

Universidad Pública de Navarra

Nafarroako Unibertsitate Publikoa

ESCUELA TECNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS AGRONOMOS

*NEKAZARITZAKO INGENIARIEN
GOI MAILAKO ESKOLA TEKNIKOA*

**CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE LA COLECCIÓN DE
MANZANO (*Malus x domestica*, Bork) CONSERVADA EN EL BANCO DE
GERMOPLASMA DE LA UPNA**

presentado por

LARA FILGUEIRA CALDASek

aurkeztua

GRADO EN INGENIERÍA AGROALIMENTARIA Y DEL MEDIO RURAL
GRADUA NEKAZARITZAKO ELIKAGAIEN ETA LANDA INGURUNEAREN INGENIARITZAN

Junio, 2018 / 2018, Ekainean

Indice general

1.	ANTECEDENTES	6
1.1.	ORIGEN DEL MANZANO CULTIVADO	6
1.2.	características agronómicas del manzano	6
1.2.1.	Vigor	6
1.2.2.	Carga.....	7
1.2.3.	Evolución fenológica	8
1.2.4	Plagas y enfermedades	8
1.2.5	Fuego bacteriano (Erwinia amylovora):	8
1.2.	CAUSAS DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA	10
1.3.	CAUSAS DE LA EROSIÓN GENÉTICA.....	10
1.4.	EL MANZANO CULTIVADO EN NAVARRA	11
1.5.	BANCOS DE GERMOPLASMA.....	12
1.6.	Manejo de las colecciones en los Bancos de Germoplasma	13
1.7.	Caracterización del material conservado en los Bancos de germoplasma	14
2.	OBJETIVOS	16
3.	MATERIAL Y MÉTODOS	16
3.2.	Material vegetal	16
3.3.	Método.....	17
3.3.1	Controles realizados	17
3.3.2	Tratamiento de los datos	20
4	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	20
4.1	Vigor	20
4.1.1	Valores encontrados y variabilidad	20
4.1.2	Accesiones destacables	22
4.2	Carga.....	23
4.2.1	Valores encontrados y variabilidad	23
4.2.2	Accesiones destacables	24
4.3	Evolución fenológica	25
4.3.1	Valores encontrados y variabilidad	25
4.3.2	Accesiones destacables	30
4.4	bacteriano (Erwinia amylovora)	31
4.4.1	Presencia de la enfermedad en la colección	31
4.4.2.	Accesiones destacables	34
4.4.3.	Control del Fuego bacteriano mediante la poda sanitaria.....	36
5	Accesiones MAS destacables DE LA COLECCIÓN.....	37

6	Conclusiones.....	37
7	Bibliografía	38
	ANEXO 1. ESTADOS FENOLÓGICOS DE FLECKINGER.....	40
	ANEXO 2. RESULTADOS DE LOS CONTROLES DE VIGOR Y CARGA DE LAS ACCESIONES ESTUDIADAS EN EL Banco	41

Caracterización agronómica de la colección de manzano (*Malus x domestica*, Bork) conservada en el Banco de germoplasma de la UPNA

Resumen

El Banco de Germoplasma de la UPNA conserva 309 variedades de manzano procedentes principalmente de Navarra pero también de otras Regiones del NW español, que antiguamente se cultivaban en mayor o menor extensión, pero que actualmente están en grave riesgo de desaparición porque en las últimas décadas se ha introducido masivamente variedades nuevas procedentes, sobre todo, de EEUU porque se las consideran más productivas, con mejor capacidad de conservación y mejor adaptadas a los sistemas actuales de cultivo. Sin embargo, algunas de esas viejas variedades pueden tener gran interés, bien sea porque aportan sensaciones hedónicas diferentes a las actualmente cultivadas, porque son capaces de convivir mejor con algunas de las plagas o enfermedades más importantes, o porque pueden incorporarse a nuevos programas de mejora. Al objeto de evaluar el interés potencial de las variedades del Banco, en este trabajo se han caracterizado las mismas en lo referido al vigor de los árboles, a su evolución fenológica y a su sensibilidad a pulgón, oidio, moteado y fuego bacteriano. Se ha podido constatar una gran variabilidad en lo referente al vigor y evolución del ciclo y, muy diferentes grados de sensibilidad a las plagas y enfermedades que se han estudiado. De todo lo anterior se deduce que dentro de la colección existe un patrimonio genético muy interesante desde el punto de vista de la mejora y que algunas de ellas podrían ser muy interesantes por su mejor adaptación a determinados climas y porque permitirían practicar una fruticultura menos dependiente de fitosanitarios.

Palabras clave: Manzano, *Malus x domestica*, Banco de germoplasma, Pomología, Pulgón, Moteado, Oidio, Fuego bacteriano

Abstract

The Germplasm Bank of the Public University of Navarra preserves 309 apple varieties mainly from Navarre but also from other regions in Northwestern Spain, which in the past were cultivated to a certain extent, but which are now in danger of disappearing due to the massive planting of new varieties in recent decades. Those varieties come mainly from the USA and are considered more productive and better adapted to cold storage and to the modern training and cultivation systems. However, some of these old varieties may be of great interest, either because they provide different hedonic sensations, or they are less susceptible to some of the most important pests or diseases, or because they can be used into new breeding programmes. In order to evaluate the potential interest of the varieties preserved in the Bank, this work characterizes their vigor, phenological evolution and susceptibility to aphids, powdery mildew, scab and fireblight. A great variability has been observed for the vigor, the evolution of the cycle and susceptibility to pest and diseases. From all the above it can be deduced that within the collection there is a very interesting genetic heritage for potential use in breeding and that some varieties could be very interesting due to their higher adaptation to certain climates and because they would allow fruit growing less dependent on chemicals.

Keywords: Apple, *Malus x domestica*, Germplasm Bank, Pomology, Aphids, Scab, Powdery mildew, Fireblight.

1. ANTECEDENTES

El manzano cultivado (*Malus x domestica* Borkh) pertenece a la familia de las Rosáceas, se agrupa entre los “Frutales de pepita” y es la especie frutal más importante de las regiones templadas de todo el mundo por su facilidad de adaptación a diferentes climas y suelos, como por su valor terapéutico y alimenticio y por la calidad y diversidad de productos que se obtienen en la industria alimentaria. En términos de producción supera los 80 millones de toneladas (FAOSTAT, 2017).

1.1. ORIGEN DEL MANZANO CULTIVADO

Su denominación, así como su origen, ha sido objeto de controversia durante años. Su clasificación botánica es una tarea compleja y no completamente resuelta debido a la escasez de estudios fenotípicos adecuados en muchas de las especies, así como por la abundancia de hibridaciones interespecíficas que la han originado (Royo y cols., 2009)

La manzana cultivada fue domesticada inicialmente de la manzana silvestre *Malus sieversii* en Asia Central (Zona limítrofe entre Kazajistán y China). Después fue extendiéndose su cultivo hacia el Oeste utilizando la Ruta de la Seda, donde entró en contacto con otras especies de manzanas silvestres como *Malus baccata* (L.) Borkh. en Siberia (que habrá aportado resistencia al frío), *Malus orientalis* Uglitz. en el Cáucaso, y *Malus sylvestris* Mill. que se extiende por toda Europa.

Recientes estudios han proporcionado información que confirman lo anterior sobre los orígenes de la manzana cultivada y su propagación por las poblaciones humanas, el estado y la integridad genética de sus parientes silvestres y la respuesta a la selección de estas plantas a lo largo del tiempo, afirmando que *M. sieversii* es la especie que más ha contribuido al genoma del manzano cultivado, y que *M. domestica* deriva directamente de ella. Más tarde, estudios de secuenciación del genoma nuclear y cloroplástico sugerían, incluso, que se podría considerar *M. sieversii* y *M. domestica* como la misma especie, y proponían aplicarles a ambas la denominación clásica de *M. pumila*. Sin embargo, estudios posteriores revelaron que ambas especies están claramente diferenciadas. De manera que las poblaciones de *M. sieversii* a partir de las cuales se diferenció *M. domestica* aún no se han identificado, o que ya no existen como consecuencia de la desaparición de muchos de los bosques de *M. sieversii* de Kazajistán durante las décadas centrales del s. XX. (Royo y cols., 2009).

En cualquier caso, el manzano cultivado procede de varias hibridaciones y se acepta como nombre científico *Malus x domestica*, Borkh (Korban y Shirvin, 1984, citado por Royo y cols., 2009), aunque muchos autores defienden el uso de *Malus pumila* Mil.

1.2. CARACTERÍSTICAS AGRONÓMICAS DEL MANZANO

Desde el punto de vista agronómico una variedad se puede diferenciar del resto por muchas características, las más evidentes, y suelen ser las primeras en las que se piensa son las que hace referencia al rendimiento y a la calidad de los frutos, pero también se pueden encontrar grandes diferencias en otros caracteres que pueden ser tan importantes como los anteriores y que directa o indirectamente también los condicionan. Algunos de estos caracteres cuya expresión es en buena parte dependiente del genoma se describen a continuación.

1.2.1. Vigor

El vigor es un término utilizado para hablar del crecimiento del árbol (cm de perímetro de tronco, cm² de sección de tronco (ST), kg árbol, kg árbol/m² de suelo, etc.). El crecimiento del tronco es proporcional al crecimiento del conjunto de los brotes de la copa, por lo que de forma habitual es utilizada la sección del tronco como medida, ya que representa el crecimiento del árbol desde

su plantación (Royo y Miranda, 2017). Además, tanto la producción como el crecimiento están relacionados con el perímetro del tronco, lo que permite calcular la productividad (kg/cm^2) y, de una forma más completa, la productividad del árbol ($\text{kg}/\text{cm}^2 \text{ ST}/\text{m}^2$ de suelo) añadiendo a lo anterior la superficie de suelo ocupada por el árbol. Igualmente, existe una relación, entre el área de la sección transversal del tronco y la superficie que ocupa cada uno, conocida como vigor de la plantación.

El vigor que también se refiere a cómo han crecido las determinadas partes del árbol: ramas, ramos y brotes, es una característica que depende de la variedad, y que por tanto está regulado genéticamente. Esto a su vez depende de diferentes factores:

- Del gradiente presente en las yemas de un ramo que influye en la capacidad de desarrollo de las propias yemas a lo largo del año y que según las diferencias de crecimiento que alcancen los brotes originados por las yemas del ramo (vigor) la vegetación será acrótona, mesótona o basítona (Urbina, 2000).
- De la zona del ramo donde se insertan las yemas.
- De la dirección en la que crece el brote, menor vigor a mayor inclinación.

Es por esto por lo que el vigor de la variedad, así como el del portainjerto, es uno de los factores de gran importancia a la hora de seleccionar un sistema de plantación y formación para una plantación frutal, ya que, aunque las técnicas culturales y las características del medio influyen (Urbina, 2000), principalmente es una característica varietal sobre la que el fruticultor no puede actuar. El vigor del árbol condiciona en gran medida la homogeneidad de la iluminación de la copa, pero también el vigor influye en la proporción de yemas que se induzcan a flor ya que está relacionada con la proporción de ramos de vigor moderado respecto a los muy vigorosos (Royo y Miranda, 2017).

1.2.2. Carga

Se entiende por carga de poda la cosecha potencial antes del inicio de la actividad vegetativa y se expresa como yemas fértiles respetadas en el árbol tras la poda (Royo, 2017). Y es que el objetivo principal de una explotación frutal es la obtención de frutos para su venta y consumo, que dependerá del componente natural biológico de la planta y de las técnicas de producción empleadas (Urbina, 2000). Estos frutos se forman a partir de las flores, y la formación de estas está condicionado por dos procesos complejos:

- Inducción floral: este fenómeno marca el principio del ciclo fructífero o reproductor de la planta y que normalmente finaliza el año siguiente con la madurez de los frutos. Es el proceso que da origen a la flor y los mecanismos de este proceso no son aún bien conocidos, aunque se sabe que es un proceso complejo sobre el que intervienen factores genéticos, hormonales, nutricionales y ambientales, principalmente (Urbina, 2000). El proceso de la inducción floral se divide en dos fases, la primera es la *fase reversible*, durante la cual si se modifican las condiciones de desarrollo la yema continuará en estado vegetativo; y la segunda, *irreversible*, durante la cual, aunque se modifiquen las condiciones dará lugar a la iniciación floral (Royo, 2017).
- Diferenciación floral: Una vez completada la fase de la inducción floral, comienza la diferenciación de la flor propiamente dicha en la yema (Royo y Miranda, 2017)

En la explotación frutal deben tenerse muy en cuenta la época en la que se produce la inducción floral (en manzano de mediados de junio a finales de julio) si se quiere intervenir sobre los factores que condicionan dicha inducción y aumentar o controlar de esta forma el potencial de floración. Ya que, como se ha dicho, la inducción floral tiene lugar el año anterior al de la cosecha, y es en ese momento cuanto se predetermina la producción (Urbina, 2000) y estará

condicionada también por la carga de flor, ya que, a mayor carga, peor será la inducción floral y menor la tasa de fecundación de frutos (Royo, 2017).

1.2.3. Evolución fenológica

La fenología se refiere al desarrollo, diferenciación o inicio de órganos de una planta. Y aunque está condicionada por la climatología de cada año, el conocimiento de la fenología ayuda a predecir la época más adecuada para la realización de actividades de manejo de los cultivos (Ramírez-Legarreta y cols., 2008), contra el daño de heladas tardías (Miranda y Royo, 2004; Ramírez-Legarreta y cols., 2006), así como a la prevención de plagas y enfermedades.

El evento fenológico más importante en manzano es la floración, ya que determina aspectos que serán definitivos en el manejo del cultivo en el resto del ciclo (aclareo, recolección, manejo de plagas y enfermedades y aplicación de productos fitosanitarios, etc.). La época de floración queda comprendida entre los estados fenológicos de Fleckinger (Anexo 1) “E₂” y “G”. Aunque las actividades de manejo del cultivo del manzano se realizan prácticamente durante todo el año, éstas son más intensivas una vez que el árbol inicia la brotación. Los procesos de brotación, polinización y cuajado de fruto son los que determina el resto de las actividades mencionadas, ya que si la cosecha potencial derivada de una densidad de flores y fecundidad de fruto alta provocará mayor probabilidad de incrementar la rentabilidad del sistema de producción. (Ramírez-Legarreta, M.R. y cols; 2008).

1.2.4 Plagas y enfermedades

El manzano es una especie susceptible de ser atacada por numerosas plagas y enfermedades (Jones, A.L., 2002). Algunas variedades autóctonas con genotipos muy heterogéneos están capacitadas para resistir mejor los ataques de esos parásitos e incluso, a otros que actualmente no constituyen problema pero que quizá en el futuro sí y por ello, es necesario mantener la variabilidad genética que no se consigue solo utilizando variedades muy mejoradas. En el caso de una invasión grave y generalizada, si se diversifica la especie, los individuos afectados estarían rodeados por otros más o menos resistentes a la enfermedad y se dificultaría su extensión (Socias, 1995).

Actualmente el Fuego bacteriano producido por la bacteria *Erwinia amylovora* es uno de los mayores problemas a los que se enfrentan los frutales de pepita y a continuación se describe dicha enfermedad.

1.2.5 Fuego bacteriano (*Erwinia amylovora*):

Esta enfermedad está causada por la bacteria *Erwinia amylovora* y está considerada como un organismo nocivo de cuarentena en la Unión Europea (MAPAMA, 2009) sobre la que existe un programa nacional de erradicación y control (RD 1786/2011). España, ha tenido durante muchos años la consideración de ser Zona Protegida (ZP) para este organismo nocivo, puesto que estaba ausente de la enfermedad, y los brotes que se detectaban se encontraban en proceso de erradicación. Desde el año 2011, determinadas Comunidades Autónomas, entre ellas Navarra, han perdido el reconocimiento del estatus de Zona Protegida para el fuego bacteriano, debido a que se ha establecido la enfermedad en todo o parte de su territorio. Sin embargo, el resto de las comunidades Autónomas o parte de ellas, continúan manteniendo el reconocimiento de ZP, (MAPAMA, 2016).

El fuego bacteriano es una enfermedad de importancia económica por diversas razones (MAPAMA, 2009):

- Afecta a especies de gran interés comercial, como peral, manzano, níspero, membrillero y diversas especies ornamentales.

- Es altamente contagiosa y por tanto de rápida expansión.
- No existen métodos de control eficaces.

Los daños económicos están ligados a la rápida expansión de la enfermedad, ya que no sólo provoca la muerte de las yemas de flor, ramas e incluso árboles, sino que también compromete la producción en los años siguientes.

No es suficiente la observación de síntomas, la legislación exige comunicar la observación de dichos síntomas y confirmar mediante análisis de laboratorio la presencia de *E. amylovora*. Normalmente los primeros síntomas se presentan en primavera, durante la floración y brotación, y se localizan con frecuencia en la zona media o baja del árbol, tanto en la periferia como en el interior de la copa. Las flores, brotes y frutos jóvenes son los órganos más sensibles de la planta y donde se inician las infecciones. Si las condiciones son favorables, la bacteria avanza de forma sistémica y la infección progresa a gran velocidad alcanzando las hojas, ramas secundarias y principales, el tronco e incluso las raíces. Dependiendo del momento de observación es posible apreciar unos u otros síntomas (MAPAMA, 2009). Los síntomas más característicos son:

- Ennegrecimiento y marchitamiento de los corimbos florales, similar a una podredumbre húmeda.
- En brotes pueden aparecer exudados de color anaranjado (si la humedad ambiental es elevada) y aunque se den estos exudados, si hay infección los brotes siempre se oscurecen y marchitan formando el característico “cayado de pastor” en el extremo.
- En hojas los síntomas son similares a los descritos anteriormente, se necrosan y marchitan siempre con un aspecto húmedo. En ocasiones, más frecuentemente visto en peral, la inserción del peciolo con el limbo se necrosa.
- En frutos la bacteria también puede producir exudados y siempre que haya síntomas en frutos, se oscurecen y marchitan hasta quedar momificados.

