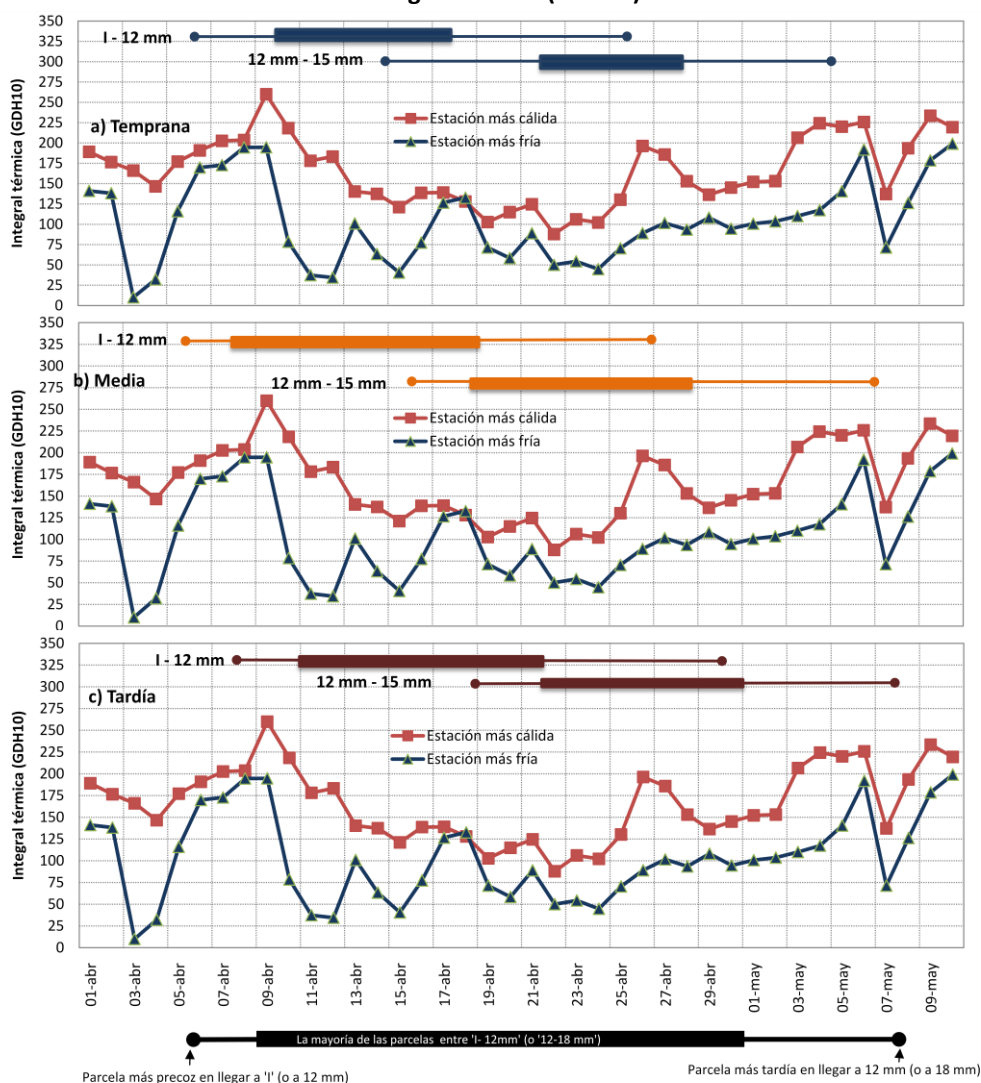
que descendieron bastante las temperaturas en la estación más fría, pero que se recuperaron, y llegaron a alcanzarse integrales térmicas diarias de hasta 260 GDH10. En definitiva, durante el periodo de floración del cerezo, salvo al inicio en variedades de floración temprana, se produjeron unas buenas condiciones térmicas para la polinización.

Durante el periodo de floración se produjeron lluvias en algunas de las zonas estudiadas, pero de forma alterna, y cuando las plantaciones no habían llegado a la plena floración, por lo que en conjunto las condiciones respecto a este parámetro también han sido favorables.

4.5.5 CONDICIONES CLIMÁTICAS DURANTE EL CUAJADO Y EL CRECIMIENTO INICIAL DE LOS FRUTOS

En la Figura 5.5 se han representado las épocas de crecimiento del fruto las variedades de floración temprana, media, y tardía, y los valores de GDH10 diarios durante ese periodo.

