

GENETIC VARIABILITY AND SELECTION IN NATURAL POPULATIONS OF VINEYARD PEACH (*Prunus persica* spp. *vulgaris* Mill.) IN THE KRUSEVAC REGION (CENTRAL SERBIA)

VARIABILIDAD GENÉTICA Y SELECCIÓN EN POBLACIONES NATURALES DE DURAZNO NATIVO DE LOS BALCANES (*Prunus persica* spp. *vulgaris* Mill.) EN LA REGIÓN KRUSEVAC (SERBIA CENTRAL)

Tomo Milosevic^{1*}, Nebojsa Milosevic²

¹Faculty of Agronomy, Department of Fruit Growing & Viticulture, Cara Dusana 34, 32000 Cacak, Serbia (tomom@tfc.kg.ac.rs). ²Fruit Research Institute, Department of Pomology and Fruit Breeding, 32000 Cacak, Kralja Petra I/9, Serbia (mnebojsa@tfc.kg.ac.rs)

ABSTRACT

In situ selection of vineyard peach (*Prunus persica* spp. *vulgaris* Mill.) genotypes was conducted in 2006 and 2007 in the region of Krusevac (Central Serbia). Identification, observation and recording of the phenological and pomological properties of the highest-quality genotypes were carried out. Twenty-eight genotypes of the highest quality were selected out of 2093 genotypes, based on biological and pomological properties, and compared to those of cv. Redhaven (control). The onset of flowering varied (April 7-21), being early in two genotypes and late in one genotype, as compared to Redhaven, while 25 genotypes showed an intermediate flowering date, as Redhaven did. Campanula flowers were found in six genotypes, as in Redhaven, and the rosaceous type in 22 genotypes. All genotypes showed late harvest time in relation to Redhaven. Fruit weight and stone weight ranged between 10.23 ± 0.5 to 78.03 ± 3.6 g, and 1.91 ± 0.1 to 5.40 ± 0.9 g. Fruits were predominantly rounded, while the stones were ovoid. The selected vineyard peach genotypes showed favorable phenological and pomological properties that can be used in further breeding programs.

Key words: breeding, flowering, fruit and stone, genetic diversity, genotype.

INTRODUCTION

In Serbia, vineyard peaches (*Prunus persica* spp. *vulgaris* Mill.) are primarily cultivated in old vineyards which have steadily become less

RESUMEN

Se realizó la recolección *in situ* de genotipos de durazno nativo de los Balcanes (*Prunus persica* spp. *vulgaris* Mill.) en 2006 y 2007, en la región Krusevac (Serbia Central). Se efectuó la identificación, la observación y el registro de las propiedades fenológicas y pomológicas de los genotipos de más alta calidad. De 2093 genotipos se seleccionaron 28 de la más alta calidad con base en las propiedades biológicas y pomológicas, para compararlos con la cv. Redhaven (testigo). El inicio de la floración varió (7-21 de abril), siendo temprana en dos genotipos y tardía en un genotipo, comparado con Redhaven, mientras que 25 genotipos mostraron una fecha de floración intermedia, como Redhaven. Se encontraron flores campanuladas en seis genotipos, como en Redhaven, y de tipo rosáceo en 22 genotipos. Todos los genotipos tuvieron un periodo de cosecha tardío respecto a Redhaven. El peso de los frutos y de los huesos osciló entre 10.23 ± 0.5 y 78.03 ± 3.6 g, y 1.91 ± 0.1 y 5.40 ± 0.9 g. Los frutos fueron predominantemente redondos, mientras que los huesos fueron ovoides. Los genotipos de durazno nativo seleccionados mostraron propiedades fenológicas y pomológicas favorables, y se pueden usar en programas de reproducción.

Palabras clave: mejoramiento, floración, fruto y hueso, diversidad genética, genotipo.

INTRODUCCIÓN

En Serbia, los duraznos nativos de los Balcanes (*Prunus persica* spp. *vulgaris* Mill.) se cultivan principalmente en viejos viñedos, cuya cantidad decrece constantemente. El manejo intensivo en los viñedos nuevos han producido una reducción importante en las poblaciones de durazno nativo.

* Author for correspondence ♦ Autor responsable.

Received: December, 2008. Approved: March, 2010.

