

Comportamiento agronómico y parámetros de calidad del fruto de variedades de ciruelo japonés sobre distintos patrones

1. Introducción

Las plantaciones de ciruelo de las principales zonas de producción están siguiendo una intensa renovación en lo que se refiere a sistemas de conducción, poda, vigor de los patrones utilizados y densidad de plantación. Una de las tendencias más generalizadas es la reducción del volumen de copa del árbol, lo que comporta aumentar el número de árboles por hectárea para mantener o aumentar el potencial de producción de calidad por unidad de superficie. Por otra parte, dados los costes crecientes de la mano de obra, también se han desarrollado sistemas que facilitan el manejo del volumen productivo de la copa de los árboles y la mecanización de las principales operaciones de cultivo (poda, aclareo y recolección). Los objetivos perseguidos con estos sistemas son los de conseguir una entrada rápida en producción de los árboles, una alta producción de calidad, y sobre todo una elevada rentabilidad económica.



Como una alternativa más, dentro de las especies frutícolas, se están cultivando en Aragón desde hace una serie de años las variedades de ciruelo japonés, originarias de China (*Prunus Salicina* Lidnl) e importadas de Japón y California. Cultivadas en países y áreas de clima templado constituyen una alternativa al ciruelo europeo, con una mayor gama de variedades y diferentes épocas de maduración, si bien y a pesar de sus diferentes tipos de fruto, algunos de gran calidad y presentación, son más precoces, incluida también la época de floración y tienen mayor sensibilidad a algunas enfermedades.

En el año 1991 y con el objetivo de comprobar su adaptación a las condiciones edafoclimáticas del Bajo Aragón y optimizar la densidad de plantación para mejorar la productividad, calidad del fruto y reducir los consumos de tiempo de las principales operaciones de cultivo, se estableció en la Finca Experimental de Frutales de Alcañiz (Teruel) del Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón un ensayo con tres variedades de ciruelo que reúnen importantes caracteres de interés agronómico injertadas sobre seis patrones de distinto vigor, que podrían adaptarse a diferentes situaciones de suelo y sistemas de cultivo.

2. Material y Métodos

2.1. Localización de la experiencia, características edáficas y climáticas

La plantación se realizó en febrero de 1991 en la Finca Experimental de Alcañiz (Teruel), con planta injertada de 1 año. Para evitar penalizar a las combinaciones más vigorosas de “variedad / patrón”, se utilizó un marco de plantación de 5 x 3 m.

Los árboles se han conducido en sistema de vaso de pisos. Las necesidades de agua de riego se han aportado mediante un sistema de riego por inundación, con un mantenimiento de suelo mixto, es decir, libre de hierba en la zona sombreada por la copa y el resto de la calle con hierba. Cada año, se ha realizado un aclareo de frutos en mayo para equilibrar la carga al volumen de copa de cada árbol.

Las prácticas culturales de abonado, poda, manejo de plagas y enfermedades, han sido las utilizadas de manera estándar en la zona de producción.

Las condiciones climáticas de Alcañiz, corresponden a un clima “Mediterráneo continental” con unos 350-400 mm de pluviometría, distribuidos el 22% en invierno, 25% en primavera y 36% en otoño. El suelo se incluye dentro del grupo Xerochrepts. Se trata de un suelo de profundidad media, bien drenado y básico (pH>8).

2.2. Material vegetal

En los *cuadros 1 y 2* se especifican las características de las variedades y patrones utilizados en el ensayo.

Cuadro 1. Características de las variedades ensayadas

Variedades	Vigor del árbol	Epoca maduración
Superior Black Gold	Bajo	Semi-precoz
Black Diamond	Medio	Media
Superior Angeleno	Muy Alto	Tardía

Cuadro 2. Características de los patrones ensayados

Patrones	Origen genético	Grupo	Vigor
Mariana GF 8-1	P.cerasifera x P.munsoniana (diploide: 2n=16)	Ciruelo crecimiento rápido	Muy Alto
Mirobolán Gavá	P.cerasifera Enrh. (diploide:2n=16)	Ciruelo crecimiento rápido	Alto
Montizo	P.insititia L. (hexaploide:2n=48)	Ciruelo crecimiento lento	Bajo
San Julián 655 - 2	P.insititia L. (hexaploide:2n=48)	Ciruelo crecimiento lento	Muy bajo
Mirobolán Afgano	P.cerasifera Enrh.(diploide:2n=16)	Ciruelo crecimiento rápido	Medio
Bergasa	P.dulcis x P.persica	Híbrido almendro x melocotonero	Alto

2.3. Diseño experimental y determinaciones realizadas

La experiencia se diseña en bloques al azar con tres repeticiones, utilizando un árbol como unidad experimental. Es decir, cada bloque lo forman 18 árboles, un árbol por cada patrón y variedad.