No tan frecuentemente aparecen síntomas en ramas y tronco en forma de chancros cuando la infección disminuye (al finalizar el ciclo reproductivo). También pueden aparecer en cuello y raíces llegando a través de zonas superiores infectadas a través del sistema vascular de la planta o a través de heridas, la infección de esta parte del árbol está más condicionado por la sensibilidad del patrón a fuego bacteriano, con síntomas similares a los descritos anteriormente.

Los factores que condicionan el desarrollo de la enfermedad son (MAPAMA, 2009):

- La cantidad de inóculo disponible
- Factores de la planta que condicionan la susceptibilidad a ser atacada.
 - Sensibilidad varietal: depende del genotipo. (Entre las variedades de manzano sensibles y muy sensibles se encuentran Fuji, Jonathan y Reina de Reinetas; entre las medianamente y poco sensibles Golden Delicious, Gala y Jonagold)
 - Estado vegetativo (floración, crecimiento de los brotes y frutos jóvenes son los estados más sensibles). Las fases más receptivas a la enfermedad son los periodos de floración y crecimiento vegetativo intenso, siendo los frutos jóvenes, también, muy receptivos.
 - Vigor del árbol. En general, cuanto mayor es el vigor de la planta mayor es su receptividad a la bacteria.
 - La sensibilidad a otras plagas y enfermedades, ya que pueden provocar heridas y ser una vía de entrada.
- Condiciones climáticas, afectan directamente al desarrollo de la enfermedad:
 - Temperatura entre 18 y 29 °C en presencia de HR alta.

- Humedad ambiental superior al 70%, siendo el óptimo 90-95%
- Sucesos de precipitación. Las lluvias que en un día superen los 2,5 mm sirven para el inicio de la infección, siendo la infección mucho más grave si va acompañada de granizo. Además, el agua de lluvia, de riego o el rocío sirven de vía para el inicio de la infección.

El control químico de esta enfermedad es poco eficaz porque, además el uso de antibióticos está prohibido. En las zonas de más riesgo solo cabe tratar de implantar material sano de variedades menos sensibles y, en el caso de que aparezca la enfermedad, tomar medidas profilácticas que consisten en cortar, sacar de la finca y quemar las partes afectadas de los árboles. Steiner (1990 a y b) y Steiner y Lightner (1996) de la Universidad de Maryland (EE.UU.), basándose en los factores climáticos antes descritos y en la fecha en la que se produce el estado “F₂”, han desarrollado un modelo de predicción (*Maryblyt*) que permite predecir el riesgo y por tanto aconsejar proceder a realizar controles más exhaustivos por si hay que proceder a hacer poda sanitaria.

1.2. CAUSAS DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA

La mejora genética ha sido un proceso natural que ha llevado a la evolución de las especies. Este proceso fue acelerado por la aparición de los primeros agricultores y por las técnicas de propagación que han ido forzando a las especies hacia caracteres de interés para el agricultor. Lo anterior, unido al movimiento de las especies (ya que los cultivos se han extendido allá donde ha llegado el hombre), la propagación de semillas a lo largo el tiempo y las mutaciones espontáneas que se han producido como dicen Royo y cols. (2009), son especialmente frecuentes en el manzano, y por eso muchas de las variedades actuales tienen ese origen, parte de las cuales se han ido transmitiendo mediante propagación vegetativa hasta nuestros días (Urbina, 2006).

Además, debido al sistema de auto-incompatibilidad que presenta, el cruzamiento entre individuos es obligado, de manera que a lo largo del tiempo ha sufrido dos procesos: adquisición y pérdida de diversidad en las especies, o lo que es lo mismo, de su variabilidad genética.

Actualmente, como explica Royo y cols. (2009) “En la mejora actual de muchas especies es frecuente obtener nuevas variedades hibridando mediante retrocruzamiento. Sin embargo, en manzano no se puede realizar este tipo de mejora debido a los altos niveles de heterocigosis y a la depresión endogámica que muestra esta especie. La mejora del manzano se hace mediante “introgresión”, que es una variante del retrocruzamiento pues se utilizan como parentales recurrentes a un grupo de genotipos que son de alto interés todos ellos y, de esa forma, se minimiza el efecto de la endogamia y se resuelve el problema de la incompatibilidad (Durham y Korban, 1994). Un buen ejemplo de lo anterior son las actuales variedades resistentes al moteado tales como Florina-Querina®, Prima, Jonafree, Nova Easygro, Baujade o Ariane.”

Así pues, la variabilidad genética existente en *Malus domestica* surge de las hibridaciones entre especies que le han dado lugar combinado con los cruzamientos intervarietales, la introgresión de genes y las mutaciones (Royo y cols., 2009).

1.3. CAUSAS DE LA EROSIÓN GENÉTICA

La erosión genética es un proceso por el que se pierde una parte del acervo genético de una especie en una región específica (Ruíz de Gallarte y cols., 2016). Como se ha comentado en el apartado anterior, a lo largo del tiempo la variabilidad genética en *Malus domestica* ha ido cambiando. En el caso de la Península Ibérica, así como en el resto de Europa antes de los años 60, los árboles frutales se cultivaban en zonas rurales, huertos familiares y márgenes de fincas, y aunque en estas condiciones la productividad no era alta, la diversidad existente proporcionaba una gran estabilidad productiva ante cualquier cambio ambiental, lo cual era

muy interesante para la agricultura local de subsistencia que se practicaba por la población mayoritariamente rural (Royo y cols., 2009). Después, con la llegada de las variedades americanas, se pasó de plantaciones multivarietales en los huertos a plantaciones cada vez más intensificadas, en las que se cultivaba una única variedad y solo si era necesario una variedad polinizadora. Tanto fue así que, en 1961, según datos de la Secretaría General Técnica del Ministerio de Agricultura (1969), las variedades españolas constituían el 45% de la producción final de manzana, y las del grupo “Delicious” el 15%, pasando en 1971 a obtener el 60% de la producción de las variedades americanas y sólo un 24,7% de las españolas de manera que las variedades de origen autóctono o europeo fueron desplazadas a zonas marginales de la zona norte de la península. Actualmente el cultivo del manzano en las regiones españolas de mayor producción (Valle del Ebro), se basa en 3-4 grupos. En el año 2012 el grupo Golden concentró un 56% de la producción y un 33 % en los grupos ‘Gala’, ‘Red Delicious’ o ‘Fuji’ Lo que ocurre en la región española del Valle del Ebro es un reflejo de la situación mundial que describieron Noiton y Aspach (1996)., y que ha dado lugar a una gran pérdida varietal y genética imposible de recuperar a no ser que se encuentren aquellas variedades desplazadas a las zonas marginales o se recurra a las variedades recogidas en los Bancos de Germoplasma. (Ruíz de Galarreta, 2016)

Por tanto, como dice Ruiz de Gallarte (2016) citando a FAO (1998) “Una de las causas principales de la erosión genética, según es el reemplazamiento de las variedades locales por las variedades modernas. Al ser sustituidas las variedades antiguas en los campos de los agricultores por otras nuevas, frecuentemente ocurre la erosión genética, debido a que los genes presentes en las variedades de los agricultores no están contenidos en las nuevas variedades. Además, se reduce el número de variedades cuando las variedades comerciales se introducen en el sistema tradicional. Otras causas de la erosión genética incluyen la emergencia de nuevas plagas, enfermedades y malas hierbas, la degradación ambiental, la urbanización y la deforestación.”

1.4. EL MANZANO CULTIVADO EN NAVARRA

En Navarra, como en la mayor parte de las zonas donde se cultiva desde antiguo el manzano, se han mantenido muchas variedades locales que se han ido seleccionando durante años y que, por tanto, pueden contener algún carácter de interés que les hace diferenciarse entre ellas. Con la llegada de las variedades comerciales mejoradas, como se ha mencionado, la pérdida de estos recursos genéticos ha sido rápida en pocos años. La pérdida de estas variedades, que, aunque pueden contener caracteres a simple vista poco deseables (bajos rendimientos en cosecha, tendencia a la vecería, calibres bajos en frutos, etc.), también pueden albergar otros de gran interés (baja susceptibilidad a plagas y enfermedades, resistencia a bajas temperaturas o periodos largos de sequía, buenas cualidades organolépticas, etc.).

Por otro lado, las nuevas variedades y la modernización de las prácticas culturales han permitido intensificar los cultivos y obtener mayores rendimientos (Tn/ha), acarreado consigo que exista una gran competitividad entre los empresarios frutícolas que a su vez exigen a los mejoradores variedades que se adapten continuamente a las exigencias de los consumidores. Siendo así, una adecuada elección y diversificación varietal puede permitir optimizar la mano de obra necesaria en la recolección y permitir, al disponer de diferentes variedades, un adecuado diseño de la polinización, frecuentemente olvidado.

Desde esta perspectiva, cada zona frutícola debería mantenerse atenta ante las innovaciones de otros países, pero también especializarse en la producción de variedades bien adaptadas a su medio, para conseguir producciones de alta calidad.

Llegando a esta conclusión, es evidente que, por estos motivos, así como por la gran pérdida de variabilidad genética que se está produciendo, deben aprovecharse los recursos propios de esta zona, donde hay una gran riqueza varietal. Para ello se debe hacer una cuidadosa prospección

para localizar dichos recursos y éstos, conservarse en un Banco de germoplasma y proceder a su identificación y caracterización.

1.5. BANCOS DE GERMOPLASMA

Concepto y finalidad

En sentido amplio, tal como define Urbina (2006), los bancos de germoplasma son centros dedicados a la conservación de la mayor parte posible de la variabilidad genética de determinadas especies, existente en su territorio o área de actuación.

Las colecciones, y por tanto el germoplasma de frutales, se conservan casi exclusivamente mediante plantaciones en campo, mediante las técnicas culturales habituales y renovándose con nuevas plantaciones cuando su envejecimiento es acusado. Estas colecciones, se forman tras un largo proceso de recogida de material (prospecciones) y material aportado por agricultores, denominando a cada muestra diferente que entra al banco "accesión".

La finalidad de los bancos de germoplasma es, por tanto, incorporar la máxima cantidad de variabilidad con el menor número de muestras o accesiones, siendo conveniente que aquellas accesiones que entren al Banco estén duplicadas en otro centro para evitar la posible pérdida de material (Urbina, 2006).

Concepto de colección nuclear

Las colecciones se van ampliando con los años hasta que llega un momento en que no es factible conservar tantos ejemplares, por lo que debe establecerse una población más reducida denominada colección nuclear, con la finalidad de integrar en esta muestra la mayor representatividad de la variabilidad genética de la colección base. A esta colección nuclear deben dedicarse todos los esfuerzos de conservación y a su vez debe duplicarse en un banco común nacional (o internacional) que integre las diferentes colecciones para evitar repeticiones de material (Urbina, 2006).

Interés de los bancos de germoplasma

Como se ha explicado anteriormente y como se dice en diversos trabajos, la principal causa de la erosión genética ha sido, y es, la implantación generalizada de la agricultura moderna o industrializada, así como la intensificación de los cultivos (Ruiz de Gallarte y cols., 2016). Este mismo autor también señala el riesgo de desaparición de mucho material antiguo por diferentes razones y, en concreto, porque los bancos de germoplasma sólo se inauguran una vez, y políticamente no son muy rentables. A su vez se hace las siguientes preguntas: ¿puede imaginarse lo que ocurriría si se quemaran los museos del Prado o el Louvre...? Sería una pérdida irreparable para la cultura que motivaría una tremenda reacción en todo el mundo. Si pasara lo mismo con grandes bancos de germoplasma sería asimismo una pérdida irreparable para la agricultura, pero ¿se respondería de igual manera...?

En la actualidad, las plantaciones de frutales no se parecen nada a las de hace 30 años. Las plantaciones se han ido intensificando a la vez que se han ido obteniendo variedades modernas, mejoradas, de mayor rendimiento y más adaptadas a la mecanización, plagas y enfermedades, etc. De manera que los mejoradores van adaptando las variedades a las nuevas necesidades del mercado, de los agricultores e incluso al cambio climático, y a su vez desaparecen los sistemas tradicionales de cultivo que favorecen la diversidad agrícola. Es aquí donde nace la importancia de los bancos de germoplasma, ya que son el reservorio y garantía de conservación de las variedades locales y de la diversidad que queda contenida en ellas. Y es que son las variedades locales las que se adaptan mejor a las zonas de cultivo de su zona de origen, por lo que su pérdida

supone una limitación importante de la capacidad de responder a nuevas necesidades, cambios ambientales o aparición de nuevas plagas y enfermedades (Urrestarazu y cols., 2016).

Bancos de germoplasma en España

En España los bancos de germoplasma están coordinados por el Centro de Recursos Fitogenéticos (CRF) del INIA (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria) que gestiona el Inventario Nacional de Recursos Fitogenéticos. Este inventario nacional recoge cinco centros con accesiones de manzano, que se detallan a continuación en la Tabla 1

Tabla 1. Bancos de germoplasma de Manzano españoles coordinados por el CRF del INIA

Región	Centro	Código FAO	Num. Accesiones	Responsable
Zaragoza	Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Estación Experimental de Aula Dei (EEAD)	ESP007	54	Alvaro Braña
Asturias	Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario (SERIDA)	ESP032	800	Enrique Dapena de la Fuente
Lleida	Generalitat de Catalunya. Universitat de Lleida. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària (BGUDL)	ESP089	113	Valero Vallejo
A Coruña	Xunta de Galicia. Consellería de Política Agroalimentaria e Desenvolvemento Rural. Centro de Investigacións Agrarias de Mabegondo (CIAMLCO)	ESP119	407	Jesus González
Navarra	Gobierno de Navarra. Universidad Pública de Navarra. Escuela Técnico Superior de Ingenieros Agrónomos. (ETSIAN)	ESP197	282	J. Bernardo Royo Díaz

Fuente: Royo y cols., 2009

Banco de Germoplasma de Manzano de la Universidad Pública de Navarra. Origen del material a estudiar

El material vegetal que conformó inicialmente el Banco de Germoplasma de la UPNA (en adelante BG) procede de una búsqueda realizada durante la última década del siglo pasado por el ITG Agrario de Navarra, con el objetivo de encontrar variedades autóctonas o introducidas antiguamente. Posteriormente se han ido incorporando nuevas accesiones originarias de Navarra pero también, de otras zonas limítrofes o cercanas del NW español. Actualmente el Banco dispone de 309 accesiones de la especie *Malus*.

1.6. MANEJO DE LAS COLECCIONES EN LOS BANCOS DE GERMOPLASMA

De acuerdo a como indican Royo y cols.(2009) en los Bancos de Germoplasma se llevan a cabo acciones de tres tipos:

- a) Prospección y adquisición. El IPGRI estableció en el 2003 un “Código internacional de conducta para la recolección y transferencia de germoplasma vegetal” al objeto de

promover una recolección racional, impedir la erosión y proteger los intereses de los donantes.

- b) Mantenimiento o conservación. Los bancos de genes pueden estar en forma de plantaciones o de colecciones de invernadero, y tienen el riesgo potencial de perderse por desastres naturales o relacionados con enfermedades o estreses graves. Por otro lado, este tipo de bancos tiene también el inconveniente de que se necesita una gran cantidad de espacio y mucho trabajo para el mantenimiento y, por ello, se han propuesto y se están estudiando métodos alternativos de conservación tales como la crioconservación de yemas en reposo o la conservación de plantas in vitro.
- c) Caracterización. Consiste en la descripción de las características botánicas, fisiológicas, agronómicas y bioquímicas de las accesiones. La correcta caracterización resuelve problemas de sinonimias y homonimias, muy frecuentes en todas las colecciones, y proporciona información imprescindible para otros bancos e instituciones interesados en el material disponible. Esa descripción debe basarse en caracteres cuya determinación sea objetiva, su expresión esté muy ligada al genoma y sean lo más discriminantes que sea posible.

1.7. CARACTERIZACIÓN DEL MATERIAL CONSERVADO EN LOS BANCOS DE GERMOPLASMA

Interés de la caracterización

La caracterización consiste en la descripción de las características botánicas, fisiológicas, agronómicas y bioquímicas de las accesiones. Su finalidad es poder establecer variabilidad existente en la colección, además, una caracterización correcta resuelve problemas de sinonimias y homonimias muy frecuentes en todas las colecciones, y proporciona información imprescindible para otros bancos e instituciones interesados en el material disponible y para que pueda ser utilizado el material conservado ya que proporcionan información de gran utilidad tanto para el mejorador, como para el fruticultor (Urbina, 2006).

Métodos de caracterización

Los métodos de descripción deben basarse en caracteres cuya determinación sea lo más objetiva posible, que sea lo más discriminante posible y que su expresión esté muy ligada al genoma (Royo y cols., 2009). Dicha caracterización se puede llevar a cabo mediante métodos bioquímicos, moleculares o morfológicos.

