

# 3 MATERIAL VEGETAL Y MEJORA GENÉTICA

**María L. Badenes<sup>1</sup>, María del Mar Naval<sup>1</sup>, José Martínez-Calvo<sup>1</sup>  
y Edgardo Giordani<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Centro de Citricultura y Producción Vegetal

Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA)

<sup>2</sup> Dipartimento delle Produzioni Agro-Alimentari e dell'Ambiente

Università di Firenze - Italia



## MATERIAL VEGETAL Y MEJORA GENÉTICA

### 3.1. ORIGEN

El caqui (*Diospyros kaki* Thunb.) se originó en el este de Asia, donde existen referencias de su cultivo en China que se remontan a varios siglos a. C. Desde allí se introdujo en Japón en el siglo VII y ya en el siglo XIV se introduce en Corea procedente de Japón. No existen registros de su cultivo en Europa hasta el siglo XVII, cuando se expandió por toda la cuenca del Mediterráneo. Las corrientes migratorias desde los países asiáticos a Norteamérica introdujeron el cultivo del caqui en California (EE.UU.) y Brasil. El género *Diospyros* cuenta con más de 400 especies, aunque la más conocida y mayoritariamente cultivada es *D. kaki*, que cuenta con una amplia diversificación varietal en China, Japón y Corea del Sur donde se han descrito más de 2.000 variedades (Cho y Cho, 1965; Wang y col, 1997; Yamada y col, 2012). La especie *D. virginiana* L. es originaria de América del Norte y fue descrita por primera vez en el estado de Virginia (EE.UU.) de donde toma el nombre (Yonemori y col, 2000). Aunque esta especie produce frutos comestibles, su uso está más extendido como portainjertos.

### 3.2. VARIEDADES

Las variedades de caqui se clasifican según el tipo de astringencia del fruto en la maduración. La astringencia de los frutos está causada por la presencia de taninos solubles (Capítulo 2). El tratamiento poscosecha con dióxido de

carbono o etanol produce la insolubilización de los taninos y la pérdida de astringencia del fruto. Las variedades de astringencia variable con la fecundación producen semillas que exudan acetaldehído y etanol, insolubilizando los taninos y eliminando la astringencia alrededor de las semillas. En esa zona del fruto la pulpa se oscurece por efecto de los procesos de oxidación. De esta forma, las variedades de caqui pueden ser de varios tipos según su astringencia en la maduración (ver Tabla 2.2). Como se ha descrito en el Capítulo 2, las variedades no astringentes constantes a la polinización (PCNA) tienen frutos firmes y siempre son no astringentes en la maduración. Las variedades tipo PCNA se caracterizan porque dejan de acumular taninos en etapas muy iniciales del desarrollo del fruto, por ello los frutos permanecen firmes y no astringentes. Los frutos de las variedades no astringentes variables a la polinización (PVNA) pierden la astringencia si se polinizan y se forman semillas. La pulpa alrededor de las semillas se oscurece y pierde la astringencia, debido a los exudados de acetaldehído producidos por las semillas que insolubilizan los taninos y desencadenan los procesos de oxidación. Las variedades astringentes, constantes a la polinización (PCA), se caracterizan por tener frutos siempre astringentes en la maduración. Sólo pueden consumirse duros cuando se tratan en poscosecha. Las variedades astringentes variables a la polinización (PVA), se caracterizan por tener frutos que pierden la astringencia en una región alrededor de la semilla formada cuando se polinizan. Las variedades del tipo PVNA, PCA y PVA, acumulan taninos durante todo el proceso de desarrollo y sólo pueden consumirse cuando el fruto está sobremaduro o firme si se le ha eliminado la astringencia por tratamientos poscosecha.

En Japón se han desarrollado mayoritariamente las variedades no astringentes del tipo PCNA y PVNA. En la Tabla 3.1 se muestran las principales variedades cultivadas en Japón y sus características. En Corea del Sur las variedades son principalmente astringentes, aunque recientemente se ha descrito una variedad del tipo PVNA, la variedad 'Johongsi' y unas pocas de tipo PVA (Yamada y col., 2012). Por otra parte en China, a pesar de ser el país originario de la especie, la disponibilidad de variedades no astringentes

gentes es muy limitada. La primera variedad del tipo PCNA descrita fue ‘Luo Tian Tian Shi’ (Wang, 1983; Yamada, 1993). Desde entonces, solo se han descrito cinco variedades más del tipo PCNA de origen chino. Todas ellas fueron localizadas en una única región de China (Wang y col, 2005; Yonemori y col, 2005), lo que indicaría un posible origen común pero distinto al de las variedades japonesas del tipo PCNA.