FIGURA 5.5. Valores diarios de integral térmica (GDH10) durante el desarrollo del fruto



Tras el cuajado del fruto, el crecimiento se adelanta en las parcelas de variedades de floración media, el 6 de abril, casi al mismo tiempo que en variedades de floración temprana, en el mismo momento en el que recién se ha producido un fuerte aumento de temperaturas en la estación más fría. Este pico de altas temperaturas se produjo entre el 6 y el 11 de abril y se alcanzó en todas las zonas del Valle. En esos días, dos más tarde que los otros dos grupos de variedades, las parcelas de variedades tardías habían iniciado su crecimiento. Tras este pico térmico, la integral térmica volvió a descender, pero durante todo el crecimiento de frutos hasta alcanzar los 15 mm las temperaturas se mantuvieron en torno a los 15°C de media diaria, 27°C de máxima en el ese periodo en las estaciones más cálidas. En estas últimas los valores de integral térmica diaria estuvieron entre los 114 y los 226 GDH10. En las estaciones más frías la temperatura media diaria fue de 13°C, y se alcanzaron máximas de 28°C, con valores de integral térmica entre 30 y 192 GDH. Por lo tanto, el crecimiento de frutos se desarrolló en un clima templado, sin excesivas acumulaciones de calor, y con pocos momentos de temperaturas frías que puedan haber puesto en peligro la continuación del fruto en el árbol.

4.5.6 CUAJADO DE LAS PARCELAS

En la tabla 5.5 se representa cual ha sido el porcentaje de parcelas con cuajado suficiente, justo o malo, según la zona y el grupo de variedad.

TABLA. 5.5. Porcentaje de parcelas de cada zona con calificación de cuajado suficiente, justo o malo.

	TEMPRANA			MEDIA			TARDÍA		
	SUFICIENTE (%)	JUSTA (%)	MALA (%)	SUFICIENTE (%)	JUSTA (%)	MALA (%)	SUFICIENTE (%)	JUSTA (%)	MALA (%)
Lleida	100	0	0				100	0	0
Valdejalón	100	0	0	83	17	0	100	0	0
Ribera Baja	50	50	0	50	50	0	66	0	33
Ribera Alta	100	0	0	100	0	0	0	100	0
TOTAL (%)	83	17	0	73	27	0	71	14	14

En general las parcelas de cerezo tuvieron un buen comportamiento en cuajado. Las parcelas de variedades de floración temprana, a pesar de haber estado expuestas durante la floración a temperaturas más bajas que el resto, sólo hubo una parcela con cuajado justo en Ribera Baja ya que tenía una baja carga inicial. Las parcelas de floración media tuvieron cuajado suficiente, salvo en dos parcelas de Ribera Baja que contaban con una proporción baja de frutos por ramillete. Tan sólo en una de las parcelas, situada en Ribera Baja, el cuajado fue malo, y podría deberse a que la cantidad de yemas de flor que llevaban los árboles era muy baja.

5. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que los resultados se refieren a un único año de estudio, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

En las condiciones del presente estudio, la fecha en la que una variedad de manzano, peral, cerezo o melocotonero alcanzaba un determinado estado fenológico ha resultado estar más influenciada por la integral térmica acumulada hasta ese momento que por la situación geográfica de la finca.

Dentro del Valle del Ebro pueden llegar a producirse diferencias muy importantes en la época de ocurrencia de los estados fenológicos, especialmente para el inicio del ciclo, de forma que según la especie, este puede empezar hasta 10-12 días antes en las zonas más cálidas. Para estados posteriores, las diferencias entre zonas pueden disminuir y por ejemplo la floración puede adelantarse hasta 4-5 días.