Published as ARTICLE in *Agrociencia* 44: 297-309. 2010.

numerous. Intensive management in new vineyards have led to a significant reduction in the vineyard peach populations. Thus, there is a need for protection and genetic conservation of the remaining vineyard peach as a source of germplasm by establishing collection plantings as gene banks in order to develop new cultivars. Research programs are conducted in a few stages to achieve preservation of genotypes to develop new cultivars and rootstocks, increasing disease and pest resistance and using fruits either for fresh consumption or for processing (Xu *et al.*, 2006; Moreno and Gogorcena, 2007; Pandey *et al.*, 2008). Native peach populations in the Balkan Peninsula are a valuable source of germplasm made up of seed-propagated genotypes. The Balkan Peninsula is a secondary center of peach gene divergence due to the genetic variability of germplasm, environmental diversity and human activity (Vujanic-Varga and Ognjanov, 1992).

Selection of vineyard peach genotypes in Serbia for biodiversity conservation has been investigated by Paunovic *et al.* (1998), Gasic and Ognjanov (1999) and Gasic *et al.* (2001). The directional selection of vineyard peach genotypes has also been investigated. Milutinovic *et al.* (1994) performed selection for pomological properties, and Vujanic-Varga *et al.* (1996) for breeding genotypes, suitable for juice production. Fungi and virus resistance of vineyard peach genotypes has been studied by Paunovic *et al.* (1992) and Ognjanov *et al.* (2000); others have focused in the selection of genotypes suitable to be used as rootstocks for peach cultivars (Misic *et al.*, 1990; Paunovic *et al.*, 1992; Ognjanov *et al.*, 1996a). Selection of superior vineyard peach genotypes having a variety of uses, primarily as rootstocks of peach and nectarine cultivars was performed by Paunovic *et al.* (1992). The objective of the present study was to identify vineyard peach genotypes characterized by positive biological and pomological traits *in situ* for further selection, collection and orchard establishment for germplasm conservation purposes.

MATERIALS AND METHODS

Study area and plant material

In 2006 and 2007 all accessions were collected between the towns of Trstenik (43° 37' N, 20° 59' E, altitude 180-230 m,

Por ende, es necesaria la protección y conservación genética de los duraznos nativos restantes como una fuente de germoplasma, estableciendo plantaciones de recolección como bancos de genes para desarrollar nuevas variedades. Los programas de investigación se realizan en unas pocas etapas para la preservación de genotipos y desarrollar nuevas variedades y portainjertos, aumentando la resistencia a enfermedades y plagas, y usando los frutos para consumo en fresco o para su procesamiento (Xu *et al.*, 2006; Moreno y Gogorcena, 2007; Pandey *et al.*, 2008). Las poblaciones nativas de durazno en la Península Balcánica son una fuente valiosa de germoplasma constituida por genotipos de propagación por semilla. La Península Balcánica es un centro secundario de divergencia genética del durazno debido a la variabilidad genética del germoplasma, la diversidad ambiental y la actividad humana (Vujanic-Varga y Ognjanov, 1992).

La selección de genotipos de durazno nativos en Serbia para conservar de la biodiversidad ha sido investigada por Paunovic *et al.* (1998), Gasic y Ognjanov (1999) y Gasic *et al.* (2001). La selección direccional de genotipos de durazno de viñedo también ha sido investigada. Milutinovic *et al.* (1994) realizaron una selección para propiedades pomológicas y Vujanic-Varga *et al.* (1996) para genotipos de mejoramiento apropiados para producir de jugo. La resistencia a hongos y virus de los genotipos de durazno local fue estudiada por Paunovic *et al.* (1992) y Ognjanov *et al.* (2000); otros se han concentrado en la selección de genotipos apropiados para ser usados como portainjertos generativos para variedades de durazno (Misic *et al.*, 1990; Paunovic *et al.*, 1992; Ognjanov *et al.*, 1996a). Paunovic *et al.* (1992) realizaron la selección de genotipos superiores de durazno local con diversos usos, principalmente como portainjertos para cultivos de durazno y nectarinas. Por tanto, el objetivo de este estudio fue identificar genotipos de durazno nativos caracterizados por rasgos biológicos y pomológicos positivos *in situ* para después seleccionar, recolectar, y establecer huertos para la conservación de germoplasma.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio y material vegetal