Parámetros controlados.

- Vigor: El parámetro que mejor correlaciona con el volumen de copa del árbol o vigor, es el área de la sección del tronco, medida a unos 25 cm del punto de injerto. Para determinar este parámetro se midió anualmente, en invierno, la circunferencia del tronco de cada árbol del ensayo.
- Fenología de la floración: El periodo de floración se ha determinado sobre la base de evolución de los estados fenológicos propuestos por Baggiolini. Se ha considerado el estado de plena floración (F2) cuando el 50% de las yemas de flor de un árbol están totalmente abiertas.

La intensidad de floración o floribundidad de cada combinación se ha evaluado según una escala de 0 (sin flores) a 5 (más de 50 flores por metro lineal de ramo).

- Fenología de la maduración: La fecha de cosecha se ha determinado como una apreciación global de la evolución de la maduración en cada árbol. Habitualmente la cosecha se ha recolectado en varias pasadas, a intervalos de 3-4 días.
- Productividad: La productividad del árbol o combinación de cada variedad / patrón, se calcula como la relación entre la producción acumulada durante la vida del árbol y su vigor.
- Parámetros de calidad de los frutos: Se determinaron peso, forma, coloración de la pulpa y piel de cada combinación, así como firmeza y azúcar.

3. Resultados

La primera cosecha se obtuvo en 1994 (inicio de producción), se continuó evaluando las de 1995, 1996 y 1997, que conforman el primer bloque de datos para determinar la precocidad de entrada en producción, y finalmente se han controlado las cosechas de cada año hasta 2003. Es decir, los datos de producción, fenología y calidad de fruto, son medias de 10 cosechas consecutivas.

3.1. Fechas medias de floración y maduración

La plena floración tuvo oscilaciones importantes entre los distintos años que se realizaron los controles y entre variedades dentro del mismo año. Las fechas medias obtenidas se especifican en el *cuadro 3*.

Cuadro 3. Plena floración (F2), maduración y floribundidad de las variedades (1994 / 03)

Variedad	Floración			Floribundidad (1 a 5)	Maduración
	Inicio	Plena (F2)	Final		
S. Black Gold	1-marzo	5-marzo	12-marzo	5	20-julio
B. Diamond	27-febrero	3-marzo	10-marzo	4	31-julio
S. Angeleno	3-marzo	7-marzo	14-marzo	3,75	20-septiembre

Entre patrones, las diferencias de época media de floración y maduración han sido prácticamente inapreciables. La intensidad de floración o floribundidad es muy alta en todas las variedades, sobresaliendo Black Gold.

3.2. Vigor.

Los efectos de la variedad y del patrón sobre el vigor de los árboles a los 13 años de edad, se reflejan en los *cuadros 4 y 5*.

Cuadro 4. Efecto de la variedad sobre el vigor alcanzado en 2003 (media de los 6 patrones)

Variedad	Sec. Tronco (cm ²)	Ind. Vigor
S. Black Gold	76,86	100
B. Diamond	128,16	167
S. Angeleno	231,92	302

Cuadro 5. Efecto del patrón sobre el vigor alcanzado en 2003 (media de las tres variedades)

Variedad	Sec. Tronco (cm ²)	Ind. Vigor
Mariana GF 8-1	198,94	209
Híbrido Bergasa	170,54	179
Mirabolán Gavá	167,83	176
Mirabolán Afgano	134,06	141
Montizo	107,30	113
San Julián 655-2	95,22	100

En las condiciones del ensayo, existen importantes diferencias entre el efecto de la variedad y el patrón sobre el vigor final del árbol. La variedad S. Black Gold sólo ha conseguido alcanzar el 33% del vigor y volumen de copa de la S. Angeleno, quedando la variedad B. Diamond en un nivel intermedio de vigor (55% de S. Angeleno). En cuanto al efecto del patrón, resaltar que el patrón más débil (S.J. 655-2) ha alcanzado el 48% del vigor final conseguido con el más vigoroso (M. GF 8-1). La relación entre la variedad más vigorosa y la que tiene menos vigor es de 3 a 1, mientras que entre patrones sólo es de 2 a 1 entre los de máximo y mínimo vigor.