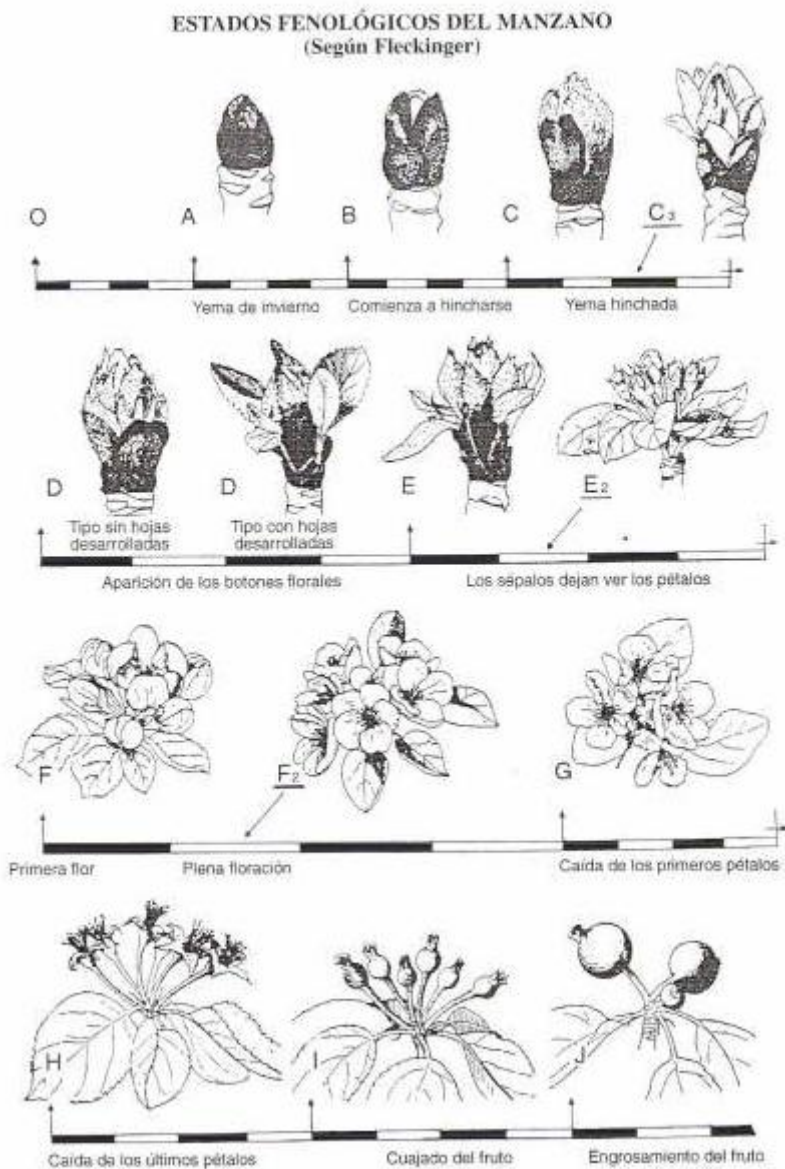
Los resultados de este trabajo pueden representar una ayuda muy importante para deducir el estado fenológico de una época anterior a la fecha de la visita de una determinada finca, o para estimar los riesgos productivos de carácter climatológico en una zona si se dispone de información climatológica suficiente.