**Tabla 3.1.** Principales variedades cultivadas en Japón y sus características

<i>Variedad</i>	<i>Vigor</i>	<i>Flores pistiladas</i>	<i>Flores estaminadas</i>	<i>Caída de fruto</i>	<i>Productividad</i>
Soshu	Medio	Abundante	No	Media	Media
Izu	Vigoroso	Abundante	No	Media	Baja
Nishimurawase	Medio	Media	Media	Poca	Media
Tonewase	Vigoroso	Abundante	No	poca	Alta
Saijo	Muy vigoroso	Media	No	Poca	Media
Maekawa-Jiro	Vigoroso	Media	No	Poca	Alta
Hiratanenashi	Vigoroso	Abundante	No	Poca	Alta
Matsumotowase-Fuyu	Medio	Abundante	No	Poca	Alta
Yoho	Vigoroso	Abundante	No	Poca	Alta
Taigetsu	Vigoroso	Abundante	Pocas	Poca	Muy alta
Taishu	Medio	Media	Media	Poca	Media
Fuyu	Vigoroso	Media	No	Poca	Alta
Jiro	Vigoroso	Medio	No	Poca	Alta
Atago	Vigoroso	Abundante	No	Poca	Muy alta

En la cuenca del Mediterráneo se desarrollaron una serie de variedades autóctonas adaptadas a las distintas zonas de cultivo a partir de las primeras introducciones originarias de Asia, a partir de semillas o mutaciones espontáneas. En Italia la mayoría de las variedades son del tipo PVNA. La variedad más importante es ‘Kaki Tipo’ otras variedades cultivadas son ‘Rispoli’, ‘Mandarino’, ‘Moro’, ‘Vainiglia’, ‘Mercatelli’ y ‘Cioccolato’ (Bellini y Giordani, 1998). En España las variedades locales son principalmente del tipo PVA y PCA. Con diferencia, la variedad más cultivada en la actualidad es ‘Rojo Brillante’ aunque también existen otras variedades de

cultivo local. Muchas de estas variedades toman el nombre del topónimo del lugar donde se cultiva como: ‘Xato de Bonrepós’, ‘Bétera’, ‘Burriana’ o ‘Constantí’.

En Israel se cultiva la variedad ‘Triumph’ que después de eliminarle la astringencia por tratamiento poscosecha se comercializa con el nombre de ‘Sharon’. En los principales países productores de la cuenca mediterránea, el cultivo del caqui es prácticamente monovarietal. En Italia se basa en la variedad ‘Kaki Tipo’, en España en la variedad ‘Rojo Brillante’ y en Israel la variedad ‘Triumph’. En otras zonas del Mediterráneo como Grecia, Turquía, Argelia o Marruecos el cultivo es muy minoritario, basado principalmente en variedades locales o japonesas de reciente introducción como ‘Fuyu’. En el anejo I se describen algunas de las principales variedades de caqui cultivadas en el mundo.

### 3.3. PORTAINJERTOS

Las variedades de caqui se injertan mayoritariamente sobre tres tipos de portainjertos: *D. kaki*, *D. lotus* L., y *D. virginiana*. Se han descrito incompatibilidades entre algunas variedades del tipo PCNA como ‘Fuyu,’ ‘Shogatsu,’ ‘Yokono’ y ‘Takura,’ con portainjertos de la especie *D. lotus* (Tanaka, 1930). En Israel y EE.UU. se han descrito también casos de incompatibilidad de variedades de caqui injertadas sobre portainjertos de la especie *D. virginiana* (Cohen y col, 1991). Estas incompatibilidades con algunas variedades se explican porque los portainjertos utilizados en ambas especies provienen de semillas, que generan genotipos distintos que en algunos casos pueden dar lugar a una alta heterogeneidad. En cambio, los portainjertos de la especie *D. kaki* no muestran incompatibilidad alguna al ser la misma especie que la variedad. Los portainjertos de *D. kaki* requieren de suelos ligeros con buen drenaje, son sensibles a la sequía y al frío, su propagación en vivero es más difícil y no toleran pH del suelo altos. Debido a todos estos problemas, el portainjerto franco de caqui no es recomendable en las zonas de cultivo del área mediterránea donde los suelos son predominantemente calizos y de pH alto.

En todos los casos los patrones utilizados se propagan por semilla, por lo que su heterogeneidad es por lo general alta. La disponibilidad de portainjertos clonales permitiría soslayar este problema y garantizar la homogeneidad del material de plantación. En este sentido, el Instituto Valenciano de investigaciones Agrarias (IVIA) ha desarrollado técnicas de micropropagación in vitro de las especies *D. lotus* y *D. virginiana* y se han obtenido métodos eficientes que permiten la propagación vegetativa de genotipos de estas especies (Giordani y col, 2013).

### *Diospyros lotus*

Es el portainjerto más utilizado en Italia y España. Es resistente al frío y a la sequía. Produce plantas vigorosas, tiene una buena uniformidad de crecimiento y no produce rebrotes. Tiene buena afinidad con las variedades del tipo PVA y PCA. En el cultivar 'Hachiya' se ha observado que este patrón produce un retraso en la entrada en producción y un aumento de la caída del fruto (Bellini, 2002). Cuando se injertan variedades del tipo PCNA se ha observado algunos casos de incompatibilidad total o parcial con la variedad 'Fuyu'. Esta incompatibilidad es traslocada y aparece incluso con madera intermedia de *D. kaki*. Según Bellini (2002), un aspecto negativo de este portainjerto es su alta susceptibilidad a los tumores causados por la bacteria *Agrobacterium tumefaciens*.

### *Diospyros virginiana*

Este portainjerto se está utilizando bastante en las nuevas plantaciones, principalmente por su facilidad de propagación. Confiere un elevado vigor a la variedad y se adapta a suelos pesados. Sin embargo, produce rebrotes y produce plantas más heterogéneas.