3.3. Precocidad de entrada en producción

Como se refleja en los cuadros 6 y 7, el patrón ejerce un mayor efecto sobre la precocidad de entrada en producción que la variedad. La variedad B. Diamond, es la que alcanza la mayor producción acumulada desde el inicio de producción (1994) hasta 1997, y la menor la variedad S. Black Gold.

Cuadro 6. Efecto de la variedad sobre la precocidad (media de los 6 patrones)

Variedad	Prod. acum. (kg/arb)	Precocidad
S. Black Gold	58,5	100
B. Diamond	69,7	119
S. Angeleno	66,9	114

Los patrones más vigorosos son los que alcanzan las mayores producciones acumuladas procedentes de las cuatro primeras cosechas obtenidas (1994-97).

Cuadro 7. Efecto del patrón sobre la precocidad de entrada en producción (Media de las tres variedades)

Variedad	Prod. acum. (kg/arb)	Precocidad
Montizo	51,6 a	100
Mirobolán Gavá	57,9 a	112
SJ 655-2	60,3 a	117
Mirobolán Afgano	61,1 a	118
Mariana GF 8.1	71,0 ab	138
Bergasa	88,7 b	172

Las cifras en columna seguidas de distinta letra son significativamente distintas. Fisher's PLSD, Nivel de significación: 5%.

En el cuadro 8 se agrupan todas las combinaciones en cuatro niveles de precocidad según la producción media alcanzada por los árboles desde 1994 a 1997. En este aspecto, destacan las combinaciones en las que participan las variedades S. Black Gold y B. Diamond injertadas en el patrón Bergasa. Estas mismas variedades, con los patrones Mirobolán Gavá, Montizo y Mirobolán Afgano, alcanzan el nivel más bajo de precocidad de entrada en producción (36-50 kg / árbol).

Cuadro 8. Agrupación de combinaciones "variedad / patrón" según precocidad de entrada en producción

Producción acumulada desde 1994 a 1997 (kg. / árbol)

Muy precoces >81	Precoces 80-61	Media precocidad 60-51	Baja precocidad 50-36
S.B.Gold / Bergasa B.Diamond / Bergasa	S.Angeleno / Montizo S.B.Gold / M. Afgano S.Angeleno / Bergasa S.Angeleno / SJ 655-2 S.B.Gold / GF 8-1 S.Angeleno / M. Afgano S.B.Gold / GF 8-1 B.Diamond / M.Gavá	S.B.Gold / SJ 655-2 B.Diamond / Montizo B.Diamond / SJ 655-2 S.Angeleno / M. Gavá S.Angeleno / GF 8-1	S.B.Gold / M. Gavá S.B.Gold / Montizo B.Diamond / M. Afgano

3.4. Producciones y productividad

En los cuadros 9, 10 y 11 se reflejan los datos referentes a la producción media anual y acumulada por cada combinación “variedad / patrón” durante todo el período productivo de los árboles (1994 / 2003) y la productividad.

Cuadro 9. Producción media acumulada durante el periodo 1994-2003 (kg / árbol)

Patrón	Variedad				
	S. Black Gold	B. Diamond	S. Angeleno	Media	Índice
Montizo	129,6	210,0	251,0	196,9 a	100
S. J.655-2	142,2	185,7	265,3	197,7 a	101
M. Gavá	172,7	299,6	283,1	251,8 ab	128
M. Afgano	194,1	274,8	301,0	256,6 ab	130
Bergasa	318,0	305,9	237,1	287,0 ab	146
Mariana GF8-1	325,6	338,0	293,5	319,0 b	162
Media	214	269	272	251,6	
Índice	100	126	127		

Las cifras en columna seguidas de distinta letra son significativamente distintas. Fisher's PLSD, Nivel de significación: 5%.