6. BIBLIOGRAFÍA

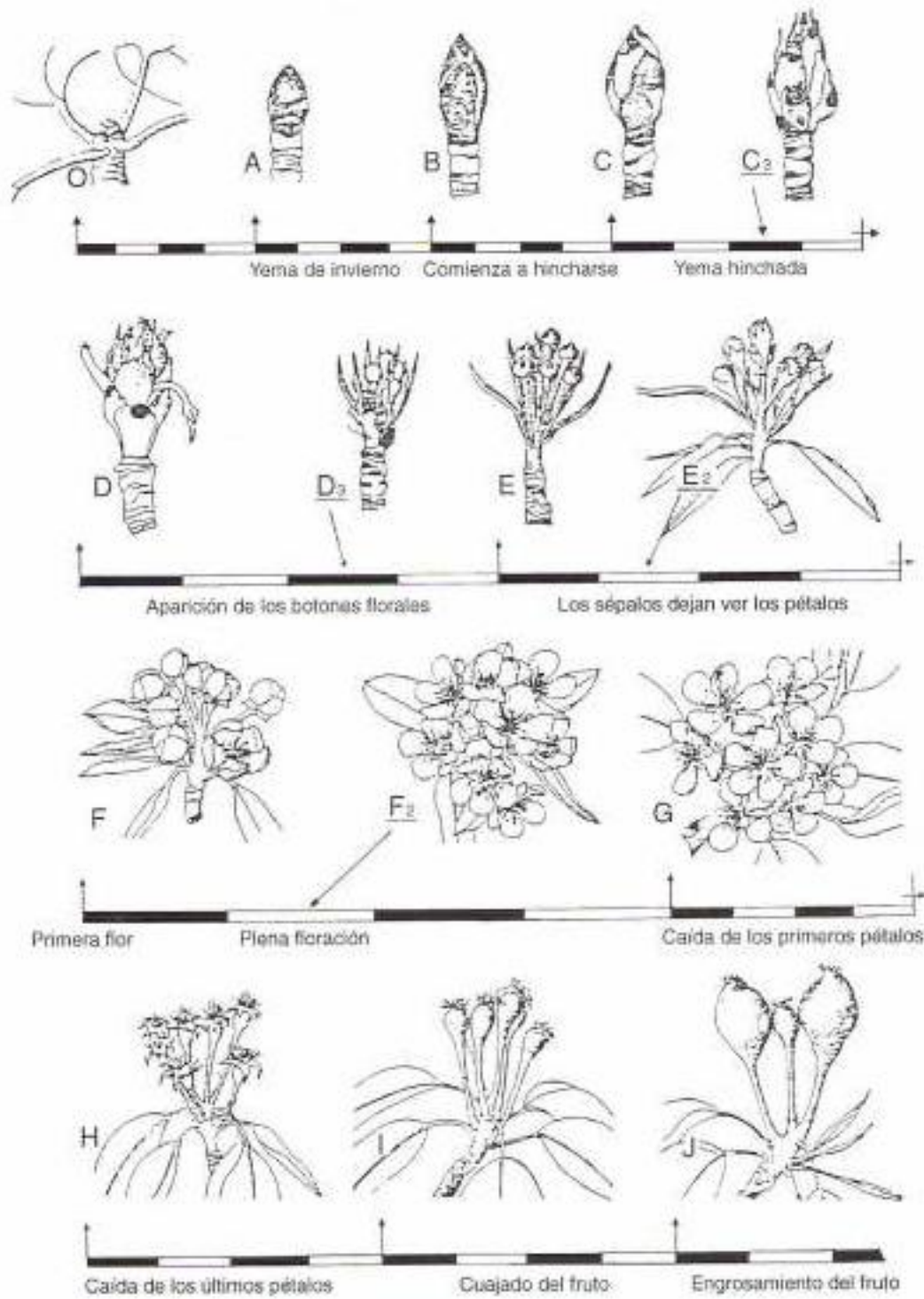
- Baldini, E. 1992. Arboricultura general. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid. 379 p.
- Calvo, J.L. y Pueyo, A. 2002. El Valle del Ebro: Territorio Encrucijada. 240 p.
- Castellví-Sent, F.; Elias Castillo. 2001. Agrometeorología. 517 p.
- Coletto, J.M. 1995. Crecimiento y desarrollo de las especies frutales. Agrogúías Mundi-Prensa. 168 p.
- Coutanceau, M.; 1970. Fruticultura. Técnica y economía de los cultivos de Rosáceas leñosas productoras de fruta.. 607 p.
- Espada Carbó, J.L. 2010. Informaciones técnicas. Num. 221. Necesidades de frío invernal de los frutales caducifolios. 8 p.
- Flores, P.C.; 2007. Requerimiento de frío en frutales. Modelos para predecir la ruptura de la dormición. Defoliación anticipada. Compuestos que ayudan a suplir la falta de frío. 18-56 p.
- Gary A. Couvillon and A. Erez. J. Amer Soc. Hort.. 1985. Influence of Prolonged Exposure to Chilling Temperatures on Bud Break and Heat Requirement for Bloom of Several Fruit Species. p 47-50.
- Gil-Albert Velarde, F. 1989. Tratado de arboricultura frutal. MAPA. Mundi-Prensa. 103 p
- Gil-Albert Velarde, F. 1995. Morfología y Fisiología del Árbol Frutal. Mundi-Prensa. 102 p
- Gil Olcina, A.; 2001. Geografía de España. Ariel Geografía. 675 p.
- Kramer, S.; Achuricht, R.; Firedrich, G. 1982. Fruticultura. 261p.
- Nyeki, J y Soltés, M. 1996. Floral biology of temperate zone fruit trees and small fruits. Akademiai Kiado. Budapest. 377p.
- Royo, B.; Miranda C.; Santesteban G.; Laquidain M. J. Dic. 2009. Revista de Fruticultura. Num 2. Estudio de la evolución fenológica y del cuajado de frutales de pepita del Valle del Ebro durante el año 2009. 13-24 p.
- Tabuenca, M. 1965. Influencia del clima en plantaciones frutales. 297p.
- Tersoglio, E. et al. ITEA (2006), Vol. 102. Requerimiento de frío invernal y de calor en variedades de cerezos. 251-259 p
- Villalpando, JF y Ruiz, A. 1993. Observaciones agrometeorológicas y su uso en la agricultura. 133 p.
- Base de datos de Comercio Exterior : <http://aduanas.camaras.org>
- Conferencia Hidrográfica del Valle del Ebro: <http://www.chebro>
- Instituto Nacional de Estadística: <http://www.ine.es>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT) : <http://www.faostat.org>
- Red de organizaciones en Defensa de la Cuenca del Ebro. <http://www.cuencaazul.com>