Desde finales de los años 70 del pasado siglo se consiguieron avances espectaculares en biología molecular y se hizo posible el estudio de las secuencias de DNA mediante el uso de sondas-marcadores específicos. Actualmente los marcadores más utilizados son los SSRs o microsatélites ("Simple Sequences Repeat"). Dicha técnica se basa en que en el genoma de los organismos eucariotes están presentes secuencias de DNA repetitivas y muy polimórficas que se caracterizan por tener un motivo base muy corto (unas 2-4 pares de bases) como por ejemplo GATA, GACA, GTG, CAC, CT o CA, que se repite un número relativamente pequeño de veces (unas 4-8) y, además, están distribuidos de forma dispersa en numerosos loci del genoma. Son secuencias hipervariables, por lo que existen muchos alelos por locus y el nivel de heterocigosidad es extremadamente alto. Ello proporciona un elevado polimorfismo que da lugar a una gran capacidad discriminante, es decir, que analizando muy pocos loci se pueden identificar muchos individuos. Royo y cols. (2017), tras una investigación realizada por los responsables de los bancos españoles de manzano más importantes, han establecido los marcadores moleculares más informativos y la metodología necesaria para caracterizar la

diversidad genética de las colecciones de manzano y poder comparar fácilmente los resultados realizados en laboratorios diferentes.

La caracterización morfológica se basa en la determinación de la expresión de una serie de caracteres morfológicos, fenológicos y agronómicos, fáciles de determinar pero que proporcionan información de gran utilidad tanto para el mejorador, como para el fruticultor.

Métodos para la caracterización morfológica

La caracterización basada en caracteres fenotípicos tiene diversos inconvenientes:

- a) Debe realizarse durante al menos dos años desde que los árboles han alcanzado su pleno desarrollo.
- b) Es necesario evaluar paralelamente, y en el mismo medio, variedades de referencia.
- c) La evaluación de algunos caracteres es bastante subjetiva.
- d) La expresión de algunos caracteres está fuertemente condicionada por las condiciones ambientales.

Para minimizar los inconvenientes anteriores los organismos internacionales más implicados en el Registro y la conservación del material vegetal (IPGRI y UPOV), han elaborado guías específicas para definir con precisión el método de caracterización las cuales se van actualizando con los años. Para el manzano la guía de referencia es la que ha elaborado la UPOV y actualmente está vigente la TG/14/9 elaborada en el 2005. En dicha guía se contemplan 57 caracteres divididos en cinco grupos: árbol y ramificación, hojas, flores, frutos, y fenología. Para cada carácter se establece un número variable de niveles basados en, según el tipo de expresión de los caracteres, apreciaciones más o menos subjetivas (caracteres “cualitativos”), en medidas objetivas (“cuantitativos”) o intermedias (pseudocualitativos) y en muchas ocasiones dichos niveles se establecen en relación con los expresados por determinadas variedades de referencia que no siempre se encuentran en los Bancos donde se hace la caracterización. Para minimizar los inconvenientes de la subjetividad y para prescindir de las variedades de referencia, Royo y cols. (2017) han propuesto un método para determinar los niveles correspondientes a los caracteres que propone la UPOV que es mucho más objetivo: en unos casos (en 24 caracteres) porque se usa una escala continua basada en valores medibles y, en el resto, porque se muestran fotografías correspondientes a cada nivel que dejan poco margen para la duda y, por tanto, igual que como ocurre con la caracterización molecular, facilitan la comparación de resultados obtenidos por diferentes laboratorios .

2. OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es el de caracterizar las accesiones de manzano del Banco de Germoplasma de la UPNA en lo referente a:

- ✓ Evolución fenológica y época de maduración
- ✓ Sensibilidad a fuego bacteriano

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.2. MATERIAL VEGETAL

El trabajo se ha desarrollado en la finca de prácticas de la ETSIA, donde se ubica el Banco de Germoplasma de Manzano la UPNA (BG), (Figura 1).



Fig. 1 Banco de Germoplasma en la Finca de la UPNA (SIGPAC. NAVARRA)

El material de manzano objeto de estudio incluye 352 accesiones y 23 variedades de referencia, aunque el seguimiento de la evolución fenológica solo se ha hecho en 84 de dichas accesiones las cuales, de acuerdo a los estudios realizados por Miranda y cols. (2017) conforman la parcela nuclear, es decir, son las que incluyen la mayor parte de la variabilidad genética que hay en la colección.

El material de la colección procede de diferentes prospecciones realizadas a lo largo de los últimos 20 años buscando material autóctono o de muy antigua introducción; la primera prospección la realizó el ITG Agrario de Navarra dentro de la comunidad Foral y posteriormente los miembros del Grupo de "Fruticultura y viticultura avanzada" por ellos mismos o en colaboración con la Red de Semillas de Euskadi, han continuado realizando prospecciones en Navarra o en otros Territorios vecinos i, en general, del Norte de España en donde las características climáticas son más favorables para el desarrollo de esta especie.

La colección del Banco se ubica en la finca de prácticas de la UPNA y cada accesión está representada por dos árboles. El año 2009 y las características agronómicas más relevantes se pueden resumir como se indica a continuación:

- Portainjerto: MM111

- Marco de plantación: 6 x 5 m
- Sistema de formación: vaso
- Sistema de riego: localizado mediante goteros de un caudal de 4 L/h
- Mantenimiento del suelo: enyerbado permanente, pero con las líneas desnudas mediante el uso de herbicida

A cada accesión se la denominará de la misma forma a como consta en los datos de pasaporte del Inventario Nacional de Recursos Fitogenéticos (ESP 197).

3.3. MÉTODO

3.3.1 Controles realizados

1º Controles iniciales: inicialmente cada árbol se caracterizó de acuerdo con:

Vigor (ST): Estimado por la sección del tronco (cm²) medido a ± 15 cm del suelo. El valor asignado a cada accesión fue la media de ambos árboles. Como vigor de la accesión se consideraba la media de ambos árboles.

Carga. Estimada como número aproximado de corimbos fértiles de cada árbol. Igual que en el caso anterior la carga de cada accesión era la media entre ambos árboles.

2º Acumulación de calor

Desde el primer control se estimó la cantidad de calor que diariamente se acumulaba. Para ello se utilizaron los datos de temperatura horaria de la EEMM de la Finca de prácticas de la ETSIA y, como T^a basal se utilizó 4,5°C.

3º Evolución fenológica: para el seguimiento de la evolución fenológica se procedió como sigue:

- a) Marcado de la zona donde se harán los controles fenológicos: al objeto de hacer los controles siempre en los mismos órganos, se elegía una porción de rama ubicada a una altura media de la zona y en una extensión tal que contuviese un mínimo de 20 órganos fructíferos.



Fig. 2 Marcado de la porción del árbol para el seguimiento de su ciclo fenológico

- b) Determinación del estado fenológico de cada órgano: el estado fenológico de cada órgano se determinó de acuerdo con Fleckinger (1997). En el Anexo 1, se muestran los diferentes estados considerados.
- c) Determinación del estado fenológico de cada árbol: A cada estado fenológico se le asignó un valor tal como se indica en la Tabla 2. El estado fenológico de la accesión de cada fecha era el valor obtenido de hacer la media ponderada del conjunto de órganos observados.

Tabla 2. Valores asignados a los diferentes estados fenológicos de Fleckinger

Est. Fenológico	A	B	C	C ₃	D	E	E ₂	F	F ₂	G	H	I	J
Valor asignado	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

- d) Frecuencia de los controles: Los controles se iniciaron el 24 de marzo de 2017 y, se realizaron con una frecuencia de 2-3 veces/semana hasta el día 15 de mayo cuando las accesiones más tardías ya habían alcanzado el estado "I".
- e) Determinación de la fecha de ocurrencia de cada estado en cada árbol: la fecha de ocurrencia de cada estado, en cada árbol, se determinó interpolando los valores inmediatamente inferiores y superiores durante el periodo transcurrido durante dicho intervalo ponderando cada día en función del número de horas de calor acumuladas.
- f) Determinación del estado fenológico de cada accesión. La fecha asignada a cada variedad se obtenía de hacer la media entre la de los dos árboles. En el caso de que la carga de uno de ellos fuera mayor del 30%, se consideraba como fecha la del árbol de mayor carga.
- g) Determinación de la fecha de maduración: Se consideraba que un árbol alcanzaba su madurez de recolección cuando los frutos mejor expuestos (los más altos y orientados al Sur) alcanzaban una dureza de 5,5-6,5 kg medida con penetrómetro de punta de 1 cm de diámetro. Estos controles se iniciaron el 20 de Julio y se realizaron semanalmente hasta el día 23 de octubre que se recolectó la accesión más tardía.

4º Sensibilidad a Plagas y enfermedades: a lo largo del ciclo se observó en cada árbol la presencia ("1") o ausencia ("0") de síntomas correspondientes a la presencia de:

- *Pulgones*: incluyendo a los siguientes: pulgón lanífero (*Eriosoma lanigerum*), pulgón ceniciento (*Dysaphis plantaginea*) y pulgón verde (*Aphis pommi*).
- *Oídio* (*Podosphaera leucotricha*)
- *Moteado* (*Venturia inaequalis*)

5º Sensibilidad a Fuego bacteriano (*Erwinia amylovora*): Durante los primeros días del mes de junio se observaron síntomas inequívocos de Fuego Bacteriano en algunas de las accesiones de la colección (Figura 3) y dada la gravedad de esta enfermedad, se procedió a hacer un control riguroso de su presencia procediéndose como se indica a continuación:

a) Realización de controles

- **1º Periodo** (Desde el 8 al 12 de junio): se procedió a cortar todos los ramos que se observaron con síntomas de la enfermedad.
- **Día 15 de junio**: a la vista de que en algunas accesiones la enfermedad se extendía básicamente por las ramas y afectaban a más de un ramo de la misma rama se procedió a hacer una poda sanitaria que podía afectar, según la gravedad, a solo algún ramo, a una parte de la guía, a alguna guía entera o, incluso, a las tres guías del árbol.

- **3º Periodo** (Desde el 21 de junio hasta el 5 de septiembre): con una frecuencia semanal se observó la presencia de síntomas (Figura 3) y en el caso de que se observaran se procedía a eliminar los ramos afectados (durante este periodo no hubo necesidad de hacer podas más drásticas como las del 15 de junio).



Fig. 3 Síntoma típico, “cayado de pastor” a la izq. y exudado a la dcha., por infección de *E. amylovora*.

b) Evaluación de los daños

La intensidad de poda sanitaria necesaria en cada control sirvió para estimar la gravedad de los daños sufridos por cada árbol: cuando las intervenciones se reducían a eliminar ramas del año se asignaba el valor 1, pero el día 15 de junio los valores asignados eran los que se indican a continuación en la Tabla 3.

Tabla 3. Nivel de intervención de poda sanitaria

Tipo de intervención	Cortes realizados en:
1	Ramos/ramas secundarias
2	Una media guía
3	Dos medias guías
4	Tres medias guías
5	Una guía
6	Dos guías
7	Tres guías
8	La parte superior del tronco

c) Evaluación del nivel de sensibilidad de cada árbol

A cada árbol se le asignó su nivel de sensibilidad en función del número de intervenciones de poda y la severidad de éstas, de acuerdo con el criterio que se muestra a continuación en la Tabla 4.

Tabla 4. Niveles de sensibilidad a fuego bacteriano

Nivel de susceptibilidad	Intervención en poda sanitaria
0	Ninguna
1	Solo se eliminaron ramos y solo en 1 ó 2 momentos
2	Solo se eliminaron ramos pero en mas de 2 momentos
3	Solo se intervino el 1º periodo y el 15 de junio a intensidad Máxima de "1,5-4"
4	Como en el caso anterior pero tambien se cortaron ramos durante el 2º periodo
5	El 15 de Junio se hicieron intervenciones de nivel "4,5", "7" u "8"

3.3.2 Tratamiento de los datos

Con los resultados de los controles de vigor, carga, fecha de ocurrencia del estado fenológico y duración del periodo "F₂-Madurez de recolección", se establecieron 4 clases, incluyendo los valores en el percentil P₂₅, P₅₀, P₇₅ y P₁₀₀, respectivamente.

Cada accesión quedó caracterizada por una matriz de 5 valores, cada uno de ellos es:

- Clase de vigor
- Clase de carga
- Clase de época de F₂
- Clase de duración del ciclo desde F₂ hasta madurez de recolección
- Susceptibilidad a Fuego bacteriano

Para determinar las variedades destacables para cada uno de estos valores, la media fue aumentada o disminuida tantas veces como fuese necesario la desviación típica, dependiendo de cómo se distribuyesen los valores.

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

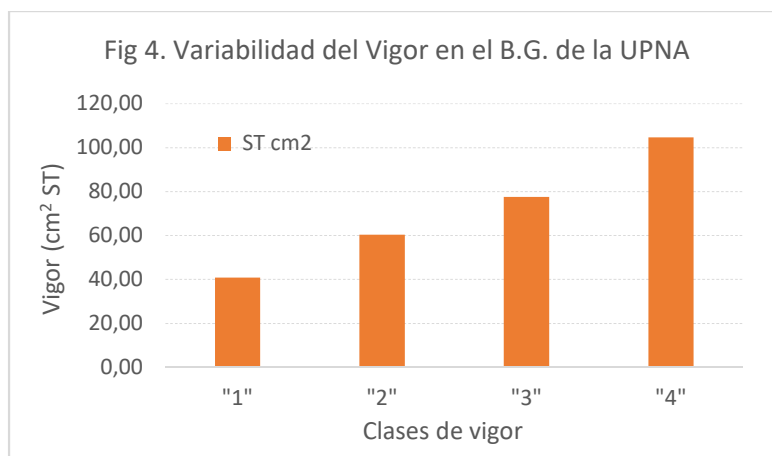
4.1 VIGOR

4.1.1 Valores encontrados y variabilidad

En el Anexo 2 se recogen los resultados referidos al vigor de todas las accesiones del Banco y a la carga de las que se han seguido la evolución fenológica en este trabajo y en la Tabla 5, se resumen los resultados anteriores indicando el valor medio (según la fecha de plantación), el coeficiente de variabilidad (CV) y los valores más altos y más bajos considerados. El tamaño medio de las accesiones plantados en el 2013 es, aproximadamente, un 70% menor respecto al de las plantadas en el 2009 aunque, tal como indica el CV, hay mucha diferencia entre accesiones plantadas el mismo año. En la Figura 4 se representa, el vigor medio de cada una de las clases obtenida como se indica en el "método", y como se observa, las accesiones de la clase "1", de media, tiene un vigor un 40% menor que la media que las de clase "4".

Tabla 5. Resumen de los resultados de vigor

Vigor (cm ² ST) según año de plantación		
Parámetro	2009	2013
Vigor medio	80,96	25,20
desv. sst.	28,30	13,35
CV (%)	50,46	59,19
Vigor max	183,35	60,18
Vigor min	15,05	2,86



El nivel de ocupación del terreno oscila entre 6,11 y 0,50 cm²ST /m², valores en todos los casos muy inferiores a los 10 y 12 cm²ST/ m² que Royo y Miranda (2017) establecen como adecuados para alcanzar la producción potencial máxima. Lo anterior indica que el marco de plantación (6 x 5 m) es excesivo para el crecimiento alcanzado incluso en las accesiones más vigorosas, sin embargo, puede que teniendo en cuenta la naturaleza de esta plantación, sea muy conveniente que sea así, pues al tener cada árbol mucho espacio, puede expresar con mayor libertad sus hábitos naturales de crecimiento y producción y permiten que sean descritos y caracterizados con mayor precisión.

El vigor es una característica genética pero muy influenciada por diferentes circunstancias externas tales como: patrón, suelo, clima prácticas culturales, etc. En el caso de esta plantación, el patrón siempre es M111 y las prácticas culturales son idénticas, por lo que la única circunstancia que podría explicar la diferencia de crecimiento (además del genotipo) es el grado de homogeneidad de la parcela donde se ubica. En la Figura 5 se representa el vigor medio de las accesiones que se ubican en 16 sectores de la finca y se observa que las accesiones más vigorosas se encuentran en la zona más alta y más al Oeste, el vigor disminuye conforme se desciende en el sentido de la pendiente, aunque vuelve a aumentar en las últimas 10 columnas en donde la parcela es más llana. Lo anterior indica que las características del suelo pueden estar influyendo en el crecimiento y sería deseable estudiarlo y, sobre todo, conocer la variación en lo referente a la profundidad y a la capacidad para la retención de agua y nutrientes.

Fig. 5 Vigor medio (cm² ST) de las accesiones ubicadas en cada sector de la parcela del B.G.

Filas/Col	20 -16	15 - 11	10 - 6	5 - 1
1 - 10	3,3	3,2	2,8	2,3
11- 20	2,7	2,3	2,6	2,5
21 - 30	1,5	1,8	2,0	2,7
31 - 40	2,1	2,4	2,6	2,8

4.1.2 Accesiones destacables

En la Tabla 6 se indican las accesiones que destacan por ser de un vigor muy inferior al resto. De las 8 citadas, las 5 primeras están en la zona de la finca donde, en general, los árboles son más pequeños (Figura 5) mientras que las 3 accesiones restantes, están en la zona que no destaca por mayor o menor crecimiento y, por ello, son estas 3 últimas las que, con mayor probabilidad, sean genéticamente de menor vigor.

Tabla 65. Accesiones del B.G. que destacan por su menor vigor

Accesión	ST (cm ²)	Año de plantación
BGM0347	2,86	2013
BGM0273	24,37	2009
BGM0005	29,22	2009
BGM0268	30,76	2009
BGM0127	31,08	2009
BGM0018	15,05	2009
BGM0012	25,78	2009
BGM0124	31,05	2009

En la Tabla 7 se relacionan las accesiones de mayor vigor (teniendo en cuenta el año de plantación). Las 9 que se citan en primer lugar se ubican en la zona de la finca donde, de media, las accesiones crecieron más (Figura 5), mientras que los 14 restantes se ubican en zonas que no destacan ni por bajo ni por alto crecimiento y, por ello, son las que con mayor probabilidad sean genéticamente más vigorosas.