### *Diospyros kaki*

Se suelen utilizar semillas de las variedades más típicas de cada zona. El principal problema de esta especie como patrón es que tiene un crecimiento lento y produce un sistema radicular muy fino. Ambas características se tradu-

cen en una propagación en vivero más dificultosa. A pesar de ello es el portainjerto más utilizado en Japón, China, California (EE.UU.) y Nueva Zelanda.

### *Diospyros rhombifolia*

Este portainjerto se utiliza para obtener plantas de bajo tamaño que permitan plantaciones de alta densidad. Presenta problemas de incompatibilidad con algunas variedades del tipo PVA y con todas las del tipo PCNA.

## 3.4. RECURSOS FITOGENÉTICOS

### 3.4.1. Recursos fitogenéticos en Japón

El banco de germoplasma de Japón se encuentra situado en el NIFTS, Akitsu, Hiroshima. Cuenta con 600 accesiones de diversa procedencia. De ellas, 188 han sido evaluadas y se dispone de datos sobre las características referentes a fecha de maduración del fruto, peso y contenido en sólidos solubles (SSC) (Yamada y col, 1994). Cuando se compararon variedades de tipo PCNA de origen japonés con variedades astringentes se observó que las variedades no astringentes japonesas son más tardías y producen frutos de una media de peso más alta que las astringentes (Yamada y col, 2012). En la Tabla 3.2 se muestra la comparación de las fechas de maduración, peso del fruto y SSC entre los distintos grupos de frutos según el tipo de astringencia (Yamada y col, 1994).

**Tabla 3.2.** Comparación de las fechas de maduración, peso y sólidos solubles entre los distintos grupos de frutos de caqui según el tipo de astringencia (adaptado de Yamada y col, 1994).

Astringencia	Nº variedades	Maduración (1-8)		Peso del fruto (g)		Sólidos solubles (%)	
		Media	Varianza	Media	Varianza	Media	Varianza
PCA	83	5,82 b	2,17	190 b	0.0258	16.8	2.39
PVA	25	4,88 c	1,36	267 a	0.0013	15.6	1.81
PVNA	58	5,09 c	1,87	188 ab	0.0265	17.7	3.23
PCNA	22	6,50 a	1,12	247 a	0.0115	17.2	0.89
Total	188	5,57	2,09	206	0.0265	17.0	2.61

Maduración: 1 = finales de septiembre, 8= principios de diciembre.

Números seguidos de la misma letra no son significativamente diferentes (P = 0,05).



### 3.4.2. Recursos fitogenéticos en China

El germoplasma disponible en China incluye material vegetal importado de Japón y variedades autóctonas (Yang y col, 2005). Se registraron un total de 1058 cultivares de origen chino, de ellos 550 accesiones están conservadas en el Banco Nacional de caqui 'National Persimmon Germplasm Repository' en la provincia de Shaanxi. Una descripción del mismo se encuentra en Wang y col. (1997).

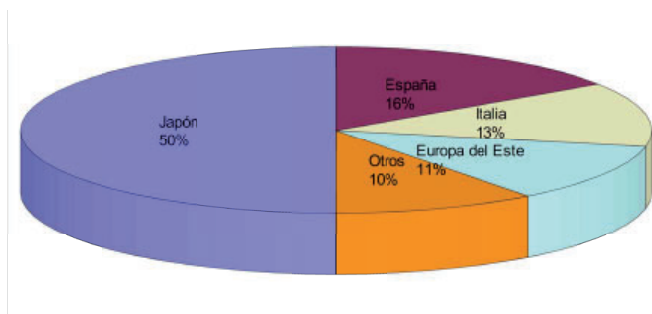
### 3.4.3. Recursos fitogenéticos en Europa

#### Germoplasma en España

En la actualidad la colección pública oficial de variedades de caqui se encuentra en el IVIA. El origen de la misma fue un proyecto europeo RESGEN-CT95-029 que se desarrolló entre 1996 y 1999 y que incluía la prospección y conservación de 16 especies de frutales menores, entre ellas el caqui, y el establecimiento de colecciones de germoplasma de las mismas en Italia, Francia, España y Grecia. La colección inicial de caqui derivada de este proyecto se estableció en el Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (IRTA). Posteriormente, en 2002, después de identificar las sinonimias y homonimias de la misma, la colección se estableció definitivamente en Valencia. El banco de germoplasma de caqui del IVIA se fundó originariamente con un total de 33 variedades. A partir de entonces y con financiación de proyectos de Recursos Fitogenéticos del INIA (Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria), la colección se ha ido ampliando mediante la introducción de variedades de distintos orígenes. En la actualidad cuenta con 106 accesiones. En el Anejo 2 se detallan las accesiones que forman parte del banco de germoplasma y en la Fig 3.1 se indica su procedencia.

Actualmente se está realizando la caracterización pomológica de las accesiones del banco de germoplasma de caqui del IVIA, al que se van incorporando progresivamente nuevas variedades. En algunas de ellas, se dispone ya de datos de cinco ciclos de fructificación, lo que ha permitido elaborar

**Figura 3.1.** Origen de las accesiones



fichas varietales (Martínez-Calvo y col, 2012) a partir de una adaptación de los descriptores de la Unión Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (UPOV, 2004). Se ha realizado también un estudio pomológico de 27 variedades de la colección por medio de 37 variables referentes al árbol, hojas, fruto, fenología y características organolépticas que se han analizado conjuntamente mediante un análisis multivariante. Las variables más relevantes para la clasificación pomológica de la colección de variedades han sido las referentes al fruto, como son el peso, diámetro, firmeza, contenido en sólidos solubles, acidez y el color tanto de la piel como de la pulpa (Martínez-Calvo y col, 2013).