ANEJO 1

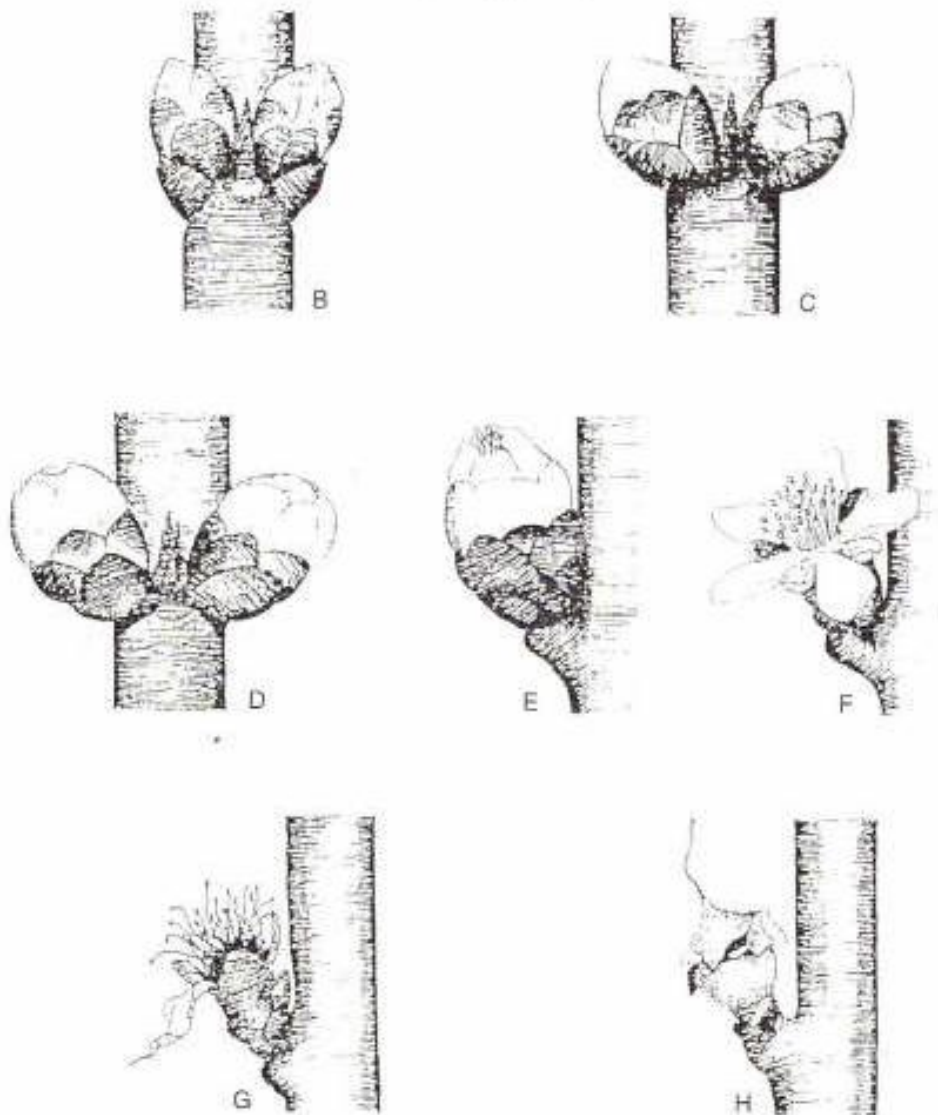
ESCALAS FLECKINGER Y BAGGIOLINI



ESTADOS FENOLÓGICOS DEL PERAL (Según Fleckinger)