En 2006 y 2007 todas las recolecciones se realizaron entre los pueblos de Trstenik (43° 37' N; 20° 59' E, altitud de 180-230

municipality area 448 km²) and Krusevac (43° 30' N; 21° 25' E, altitude 290-330 m, municipality area 854 km²), in the Krusevac vineyard region. Also, *in situ* identification and examination of vineyard peach genotypes were conducted. Out of the 2093 genotypes identified in the vineyards, 493 trees were selected, singling out 28 genotypes for further studies and they were compared to cv. Redhaven (control). A single-plant selection method was used. When selecting trees for seed utilization, their health, fruit-bearing potential, maturation dates, fruit size and stone weight were emphasized. The trees had to be sound and fruit-bearing, and fruit maturation as late as possible from mid-August to the end of September (small fruits, small stones and good stone-flesh separation). When selecting genotypes for fruit consumption, their sanitary status, large fruit size, high flesh/stone ratio and specific organoleptic traits (skin ground color, red over color, flesh color) were emphasized. The date of maturity and stone-flesh separation was not relevant.

Experimental procedure and analysis of phenological, pomological and organoleptic traits

The IBPGR methodology was used to provide phenological and pomological description of the genotypes (Bellini *et al.*, 1984; Zanetto *et al.*, 2002). Measurements were carried out for time of flowering (TF) and date of maturity (DM) referred to the date when 80-90 % flowers were open and the harvesting date; fruit (FW) and stone weight (SW), were measured (g) using a Tehnica digital balance (model ET-1111, Iskra, Slovenia); weight of 100 fruits and stones genotype. According to fruit size, the genotypes were divided into three groups: 1) up to 30 g; 2) 30-60 g; 3) over 60 g.

Skin ground color, red over color and flesh color were measured using a Minolta chroma meter (CR-300, Minolta, Ramsey, NJ) tristimulus color analyzer calibrated to a white porcelain reference plate. In addition, a trained panel of five experts classified the peaches visually, according to the perception of the skin, red over and flesh colors.

The described fruit, stone and flower properties were categorized according to IBPGR descriptors (Bellini *et al.* 1984): 1) time of flowering (TF) with nine categories: 1=extremely early, through 9=extremely late; 2) flower type (FT): 1=rosaceous, 2=campanulate; 3) date of maturity (DM) with nine categories: 1=extremely early, through 9=extremely late; 4) fruit size (FS): 1=extremely small, 3=small, 5=intermediate, 7=large, 9=extremely large; 5) fruit shape (FSh): 1=very flat, 2=slightly flat, 3=rounded, 4=ovate, 5=oblong, 6=elongated; 6) ground color (GC) of the skin of fully mature fruit: 1=green, 2=greenish-cream, 3=cream, 4=cream-yellow, 5=yellow, 6=orange-yellow; 7) red over color (ROC): 0=no red over color, 1=none to red-

m, área municipal de 448 km²) y Krusevac (43° 30' N; 21° 25' E, altitud de 290-330 m, área municipal de 854 km²), en la región de viñedos de Krusevac. Además, se identificó y se examinó *in situ* los genotipos de durazno nativo. De los 2 093 genotipos identificados en los viñedos, se seleccionaron 493 árboles, separando 28 genotipos para su estudio, y se compararon con la cv. Redhaven (testigo). Se usó un método de selección de planta única. Al seleccionar árboles para la utilización de semilla, se enfatizó su salud, potencial de producir frutos, fechas de maduración, tamaño de los frutos y peso de los huesos. Los árboles debían estar sanos y productivos, y la maduración de los frutos ser tan tardía como fuera posible, de mediados de agosto a finales de septiembre (frutos pequeños, huesos pequeños y buena separación de hueso-pulpa). Al seleccionar genotipos para consumo de frutos, se enfatizó el estado sanitario, un tamaño grande de frutos, alta tasa de pulpa/hueso y características organolépticas específicas (color de fondo de piel, color rojo superficial, color de pulpa). La fecha de madurez y la separación hueso-pulpa no fueron importantes.