Por otra parte, se han realizado también trabajos de caracterización de la colección inicial mediante marcadores moleculares. Se analizó la diversidad de una parte del banco de germoplasma del IVIA con 19 marcadores SSR (microsatélites) obtenidos a partir de una genoteca la variedad de caqui 'Rojo Brillante' (Soriano y col, 2006). Los resultados obtenidos permitieron identificar todas las accesiones y además se calcularon las distancias genéticas entre las mismas (Naval y col, 2010), parámetro de gran utilidad en los trabajos de mejora genética.

### **Germoplasma en Italia**

En Italia el caqui fue objeto de interés botánico y comercial desde finales de 1800. Desde entonces, varias instituciones públicas y privadas

se ocuparon de coleccionar las variedades que iban llegando a Europa. En los años ochenta del siglo XX estas colecciones llegaron a tener hasta 85 accesiones, que fueron caracterizadas y evaluadas en el marco del proyecto europeo RESGEN-CT95-029 e incluidas posteriormente en el 'European Minor Fruit Tree Species Database' (<http://www.unifi.it/ueresgen29/netdbase/db1.htm>) coordinado por la Universidad de Florencia. En la actualidad, esta colección consta de 35 cultivares y está localizada en el IVALS-CNR, situado en la localidad de Follonica en La Toscana.

La variabilidad de la colección está representada principalmente por variedades de varias procedencias (Japón, España e Italia). Los árboles presentan flores de las tres tipologías (femeninas, masculinas y hermafroditas), con frutos pertenecientes a los cuatro grupos descritos anteriormente (PVNA, PVA, PCA y PCNA) y con tamaños y formas diferentes. Un estudio realizado con marcadores moleculares sobre ejemplares de 'Kaki Tipo' recolectados en diferentes áreas de Italia ha demostrado cierta variabilidad genética dentro de esta variedad-población (Yonemori y col, 2008). Por otro lado se ha definido un protocolo para la crioconservación de yemas dormidas de kaki (cultivares 'Kaki Tipo', 'Jiro', 'Triumph', 'Hiratanenashi' y 'Rojo Brillante') que permitiría una conservación controlada de los recursos fitogenéticos de caqui (Benelli y col, 2009).

### **3.5. PROGRAMAS DE MEJORA VARIETAL**

Un objetivo común a todos los programas de mejora es la obtención de frutos no astringentes (tipo PCNA) de calidad superior. Es decir, frutos de buen calibre, apariencia externa atractiva, resistencia al rajado, buena conservación poscosecha y elevada calidad organoléptica. Además es importante que la variedad tenga una elevada productividad, sea partenocárpica y tenga resistencia a plagas y enfermedades. En el caso de los países productores mediterráneos, donde el cultivo se basa generalmente en una sola variedad, la diversificación varietal con variedades astringentes también está contemplada.

En Japón la mejora genética se lleva a cabo en el NIFTS y el origen del programa se remonta a los años cincuenta del siglo XX. El principal objetivo del programa es también la obtención de variedades del tipo PCNA, de mayor valor comercial. La primera variedad producida fue 'Suruga' en 1959, procedente de un cruce entre variedades locales (Ikubo y col, 1961). Esta variedad es de tipo PCNA y de maduración tardía. Desde su inicio, este programa ha producido un total de 11 variedades del tipo PCNA y dos del tipo PVA. Las variedades obtenidas en este programa de mejora y sus características se indican en la Tabla 3.1.

En China y Corea del Sur las actividades de mejora genética del caqui son relativamente recientes. Las variedades cultivadas proceden en su mayoría de la selección y caracterización de material autóctono. Sin embargo, debido a la escasez de variedades no astringentes y dado que la obtención de variedades tipo PCNA es un objetivo prioritario, se han iniciado también programas de cruzamiento.

En Brasil, la actividad de mejora se lleva a cabo en el 'Istituto Agronomico di Campinas' en São Paulo. Se han obtenido las variedades de caqui 'Pomelo', 'Rubi' y 'Kauro'. Además se realizan actividades de caracterización de las variedades del banco de germoplasma activo de caqui (Herbert-Lucena y col, 2007).

En Italia la mejora varietal del caqui se lleva a cabo principalmente en la Universidad de Florencia. Sus objetivos son la obtención de variedades del tipo PCNA, precoces, resistentes al frío, productivas y compatibles con el portainjerto *D. lotus*, el más utilizado en Italia. Una obtención de este programa ha sido la selección DOFI-86.II.034, de buen calibre y forma y además de maduración más temprana que los PCNA de origen japonés disponibles en la actualidad (Bellini y Giordani, 2005).

En España, la producción de caqui se basa principalmente en la variedad 'Rojo Brillante'. Con el fin de evitar los riesgos inherentes al cultivo monovarietal (estacionalidad de la producción, susceptibilidad a nuevas enfermedades, etc. ), en 2002 el IVIA inició un programa de renovación

varietal que combina la caracterización de variedades existentes en el banco de germoplasma, y la obtención de nuevas variedades mediante cruzamientos y mutantes o variantes somaclonales por cultivo in vitro. El objetivo principal es obtener variedades con las características agronómicas y productivas del ‘Rojo Brillante’, pero que sean no astringentes y/o que amplíen el calendario de recolección (Naval y col, 2012).