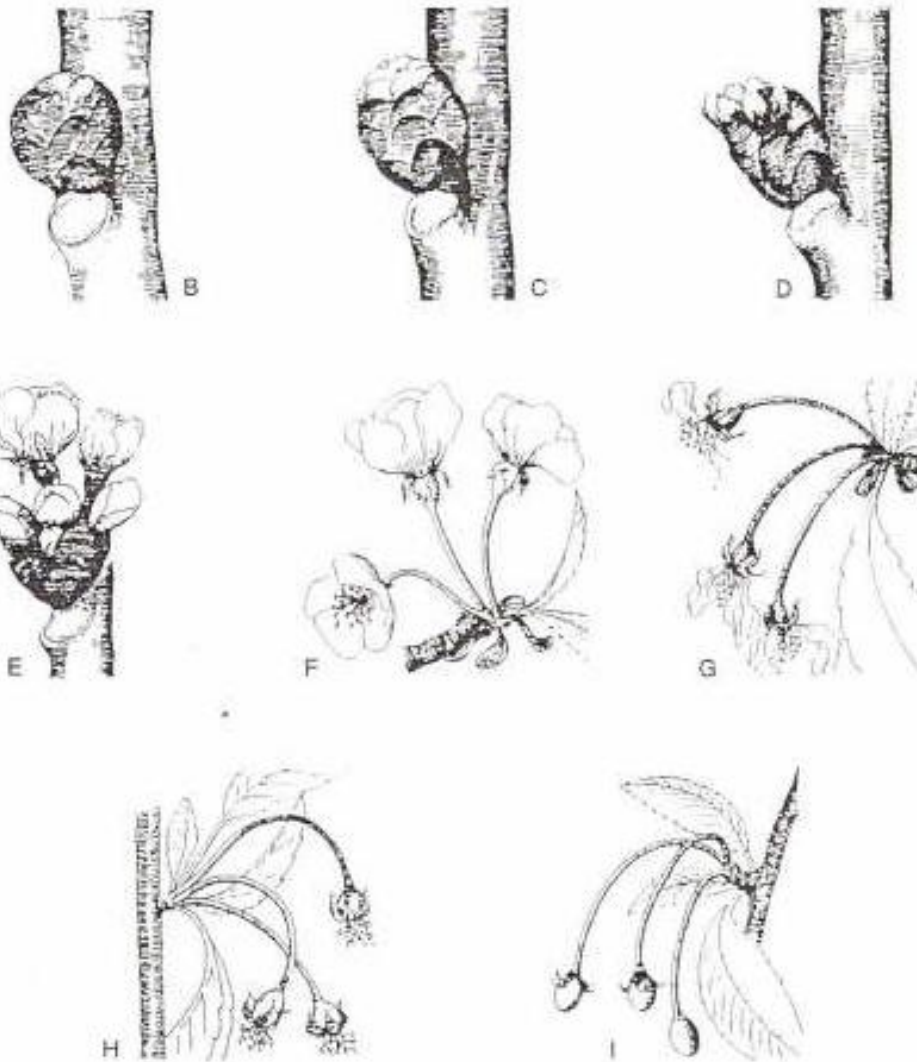


ESTADOS FENOLÓGICOS DEL MELOCOTONERO
(Según Baggiolini)



- B) La yema empieza a redondearse; las escamas se separan y aparecen blancuzcas en la base.
- C) La yema se hincha y se alarga, presentando el extremo blancuzco constituido por los sépalos.
- D) Los sépalos se abren y dejan ver la corola rosa en el ápice de la yema.
- E) El botón se abre parcialmente, apareciendo los estambres.
- F) Plena floración: pétalos totalmente abiertos.
- G) Los pétalos caen y los estambres se encogen, habiéndose verificado la fecundación.
- H) El ovario engrosa y aparece el fruto cuajado. Las partes desecadas del cáliz persisten arriba.

ESTADOS FENOLÓGICOS DEL CEREZO (Según Baggioini)



- B) La yema se redondea sensiblemente y su vértice toma color verdó claro.
- C) Las escamas del vértice se separan y dejan ver los botones verdes aún reunidos.
- D) Las yemas de flor se separan y quedan rodeadas en su base por las escamas de las yemas; es visible el ápice blanco de la corola.
- E) Los primeros botones se abren en parte y dejan aparecer los estambros.
- F) Se abren todas las flores: plena floración.
- G) Los pétalos se marchitan y empiezan a caer; los estambros se encogen.
- H) Han caído todos los pétalos y la base del cáliz empieza a engrosar: ha habido cuajado.
- I) Las piezas del cáliz desecado se separan y acaban por caer, dejando al pequeño fruto desnudo.
- J) El joven fruto engrosa rápidamente y toma pronto las características varietales.