Procedimiento experimental y análisis de características fenológicas, pomológicas y organolépticas

Se usó la metodología IBPGR para proporcionar una descripción fenológica y pomológica de los genotipos (Bellini *et al.*, 1984; Zanetto *et al.*, 2002). Se midió periodo de floración (PF) y fecha de madurez (FM), respecto a la fecha cuando 80-90% de las flores abrió y la fecha de cosecha; peso del fruto (PF) y del hueso (PH) medido (g) con una balanza digital Tehnica (modelo ET-111, Iskra, Eslovenia); peso de 100 frutos y huesos por genotipo. Según el tamaño de los frutos, los genotipos se dividieron en tres grupos: 1) hasta 30 g; 2) 30-60 g; 3) más de 60 g.

Se midió el color de fondo de la piel, el color rojo superficial y el color de la pulpa con un colorímetro de tres estímulos Minolta Chroma Meter (CR-300, Minolta, Ramsey, NJ), calibrado con un plato de porcelana blanca de referencia. Además, un panel capacitado de cinco expertos clasificó visualmente los duraznos, con base en la percepción de los colores de piel, rojo superficial y pulpa.

Las propiedades descritas de fruto, hueso y flor se categorizaron de acuerdo con los descriptores de IBPGR (Bellini *et al.*, 1984): 1) periodo de floración (PF) con nueve categorías: 1=extremadamente temprano, hasta 9=extremadamente tardío; 2) tipo de flor (TFI): 1=rosácea, 2=campanulada; 3) fecha de madurez (FM), con nueve categorías: 1=extremadamente temprana, hasta 9=extremadamente tardía; 4) tamaño del fruto (TFr): 1=muy pequeño, 3=pequeño, 5=intermedio, 7=grande, 9=muy grande; 5) forma del fruto (FF): 1=muy plano, 2=algo plano, 3=redondo, 4=aovado, 5=oblongo, 6=alargado; 6) color de fondo

trace, 2=red-trace, 3=red striped, 4=red-mottled, 5=partly-red, 6=medium-red, 7=mostly-red, 8=full-red, 9=red-wine; 8) flesh color (FC): 1=white-greenish, 2=white, 3=white-cream, 4=yellow-greenish, 5=yellow, 6=yellow-orange, 7=yellow-red, 8=red; 9) stone size (SS): 1=extremely small, 3=small, 5=medium, 7= large, 9=extremely large; 10) stone shape (SSH): 1=flat, 2=rounded, 3=ovoid, 4=elongated, 5=very elongated; 11) stone adherence (SA) to flesh of fully ripe fruit: 1=freestone, 2=semi-freestone, 3 = clingstone.

Statistical analysis

Means of fruit and stone weight were compared by LSD tests ($p \leq 0.05$) for all the variable using the program Statistica (StatSoft Inc., Tulsa, Oklahoma, USA), involving the performance of one-way analyses of variance.

The relationship between some phenological, pomological and organoleptic traits was evaluated by Pearson's correlation ($p \leq 0.05$). In addition, a principal component analysis (PCA) was performed to evaluate relationships among genotypes and among variables using the PRINCOMP procedure of SAS (SAS Institute Inc., North Carolina, USA).

RESULTS AND DISCUSSION

Evaluation of phenological traits

Results on the onset of flowering and fruit maturity in the selected vineyard peach genotypes are shown in Table 1. The TF was from April 7th to 25th; the earliest flowering was recorded with the FA G 1 (April 7-11) and FA G 10 genotypes (April 8-12), and the latest flowering with the FA G 24 genotype (April 21-25). According to Bellini *et al.* (1984), Redhaven is a cultivar with intermediate TF. As compared to Redhaven, FA G 1 and FA G 10 exhibited an early TF, and FA G 24 a late one; the remaining 25 genotypes were medium-flowering, as Redhaven (Milosevic, 1996). Genotypes FA G 2, FA G 11, FA G 16, FA G 20, FA G 24 and FA G 25 produced campanula flowers, as Redhaven did, whereas the remaining ones gave rosaceous flowers. In 12 vineyard peach genotypes selected in the former Yugoslavia for juice production, the TF was between April 24th and April 30th, similar to the Redhaven, as they belong to intermediate-flowering genotypes (Vujanic-Varga *et al.*, 1996). The same authors reported that only two genotypes produced campanula flowers, the remaining 12 giving rosaceous