## ANEJO I

<i>REFERENCIA</i>	<i>NOMBRE</i>	<i>DONANTE</i>	<i>ORIGEN</i>
DK 001	Hachiya	IRTA- Reus	Japón
DK 002	Amankaki	IRTA- Reus	Japón
DK 003	Aizumishirazu-A	IRTA- Reus	Japón
DK 004	Aizumishirazu-B	IRTA- Reus	Japón
DK 005	Jiro (C24276)	IRTA- Reus	Japón
DK 006	O'Gosho	IRTA- Reus	Japón
DK 007	Cal Fuyu	IRTA- Reus	Japón
DK 008	Hana Fuyu	IRTA- Reus	Japón
DK 009	Anheca	IRTA- Reus	España
DK 010	Constantí	IRTA- Reus	España
DK 011	Kaki Tipo	IRTA- Reus	Italia
DK 012	Tomatero	IRTA- Reus	España
DK 013	Reus-15	IRTA- Reus	España
DK 014	Reus-6	IRTA- Reus	España
DK 015	Bétera-2	IRTA- Reus	España
DK 016	Bétera-3	IRTA- Reus	España
DK 017	Xato de Bonrepós	IRTA- Reus	España
DK 018	Fuji	IRTA- Reus	Japón
DK 019	Tone Wase	IRTA- Reus	Japón
DK 020	Hiratanenashi	IRTA- Reus	Japón
DK 021	Hiratanenashi	Japón	Japón
DK 022	Picudo	IRTA- Reus	España
DK 023	Rojo Brillante	IRTA- Reus	España
DK 024	Ferrán-12	IRTA- Reus	España
DK 025	Garidells	IRTA- Reus	España
DK 026	Cristalino-B	IRTA- Reus	España
DK 027	La Selva-14	IRTA- Reus	España

DK 028	Pakistan Seedless	IRTA- Reus	Japón
DK 029	Maekawa Jiro	Japón	Japón
DK 030	Maekawa Jiro	UFI- Italia	Japón
DK 031	Jiro	Japón	Japón
DK 032	Fuyu	Japón	Japón
DK 033	Amahyakume	Japón	Japón
DK 034	D.lotus	IVIA	España
DK 035	D.virginiana	IVIA	España
DK 036	D.kaki x D. virginiana	España	España
DK 037	Tejin Goshō	UFI- Italia	Japón
DK 038	Giant Fuyu	UFI- Italia	Japón
DK 039	Isahaya	CANSO (L'Alcudia)	Japón
DK 040	Ichikikei Jiro	UFI- Italia	Japón
DK 041	Takura	UFI- Italia	Japón
DK 042	Ban Goshō	UFI- Italia	Japón
DK 043	Suruga	UFI- Italia	Japón
DK 044	Mukaku Jiro	UFI- Italia	Japón
DK 045	Fukuro Goshō	UFI- Italia	Japón
DK 046	Yamato Goshō	UFI- Italia	Japón
DK 047	Izu	UFI- Italia	Japón
DK 048	Hana Goshō	UFI- Italia	Japón
DK 049	Tone Hiratanenashi	UFI- Italia	Japón
DK 050	Kawabata	UFI- Italia	Japón
DK 050	Benisakigake	UFI- Italia	Japón
DK 051	Midai	UFI- Italia	Japón
DK 052	Triumph	UFI- Italia	Israel
DK 053	Nikitskaja Bordovaja	Rep. Checa	Rep. Checa
DK 054	Zuezdocka	Rep. Checa	Rep. Checa
DK 055	Emmanuel	Francia	Francia
DK 056	Russian Beauty	Francia	Europa del Este
DK 057	Fan Fan	Francia	Desconocido
DK 058	Tardif des Charentes	Francia	Francia
DK 059	Nikita´s Gift	Francia	Europa del Este
DK 060	Cibaca	Rep. Checa	Rep. Checa
DK 061	Meota	Rep. Checa	Rep. Checa
DK 062	Koda Goshō	UFI- Italia	Japón
DK 063	Hyakume	UFI- Italia	Japón
DK 064	Akoumankaki	UFI- Italia	Japón
DK 065	Nishijo	UFI- Italia	Japón
DK 066	Kuro Kuma	UFI- Italia	Japón
DK 067	Hiratanekaki	UFI- Italia	Japón
DK 068	Mikatani Goshō	UFI- Italia	Japón