Tabla 7. Accesiones del B.G. que destacan por su mayo vigor

Acc. más vigorosas	ST (cm ²)	Año de plantación	Acc. más vigorosas	ST (cm ²)	Año de plantación
BGM0197	133,77	2009	BGM0303	51,75	2013
BGM0255	135,73	2009	BGM0289	60,18	2013
BGM0089	140,37	2009	BGM0052	130,53	2009
BGM0261	141,71	2009	BGM0172	132,19	2009
BGM0280	143,92	2009	BGM0068	133,77	2009
BGM0245	161,14	2009	BGM0206	133,77	2009
BGM0279	161,14	2009	BGM0139	135,73	2009
BGM0264	168,39	2009	BGM0194	140,37	2009
BGM0136	179,55	2009	BGM0016	142,39	2009
BGM0302	49,74	2013	BGM0251	147,14	2009
BGM0307	58,01	2013	BGM0202	183,35	2009
BGM0294	58,09	2013			

4.2 CARGA

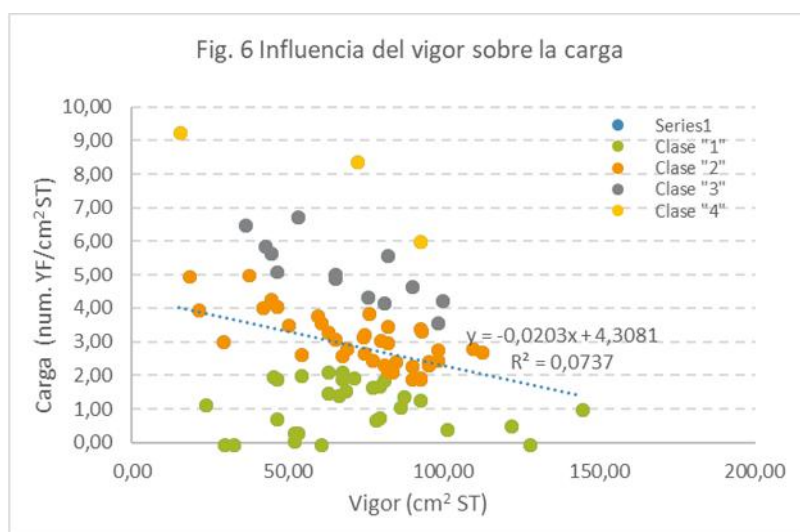
4.2.1 Valores encontrados y variabilidad

La carga expresada en número de yemas fértiles/árbol solo se controló en las accesiones que conforman la parcela nuclear y los valores se indican en la ya citada Anexo 2, y en la Tabla 8 se resumen los mismos de igual manera que en el caso anterior. El valor medio de la carga en el conjunto de las accesiones estudiadas es de 2,88 YF/cm²ST, valor muy similar al que citan Royo y Miranda (2017) como adecuado para alcanzar la máxima producción potencial. Sin embargo, las diferencias encontradas entre accesiones son muy grandes, tal como indica el alto coeficiente de variabilidad.

Tabla 8. Resumen de los resultados de los controles de carga en la parcela nuclear del B.G.

Parámetro	Carga (num. YF/cm ² ST)
Media	2,88
Desv. sst.	1,86
CV (%)	64,55
Valor max	9,29
Valor min	0,00

En general, una misma variedad tiende a llevar una carga mayor cuanto que el vigor es menor (Miranda y Royo, 2004). En la Figura 6 se confirma la relación entre ambos parámetros, aunque como muestra el bajo coeficiente de determinación, R², la carga respetada en la poda depende de otros muchos factores además del analizado. La diferenciación floral de un año, tal como se indicó en los Antecedentes, es la consecuencia de la inducción floral que se produce durante el periodo de crecimiento del año anterior, la cual, a su vez, está condicionada por los hábitos propios de cada variedad, pero también por numerosos factores externos relacionados con el clima, la nutrición y, sobre todo, con el número de frutos que llevaban ese año. Por otra parte, también puede observarse la gran variabilidad entre accesiones de manera que la carga en alguna de ellas es 0 o casi 0 y en otras el valor es 3 veces superior al que se puede considerar como normal.



Todo lo anterior hace que, con los datos de un solo año y, sobre todo, porque no se conocen los datos referidos a la cosecha del año anterior, sea difícil caracterizar las accesiones para la carga desde el punto de vista genético. Además, también pueden existir diferencias importantes en la carga de los dos árboles de una misma accesión; de hecho, para confirmar lo anterior, de los resultados indicados en la Anexo 2, puede calcularse que los árboles de solo el 46% de las accesiones llevan una carga similar (diferencias menores del 30%) mientras que en el 30,6% de ellas, la carga difiere en más del 60%. Sin embargo, los valores mostrados serán muy a tener en cuenta a la hora de valorar estas accesiones con relación a su precocidad y a la sensibilidad a fuego bacteriano.

Los valores medios de carga para cada una de las 4 clases previstas para este parámetro se muestran en la tabla 9, que serán muy a tener en cuenta, como se dirá más adelante, a la hora de valorar las accesiones con relación a su precocidad, sensibilidad a plagas y enfermedades, etc. Volviendo a la Figura 3, destaca lo bien que se ajustan los valores de la clase "2" a lo esperado.

Tabla 9. Valores medios de carga para cada una de las clases según la influencia del vigor

Clase	Num. árboles	Carga media (num. YF/cm ² ST)
1	30	1,14
2	39	3,09
3	13	5,15
4	3	7,92

4.2.2 Accesiones destacables

En la Tabla 10 se muestran aquellas variedades cuya carga ha sido más baja. Teniendo en cuenta la relación mencionada por Miranda y Royo (2004) así como los visto en la Figura 6, de las 12 accesiones tendrán mayor probabilidad de ser de poca carga las 8 inferiores, es decir, aquellas que tienen menor vigor.

Tabla 10. Accesiones del B.G. que destacan por tener carga baja (num. YF/cm² ST)

Accesión	Carga (num. YF/cm ² ST)	Accesión	Carga (num. YF/cm ² ST)
BGM0163	0,00	BGM0164	0,78
BGM0186	0,54	BGM0178	0,45
BGM0002	0,33	BGM0190	0,00
BGM0005	0,00	BGM0301	0,76
BGM0087	0,10	BGM0303	0,34
BGM0153	0,72	BGM0304	0,00

De la misma manera, en la Tabla 11 se indican aquellas cuyo valor es superior al valor medio esperable y, además, también destacarán con mayor motivo las 8 últimas por tener en este caso, mayor carga de lo esperado en relación a su vigor.

Tabla 11. Accesiones del B.G. que destacan por tener carga alta (num. YF/cm² ST)

Accesión	Carga (num. YF/cm ² ST)	Accesión	Carga (num. YF/cm ² ST)
BGM0018	9,29	BGM0092	5,62
BGM0071	4,94	BGM0095	5,70
BGM0128	5,08	BGM0098	6,77
BGM0254	5,05	BGM0155	6,54
BGM0287	5,01	BGM0241	8,42
BGM0023	5,91	BGM0300	5,16
BGM0070	6,04		

4.3 EVOLUCIÓN FENOLÓGICA

4.3.1 Valores encontrados y variabilidad

a) Periodo desde brotación a Cauajado

En el Anexo 3 se recogen las fechas en las que se alcanzó cada estado fenológico tras la correspondiente interpolación realizada con los controles de campo. Dichas fechas se han expresado como días tras el día 16 de marzo, fecha en la que la accesión más temprana (BGM0254) alcanzó el estado "D". En la Tabla 12 se resumen dichos resultados en lo referido a la fecha en la que se alcanzan los estados "D" y "F2" indicando además los GDH_{4,5} necesarios para alcanzar dichos estados. Como se observa, la diferencia entre las accesiones más tempranas y más tardías para alcanzar el estado "D" fue de alrededor de 3.000 GDH y 26 días; para alcanzar "F2", de unas 6.000 GDH que, en ambos casos, en las circunstancias climáticas de este año 2017 representan alrededor de 30 - 35 días.

Tabla 12. Resumen de los valores de la fecha y de los GDH_{4,5} acumulados para el estado "D" y "F₂"

Parámetro	Estado D		Estado F ₂	
	Fecha ⁽¹⁾	GDH 4,5 ⁽²⁾	Fecha ⁽¹⁾	GDH 4,5 ⁽²⁾
Media	16	6.253	26	8.879
Desv. sst.	5	750	6	997
CV (%)	31	11,99	22	11,23
Valor max	26	8.319	46	12.258
Valor min	0	5.066	10	6.280

(1): días tras del 16 de marzo

(2): Acumulados desde

En la Figura 7 se representa el calendario de floración del conjunto de accesiones ordenadas desde las más precoces hasta las más tardías y, de nuevo, se comprueba la alta variabilidad entre ellas, lo que demuestra su relación con el genotipo de cada variedad. También es destacable cómo las diferencias entre variedades no se mantienen constantes a lo largo del ciclo, por ejemplo, la variedad BGM0240 necesita 3 días para pasar de E₂ a F y 10 para pasar de F a F₂, y sin embargo la BGM0018 necesita el doble que la anterior para pasar de E₂ a F y solo 4 días para pasar de F a F₂. Se ve, por tanto, que el número de días necesarios para pasar de un estado al siguiente es muy distinto dependiendo de la variedad, lo cual, en parte, es una característica que también depende del genotipo y, en la Figura 8, se representan los valores medios de fecha y necesidades de calor para alcanzar el estado "F₂" en las 4 clases. En general, cada clase difiere de la anterior en aproximadamente, 4 días y 1.000 GDH 4,5.

En la Figura 9 se representan las temperaturas medias del primer semestre del año 2017 y ese mismo parámetro correspondiente al valor medio de los 10 años anteriores, así como el valor máximo y mínimo de ese mismo periodo. Como se observa el año 2017 fue algo más cálido que la temperatura media del "año medio" y por ello puede esperarse que las diferencias en la evolución fenológica observadas este año sean iguales o ligeramente inferiores (más precocidad) a lo que se produce normalmente.

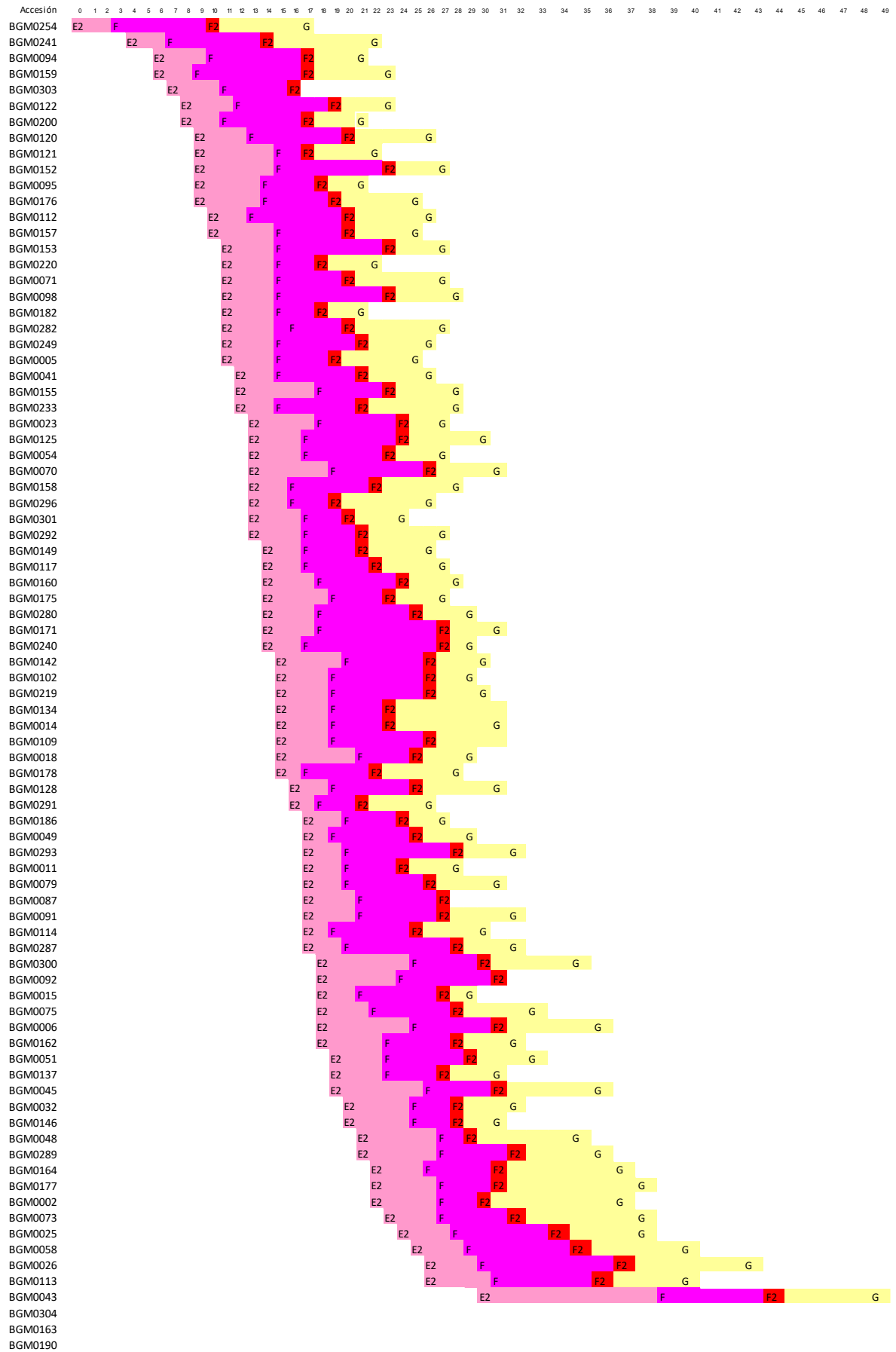
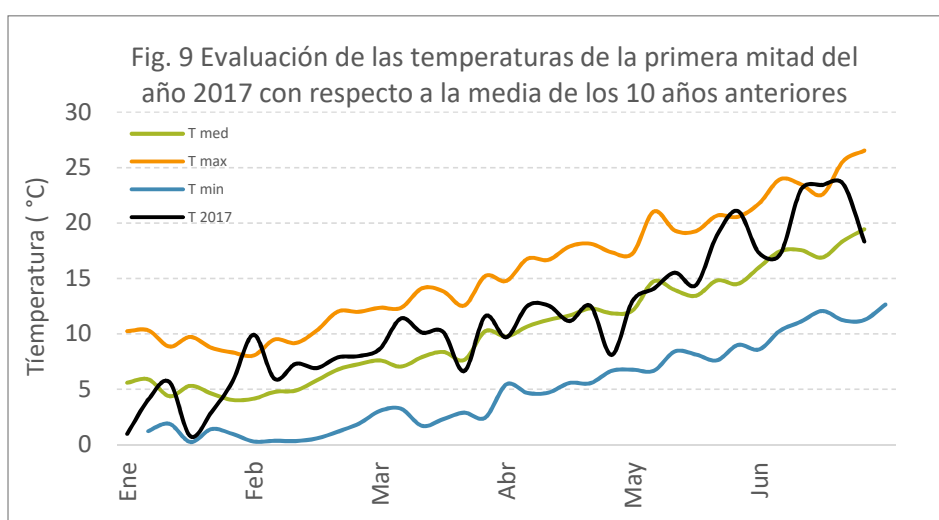
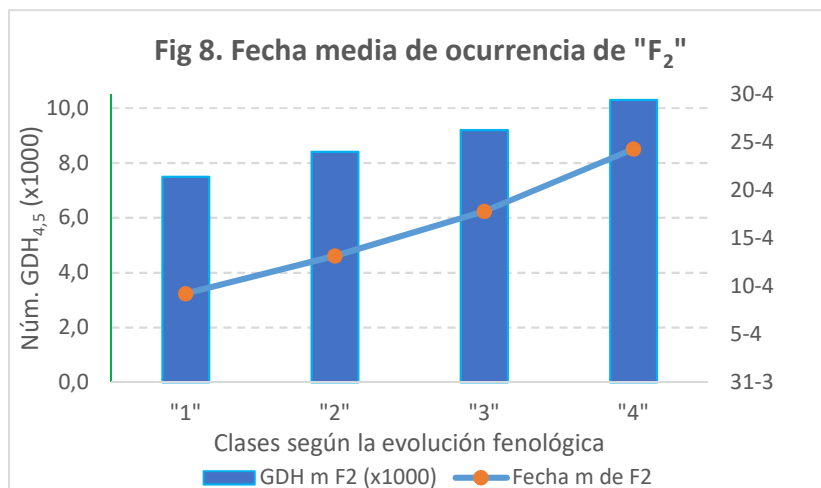


Fig. 7 Calendario de floración de la parcela nuclear del B.G.



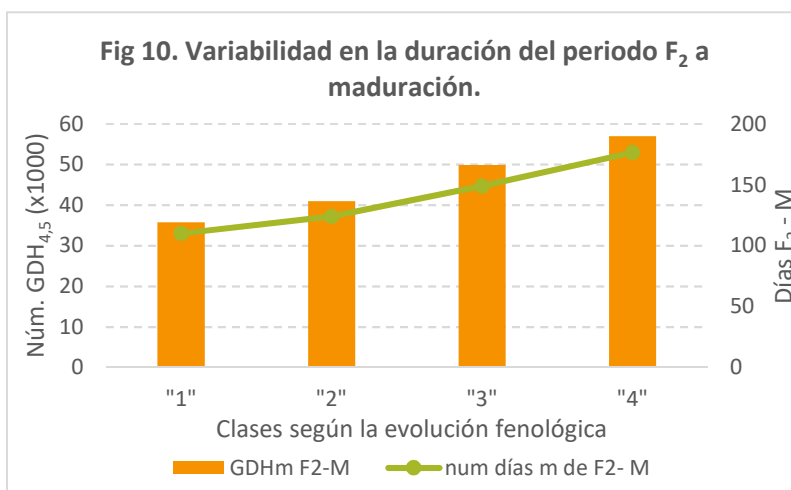
b) Duración del periodo de crecimiento y maduración del fruto.