(CF) de la piel del fruto totalmente maduro: 1=verde, 2=verde-crema, 3=crema, 4=crema-amarillo, 5=amarillo, 6=anaranjado-amarillo; 7) color rojo superficial (CRS): 0=sin color rojo superficial, 1=de nada a un rastro de rojo, 2=rastro de rojo, 3=rayas rojas, 4=manchas rojas, 5=parcialmente rojo, 6=medianamente rojo, 7=mayormente rojo, 8=completamente rojo, 9=rojo intenso; 8) color de la pulpa (CP): 1=blanca-verdosa, 2=blanca, 3=blanca-crema, 4=amarilla-verdosa, 5=amarilla, 6=amarilla-anaranjada, 7=anaranjada-roja, 8=roja; 9) tamaño del hueso (TH): 1=muy pequeño, 3=pequeño, 5=mediano, 7=grande, 9=muy grande; 10) forma del hueso (FH): 1=plano, 2=redondo, 3=ovoide, 4=alargado, 5=muy alargado; 11) adherencia del hueso (AH) a la pulpa del fruto totalmente maduro: 1=hueso libre, 2=hueso semi libre, 3=hueso pegado.

Análisis estadístico

Los promedios del peso del fruto y del hueso se compararon con pruebas LSD ($p \leq 0.05$) para todas las variables, usando el programa Statistica (StatSoft Inc., Tulsa, Oklahoma, EE.UU.), tomando en cuenta el análisis de varianza en una dirección.

La relación entre algunas características fenológicas, pomológicas y organolépticas se evaluó usando la correlación de Pearson ($p \leq 0.05$). Además, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) para evaluar las relaciones entre genotipos y entre variables utilizando el procedimiento PRINCOMP de SAS (SAS Institute Inc., North Carolina, EUA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de características fenológicas

Los resultados del inicio de la floración y la madurez de los frutos en los genotipos de durazno nativo seleccionados se muestran en el Cuadro 1. El PF fue del 7 al 25 de abril; la floración más temprana se registró en los genotipos FA G 1 (7-11 de abril) y FA G 10 (8-12 de abril), y la floración más tardía en el genotipo FA G 24 (21-25 de abril). Según Bellini *et al.* (1984), Redhaven es una variedad con PF intermedio. En comparación con Redhaven, FA G 1 y FA G 10 exhibieron un PF temprano y FA G 24 uno tardío; los 25 genotipos restantes fueron de floración media, así como Redhaven (Milosevic, 1996). Los genotipos FA G 2, FA G 11, FA G 16, FA G 20, FA G 24 y FA G 25 produjeron flores campanuladas, como Redhaven, mientras que los restantes tuvieron flores rosáceas. En 12 de los genotipos de durazno nativo seleccionados en la antigua Yugoslavia para producción de jugo, el

Table 1. Time of flowering and fruit maturity in vineyard peach genotypes selected in the region of Krusevac (Central Serbia, 2006-2007).**Cuadro 1. Periodo de floración y madurez del fruto en genotipos de durazno nativo seleccionados en la región de Krusevac (Serbia Central, 2006-2007).**

Genotypes	Time of flowering (date)	IBPGR descriptor		Date of maturity (date)	IBPGR descriptor DM
		TF ^a	FT		
FA G 1	07-11.04	4	1	14.08	6
FA G 2	13-18.04	5	2	17.08	6
FA G 3	12-16.04	5	1	19.08	6
FA G 4	11-15.04	5	1	12.08	6
FA G 5	13-17.04	5	1	21.08	7
FA G 6	12-16.04	5	1	15.08	6
FA G 7	12-15.04	5	1	21.08	7
FA G 8	11-16.04	5	1	25.08	7
FA G 9	13-17.04	5	1	18.08	6
FA G 10	08-12.04	4	1	24.08	7
FA G 11	17-20.04	5	2	12.09	8
FA G 12	12-17.04	5	1	05.09	8
FA G 13	14-18.04	5	1	01.09	8
FA G 14	11-15.04	5	1	08.09	8
FA G 15	15-19.04	5	1	10.09	8
FA G 16	16-19.04	5	2	13.08	6
FA G 17	15-18.04	5	1	27.08	7
FA G 18	14-17.04	5	1	18.08	6
FA G 19	15-19.04	5	1	14.09	8
FA G 20	14-18.04	5	2	22.09	9
FA G 21	16-20.04	5	1	16.08	6
FA G 22	13-18.04	5	1	19.08	6
FA G 23	15-19.04	5	1	15.08	6
FA G 24	21-25.04	6	2	19.09	8
FA G 25	16-20.04	5	2	06.09	8
FA G 26	17-21.04	5	1	06.08	5
FA G 27	13-17.04	5	1	28.08	7
FA G 28	15-19.04	5	1	01.09	7
Redhaven*	16-20.04	5	2	25.07	5

* The control peach cultivar Redhaven ♦ Redhaven, durazno testigo.