DK 069	Kirakaki	UFI- Italia	Japón
DK 070	Fuji	UFI- Italia	Japón
DK 071	Mizushima Goshō	UFI- Italia	Japón
DK 072	Koshu Hyakume	UFI- Italia	Japón
DK 073	Moro	UFI- Italia	Italia
DK 074	Edoichi	UFI- Italia	Italia
DK 075	Lycopersicon	UFI- Italia	Italia
DK 076	Castellani	UFI- Italia	Italia
DK 077	Costata	UFI- Italia	Italia
DK 078	Mandarino	UFI- Italia	Italia
DK 079	Vaniglia	UFI- Italia	Italia
DK 080	Farmacista Honorati	UFI- Italia	Italia
DK 081	Brazzale	UFI- Italia	Italia
DK 082	Cioccolatino	UFI- Italia	Italia
DK 083	Atago	UFI- Italia	Japón
DK 084	Pumelo	ANECOOP	Brasil
DK 085	Rama Forte	ANECOOP	Brasil
DK 086	Giombo	ANECOOP	Japón
DK 087	Yokono	ANECOOP	Japón
DK 088	Agakaki	ANECOOP	Japón
DK 089	Gibosi	ANECOOP	Japón
DK 090	Albanska	Bulgaria	Albania
DK 091	Rosseyanka	Bulgaria	Europa del Este
DK 092	Mechta	Bulgaria	Europa del Este
DK 093	Orest	Bulgaria	Europa del Este
DK 094	Dunaj	Bulgaria	Europa del Este
DK 095	Lampadina	Bulgaria	Italia
DK 096	Sheng	Bulgaria	Japón
DK 097	Shanxi	Bulgaria	China
DK 098	Gwang Yang	Bulgaria	Korea
DK 099	Sung Hui	Bulgaria	Korea
DK 100	Korea Kaki	Bulgaria	Korea
DK 101	Shogatsu	Bulgaria	Japón
DK 102	Maru	Bulgaria	Japón
DK 103	Okama	Bulgaria	Desconocido
DK 104	Kurogaki	Bulgaria	Japón
DK 105	Nishimura Wase	Bulgaria	Japón
DK 106	Tamopan	Bulgaria	China

---

## ANEJO II

### 'ROJO BRILLANTE'



**Origen:** Variedad de origen español, identificada en la comarca Ribera del Xúquer.

**Astringencia:** Variedad astringente variable a la fecundación, PVA.

**Características:** Variedad vigorosa de porte semi-erecto, produce solo flores femeninas. La floración media se produce alrededor del 5 de mayo. La brotación se produce alrededor del 22 de marzo en la Comunitat Valenciana. Árbol muy productivo.

**Frutos:** Fruto elíptico ancho de sección transversal circular. En su sección longitudinal el ápice es obtuso, con una moderada acanaladura del mismo. La fecha media de madurez comercial es la última semana de octubre. El peso medio es de 300 g y el calibre de 85 mm.

El tratamiento poscosecha para la eliminación de la astringencia se ha optimizado y actualmente permite una buena comercialización de los frutos duros. En madurez comercial adquiere un tono naranja intenso y color de la pulpa amarillo. La acidez se sitúa en torno a los 2 g/L de ácido málico y los grados Brix medios alrededor de 17-18, con una firmeza de 4-5 Kg/cm<sup>2</sup>.



## 'KAKI TIPO'



**Origen:** Variedad de origen italiano.

**Astringencia:** Variedad no astringente cuando se fecunda y produce semillas, tipo PVNA.

**Características:** Árbol vigoroso de porte erecto, produce flores solo femeninas. La plena floración se produce la primera semana de mayo, unos días antes que la variedad 'Rojo Brillante'. La brotación media se produce alrededor del 24 de marzo unos días después que en 'Rojo Brillante'.

**Frutos:** Fruto redondeado, de sección transversal redondeada irregular. En su sección longitudinal el ápice es redondeado, con una débil e incluso ausente acanaladura del mismo, y moderado agrietamiento concéntrico alrededor del ápice. Fecha media de madurez comercial es la primera semana de noviembre unos siete días después de 'Rojo Brillante', la fecha media de madurez fisiológica es el 8 de enero, unos cuatro días después de 'Rojo Brillante'. El peso medio del fruto es de 310 g, el calibre medio de 88 mm.

No muestra agrietamiento de la zona del ápice. Acanalado longitudinal ausente o muy superficial. En madurez comercial el color de la piel es naranja y la pulpa es naranja amarillenta. La acidez se sitúa en torno a 1,8 g/L de ácido málico y los grados brix alrededor de 20, con una firmeza de 3,5 Kg/cm<sup>2</sup>.

## 'HIRATANENASHI'



**Origen:** Variedad de origen japonés.

**Astringencia:** Variedad astringente, variable a la fecundación. Si se poliniza y se forman semillas alrededor de las mismas la pulpa se oscurece y pierde la astringencia (tipo PVA).

**Características:** Variedad vigorosa de porte semi-erecto, produce solo flores femeninas. La fecha media de floración se produce a finales de abril, cinco días antes que en 'Rojo Brillante'. La fecha media de inicio de la brotación se da a mediados de marzo, una semana antes que en la variedad 'Rojo Brillante'.

**Frutos:** Fruto achatado, de sección transversal cuadrada. En su sección longitudinal el ápice es truncado, con una débil e incluso ausente acanaladura del mismo, sin agrietamiento concéntrico alrededor del ápice. No muestra agrietamiento de la zona del ápice. La fecha media de madurez comercial se da alrededor del 22 de octubre una semana antes que en la variedad 'Rojo Brillante'. La fecha de madurez fisiológica se da alrededor del 10 de diciembre unos 25 días antes que en 'Rojo Brillante'. El peso medio del fruto es de 160 g. Y el calibre medio de 70 mm. En madurez comercial el color de la piel es naranja y la pulpa es naranja amarillenta. El contenido de acidez es de 1,85 g/L de ácido málico, el contenido en sólidos solubles en grados Brix es de 20 y la firmeza media es de 3 Kg/cm<sup>2</sup>.