Producción acumulada

La producción media acumulada por árbol más elevada (media de los 6 patrones) durante todo el ciclo productivo (1994 / 03) se obtiene con la variedad S. Angeleno (272 kg / árbol), y la más baja con la variedad S. Black Gold (214 kg / árbol). Respecto a los patrones, la producción acumulada por árbol más elevada (media de las tres variedades) durante todo el ciclo productivo, se ha obtenido con Mariana GF 8-1 (319,03 kg / árbol) y la menor con Montizo (196,87 kg / árbol). La combinación cuyos árboles han dado la producción acumulada más elevada ha sido B. Diamond / Mariana GF 8-1 (338 kg / árbol) y la menor S. Black Gold / Montizo (129,6 kg / árbol).

El índice de producción acumulada varía de 1 a 1,27 entre las variedades de mayor y menor producción, mientras que entre patrones la variación es de 1 a 1,62.

Producción media anual

En este ensayo, con un marco de plantación igual para todas las combinaciones, la producción media anual por árbol durante su ciclo productivo está en relación directa con su vigor, y este con el volumen de copa, desarrollado por unidad superficial de suelo asignado.

Cuadro 10. Producción media anual de las variedades en los distintos periodos (kg/árbol) (media de los 6 patrones)

Variedad	Periodo (1994 / 97)	Periodo (1998 / 03)	Periodo (1994 / 03)
S. Black Gold	14,62	25,83	21,35
Black Diamond	17,42	33,21	26,90
S. Angeleno	16,72	34,13	27,17

La menor capacidad potencial de producción unitaria de las variedades menos vigorosas se puede corregir aumentando la densidad de plantación, la dificultad surge de conocer con anterioridad a plantar el desarrollo final de las posibles combinaciones “variedad / patrón” en unas condiciones específicas de un determinado suelo y clima.

Los árboles con mayor producción media anual desde inicio de producción hasta que alcanzan la plena producción en 1997 (cuadro 10), corresponden a la variedad B. Diamond (17,42 kg / árbol-año) y los de menor a S. Black Gold (14,62 kg / árbol-año). Durante la totalidad del ciclo productivo (1994/03), los árboles de mayor producción media anual corresponden a la variedad S. Angeleno y los de menor S. Black Gold (21,35 kg / árbol-año).

Productividad

Se define la productividad como el cociente entre la producción acumulada durante toda la vida productiva de un árbol y la sección del tronco a 25 cm del punto de injerto.

Los niveles más elevados de productividad corresponden a la variedad S. Black Gold, y los menores a la variedad S. Angeleno. Entre patrones, la mayor productividad corresponde a S. J. 655-2, y la menor a M. Gavá y Montizo.

Cuadro 11. Productividad media de las distintas combinaciones 1991-03 (kg/cm²)

Patrón	Variedad				
	S. Black Gold	Black Diamond	S. Angeleno	Media	Índice
M. Gavá	2,87	2,15	0,93	1,98	100
Montizo	2,29	2,19	1,47	1,98	100
Mariana GF8-1	3,02	2,05	0,9	1,99	100
Bergasa	3,3	1,74	0,99	2,01	101
M. Afgano	2,48	2,43	1,42	2,11	106
S.J. 655-2	2,28	2,29	1,85	2,14	108
Media	2,71	2,14	1,26	2,04	
Índice	215	170	100		

El índice de productividad entre variedades de mayor y menor productividad varía de 1 a 2,15. Entre patrones, la variación es de 1 a 1,08. Los patrones tienen menor efecto sobre la productividad que las variedades.

3.5. Producción potencial

Para la obtención del volumen de copa de los árboles en 2003, se han realizado las mediciones de su altura y los diámetros de la proyección de la copa sobre el suelo, uno en dirección de la fila de árboles y otro perpendicular a la calle. También se ha tenido en cuenta que en la calle debe quedar libre para el paso de los distintos equipos mecánicos una anchura entre las copas de dos filas contiguas de árboles de 1,60 m.

Con estas medidas, se ha obtenido el marco teórico de plantación de cada combinación “variedad / patrón” y la correlación entre el volumen de copa y la sección del tronco a 25 cm del punto de injerto.