En el Anexo 3 se indica la fecha en la que cada accesión alcanzó su madurez recolección (definida como se indicó en el capítulo de "Material y métodos") y en la Tabla 13, se resumen dichos resultados indicando valores medios y extremos en lo referido al número de días transcurridos entre "F₂" y madurez, así como la integral de calor acumulada (GDH_{4,5}) durante dicho periodo. El número medio de días necesario para alcanzar la maduración es de alrededor de 140 días, pero hay muchas diferencias entre variedades de manera que las más precoz requiere la mitad de los días y de GDH_{4,5} que la más tardía.

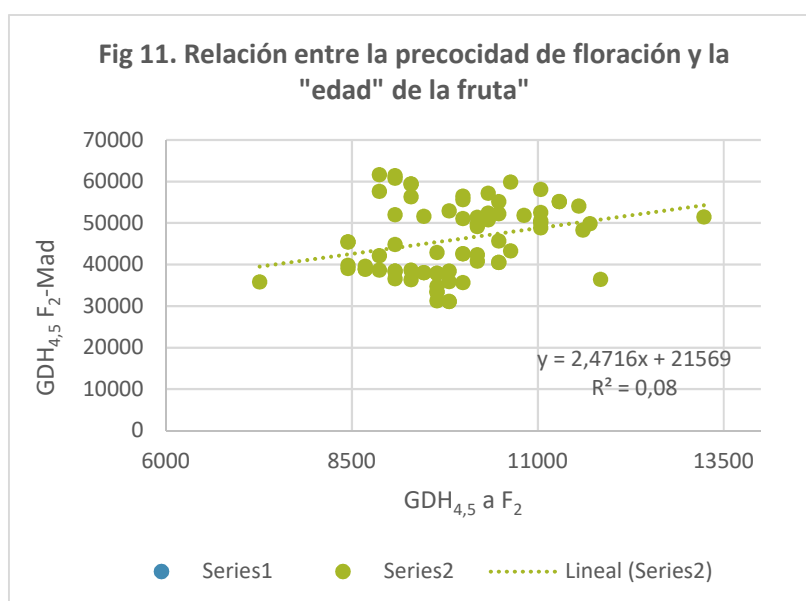
Tabla 13. Número de días y GDH 4,5 acumulados durante el crecimiento y maduración de los frutos

Parámetro	num. días	GDH 4,5
Media	140	46019,95
Desv. sst.	27	8597,40
CV (%)	19	18,68
Valor max	198	61693,00
Valor min	97	31130,20

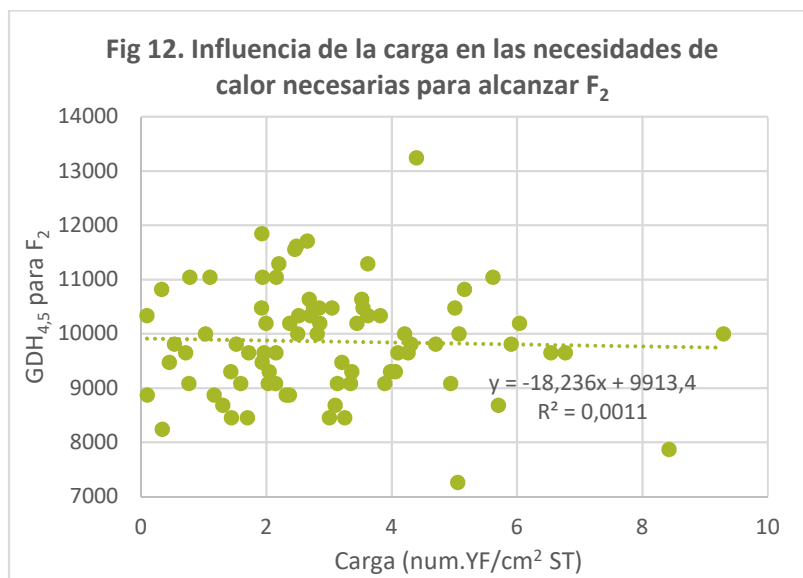
De acuerdo con lo dicho en el “Método”, se han establecido 4 clases en lo referido a la “edad de la fruta” y, en la Figura 10 se muestran los valores medios expresados en días y GDH_{4,5} necesarios para completar el ciclo “Floración- de recolección” de cada una de ellas. Se observa que cada clase, aproximadamente, requiere 7.000 GDH_{4,5} más que la anterior y que, en general a mayor clase, más calor acumulan por unidad de tiempo, excepto en la última clase, donde los requerimientos de calor por unidad de tiempo son menores que en el resto de las clases (322GDH_{4,5}/día).



En la Figura 11 se representa la relación entre las necesidades de calor para alcanzar el estado “F₂” y para completar el ciclo entre “F₂” y “Maduración”. Como es habitual en las variedades comerciales, apenas se observa relación entre la precocidad para alcanzar la floración y para llegar a maduración y teniendo en cuenta que las condiciones climáticas durante este periodo fueron similares para todas las accesiones, se confirma lo que es de general conocimiento (AGUSTÍ, 2004): los factores más influyentes en la edad de la fruta (periodo F₂ a maduración) tienen relación con el genoma. Por otra parte, estos resultados tienen mucho interés para prever la capacidad de adaptación de las variedades ya que, por ejemplo, las variedades más tardías en florecer y con periodos de “F₂-maduración” más cortos se comportarán mejor en zonas de frecuentes heladas primaverales y veranos cortos (zonas de montaña) y al revés, aquellas de floración precoz y larga duración F₂ a maduración se adaptarán mejor en climas más cálidos.



En la Figura 12 se observa cómo no hay apenas relación entre las necesidades de calor para alcanzar un determinado estado fenológico, en este caso F_2 , y la carga respetada tras la poda. Se sabe que en general la evolución fenológica de un árbol es más lenta si la carga es mayor, pero este factor está mucho más influenciado por factores genotípicos que por causas ambientales como confirma la baja R^2 .



4.3.2 Accesiones destacables

En la Tabla 14 se relacionan las accesiones que han destacado en relación con la fecha en la que alcanzan F_2 , maduración y el periodo necesario para pasar de uno a otro.

Tabla 14. Accesiones destacables en relación a F_2 , M o el periodo entre ambos

Accesión	Destacable por ⁽¹⁾ :			Accesión	Destacable por ⁽¹⁾ :		
	F_2	M	F_2 -M		F_2	M	F_2 -M
BGM0254	✓	✓		BGM0152		✓	✓
BGM0241	✓			BGM0155		✓	✓
BGM0303	✓			BGM0125		✓	✓
BGM0159	✓			BGM0023		✓	✓
BGM0121	✓			BGM0280			✓
BGM0094	✓			BGM0102			✓
BGM0200	✓			BGM0171		✓	✓
BGM0005			✓	BGM0048		✓	✓
BGM0176		✓	✓	BGM0177		✓	✓
BGM0240		✓	✓	BGM0073	✓		
BGM0282		✓	✓	BGM0289	✓		
BGM0249		✓	✓	BGM0025	✓		
BGM0292			✓	BGM0058	✓		
BGM0291		✓	✓	BGM0113	✓		
BGM0153		✓	✓	BGM0026	✓		
BGM0175		✓	✓	BGM0043	✓		

(1) 1: tardío/largo, 0: no destaca, -1: precoz/corto

Con las variedades que se indican en la Tabla 14 y vista la Figura 12, se puede decir con mayor seguridad que serán más precoces o de ciclo más corto, aquellas variedades que estén más cargadas; y con el mismo razonamiento, serán más tardías o de periodo de duración largo aquellas que tengan menor carga.

Además, de nuevo, se confirma la poca relación entre la precocidad para floración y para maduración (Figura 11), aunque como se ha comentado, estudiar el ciclo fenológico de las diferentes variedades y conocer sus necesidades de calor aportan información de gran interés desde muchos puntos de vista: adaptación al clima, coordinación de operaciones, etc.

4.4 BACTERIANO (ERWINIA AMYLOVORA)

4.4.1 Presencia de la enfermedad en la colección

Los días 8-12 de junio del año 2017 (alrededor de dos meses después de la floración), se detectaron los primeros síntomas de la enfermedad en algunos frutos o en los ápices de los brotes del año (Figura 13), y se procedió a eliminar los ramos en los que se veían síntomas y a aplicar inmediatamente sobre los cortes una solución concentrada de oxícloruro de cobre. A la vista de que la enfermedad se extendía a gran velocidad, el 15 de junio se volvió a realizar poda sanitaria a diferencia de que, en ese momento, cuando el árbol manifestaba síntomas en más de un ramo de la misma rama se procedió a eliminar la rama de producción que los contenía o, si afectaba a más de una de esas ramas, se eliminaba parcial o totalmente la guía que las contenía (Figura 14). A partir de esa fecha, cada semana se controló la plantación y se procedió a eliminar los ramos que manifestaban síntomas (y a tratar los cortes).



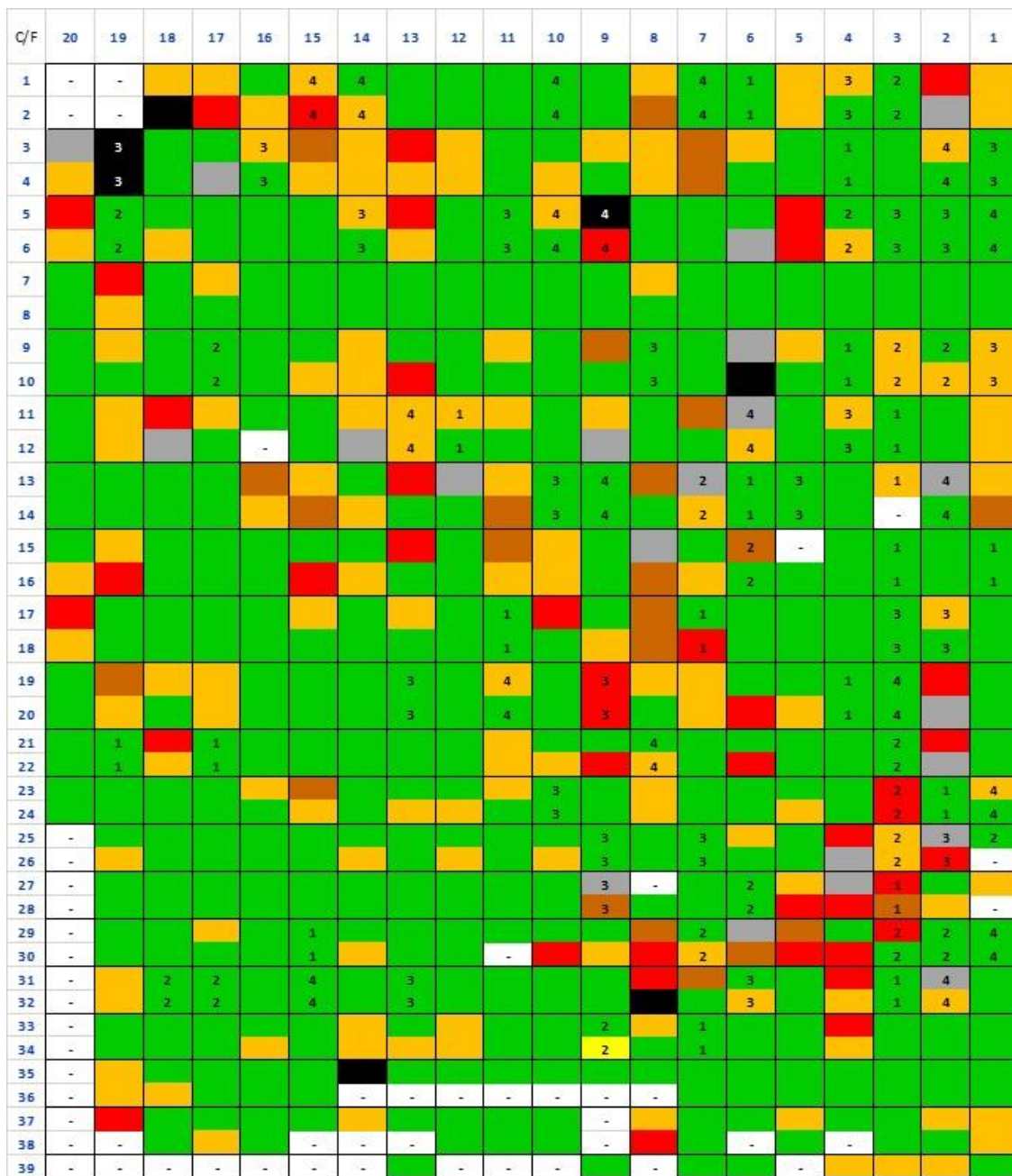
Fig. 13 Síntomas de fuego bacteriano en frutos (izq.) y (dcha.) exudado de la bacteria en ramos y cayado en el ápice



Figura 14. Cortes en guía y aplicación de Cu (izq.) y (dcha.) aplicación de Cu en rama y posterior aparición de brotes con Fuego

En el Anexo 4 se resumen los resultados de los controles de presencia de síntomas de Fuego bacteriano en el conjunto de árboles de la colección, y el de las intervenciones de poda sanitaria que se realizaron a lo largo del ciclo. Así mismo, para cada árbol y tal como se indicó en el Método, se indica el nivel de susceptibilidad mostrado. Los resultados anteriores se representan gráficamente en la Figura 15 en la que se muestra el nivel de intervención en poda sanitaria de todos los árboles de la colección y, cuando se sabe, se indica el grupo correspondiente a la época de floración. Como se observa la frecuencia de aparición del fuego es algo mayor en las 10 primeras columnas que en el resto sin que se encuentre una explicación salvo que se deba a que en esta zona se encuentren una mayor proporción de accesiones que alcanzaron la plena floración en la época más favorable a la infección.

Fig 15. Distribución de las variedades sensibles a fuego bacteriano en la finca del BG de la UPNA



Los resultados anteriores se resumen en la Tabla 15 indicando la proporción de árboles y de accesiones que mostraron cada uno de los 6 niveles de susceptibilidad previstos

Tabla 15. Clases de susceptibilidad a *Erwinia amylovora*

Nivel Max. de susceptib.	núm. árboles	num. Accesiones	% Arboles	% Accesiones
0	419	172	64,76	52,60
1	133	82	20,56	25,08
2	24	16	3,71	4,89
3	44	32	6,80	9,79
4	22	21	3,40	6,42
5	5	4	0,77	1,22

De los resultados anteriores se deduce que la enfermedad se expandió ampliamente afectando con mayor o menor intensidad a más de la mitad de las accesiones. Las causas por las que este año 2017 la presencia de la enfermedad fue muy superior a la de los años anteriores, seguramente se debió a los episodios de lluvia que se dieron durante la floración y a las temperaturas altas que se dieron a partir de entonces (Figura 9) ya que como indica Biggs, Alan R. (2014) son circunstancias muy favorables para el desarrollo y expansión de la bacteria.

Es de destacar las diferencias observadas entre accesiones pues, como se observa en la citada Tabla 15, la mitad de las accesiones no mostraron síntomas, el 25% mostraron síntomas ligeros y el resto graves o muy graves. Todo lo anterior confirma la bibliografía en la que se muestran grandes diferencias en la sensibilidad al fuego bacteriano entre variedades comerciales (Palacios-Bielsa, A y Cambra, M.A., 2009; MAPAMA, 2015).

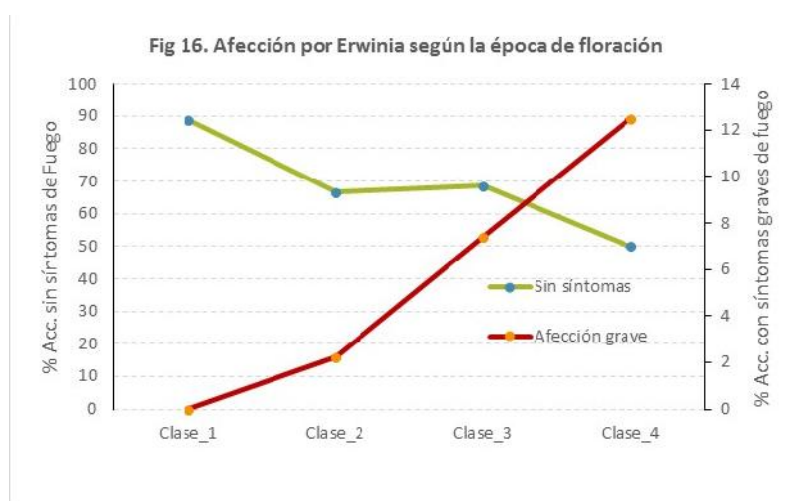
El nivel de sensibilidad mostrado por ambos árboles de cada una de las 155 accesiones sensibles fue muy similar salvo en el caso de las 23 de ellas (las que se indican en la Tabla 16) en las que como se observa, el comportamiento fue muy distinto.