TABLA 2. Características de las parcelas de peral

Variedad	Subzona	Localidad	Parcela	D.P. (m ² /arb)	Sección (cm ²)	Vigor parcela (cm ² /m ² S)	Carga (nº corimbos)				
							/arb	/cm ² T	/m ² S	nº Fr/Cbo	
Blanquilla	Ribera Baja	Tudela	PE01	9,2	248	26,9	68	0,3	7,3	3,5	
	Ribera Alta	Pamplona	PE02	12,5	84	6,7	311	3,7	24,9	0,94	
	Valdejalón	Epila	PE03	8,0	136	17,0	134	1,0	16,8	2,0	
			PE04	8,0	219	27,4	180	0,8	22,5	1,6	
			PE55	8,0	147	18,4	190	1,3	23,7	2,0	
	Lleida	Corbins	PE07	8,0	269	33,7	50	0,2	6,3	2,8	
			PE08	8,0	477	59,7	532	1,1	66,5	1,4	
			PE09	8,0	202	25,3	332	1,6	41,5	1,3	
			PE10	12,0	453	37,8	173	0,4	14,4	2,3	
			PE11	7,2	264	36,7	310	1,3	43,1	1,6	
			PE12	7,2	264	36,7	310	1,2	43,0	2,7	
	Llitera	Altorricon	PE13	6,8	206	30,3	70	0,3	10,4	1,94	
			PE14	3,2	181	57,5	50	0,3	15,9	1,40	
			PE57	6,0	48	8,0	399	8,4	66,5	2,00	
			PE15	3,2	75	23,8	38	0,5	12,1	1,43	
			PE19	8,0	281	35,1	1080	3,9	135,0	1,5	
	Conferencia	Ribera Baja	Alfaro	PE20	6,8	64	9,4	207	3,2	30,4	4,1
				PE21	6,8	104	15,3	310	3,0	45,6	3,4
				PE22	9,2	112	12,1	203	1,8	22,1	2,8
PE23				9,2	69	7,5	96	1,4	10,4	2,7	
PE24				9,2	68	7,4	8	0,1	0,9	3,9	
Ribera Alta		Entrena	PE25	7,0	75	10,7	259	3,5	36,9	3,5	
			PE26	7,0	181	25,9	135	0,8	19,2	4,7	
			PE27	5,2	61	11,7	26	0,4	5,0	3,7	
Valdejalón		Epila	PE28	8,0	121	15,1	10	0,1	1,3	2,3	
			PE29	8,0	115	14,4	131	0,9	13,1	2,2	
			PE51	6,9	88	12,8	119	1,4	17,3	2,9	
			PE52	11,3	99	8,8	44	0,4	3,9	2,6	
			PE30	6,0	143	23,9	125	0,9	20,9	5,0	
			PE31	6,0	162	27,0	215	1,3	35,9	3,4	
			PE32	6,0	290	48,3	109	0,4	18,2	4,5	
Lleida		Lumpiaque	PE53	6,4	86	13,4	218	2,5	34,0	3,5	
			PE54	6,0	74	12,3	142	1,9	23,7	4,2	
		Corbins	PE33	7,2	162	22,5	568	3,6	78,9	1,4	
			PE34	6,8	159	23,4	164	1,0	24,2	2,1	
			PE35	5,7	48	8,4	100	2,1	17,6	1,9	
			PE36	2,6	110	43,0	94	0,9	36,8	1,5	
			PE37	2,6	44	17,3	21	0,6	8,0	1,3	
	PE38		6,0	140	23,6	64	0,5	10,8	1,3		
	PE39		6,0	80	13,3	508	6,4	84,6	1,7		
	PE40		6,0	75	12,6	514	7,0	85,7	1,4		
Osso de Cinca	PE41	8,0	293	36,7	245	0,8	30,6	1,7			
Gimenells	PE42	6,0	135	22,5	276	2,1	46,0	1,6			

		Gimenells	PE43	6,0	117	19,6	278	2,4	46,4	1,6
		Gimenells	PE44	6,0	129	21,5	288	2,2	48,1	1,3
	Litera	Binaced	PE55	8,0	59	7,3	244	4,2	30,5	1,5
		Binaced	PE56	8,0	129	16,1	483	3,8	60,4	1,1
Ercolini	Lleida	Gimenells	PE45	8,0	250	31,2	126	0,5	15,8	1,81
Williams	Ribera Alta	Pamplona	PE47	5,2	45	8,6	74	1,7	14,2	1,2
	Lleida	Mollerusa	PE48	6,8	86	12,7	295	3,6	43,4	1,10
		Gimenells	PE49	5,6	79	14,1	258	3,4	46,0	1,02