TF: 4=early/intermediate, 5=intermediate, 6=intermediate/late; FT: 1=rosaceous, 2=campanulate; DM: 5=mid-season, 6=mid season/late, 7=late, 8=very late, 9=extremely late ♦ PF: 4= temprana/intermedia, 5=intermedia, 6=intermedia/tardía; TFI: 1=rosácea, 2=campanulada; FM: 5=mitad de temporada, 6=mitad de temporada/tardía, 7=tardía, 8=muy tardía, 9=extremadamente tardía.

ones. Similar flowering and flower-type tendencies were observed in our study.

All 28 genotypes showed later DM as compared to the Redhaven (Table 1). The earliest DM was recorded with the FA G 26 genotype (August 6th) and the latest with FA G 24 (September 19th) and FA G 20 (September 22th). One genotype was characterized as mid-season fruit DM, 11 genotypes as mid-to-late maturity, seven genotypes as late, eight genotypes as very late and one genotype as extremely late. In 25 peach genotypes from the former Yugoslavia, to be used as rootstocks, the fruiting DM was from August

PF fue entre el 24 y el 30 de abril, similar a Redhaven, ya que pertenecen a los genotipos de floración intermedia (Vujanic-Varga *et al.*, 1996). Los mismos autores reportan que sólo dos genotipos producen flores campanuladas, mientras que los 12 restantes producen rosáceas. Se observaron tendencias similares de floración y tipo de flor en el presente estudio.

Todos los 28 genotipos mostraron una FM tardía, en comparación con Redhaven (Cuadro 1). La FM más temprana se registró en el genotipo FA G 26 (6 de agosto) y la más tardía en FA G 24 (19 de septiembre) y FA G 20 (22 de septiembre). Un genotipo se

to October (Ognjanov *et al.*, 1996a). In 14 genotypes native to Mt. Fruska Gora (Vojvodina) and selected for direct consumption, the DM were August 14th to November 6th, and in those for seed utilization from September 3rd to October 8th (Vujanic-Varga *et al.*, 1988). Vineyard peach genotypes, whose seed is to be used for the development of rootstocks, should be of late DM in order to secure good seed germination (Paunovic, 1963; Graselly, 1985; Mistic, 1987). Harvest time for peach genotypes originating from the former Yugoslavia and to be used for juice production was August 9th to October 3rd (Vujanic-Varga *et al.*, 1996; Ognjanov *et al.*, 1996b).

Evaluation of fruit physical attributes

Results on fruit and stone traits of vineyard peach are shown in Table 2. There were significant differences ($p \leq 0.05$) among accessions regarding FW, which ranged from 10.23 ± 0.5 (FA G 16) to 78.03 ± 3.6 g (FA G 20). Fruit weight was less than 30.0 g for 15 genotypes, between 30.0 and 60.0 g for nine genotypes, and higher than 60.0 g for four genotypes. The largest fruits were found with genotypes FA G 24 (73.13 ± 3.3 g), FA G 11 (76.90 ± 3.1 g) and FA G 20 (78.03 ± 3.6 g), while the smallest ones with the genotype FA G 16 (10.23 ± 0.5 g), followed by FA G 17 (15.84 ± 0.8 g) and FA G 19 (16.18 ± 0.9 g). The genotypes in our study were categorized as having extremely small fruits, the genotypes FA G 24, FA G 11 and FA G 20 being the only ones having small fruits (Bellini *et al.*, 1984; Zanetto *et al.*, 2002). The FW of peach genotypes from Mt. Fruska Gora intended for consumption and of those for seed utilization was between 66.0 to 93.0 g and 22.0 to 34.0 g (Vujanic-Varga *et al.*, 1988). Besides, the FW ranged from 51.2 to 230.0 g in 12 genotypes for juice production (Vujanic-Varga *et al.*, 1996), and 32.0 to 114.5 g in 24 genotypes intended for generative rootstock production (Ognjanov *et al.*, 1996a). According to Paunovic *et al.* (1992), the FW of 15.84 to 68.70 g was determined in 35 genotypes in the Krusevacka Zupa region, whereas Paunovic (1963) observed that the largest-fruit genotype produced a FW of 154.0 g. The analysis of the results in our study suggests that the small-fruit vineyard peach genotypes and large-fruit ones showed characters for seed exploitation aimed at rootstock development and for fresh consumption or processing, which is in accordance