Tabla 16. Accesiones cuyos árboles mostraron mucha diferencia de susceptibilidad

Accesión	Nivel de sensibilidad a Fuego bacteriano		Accesión	Nivel de sensibilidad a Fuego bacteriano	
	Arb-1	Arb-2		Arb-1	Arb-2
BGM0058	4	0	BGM0182	0	3
BGM0105	0	4	BGM0068	1	4
BGM0206	4	0	BGM0083	0	3
BGM0245	0	4	BGM0116	3	0
BGM0260	1	5	BGM0144	0	3
BGM0300	4	1	BGM0258	0	3
BGM0158	3	0	BGM0004	3	0
BGM0031	0	3	BGM0010	3	0
BGM0092	4	1	BGM0044	1	4
BGM0107	0	3	BGM0145	0	3
BGM0108	0	3	BGM0213	4	1
BGM0175	4	1			

4.4.2. Accesiones destacables

Biggs y Turechek (2014) han desarrollado un modelo (“Maryblyt™ 7.1”) de predicción de infección de *Erwinia amylovora*. Dicho método se basa en la fecha en la que se alcanza el estado F2 y las condiciones climáticas a partir de dicha fecha. Al objeto de ver si la presencia de la enfermedad en la finca del BG estaba relacionada con la época de floración, se ha calculado la incidencia de la enfermedad según la clase de precocidad de cada accesión estudiada, y en la Figura 16 se muestran dichos resultados que corroboran dicha influencia pues, como se observa, la proporción de accesiones sin síntomas de fuego era claramente mayor en las del grupo de floración precoz (clase “1”) y la proporción de accesiones con síntomas graves también era claramente menor que en los grupos de floración más tardíos. Desde este punto de vista, las accesiones cuyo genotipo esté más relacionado con la susceptibilidad al fuego serán con mayor probabilidad las que siendo de floración tardía hayan resultado indemnes a la enfermedad y las que siendo de floración temprana, hayan sido afectadas por la bacteria a niveles mayores de 2.



Como ya se ha dicho en el Método, el seguimiento fenológico no se hizo en todas las accesiones por lo que la citada Figura 16 solo se refiere a las 85 en las que sí se hizo, por lo que en el resto de accesiones no se pueden destacar con el mismo criterio que las anteriores aunque posiblemente sean significativamente menos sensibles las que no manifestaran síntomas siendo que estaban al lado de otras con síntomas graves y al revés, sean más sensibles las que manifestaron síntomas graves (mayores de 2) siendo que estaban rodeadas de accesiones que no manifestaron ningún síntoma.

En principio todas las accesiones en las que no se han visto síntomas de fuego son potencialmente interesantes como presuntamente poco sensibles pero, para que la relación entre el genotipo y la sensibilidad se establezca con mayor probabilidad de certeza, se deberían tener en cuenta los criterios expresados en los dos párrafos anteriores y de esta manera, para destacar las accesiones más y menos sensibles se utilizarán dos criterios:

- a) **Para las accesiones en las que se estudió su evolución fenológica:** se destacarán como poco sensibles, las que siendo de los grupos de floración 3 ó 4 no hayan mostrado síntomas de fuego, y muy sensibles, las que manifestaron síntomas de nivel mayor de 3 o las de los grupos de floración 1 ó 2, en las que se realizaran intervenciones de poda sanitaria de nivel 2 o superior.

b) **Para el resto de las accesiones:** se destacarán como poco sensibles las que no manifestaron síntomas siendo que estaban al lado de otras con síntomas graves, y como más sensibles, las que hubo un nivel de intervención mayor de 3, o las que el nivel de intervención fue mayor de 1 siendo que estaban rodeadas de accesiones que no manifestaron ningún síntoma.

En la Tabla 17, se muestran las accesiones de ambos tipos que han resultado destacables por su mayor susceptibilidad y en la Tabla 18, al contrario, las que parecen más sensibles.

Tabla 17 Accesiones destacables por su poca sensibilidad a Fuego bacteriano

Accesion BGM xxxx	Flor. tardia	Cercanas a muy afect.	Accesion BGM xxxx	Floración tardia	Junto a muy afectadas
0146	1	1	0104		1
0011	1		0112		1
0015	1		0126		1
0018	1		0134		1
0023	1		0138		1
0032	1		0146		1
0048	1		0149		1
0049	1		0150		1
0051	1		0163		1
0073	1		0176		1
0087	1		0197		1
0109	1		0203		1
0114	1		0207		1
0128	1		0211		1
0137	1		0217		1
0142	1		0225		1
0164	1		0235		1
0186	1		0240		1
0287	1		0255		1
0289	1		0266		1
0001		1	0267		1
0005		1	0275		1
0022		1	0298		1
0064		1	0299		1
0074		1	0305		1
0076		1	0325		1
0094		1	0336		1
0095		1	Goolden		1
0099		1			

Tabla 18 Accesiones destacables por su mayor sensibilidad a Fuego bacteriano

Accesion BGM	Susceptib.
xxxx	Fuego
102	4-3
0162	5-5
0043	5-3
0007	3-4
0030	4-3
0085	3-4
0086	3-4
0090	4-4
0093	3-4
0139	3-4
0295	3-5
0059	2
0108	3

4.4.3. Control del Fuego bacteriano mediante la poda sanitaria

Las posibilidades reales de controlar a *Erwinia amylovora* mediante fitosanitarios autorizados son muy pocas y, tal como se aconseja en la bibliografía (Palacios-Bielsa, A y Cambra, M.A., 2009), la eliminación rigurosa de las partes afectadas es actualmente el método más efectivo. Tras la aparición de la enfermedad en el BG durante la primera quincena de junio, se procedió a un riguroso control y a la eliminación de las partes afectadas y se ha podido confirmar el interés de la realización de dicha poda. En la Tabla 19, se resumen los resultados de los controles realizados agrupando los árboles en función de la intensidad de las intervenciones realizadas hasta el 15 de junio (la primera semana en la que se vieron síntomas) y se comprueba que:

- a) La inmensa mayoría (94,4%) de los árboles que para esa fecha no habían manifestado síntomas ya no los manifestaron en todo el año y los pocos que la manifestaron, apenas afectaba a 1 ó 2 ramos de cada árbol. Incluso cabe la posibilidad de que algunos de esos árboles ya hubiesen manifestado el síntoma para el 15 de junio, pero hubiesen pasado desapercibidos en los controles realizados.
- b) Cuanto más severas fueron las intervenciones realizadas en aquellos árboles que manifestaron síntomas al principio, la probabilidad de que volviesen a manifestarse síntomas era menor.

Tabla 19. Influencia de la intensidad de la poda sanitaria al inicio de los síntomas de fuego y su eficacia

Nivel de Intervención	hasta el 15 de junio	desde el 15 de Junio
0	497	469
1 ó 1,5	179	122
2 - 3	16	12
>3	12	12

5 ACCESIONES MAS DESTACABLES DE LA COLECCIÓN

En la Tabla 21 se recogen las 5 accesiones que han destacado por tres o más de los cinco caracteres estudiados y que, posiblemente, sean las que mas difieran genéticamente del resto.

Tabla 21. Accesiones que difieren más del resto de la colección

Accesión	Vigor ⁽¹⁾	Carga ⁽¹⁾	Fecha de F ₂ ⁽¹⁾	Periodo F ₂ -M ⁽¹⁾	Poco sensibles a Fuego	Muy sensibles a Fuego
BGM0005	-1	-1		+1	1	
BGM0018	-1	+1			1	
BGM0289	+1		+1		1	
BGM0023		+1		-1	1	
BGM0280	+1	-1		+1		

(1): -1: Por valores bajos; +1: Por valores altos

6 CONCLUSIONES

De los resultados expuestos se pueden extraer como más importantes, las siguientes conclusiones.

- Las circunstancias ambientales condicionan la expresión de la mayor parte de los caracteres fenológicos y por ello, para compara el fenotipo de diferentes variedades es necesario cultivarlas en condiciones similares y sobre el mismo patrón.
- En las condiciones de la Finca de Prácticas de la UPNA se ha podido observar una gran variabilidad fenotípica entre las variedades antiguas cultivadas de manzano conservadas en el Banco de Germoplasma de la UPNA y de ello se deduce que también se conserva una gran variabilidad genética y se demuestra el gran valor que tiene la colección tanto desde el punto de vista agronómico, como desde el de la mejora genética.
- La primavera del año 2017 fue muy favorable para el desarrollo del fuego bacteriano y por tanto, se presentó una buena oportunidad para estudiar el nivel de susceptibilidad de

la colección a esta enfermedad. De los estudios realizados se puede concluir que existen algunas accesiones que, muy probablemente, sean muy poco sensibles y al contrario, otras que parecen ser muy susceptibles.

- Las accesiones de floración más tardía resultaron más afectadas por el fuego bacteriano que el resto pero no se puede establecer una relación directa entre ambas características pues seguramente ello fue debido a que durante el periodo de floración de las más tardías (cuando se producen en mayor medida las infecciones), las condiciones climatológicas fueron más favorables para la enfermedad y, además la cantidad de inóculo era mayor.
- Se confirma que para una adecuada utilización del material conservado en los Bancos de germoplasma, deben ser bien caracterizado no solo desde el punto de vista morfológico y molecular, sino también desde el punto de vista de su comportamiento agronómico.

7 BIBLIOGRAFÍA

- Alan R. Biggs; William W. Turechek**, 2014. Maryblyt™ 7.1 (for Windows) A Predictive Program for Forecasting Fire Blight Disease in Apples and Pears. University of Maryland, West Virginia University, and USDA-ARS
- Durham, R.E.; Korban, S.S.** 1994. Evidence of gene introgression in apple using RAPD markers. *Enphytica* 79: 109-114.
- Esparza, M., Garnica, I.; Lezaun, J; Landa, B.** 2005. *Tratamientos contra el Moteado del manzano (V. inaequalis)*. INTIA
- FAO**, 2017. FAOSTAT base de datos. <http://faostat.fao.org>.
- FAO**. (2014). Normas para bancos de germoplasma de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura. Retrieved from <http://www.fao.org/3/a-i3704s.pdf>
- JONES, A.L.**, 2002. PLAGAS Y ENFERMEDADES DEL MANZANO Y DEL PERAL. ALDWINCKLE, 121 PP
- Korban, S. S.; Skirvin, R. M.** 1984. Nomenclature of the cultivated apple. *HortScience* 19 (2): 177-180
- Lorda, M.** 2009. Diversificación agraria Capítulo nº 3: El manzano.
- Murillo, J.** Apunten sobre enfermedades de la asignatura Protección de Cultivos. 2017.
- Noiton, D.A.M., Alspach, P.A.** 1996. Founding clones, inbreeding, coancestry, and status number of modern apple cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121: 773-782.
- Ramírez-legarreta, M.R.; Jacobo-Cuéllar, J. L.; Gardea-Béjar, A. A. , & Parra-Quezada, R. A.** (2008). revista mexicana de fitopatología. revista mexicana de fitopatología (vol. 26). sociedad mexicana de fitopatología. (retrieved from http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=s0185-33092008000200008&script=sci_arttext)
- Royo, J.B.; Miranda, C.;Blanco, A.** 2017. método armonizado para la caracterización pomológica del manzano (*malus × domestica borkh*). monografias inia. serie agrícola. 122 pp.
- Royo, J.B.; Miranda, C.**, 2017. Apuntes de la asignatura cultivos frutales y vid. curso 17-18.
- Royo, J.B.; González, J.; Laquidain, M.J.; Miranda, C.; Santesteban, L.G.**, 2009. El manzano autóctono de navarra. Catálogo de las accesiones del Banco de Germoplasma de la Universidad pública de Navarra. UPNA

Ruiz de Galarreta, J.I.; Prohens, J. y Tierno, R. 2016. *las variedades locales en la mejora genética de plantas*. 1 ed. Vitoria-Gasteiz. eusko jaurlaritz. isbn: 978-84-457-3395-0

SIGPAC Navarra. 2018. <http://sigpac.tracasa.es/>

UPOV, 2005. TG/14/9. Apple (Fruits varieties). Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability.

Urbina Vallejo, V. Monografías de fruticultura nº 3. el sistema productivo en explotaciones frutales (<http://hdl.handle.net/10459.1/47029>)

Urbina Vallejo, V. Monografías de fruticultura nº 5. morfología y desarrollo vegetativo de los frutales (<http://hdl.handle.net/10459.1/47019>)

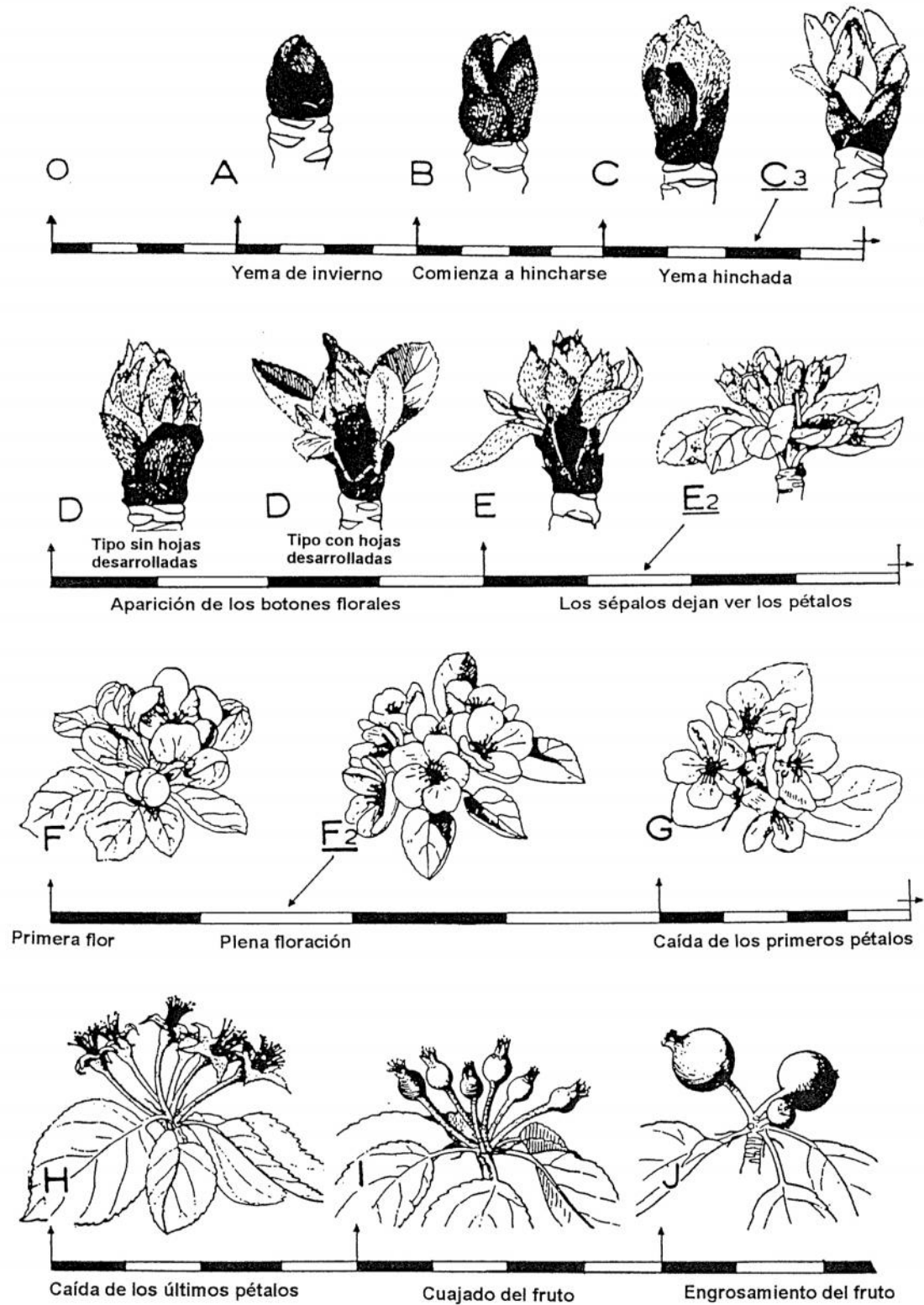
Urbina Vallejo, V. Monografías de fruticultura nº 6. la fructificación de los frutales (<http://hdl.handle.net/10459.1/47020>)

Urbina Vallejo, V. 2006. Bancos de germoplasma de peral y manzano. problemática de conservación.