Teniendo en cuenta los criterios anteriores, se ha establecido que para árboles de menor sección de tronco (inferior a 90 cm²), el marco de plantación puede ser de 5 x 2 ó 4 x 2,5 (10 m² / árbol), o lo que es lo mismo, llegar a los 1.000 árboles / hectárea.

Entre 90 y 160 cm² de sección de tronco el marco puede ser de 5 x 3 m (15 m² / árbol y 666 árboles / ha) y entre 160 y más cm² de sección, se necesitaría un marco de 6 x 4 m (24 m² / árbol y 416 árboles / ha).

Para obtener la producción potencial teórica acumulada (*cuadro 12*) que hubiéramos podido conseguir, si al plantar, se hubiera ajustado el marco de plantación al desarrollo final que han alcanzado los árboles en el ensayo, se multiplican las densidades teóricas de plantación de cada combinación por las producciones acumuladas obtenidas por árbol.

A la vista de estos datos y desde el punto de la producción potencial, se revelan como las combinaciones más interesantes la variedad de menor vigor (Superior Black Gold) sobre los patrones más vigorosos (Bergasa y Mariana GF-8-1), con una densidad media de plantación de 666 árboles / ha. En el nivel “muy bajo” de producción acumulada teórica, figura la combinación de la variedad más vigorosa (S. Angeleno) con uno de los patrones de mayor vigor (Bergasa). En general, los potenciales de producción más bajos, se producen en casi todas las combinaciones que aparece la variedad muy vigorosa “Superior Angeleno”.

Cuadro 12. Producción potencial teórica acumulada (Período 1994-2003)

Nivel de producción (t/ha)	Densidad teórica (nº árboles / ha)	Combinación
Muy alto >200	666	S.Black Gold / GF 8-1
Alto (166 a 200)	666	S.Black Gold / Bergasa
	666	B.Diamond / M. Gavá
	1000	S.BlackGold / M. Afgano
	1000	B.Diamond / S.J 655-2
	666	B.Diamond / M. Afgano
	666	S.Angeleno / S.J. 655-2
	1000	S.BlackGold / M. Gavá
Medio (130 a 165)	1000	S.BlackGold / S.J 655-2
	416	B.Diamond / GF 8-1
	666	B.Diamond / Montizo
	1000	S.BlackGold / Montizo
Bajo (101 a 129)	416	B.Diamond / Bergasa
	416	S.Angeleno / M. Afgano
	416	S.Angeleno / GF 8-1
	416	S.Angeleno / M. Gavá
	416	S.Angeleno / Montizo
	416	S.Angeleno / Bergasa
Muy bajo <100	416	S.Angeleno / Bergasa



S. Black Gold.



Black Diamond.

3.6. Características del fruto

El color de la piel en las tres variedades es negra violácea, alcanzando dicho color varios días antes de su recolección comercial, motivo que ha dado lugar a recolecciones adelantadas en muchas explotaciones sin haber alcanzado el punto de madurez adecuado y provocando la correspondiente depreciación del producto. El fruto de las tres variedades es de tipo esférico y ligeramente aplastado. La carne del fruto de S. Black Gold y Black Diamond es muy jugosa y de color rojizo, con 16 grados Brix y una firmeza de 2,5-3 kg / 0,5 cm². La S. Angeleno tiene la pulpa amarillo ámbar y de más consistencia, ligeramente inferior en índice refractométrico (14-15° Brix) y superior en dureza (3-3,5 kg / 0,5 cm²).

La aptitud gustativa es muy buena en general en las tres variedades, considerando como muy dulces tanto S. Black Gold como B. Diamond, siendo S. Angeleno más apta para su conservación en frío durante varias semanas, razón por la cual y por su recolección tardía, es quizá una variedad de mayor proyección.

Cuadro 13. Peso medio del fruto de cada combinación 1994-2003 (g / fruto)

Patrón	Variedad			
	S. Black Gold	Black Diamond	S. Angeleno	Media
Bergasa	73	103	95	90,33
Mariana GF.8-1	80	105	95	93,33
M.Gavá	66	103	96	88,33
M. Afgano	81	115	106	100,67
Montizo	70	96	96	87,33
S.J.655-2	75	95	100	90,00
Media	74,17	102,83	98,00	91,67

Entre variedades, destaca el mayor peso del fruto de la variedad B. Diamond y el menor la variedad S. Black Gold, quedando los frutos de la variedad S. Angeleno con un peso intermedio (calibres 60 y 50-52 mm, respectivamente). Respecto a patrones el mayor peso del fruto se ha obtenido con M. Afgano (100,67 g / fruto) y el menor con Montizo (87,33 g / fruto).