## 'JIRO (C-24276)'



**Origen:** Variedad de origen japonés.

**Astringencia:** Variedad no astringente, constante a la polinización (tipo PCNA). Los frutos se pueden consumir en madurez comercial sin tener que eliminar la astringencia.

**Características:** Variedad vigorosa de porte semi-erecto, produce sólo flores femeninas. La floración media se produce en la primera semana de mayo unos días antes que en 'Rojo Brillante'.

**Frutos:** Fruto achatado, de sección transversal cuadrada. En su sección longitudinal el ápice es truncado, con una moderada acanaladura del mismo, sin agrietamiento concéntrico alrededor del ápice ni agrietamiento de la zona del mismo ápice. Acanalado longitudinal medio. La fecha media de madurez comercial es alrededor del 23 de octubre una semana antes que en 'Rojo Brillante', y la fecha media de madurez fisiológica la primera semana de enero. El peso medio del fruto es de 186 g, el calibre medio es de 76 mm. En madurez comercial el color de la piel es naranja y la pulpa es naranja amarillenta. La acidez media es de 1 g/L de ácido málico, el contenido en grados Brix es de 15,5 y la firmeza del fruto es de 6 Kg/cm<sup>2</sup>.

## 'HANA FUYU'



**Origen:** Variedad de origen japonés.

**Astringencia:** Variedad no astringente en el momento de la madurez comercial (tipo PCNA).

**Características:** Variedad vigorosa de porte semi-erecto, produce sólo flores femeninas. La fecha media de plena floración es el 9 de mayo, cuatro días después aproximadamente que la variedad 'Rojo Brillante'. La fecha media de brotación se da la primera semana de abril, unos doce días después que 'Rojo Brillante'.

**Frutos:** Fruto oval muy ancho, de sección transversal redondeado irregular. En su sección longitudinal el ápice es obtuso, con una moderada acanaladura del mismo, sin agrietamiento concéntrico alrededor del ápice ni agrietamiento de la zona del mismo ápice. Acanalado longitudinal profundo. La fecha media de madurez comercial es finales de octubre, dos días antes que 'Rojo Brillante'. La fecha media de madurez fisiológica se da a finales de noviembre, un mes antes que 'Rojo Brillante'. El peso medio del fruto es de 410 g y el calibre medio de 98 mm. En madurez comercial tanto el color de la piel como el de la pulpa es naranja amarillento. La acidez se sitúa en torno a 1 g/L ácido málico, el contenido en grados Brix en torno a 14,5 y la firmeza media es de 5 Kg/cm<sup>2</sup>.

## 'O'GOSHO'



**Origen:** Variedad de origen japonés.

**Astringencia:** Variedad no astringente en el momento de la maduración comercial. Se puede consumir firme sin tratamiento poscosecha (tipo PCNA).

**Características:** Variedad vigorosa de porte semi-erecto, produce sólo flores femeninas. La fecha media de plena floración se da alrededor del 7 de mayo, dos días después de 'Rojo Brillante'. La brotación media se da alrededor del 5 de abril, dos semanas después de 'Rojo Brillante'.

**Frutos:** Fruto achatado, de sección transversal cuadrada. En su sección longitudinal el ápice es obtuso, con una débil e incluso ausente acanaladura del mismo, sin agrietamiento concéntrico alrededor del ápice ni agrietamiento de la zona del mismo ápice. La fecha media de madurez comercial es alrededor del 5 de noviembre, una semana después de 'Rojo Brillante', la fecha media de madurez fisiológica se da a finales de diciembre unos cinco días antes que 'Rojo Brillante'. El peso medio del fruto es de 245 g, el calibre medio es de 88 mm. En madurez comercial el color de la piel es naranja y la pulpa es naranja pardo. El contenido en acidez es de 1,15 g/L de ácido málico, el contenido en grados Brix es de 15,6 y la firmeza del fruto de 6,6 Kg/cm<sup>2</sup>.

## 'TRIUMPH' (SHARON)



**Origen:** Variedad de origen desconocido, posible introducción en EE.UU. desde Japón.

**Astringencia:** Variedad astringente variable a la fecundación (tipo PVA). Si se poliniza la pulpa se oscurece alrededor de las semillas y pierde la astringencia.

**Características:** Árbol vigoroso que produce sólo flores femeninas, de floración media, regular caída de frutos y productividad media.

**Frutos:** Son de tamaño medio (150-220 g) tienen forma aplanada, cuadrada en sección longitudinal y redonda en sección transversal. El color de la piel es naranja intenso en maduración y el de la carne amarillo. Esta variedad es tardía, astringente en la maduración pero con un buen comportamiento poscosecha tanto en la eliminación de la astringencia como en la conservación posterior. Se cultiva principalmente en Israel y en España en Andalucía. En Nueva Zelanda presenta una alta susceptibilidad al rajado del fruto y menor calidad organoléptica.