Urrestarazu, J; Denance, C; Durel, CE; 2016. Analysis of the genetic diversity and structure across a wide range of germplasm reveals prominent gene flow in apple at the European level. BMC Plant Biology. 16:130. DOI <https://10.1186/s12870-016-0818-0>

ANEXO 1. ESTADOS FENOLÓGICOS DE FLECKINGER

ESTADOS FENOLÓGICOS DEL MANZANO (Según Fleckinger)



ANEXO 2. RESULTADOS DE LOS CONTROLES DE VIGOR Y CARGA DE LAS ACCESIONES ESTUDIADAS EN EL BANCO

Accesión	Año Plant.	Vigor cm ² ST	Clase Vigor	Carga (num. YF/cm ² ST)	Clase Carga	Accesión	Año Plant.	Vigor cm ² ST	Clase Vigor	Carga (num. YF/cm ² ST)	Clase Carga
BGM0001	2009	84,05	3			BGM0065	2009	45,84	1		
BGM0002	2009	52,81	1	0,33	1	BGM0066	2009	38,52	1		
BGM0003	2009	91,99	3			BGM0067	2009	89,31	3		
BGM0004	2009	101,71	4			BGM0068	2009	133,77	4		
BGM0005	2009	29,22	1	0,00	1	BGM0069	2009	71,70	2		
BGM0006	2009	85,60	3	1,10	1	BGM0070	2009	91,99	3	6,04	4
BGM0007	2009	100,29	4			BGM0071	2009	64,64	2	4,94	4
BGM0008	2009	45,84	1			BGM0073	2009	81,57	3	2,20	2
BGM0009	2009	81,49	3			BGM0074	2009	61,28	2		
BGM0010	2009	97,48	3			BGM0075	2009	111,91	4	2,75	3
BGM0011	2009	62,39	2	1,52	1	BGM0076	2009	81,57	3		
BGM0012	2009	25,78	1			BGM0077	2009	69,33	2		
BGM0013	2009	62,39	2			BGM0078	2009	114,91	4		
BGM0014	2009	66,92	2	2,15	2	BGM0079	2009	91,99	3	3,44	3
BGM0015	2009	97,48	3	3,62	3	BGM0080	2009	84,13	3		
BGM0016	2009	142,39	4			BGM0081	2009	74,03	2		
BGM0017	2009	98,88	4			BGM0082	2009	81,51	3		
BGM0018	2009	15,05	1	9,29	4	BGM0083	2009	65,78	2		
BGM0019	2009	87,98	3			BGM0084	2009	58,01	1		
BGM0020	2009	51,75	1			BGM0085	2009	71,62	2		
BGM0021	2009	97,56	4			BGM0086	2009	111,91	4		
BGM0022	2009	91,99	3			BGM0087	2009	51,75	1	0,10	1
BGM0023	2009	42,12	1	5,91	4	BGM0088	2009	60,18	1		
BGM0024	2009	74,05	2			BGM0089	2009	140,37	4		
BGM0025	2009	84,23	3	2,45	2	BGM0090	2009	91,99	3		
BGM0026	2009	89,31	3	1,93	2	BGM0091	2009	74,05	2	2,70	3
BGM0027	2009	62,41	2			BGM0092	2009	81,49	3	5,62	4
BGM0028	2009	91,99	3			BGM0093	2009	97,48	3		
BGM0029	2009	108,94	4			BGM0094	2009	81,49	3	3,01	3
BGM0030	2009	86,66	3			BGM0095	2009	43,95	1	5,70	4
BGM0031	2009	117,97	4			BGM0096	2009	86,66	3		
BGM0032	2009	80,34	3	1,93	2	BGM0097	2009	78,96	2		
BGM0033	2009	111,91	4			BGM0098	2009	52,81	1	6,77	4
BGM0034	2009	86,66	3			BGM0099	2009	55,88	1		
BGM0035	2009	91,99	3			BGM0100	2009	62,39	2		
BGM0036	2009	60,20	1			BGM0101	2009	58,01	1		
BGM0037	2009	66,92	2			BGM0102	2009	76,79	2	2,50	2
BGM0038	2009	84,05	3			BGM0103	2009	41,19	1		
BGM0039	2009	106,02	4			BGM0104	2009	121,04	4		
BGM0040	2009	86,66	3			BGM0105	2009	106,02	4		
BGM0041	2009	53,79	1	2,04	2	BGM0106	2009	35,94	1		
BGM0042	2009	103,13	4			BGM0107	2009	51,77	1		
BGM0043	2009	75,29	2	4,39	4	BGM0108	2009	72,86	2		
BGM0044	2009	117,97	4			BGM0109	2009	109,02	4	2,85	3
BGM0045	2009	67,00	2	1,94	2	BGM0110	2009	84,23	3		
BGM0046	2009	86,66	3			BGM0111	2009	53,79	1		
BGM0047	2009	55,90	1			BGM0112	2009	64,64	2	3,13	3
BGM0048	2009	81,49	3	3,52	3	BGM0113	2009	66,94	2	2,66	2
BGM0049	2009	80,26	3	4,21	4	BGM0114	2009	97,48	3	2,81	3
BGM0050	2009	81,51	3			BGM0115	2009	116,47	4		
BGM0051	2009	53,79	1	2,69	3	BGM0116	2009	94,74	3		
BGM0052	2009	130,53	4			BGM0117	2009	45,84	1	1,94	2
BGM0053	2009	58,01	1			BGM0118	2009	75,37	2		
BGM0054	2009	45,84	1	4,10	4	BGM0119	2009	61,40	2		
BGM0055	2009	76,47	2			BGM0120	2009	44,93	1	2,03	2
BGM0056	2009	66,92	2			BGM0121	2009	76,47	2	1,70	1
BGM0057	2009	74,03	2			BGM0122	2009	94,74	3	2,37	2
BGM0058	2009	94,72	3	2,48	2	BGM0123	2009	82,81	3		
BGM0059	2009	89,33	3			BGM0124	2009	31,05	1		
BGM0060	2009	71,62	2			BGM0125	2009	44,15	1	4,31	4
BGM0061	2009	60,18	1			BGM0126	2009	53,79	1		
BGM0062	2009	94,72	3			BGM0127	2009	31,08	1		
BGM0063	2009	56,95	1			BGM0128	2009	64,64	2	5,08	4
BGM0064	2009	69,33	2			BGM0129	2009	89,31	3		

Accesión	Año Plant.	Vigor cm ² ST	Clase Vigor	Carga (num. YF/cm ² ST)	Clase Carga	Accesión	Año Plant.	Vigor cm ² ST	Clase Vigor	Carga (num. YF/cm ² ST)	Clase Carga
BGM0130	2009	86,66	3			BGM0197	2009	133,77	4		
BGM0131	2009	60,20	1			BGM0200	2009	74,11	2	3,25	3
BGM0132	2009	86,74	3			BGM0201	2009	62,39	2		
BGM0133	2009	113,65	4			BGM0202	2009	183,35	4		
BGM0134	2009	70,56	2	1,96	2	BGM0203	2009	58,19	1		
BGM0135	2009	68,21	2			BGM0204	2009	84,05	3		
BGM0136	2009	179,55	4			BGM0205	2009	103,13	4		
BGM0137	2009	97,48	3	2,52	2	BGM0206	2009	133,77	4		
BGM0138	2009	42,10	1			BGM0207	2009	106,20	4		
BGM0139	2009	135,73	4			BGM0208	2009	59,31	1		
BGM0141	2009	108,94	4			BGM0209	2009	40,31	1		
BGM0142	2009	92,07	3	1,99	2	BGM0210	2009	97,48	3		
BGM0143	2009	103,13	4			BGM0211	2009	81,49	3		
BGM0144	2009	81,49	3			BGM0212	2009	46,80	1		
BGM0145	2009	76,47	2			BGM0213	2009	97,48	3		
BGM0146	2009	49,74	1	3,54	3	BGM0215	2009	84,05	3		
BGM0147	2009	42,10	1			BGM0216	2009	96,77	3		
BGM0148	2009	105,80	4			BGM0217	2009	58,09	1		
BGM0149	2009	86,66	3	1,44	1	BGM0218	2009	49,74	1		
BGM0150	2009	89,31	3			BGM0219	2009	80,26	3	2,37	2
BGM0151	2009	121,04	4			BGM0220	2009	79,14	2	3,10	3
BGM0152	2009	99,00	4	4,26	4	BGM0221	2009	45,92	1		
BGM0153	2009	77,76	2	0,72	1	BGM0222	2009	62,39	2		
BGM0154	2009	53,79	1			BGM0223	2009	109,84	4		
BGM0155	2009	35,98	1	6,54	4	BGM0224	2009	76,47	2		
BGM0156	2009	69,25	2			BGM0225	2009	55,90	1		
BGM0157	2009	75,49	2	3,89	4	BGM0226	2009	48,79	1		
BGM0158	2009	73,56	2	3,21	3	BGM0227	2009	97,48	3		
BGM0159	2009	65,82	2	1,44	1	BGM0228	2009	43,97	1		
BGM0160	2009	89,31	3	4,70	4	BGM0229	2009	81,49	3		
BGM0161	2009	101,83	4			BGM0230	2009	96,14	3		
BGM0162	2009	68,32	2	2,84	3	BGM0231	2009	84,05	3		
BGM0163	2009	127,32	4	0,00	1	BGM0232	2009	63,51	2		
BGM0164	2009	78,96	2	0,78	1	BGM0233	2009	82,89	3	2,15	2
BGM0165	2009	70,48	2			BGM0234	2009	86,66	3		
BGM0166	2009	82,81	3			BGM0235	2009	55,46	1		
BGM0167	2009	127,32	4			BGM0236	2009	96,10	3		
BGM0168	2009	72,86	2			BGM0237	2009	69,27	2		
BGM0169	2009	64,66	2			BGM0238	2009	122,28	4		
BGM0170	2009	53,79	1			BGM0239	2009	74,03	2		
BGM0171	2009	59,22	1	3,82	3	BGM0240	2009	67,85	2	1,59	1
BGM0172	2009	132,19	4			BGM0241	2009	71,62	2	8,42	4
BGM0173	2009	60,36	1			BGM0242	2009	44,15	1		
BGM0174	2009	96,10	3			BGM0243	2009	49,74	1		
BGM0175	2009	78,98	2	1,72	2	BGM0244	2009	55,90	1		
BGM0176	2009	89,31	3	2,32	2	BGM0245	2009	161,14	4		
BGM0177	2009	62,47	2	2,16	2	BGM0246	2009	124,24	4		
BGM0178	2009	100,47	4	0,45	1	BGM0247	2009	76,55	2		
BGM0179	2009	62,39	2			BGM0248	2009	36,80	1		
BGM0180	2009	106,02	4			BGM0249	2009	92,28	3	3,36	3
BGM0181	2009	43,02	1			BGM0250	2009	97,48	3		
BGM0182	2009	91,99	3	1,30	1	BGM0251	2009	147,14	4		
BGM0183	2009	60,18	1			BGM0252	2009	111,02	4		
BGM0184	2009	86,66	3			BGM0253	2009	44,93	1		
BGM0185	2009	86,66	3			BGM0254	2009	36,78	1	5,05	4
BGM0186	2009	121,12	4	0,54	1	BGM0255	2009	135,73	4		
BGM0187	2009	110,54	4			BGM0256	2009	64,64	2		
BGM0188	2009	44,03	1			BGM0257	2009	64,64	2		
BGM0189	2009	70,70	2			BGM0258	2009	91,99	3		
BGM0190	2009	60,20	1	0,00	1	BGM0259	2009	56,53	1		
BGM0191	2009	87,98	3			BGM0260	2009	105,59	4		
BGM0192	2009	117,95	4			BGM0261	2009	141,71	4		
BGM0194	2009	140,37	4			BGM0262	2009	62,93	2		
BGM0195	2009	62,39	2			BGM0263	2009	60,62	1		
BGM0196	2009	53,79	1			BGM0264	2009	168,39	4		

Accesión	Año Plant.	Vigor cm ² ST	Clase Vigor	Carga (num. YF/cm ² ST)	Clase Carga	Accesión	Año Plant.	Vigor cm ² ST	Clase Vigor	Carga (num. YF/cm ² ST)	Clase Carga
BGM0266	2009	111,91	4			BGM0333	2013	13,45	1		
BGM0267	2009	40,66	1			BGM0334	2013	8,77	1		
BGM0268	2009	30,76	1			BGM0335	2013	28,73	3		
BGM0270	2009	104,57	4			BGM0336	2013	23,00	3		
BGM0271	2009	76,47	2			BGM0337	2013	16,73	1		
BGM0272	2009	103,21	4			BGM0338	2013	24,39	3		
BGM0273	2009	24,37	1			BGM0339	2013	12,43	1		
BGM0275	2009	103,45	4			BGM0340	2013	31,91	4		
BGM0276	2009	58,01	1			BGM0341	2013	35,09	4		
BGM0277	2009	62,39	2			BGM0342	2013	20,39	2		
BGM0278	2009	91,99	3			BGM0343	2013	5,09	1		
BGM0279	2009	161,14	4			BGM0344	2013	6,45	1		
BGM0280	2009	143,92	4	1,03	1	BGM0345	2013	5,75	1		
BGM0281	2009	111,91	4			BGM0346	2013	0,00			
BGM0282	2009	62,39	2	3,34	3	BGM0347	2013	2,86	1		
BGM0283	2013	31,05	3			BGM0348	2013	0,00			
BGM0284	2013	19,12	2			BGM0349	2013	5,09	1		
BGM0285	2013	13,45	1			BGM0350	2013	0,00			
BGM0286	2013	26,55	3			BGM0351	2013	0,00			
BGM0287	2013	17,90	2	5,01	4	BGM0352	2013	0,00			
BGM0288	2013	28,73	3			BGM0353	2013	20,37	2		
BGM0289	2013	60,18	4	3,62	3	BGM0354	2013	3,90	1		
BGM0290	2013	19,12	2			RFMZ001	2009	91,99	3	1,96	2
BGM0291	2013	41,31	4	4,06	4	RFMZ002	2009	86,66	3		
BGM0292	2013	20,88	2	3,98	4	RFMZ003	2009	98,38	4		
BGM0293	2013	28,73	3	3,05	3	RFMZ003	2009	98,38	4		
BGM0294	2013	58,09	4			RFMZ004	2009	91,99	3		
BGM0295	2013	34,31	4			RFMZ005	2009	66,92	2		
BGM0296	2013	23,00	3	1,17	1	RFMZ006	2009	97,48	3		
BGM0297	2013	45,84	4			RFMZ007	2009	77,72	2		
BGM0298	2013	28,73	3			RFMZ008	2009	76,47	2		
BGM0299	2013	42,12	4			RFMZ009	2009	107,48	4		
BGM0300	2013	45,84	4	5,16	4	RFMZ010	2009	35,43	1		
BGM0301	2013	45,84	4	0,76	1	RFMZ011	2009	111,91	4		
BGM0302	2013	49,74	4			RFMZ012	2009	81,57	3		
BGM0303	2013	51,75	4	0,34	1	RFMZ013	2009	121,04	4		
BGM0304	2013	32,15	4	0,00	1	RFMZ014	2009	37,54	1		
BGM0305	2013	28,73	3			RFMZ015	2009	72,94	2		
BGM0306	2013	38,52	4			RFMZ016	2009	114,91	4		
BGM0307	2013	58,01	4			RFMZ017	2009	94,72	3		
BGM0308	2013	28,73	3			RFMZ018	2009	62,41	2		
BGM0309	2013	25,78	3			RFMZ019	2009	76,47	2		
BGM0310	2013	31,83	3			RFMZ020	2009	74,03	2		
BGM0311	2013	20,37	2			RFMZ021	2009	47,77	1		
BGM0312	2013	25,78	3			RFMZ022	2013	11,46	1		
BGM0313	2013	21,68	2			RFMZ023	2013	9,63	1		
BGM0314	2013	19,78	2								
BGM0315	2013	17,90	2								
BGM0316	2013	16,16	1								
BGM0317	2013	23,00	3								
BGM0318	2013	21,14	2								
BGM0319	2013	21,15	2								
BGM0320	2013	16,27	1								
BGM0321	2013	22,19	2								
BGM0322	2013	38,87	4								
BGM0323	2013	19,39	2								
BGM0324	2013	12,43	1								
BGM0325	2013	19,93	2								
BGM0326	2013	23,27	3								
BGM0327	2013	17,90	2								
BGM0328	2013	25,78	3								
BGM0329	2013	35,09	4								
BGM0330	2013	25,78	3								
BGM0331	2013	21,68	2								
BGM0332	2013	11,46	1								

Anexo 3. Fecha de ocurrencia (número de días tras del 16 de marzo) de los estados fenológicos más representativos

Accesión	D	E	E ₂	F	F ₂	G	H	I	M	Accesión	D	E	E ₂	F	F ₂	G	H	I	M
BGM0002	23	25	29	34	37	44	48	53		BGM0153		12	18	22	30	34	36	48	134
BGM0005			18	22	26	32	36	44	207	BGM0155	8	12	17	23	26	33	36	50	134
BGM0006	20	22	25	32	38	43	48	55	196	BGM0157	12	16	17	22	27	32	36	43	150
BGM0011			24	27	31	35	41	51	193	BGM0158	11	16	20	24	29	35	38	54	145
BGM0014	17	22	25	28	34	39	45	53	197	BGM0159			13	16	24	30	35	45	162
BGM0015	19	23	25	28	34	36	40	50	189	BGM0160	13	17	21	25	31	35	40	49	140
BGM0018	18	18	22	28	32	36	42	52	159	BGM0162	17	21	25	30	35	39	46	50	203
BGM0023	9	16	20	25	31	34	39	49	128	BGM0163									
BGM0025	24	26	31	35	41	45	49	55	203	BGM0164	20	25	28	33	39	44	50	57	181
BGM0026	25	28	32	36	43	49	54	59	148	BGM0171	11	16	21	25	34	38	44	50	211
BGM0032	15	23	27	32	35	39	46	55	155	BGM0175	12	17	21	26	30	34	41	52	137
BGM0041	13	16	19	22	28	33	38	51	140	BGM0176		11	16	22	27	33	38	50	224
BGM0043	26	31	37	46	51	56	60		200	BGM0177	22	25	29	34	38	45	49	55	217
BGM0045	18	22	26	33	38	43	49	57	189	BGM0178	16	18	20	22	29	35	41	47	187
BGM0048	21	25	28	34	36	42	49	57	224	BGM0182	13	16	18	22	25	28	34	42	145
BGM0049	17	21	24	26	32	36	43	54	159	BGM0186	17	21	24	27	31	34	39	49	148
BGM0051	21	23	25	28	36	41	46	55	162	BGM0190									
BGM0054	14	18	20	24	30	34	40	53	145	BGM0200		13	15	18	24	28	34	46	145
BGM0058	26	29	32	36	42	47	52	58	181	BGM0219	14	18	22	26	34	37	43	54	155
BGM0070	10	15	20	26	33	38	46	56	181	BGM0220		12	17	21	24	26	35	45	148
BGM0071		11	18	22	27	34	38	49	187	BGM0233		9	14	18	24	34	37	52	162
BGM0073	24	26	29	34	38	44	50	57	207	BGM0240	15	17	21	24	27	34	36	46	221
BGM0075	18	22	25	29	35	40	47	55	168	BGM0241		12	15	17	26	32	39	49	147
BGM0079	15	19	24	27	33	38	44	51	189	BGM0249		12	18	22	28	33	36	45	215
BGM0087			24	28	34					BGM0254	0	4	7	10	17	24	29	36	134
BGM0091	15	19	24	28	34	39	45	52	187	BGM0280		12	19	25	32	35	41	50	207
BGM0092	16	23	25	31	38	43	51	58	187	BGM0282	11	15	18	23	27	34	38	48	224
BGM0094			13	17	24	28	33	41	162	BGM0287	16	19	24	27	35	39	44	50	
BGM0095		13	17	22	25	30	35	43	145	BGM0289	22	25	28	33	38	42	46	52	207
BGM0098		13	18	22	30	35	41	54	159	BGM0291	11	16	23	25	28	33	36	49	215
BGM0102	12	17	22	26	32	36	42	51	140	BGM0292	14	17	20	24	28	34	37	47	203
BGM0109	13	17	22	26	33	39	46	52	159	BGM0293	18	21	24	27	35	39	43	51	193
BGM0112		11	14	18	26	33	36	45	145	BGM0296	11	17	20	23	26	33	41	49	145
BGM0113	26	29	32	36	40	44	48	55	189	BGM0300	18	22	25	32	37	42	46	56	193
BGM0114	15	19	24	26	32	37	43	51	187	BGM0301	13	16	20	24	27	31	34	44	140
BGM0117	13	17	21	24	29	34	37	48	145	BGM0303			12	17	23	25	29	36	
BGM0120		10	14	17	27	31	35	43	145										
BGM0121		14	16	22	24	29	38	48	148										
BGM0122		12	15	19	26	30	39	51	155										
BGM0125	14	17	20	24	31	37	45	55	128										
BGM0128	14	19	23	26	32	38	46	52	203										
BGM0134	19	21	22	26	30	35	40	51	145										
BGM0137	21	23	26	30	34	38	45	54	193										
BGM0142	17	19	22	27	33	37	43	50	179										
BGM0146	22	24	27	32	35	38	43	50	155										
BGM0149	14	18	21	24	28	33	36	48	147										
BGM0152		11	16	22	30	34	36	46	128										