TABLA 3. Características de las parcelas de melocotón

Época	Flor	Subzona	Localidad	Variedad	Parcela	D.P. (m ² /arb)	Sección (cm ²)	Vigor parcela (cm ² /m ² S)	Carga de poda			
									nº RM/arb	longitud (m)	CPT	nº fr/ramo
Temprana		Ribera Alta	Pamplona	Big Top	ME01	18	144	8	183	0,38	0,48	5,7
		Valdejalón	La Almunia	Big Top	ME02	13	239	18	247	0,33	0,35	6,0
			Epila	Red Delight	ME03	13	216	17	205	0,27	0,26	6,0
				Red Lady	ME04	13	225	18	124	0,31	0,17	4,0
		Lleida	Corbins	Big Top	ME05	15	280	18	308	0,40	0,45	7,4
			Bell-lloc	Big Top	ME34	14	186	14	192	0,36	0,37	4,0
			Seros	CrimsonLady	ME08	15	153	10	142	0,44	0,42	2,5
		Litera	Osso de Cinca	Big Top	ME09	9	128	14	75	0,52	0,30	9,1
			Altorricón	Big Top	ME10	8	94	13	250	0,29	0,78	6,6
				Big Top	ME11	15	92	6	196	0,30	0,63	7,3
	Media		Ribera Baja	Tudela	Baby Gold 6	ME12	22	406	18	162	0,31	0,12
				O'Henry	ME13	22	275	12	132	0,32	0,17	9,0
				Baby Gold 5	ME35	22	388	18	192	0,27	0,13	8,0
		Valdejalón	Epila	O'Henry	ME15	13	172	14	114	0,23	0,15	6,0
				Venus	ME17	13	195	16	163	0,31	0,27	9,0
		Lleida	Seros	O'Henry	ME20	15	190	13	147	0,40	0,30	9,9
			Gimenells	O'Henry	ME36	15	103	7	195	0,40	0,77	5,0
			Bell-lloc	Fairlane	ME33	13	59	5	97	0,36	0,63	7,6
		Litera	Altorricón	Rome Star	ME21	15	58	4	114	0,32	0,63	10,6
			Binaced	Campiel	ME31	13	160	13	356	0,28	0,63	3,6
Tardía			Campiel	ME32	15	291	19	419	0,30	0,45	2,2	
		Ribera Baja	Alfaro	Andross	ME22	14	134	10	147	0,31	0,34	10,0
				Andross	ME23	14	138	10	155	0,31	0,35	8,0
			Calahorra	Andross	ME24	14	173	13	181	0,30	0,32	8,0
		Ribera Alta	Pamplona	Calanda	ME25	14	71	5	94	0,44	0,58	3,9
				Miraflores	ME26	14	79	6	101	0,37	0,48	7,5
		Lleida	Corbins	Tardibelle	ME29	9	99	11	219	0,36	0,81	9,0

TABLA 3. Características de las parcelas de cereza

Epoca Flor	Subzona	Variedad	Localidad	Parcela	D.P. (m ²)	Sección (cm ²)	Vigor parcela (cm ² /m ² S)	Nº Guías/árb	Carga de poda		
									ry/guía	ry/cm ² SG	
TEMPRANA	Ribera Baja	Lapins	Calahorra	CE01	11	79	7,3	3	98	2,7	
			Alfaro	CE02	9	256	27,0	3	105	1,0	
	Ribera Alta		Pamplona	CE03	20	123	6,2	4	152	3,3	
	Valdejalón	Lapins	Epila	CE04	10	211	21,1	4	202	3,1	
	Lleida	Lapins	Seros	CE05	15	193	12,9	4	300	4,8	
		Newstar	Seros	CE06	15	197	13,1	4	252	4,0	
MEDIA	Ribera	Sweet Heart	Calahorra	CE09	11	61	5,6	4	63	3,0	
			Alfaro	CE10	9	196	20,7	3	104	2,2	
			Celeste	Calahorra	CE27	10	76	7,6	5	81	4,5
			Satin	Calahorra	CE28	9	63	6,8	4	61	3,1
	Ribera Alta		Pamplona	CE11	20	36	1,8	3	145	5,3	
	Valdejalón	Sweet Heart	Epila	CE12	10	171	17,1	3	247	3,6	
			La Almunia	CE13	16	244	15,7	5	158	2,5	
		Celeste	Epila	CE14	10	241	24,1	4	191	5,7	
			La Almunia	CE16	16	396	25,5	4	70	0,8	
		4-84	Epila	CE25	8	220	27,5	4	254	3,5	
	Sonnet	La Almunia	CE17	16	357	23,0	4	161	2,4		
TARDÍA	Ribera Baja	Sunburst	Calahorra	CE19	12	195	16,4	3	152	4,2	
			Alfaro	CE20	9	283	29,9	3	142	1,2	
			Calahorra	CE29	9	73	7,9	3	55	1,9	
	Ribera Alta		Pamplona	CE21	20	85	4,2	5	57	4,4	
	Valdejalón	44-W-118	Epila	CE26	8	228	28,5	4	142	1,9	
	Lleida	Somerset	Corbins	CE23	15	331	22,1	4	203	2,5	
			Corbins	CE24	15	280	18,7	4	151	2,0	