Entre las distintas combinaciones (*cuadro 13*), destacan por el peso más elevado del fruto: B. Diamond / M. Afgano (115 g / fruto) y S. Angeleno / M. Afgano (106 g / fruto). El menor tamaño se ha conseguido con S. Black Gold / M. Gavá (66 g / fruto) y S. Black Gold / Montizo (70 g / fruto).

3.7. Emisión de sierpes

Los Mirobolanes y el Mariana GF 8-1, emiten algunas sierpes en la base del tronco, mientras que Montizo y sobre todo San Julián 655-2 emiten muchas sierpes diseminadas por toda el área del suelo sombreado por la copa. La emisión de sierpes además de competir con el árbol por el agua y los nutrientes, son un obstáculo para la aplicación de determinados herbicidas para el mantenimiento del suelo.

4. Conclusiones

El conocimiento del comportamiento del material vegetal utilizado es básico para determinar la densidad óptima de plantación que permita obtener la máxima producción de calidad.

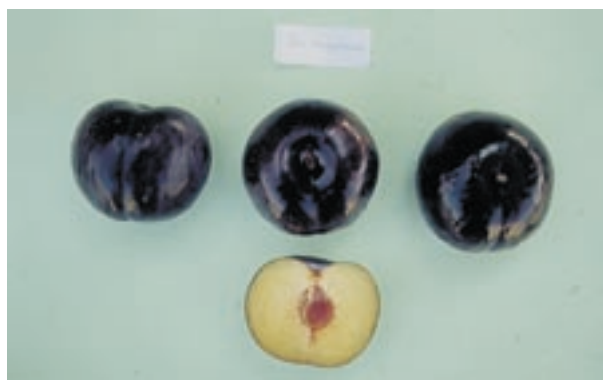
Como uno de los resultados importantes de este ensayo, resaltar el papel preponderante de la variedad sobre el patrón en el desarrollo final del árbol. La diferencia de vigor medio entre la variedad más vigorosa sobre los seis patrones y la de menor vigor es de prácticamente el triple. En cambio, la diferencia entre el patrón más vigoroso y el menor (media de las 3 variedades), es sólo el doble. A nivel de productividad se puede apreciar lo mismo (relación 1 a 2,15 entre variedades), mientras entre patrones apenas hay diferencias (relación 1 a 1,08).

Destacar la elevada precocidad de entrada en producción (cuatro primeras cosechas) del patrón Bergasa. La mayor precocidad se obtuvo utilizando este patrón con las variedades S. Black Gold y B. Diamond. Sin embargo, la producción acumulada más elevada (media de 10 cosechas) se obtuvo con estas mismas variedades injertadas sobre el patrón Mariana GF 8-1.

El máximo nivel de productividad se ha conseguido con la variedad S. Black Gold sobre los patrones Bergasa y Mariana GF 8-1.

Es importante resaltar el efecto positivo del patrón Mirobolán Afgano sobre el tamaño del fruto de las tres variedades.

Realizando los cálculos de la densidad óptima de plantación, en función del desarrollo final alcanzado por los árboles de cada combinación, la variedad S. Black Gold injertada sobre los patrones Mariana GF-8-1 y Bergasa, a una densidad de 666 árboles / ha, están en cabeza de una hipotética producción potencial acumulada por hectárea.



S. Angeleno.

Información elaborada por:

José Luis Espada Carbó	Centro de Técnicas Agrarias.
Jesús Romero Salt	O.C.A. Alcañiz.
José Segura Guimera	O.C.A. Alcañiz

Se autoriza la reproducción íntegra de esta publicación, mencionando su origen:
Informaciones Técnicas del Departamento de Agricultura y Alimentación del Gobierno de Aragón.

Para más información, puede consultar al CENTRO DE TECNICAS AGRARIAS:
Apartado de Correos 727 • 50080 Zaragoza • Teléfono 976 71 63 37 - 976 71 63 06

Correo electrónico: cta.sia@aragob.es