Anexo 4. Susceptibilidad a Fuego bacteriano de la colección de manzanos del Banco de la UPNA

Accesion	Se intervino entre 8 y 12 junio		Intensidad Interv 15 Jun		Num. Interv. entre 21 Jun y 5 spt.		Num. ramos cortados entre 21		Susceptib. Fuego ⁽¹⁾	Arb1-Arb2	Accesion	Se intervino entre 8 y 12 junio		Intensidad Interv 15 Jun		Num. Interv. entre 21 Jun y 5 spt.		Num. ramos cortados entre 21		Susceptib. Fuego ⁽¹⁾	Arb1-Arb2
	Ab_1	Ab_2	Ab_1	Ab_2	Ab_1	Ab_2	Ab_1	Ab_2	Ab_1			Ab_2	Ab_1	Ab_2	Ab_1	Ab_2	Ab_1	Ab_2	Ab_1	Ab_2	
BGM0001	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0063	0	0	0	1	0	1	0	1	0-1		
BGM0002	1	0	1	1	0	0	0	0	1-1	BGM0064	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0003	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0065	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0004	0	0	3,5	0	0	0	0	0	3-0	BGM0066	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0005	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0067	0	1	0	0	0	0	0	0	0-1		
BGM0006	0	0	0	0	0	1	0	2	0-1	BGM0068	1	0	0	1,5	0	2	0	2	1-4		
BGM0007	0	0	3,5	2,5	0	1	0	1	3-4	BGM0069	0	0	0	0	0	1	0	1	0-1		
BGM0008	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0070	0	0	1	0	0	0	0	0	1-0		
BGM0009	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0071	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0010	0	0	1,5	0	0	0	0	0	3-0	BGM0073	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0011	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0074	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0012	0	0	1	0	0	0	0	0	1-0	BGM0075	0	0	1	0	0	0	0	0	1-0		
BGM0013	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0076	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0014	0	0	0	0	0	1	0	2	0-1	BGM0077	0	1	0	1	0	0	0	0	0-1		
BGM0015	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0078	1	1	1	0	1	0	1	0	2-1		
BGM0016	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0079	1	1	1,5	1,5	0	0	0	0	3-3		
BGM0017	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0080	0	0	1	1,5	1	0	1	0	1-3		
BGM0018	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0081	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0019	0	0	1	0	5	0	5	0	2-0	BGM0082	1	1	1	2,5	1	0	1	0	2-3		
BGM0020	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0083	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0-3		
BGM0021	0	0	1	1	0	0	0	0	1-1	BGM0084	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0022	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0085	1	0	4	3,5	0	1	0	1	3-4		
BGM0023	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0086	1	1	2,5	1,5	0	1	0	1	3-4		
BGM0024	0	0	1	0	0	0	0	0	1-0	BGM0087	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0025	1	1	1	1,5	0	0	0	0	1-3	BGM0088	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0026	0	0	0	0	1	0	1	0	1-0	BGM0089	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0027	0	0	0	1	0	0	0	0	0-1	BGM0090	1	1	1,5	2	1	1	1	1	4-4		
BGM0028	1	1	1,5	1	6	1	10	1	4-2	BGM0091	0	0	1,5	1	5	2	5	2	4-2		
BGM0029	1	1	1	1	3	3	4	3	2-2	BGM0092	1	0	1,5	1	3	0	3	0	4-1		
BGM0030	0	0	1,5	2,5	1	0	1	0	4-3	BGM0093	1	1	2,5	2,5	0	1	0	1	3-4		
BGM0031	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0-3	BGM0094	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0032	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0095	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0033	0	0	0	0	1	0	1	0	1-0	BGM0096	0	0	0	0	0	2	0	2	0-1		
BGM0034	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0097	0	0	1	0	0	0	0	0	1-0		
BGM0035	0	0	1	0	0	0	0	0	1-0	BGM0098	0	0	1	0	2	0	2	0	2-0		
BGM0036	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0099	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0037	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0100	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0038	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0101	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0039	0	0	1	0	1	1	1	1	1-1	BGM0102	0	0	2,5	2,5	1	0	1	0	4-3		
BGM0040	0	0	1,5	1,5	0	0	0	0	3-3	BGM0103	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0041	0	0	0	0	0	0	0	0	0-	BGM0104	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0042	1	0	0	0	1	0	1	0	1-	BGM0105	0	1	0	1,5	0	2	0	2	0-4		
BGM0043	1	1	4,5	4	0	0	0	0	5-3	BGM0106	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0044	0	0	1	1,5	1	1	1	1	1-4	BGM0107	0	1	0	1,5	0	0	0	0	0-3		
BGM0045	0	1	0	1	0	0	0	0	0-1	BGM0108	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0-3		
BGM0046	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0109	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0047	1	0	0	1	0	0	0	0	1-1	BGM0110	0	0	0	1	0	0	0	0	0-1		
BGM0048	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0111	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0049	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0112	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0050	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0113	0	0	1	0	0	0	0	0	1-0		
BGM0051	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0114	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0052	0	0	0	1	0	0	0	0	0-1	BGM0115	1	1	0	0	0	0	0	0	1-1		
BGM0053	0	0	0	0	0	0	0	0	-0	BGM0116	0	0	1,5	0	0	0	0	0	3-0		
BGM0054	0	0	0	1	0	0	0	0	0-1	BGM0117	0	0	1	1	0	0	0	0	1-1		
BGM0055	0	0	0	0	0	0	0	0	-0	BGM0118	0	0	0	1	0	0	0	0	0-1		
BGM0056	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0119	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0057	0	1	1	2,5	2	0	3	0	2-3	BGM0120	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0058	0	0	1,5	0	1	0	1	0	4-0	BGM0121	0	0	0	2	0	2	0	0	1-		
BGM0059	1	0	0	0	3	0	3	0	2-0	BGM0122	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0		
BGM0060	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0123	0	0	1	0	1	0	1	0	1-0		
BGM0061	0	0	0	1	0	0	0	0	0-1	BGM0124	1	1	0	0	0	0	0	0	1-1		
BGM0062	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0125	0	0	0	1	1	0	1	0	1-1		

Accesion	Se intervino entre 8 y 12 junio		Intensidad Interv 15 Jun		Num. Interv. entre 21 Jun y 5 spt.		Num. ramos cortados entre 21		Susceptib . Fuego ⁽¹⁾	Arb1-Arb2	Accesion	Se intervino entre 8 y 12 junio		Intensidad Interv 15 Jun		Num. Interv. entre 21 Jun y 5 spt.		Num. ramos cortados entre 21		Susceptib . Fuego ⁽¹⁾	Arb1-Arb2
	Ab_1	Ab_2	Ab_1	Ab_2	Ab_1	Ab_2	Ab_1	Ab_2	Ab_1			Ab_2	Ab_1	Ab_2	Ab_1	Ab_2	Ab_1	Ab_2	Ab_1	Ab_2	
BGM0126	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0189	1	0	1,5	1	0	0	0	0	0	3-1	
BGM0127	0	0	0	1	0	0	0	0	0-1	BGM0190	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0128	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0129	0	1	0	0	0	0	0	0	0-1	BGM0192	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0130	0	1	0	1	0	0	0	0	0-1	BGM0194	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0131	0	0	0	1	0	0	0	0	0-1	BGM0195	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0132	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0196	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0133	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0197	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0134	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0200	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1-0	
BGM0135	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0201	0	0	1	0	0	1	0	1	0	1-1	
BGM0136	0	0	0	1	0	0	0	0	0-1	BGM0202	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0137	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0138	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0204	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0139	1	1	3,5	2	0	3	0	3	3-4	BGM0205	1	1	0	1	0	1	0	2	0	1-2	
BGM0141	0	0	0	1	1	0	1	0	1-1	BGM0206	1	0	1,5	0	3	0	3	0	0	4-0	
BGM0142	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0207	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0143	0	1	0	0	1	4	1	4	1-2	BGM0208	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0144	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0-3	BGM0209	0	1	1	1	0	2	0	2	0	1-2	
BGM0145	0	1	0	1,5	0	0	0	0	0-3	BGM0210	1	1	1	1	1	0	1	0	0	2-1	
BGM0146	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0211	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0147	1	0	0	0	0	0	0	0	1-0	BGM0212	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0148	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0213	0	0	1,5	1	2	0	2	0	0	4-1	
BGM0149	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0215	0	1	1	1,5	0	0	0	0	0	1-3	
BGM0150	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0216	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1-1	
BGM0151	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0217	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0152	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0218	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0153	0	0	1,5	1,5	0	0	0	0	3-3	BGM0219	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1-0	
BGM0154	1	0	0	0	1	0	1	0	1-0	BGM0220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0155	0	0	1	1	0	0	0	0	1-1	BGM0221	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0156	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0222	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0157	0	1	1,5	1	0	1	0	1	3-2	BGM0223	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0158	1	0	2,5	0	0	0	0	0	3-0	BGM0224	0	0	0	1	2	1	2	1	0	1-1	
BGM0159	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0225	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0160	0	0	0	0	1	0	1	0	1-0	BGM0226	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0161	1	1	1,5	1	1	4	1	4	4-2	BGM0227	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0162	1	1	7	7	1	0	1	0	5-5	BGM0228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0163	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0229	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0-1	
BGM0164	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0230	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0165	1	0	1	0	1	0	1	0	2-0	BGM0231	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1-0	
BGM0166	1	1	1	1	5	3	6	3	2-2	BGM0232	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0-1	
BGM0167	0	0	0	0	1	0	1	0	1-0	BGM0233	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0-1	
BGM0168	0	0	0	1	1	0	1	0	1-1	BGM0234	0	1	1	1,5	0	0	0	0	0	1-3	
BGM0169	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0235	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0170	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0236	0	0	3	1	0	0	0	0	0	3-1	
BGM0171	0	0	1	0	0	0	0	0	1-0	BGM0237	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0172	1	1	1	1	0	2	0	2	1-2	BGM0238	1	1	1	0	1	1	1	1	0	2-1	
BGM0173	1	1	1	0	1	0	1	0	2-1	BGM0239	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0174	1	1	1	0	1	1	1	1	2-1	BGM0240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0175	0	0	1,5	0	1	1	1	1	4-1	BGM0241	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0176	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0242	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0177	0	0	1	0	0	0	0	0	1-0	BGM0243	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0178	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0244	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0179	1	1	0	0	0	0	0	0	1-1	BGM0245	0	0	0	1,5	0	1	0	1	0	0-4	
BGM0180	0	1	0	0	0	1	0	1	0-1	BGM0246	0	1	1,5	1	0	0	0	0	0	3-1	
BGM0181	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0247	0	0	0	1	2	1	2	1	0	1-1	
BGM0182	0	0	0	1,5	0	0	0	0	0-3	BGM0248	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0183	1	0	0	0	0	0	0	0	1-0	BGM0249	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0184	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0250	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0185	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0251	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1-0	
BGM0186	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0252	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0187	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0253	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	
BGM0188	0	0	1	0	1	0	1	0	1-0	BGM0254	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	

Accesion	Se intervino entre 8 y 12 junio		Intensidad Interv 15 Jun		Num. Interv. entre 21 Jun y 5 spt.		Num. ramos cortados entre 21 Jun y 5 Sept		Susceptib. Fuego ⁽¹⁾	Accesion	Se intervino entre 8 y 12 junio		Intensidad Interv 15 Jun		Num. Interv. entre 21 Jun y 5 spt.		Num. ramos cortados entre 21 Jun y 5 Sept		Susceptib. Fuego ⁽¹⁾
	Ab_1	Ab_2	Ab_1	Ab_2	Ab_1	Ab_2	Ab_1	Ab_2	Arb1-Arb2		Ab_1	Ab_2	Ab_1	Ab_2	Ab_1	Ab_2	Ab_1	Ab_2	Arb1-Arb2
BGM0255	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0320	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0256	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0321	0	1	1	1	0	0	0	0	1-1
BGM0257	1	0	0	1	0	0	0	0	1-1	BGM0322	0	1	0	0	0	0	0	0	0-1
BGM0258	0	1	0	2,5	0	0	0	0	0-3	BGM0323	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0259	0	0	0	1	0	1	0	2	0-1	BGM0324	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0260	0	1	1	7	0	0	0	0	1-5	BGM0325	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0261	0	1	2,5	0	0	1	0	1	3-1	BGM0326	0	0	0	1	0	0	0	0	0-1
BGM0262	0	0	1,5	1	0	0	0	0	3-1	BGM0327	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0263	0	0	0	1	0	0	0	0	0-1	BGM0328	0		0		0		0		0-
BGM0264	1	0	1,5	1	0	0	0	0	3-1	BGM0329	0		1		1		3		1-
BGM0266	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0330	0		0		0		0		0-
BGM0267	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0331	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0268	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0332	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0270	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0333	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0271	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0334									-
BGM0272	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0335	0	1	1	3	0	0	0	0	1-3
BGM0273	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0336	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0275	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0337	0		0		0		0		0-
BGM0276	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0338	0	0	0	0	1	0	1	0	1-0
BGM0277	1	0	0	0	0	0	0	0	1-0	BGM0339	0		0		0		0		0-
BGM0278	0	0	0	1	0	0	0	0	0-1	BGM0340	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0279	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0341	1	0	1	0	0	0	0	0	1-0
BGM0280	0	0	1	0	0	0	0	0	1-0	BGM0342	1	1	0	0	0	0	0	0	1-1
BGM0281	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0343	1		1,5		0		0		3-
BGM0282	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0344	0		0		0		0		0-
BGM0283	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0345	0		0		0		0		0-
BGM0284	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0346									-
BGM0285	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0347	0		0		1		1		1-
BGM0286	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0348									-
BGM0287	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0349	0		0		0		0		0-
BGM0288	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0350									-
BGM0289	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0351									-
BGM0290	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0352									-
BGM0291	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0353	0		0		1		1		1-
BGM0292	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	BGM0354	0		0		0		0		0-
BGM0293	0	0	0	0	0	1	0	1	0-1	RFMZ001	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0294	1	0	0	0	3	0	3	0	2-0	RFMZ002	0	0	1	0	0	0	0	0	1-0
BGM0295	0	1	3,5	4,5	0	0	0	0	3-5	RFMZ003	0	0	0	0	1	0	1	0	1-0
BGM0296	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	RFMZ004	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0297	0	0	1,5	1	0	0	0	0	3-1	RFMZ005	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0298	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	RFMZ006	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0299	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	RFMZ007	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0300	1	1	1,5	1	1	0	1	0	4-1	RFMZ008	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0301	0		0		0		0		0-	RFMZ009	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0302	0	0	0	0	2	0	4	0	1-0	RFMZ010	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0303	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	RFMZ011	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0304	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	RFMZ012	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0305	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	RFMZ013	1	0	0	0	0	0	0	0	1-0
BGM0306	1	1	1,5	1	0	0	0	0	3-1	RFMZ014	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0307	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	RFMZ015	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0308	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	RFMZ016	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0309	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	RFMZ017	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0310	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	RFMZ018	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0311	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	RFMZ019	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0312	0	0	1	1	0	0	0	0	1-1	RFMZ020	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0313	0	0	0	1	0	0	0	0	0-1	RFMZ021	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0
BGM0314	1	1	0	0	0	0	0	0	1-1	RFMZ022	0		0		2		2		1-
BGM0315	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0	RFMZ023	0		0		0		0		0-
BGM0316	0	1	0	0	0	0	0	0	0-1										
BGM0317	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0										
BGM0318	0	0	0	0	0	0	0	0	0-0										
BGM0319	0	1	1	0	0	0	0	0	1-1										

(1) Los niveles se corresponden con los indicados en la Tabla 4 de la Memoria