### 3.6. BIBLIOGRAFÍA

- Bellini, E. 2002. Cultural practices for persimmon production. First Mediterranean Symposium on persimmon. *Options Méditerranéennes* 51:39-51.
- Bellini E., Giordani E. 1998. Persimmon. p. 675-684. In: G.T Mugnozza., M.A. Pagnotta (eds.), *Italian contribution to plant genetics and breeding*. Ed. Scarascia, Viterbo, Italy.
- Bellini E., Giordani E. 2005. Germplasm and breeding of persimmon in Europe. *Acta Hort.* 685:65-75.
- Benelli C., De Carlo A., Giordani E., Pecchioli S., Bellini E., Kochanova Z. 2009. Vitrification/one-step freezing procedure for cryopreservation of persimmon dormant bud. *Acta Hort.* 833:163-170.
- Cho, S.K., Cho, T.H. 1965. Studies on the local varieties of persimmon in Korea. *Res. Rep. RDA* 8:147-190.
- Cohen, Y., Gur, A., Barkai, Z., Blumenfeld, A. 1991. Decline of persimmon (*Diospyros kaki* L.) trees on *Diospyros virginiana* rootstocks. *Scientia Hort.* 48:61-70.
- Giordani, E., Badenes, M.L., Naval, M.M., Benelli, C. 2013. In vitro propagation of persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.). p. 89- 98. In: M. Lambardi, E.A. Ozudogru, S.M. Jain (eds.), *Protocols for micropropagation of selected economically important horticultural plants. Part I. Protocols for micropropagation of fruit and nut species*, Vol 994. Springer-Verlag, Berlin.
- Herbert-Lucena, I., Martins, A.B., Vilar de Morais Oliveira, I., Zunete, M. 2007. Características de frutos de cinco variedades de caqui maduras en la planta o en post cosecha. *Revista de Biología e Ciências da Terra* 7:201-209.
- Ikubo, S., Sato, T., Nishida, T. 1961. New Japanese persimmon variety 'Suruga'. *Bull. Hort. Sta. Natl. Tokai-kinki Agr. Exp. Sta.* 6:33-37.

- Martínez-Calvo, J., Badenes, M.L., Llácer, G. 2012. Descripción de variedades de caqui (*Diospyros kaki* Thunb.) del banco de germoplasma del IVIA. Monografías INIA. Serie Agrícola. 70 pp.
- Martínez-Calvo, J., Naval, M., Zuriaga, E., Llácer, G., Badenes, M.L. 2013. Genetic characterization of the IVIA persimmon collection by multivariate analysis. Genet. Resour. Crop Ev. 60:233-241.
- Naval, M., Martínez-Calvo, J., Zuriaga, E., Gonzalez, M., Badenes, M.L., Llácer, G. 2012. Los programas de mejora genética de frutales en el Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). IV. Caqui. Revista de Fruticultura 20:4-13.
- Naval, M., Zuriaga, E., Pecchioli, S., Llácer, G., Giordani, E., Badenes, M.L. 2010 Analysis of genetic diversity among persimmon cultivars using microsatellite markers. Tree Genet. Genomes 6:677-687.
- Soriano, J.M., Pecchioli, S., Romero, C., Vilanova, S., Llácer, G., Giordani, E., Badenes, M.L. 2006. Development of microsatellite markers in polyploidy persimmon (*Diospyros kaki*) from an enriched genomic library. Mol. Ecol. Notes 6:368-370.
- Tanaka, C. 1930. Experiments on the rootstocks for the kaki or Japanese persimmon (*Diospyros kaki*). J. Okitsu Hort. Soc. 25:1-30.
- UPOV (Unión Internacional para la Protección de la Obtenciones Vegetales) 2004. Directrices para la ejecución del examen de la distinción, la homogeneidad y la estabilidad para *Diospyros kaki* Thunb. TG/92/4. 31/03/2004. Ginebra.
- Wang, R., 1983. The origin of 'Luo Tian Tian Shi'. Chinese Fruit Tree 2:16-19.
- Wang, R., Yang, Y., Li, G. 1997. Chinese persimmon germplasm resources. Acta Hort. 436:43-50.
- Wang, R., Yang, Y., Ruan, X., Li, G. 2005. Native non-astringent persimmons in China. Acta Hort. 685:99-102.



- Yamada, M. 1993. Persimmon breeding in Japan. *Japan. Agr. Res. Quart.* 27:33–37.
- Yamada, M., Giordani, E., Yonemori, K. 2012. Persimmon. p. 663-693 In: M.L. Badenes, D. Byrne (eds.), *Fruit breeding. Handbook of plant breeding*. Springer, New York.
- Yamada, M., Yamane, H., Sato, A., Hirakawa, N., Wang, R. 1994. Variations in fruit ripening time, fruit weight and soluble solids content of oriental persimmon cultivars native to Japan. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 63:485-492.
- Yang, Y., Ruan, X., Wang, R., Li, G. 2005. Advances in research of germplasm resources and breeding of *Diospyros kaki*. *Northwest Forestry Univ.* 20:133-137.
- Yonemori, K., Honsho, C., Kitajima, A., Aradhya, M., Giordani, E., Bellini, E., Parfitt, D.E. 2008. Relationship of European persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) cultivars to Asian cultivars, characterized using AFLPs. *Gen. Res. Crop Evol.* 55:81-89.
- Yonemori, K., Ikegami, A., Kitajima, A., Luo, Z., Kanzaki, S., Sato, A., Yamada, M., Yang, Y., Wang, R. 2005. Existence of several pollination constant non-astringent type persimmons in China. *Acta Hort.* 685:77–83.
- Yonemori, K., Sugiera, A., Yamada, M. 2000. Persimmon genetics and breeding. *Plant Breed. Rev.* 19:191-225.