caracterizó con FM a la mitad de la temporada, 11 genotipos con madurez media a tardía, siete tardías, ocho muy tardías y uno como extremadamente tardío. En 25 genotipos de durazno de la antigua Yugoslavia, para ser usados como portainjertos, la FM de los frutos fue de agosto a octubre (Ognjanov *et al.*, 1996a). En 14 genotipos nativos de Monte Fruska Gora (Vojvodina) y seleccionados para el consumo directo, la FM fue del 14 de agosto al 6 de noviembre, y en aquellos para utilizar su semilla, del 3 de septiembre al 8 de octubre (Vujanic-Varga *et al.*, 1988). Los genotipos de durazno nativo, cuyas semillas se usarán para el desarrollo de portainjertos generativos, deben tener FM tardía para asegurar una buena germinación de la semilla (Paunovic, 1963; Graselly, 1985; Mistic, 1987). El periodo de cosecha para los genotipos de durazno originarios de la antigua Yugoslavia y que se usarán para producir jugo fue del 9 de agosto al 3 de octubre (Vujanic-Varga *et al.*, 1996; Ognjanov *et al.*, 1996b).

Evaluación de los atributos físicos de los frutos

Los resultados de las características de los frutos y huesos del durazno de viñedo se muestran en el Cuadro 2. Hubo diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre las entradas respecto al PF, que fue de 10.23 ± 0.5 g (FA G 16) a 78.03 ± 3.6 g (FA G 20). El peso del fruto fue menor a 30.0 g para 15 genotipos, de entre 30.0 y 60.0 g para nueve genotipos, y de más de 60.0 g para cuatro genotipos. Los frutos más grandes se encontraron en los genotipos FA G 24 (73.13 ± 3.3 g), FA G 11 (76.90 ± 3.1) y FA G 20 (78.03 ± 3.6 g), mientras que los más pequeños en el genotipo FA G 16 (10.23 ± 0.5), seguido de FA G 17 (15.84 ± 0.8) y FA G 19 (16.18 ± 0.9 g). Los genotipos en este estudio se categorizaron como de frutos muy pequeños, siendo los genotipos FA G 24, FA G 11 y FA G 20 los únicos con frutos pequeños (Bellini *et al.*, 1984; Zanetto *et al.*, 2002). El PF de genotipos de durazno del Monte Fruska Gora, destinados para consumo y aquellos para la semilla fue de 66.0 a 93.0 g y 22.0 a 34.0 g (Vujanic-Varga *et al.*, 1988). Además, el PF fue de 51.2 a 230.0 g en 12 genotipos para producción de jugo (Vujanic-Varga *et al.*, 1996), y de 32.0 a 114.5 g en 24 genotipos destinados a la producción de portainjerto generativo (Ognjanov *et al.*, 1996a). Según Paunovic *et al.* (1992), se determinó un PF de 15.84 a 68.70 en 35 genotipos en la región Krusevacka Zupa, mientras que Paunovic (1963) observó que

Table 2. Fruit and stone traits of vineyard peach genotypes (Central Serbia, 2006-2007).**Cuadro 2. Características del fruto y el hueso en genotipos de durazno nativo (Serbia Central, 2006-2007).**

Genotypes	Fruit weight (g)	IBPGR descriptor					Stone weight (g)	IBPGR descriptor		
		FS	FSh	GC	ROC	FC		SS	SSh	SA
FA G 1	19.98±1.1 j-m	1	3	5	0	2	1.91±0.1 h	1	3	1
FA G 2	26.94±1.9 f-l	1	4	5	1	2	2.55±0.3 e-h	1	3	1
FA G 3	21.14±1.2 i-m	1	4	4	0	2	1.96±0.2 gh	1	3	1
FA G 4	30.25±2.2 e-k	1	5	5	5	2	3.30±0.6 a-h	1	3	1
FA G 5	37.44±2.4 e-h	1	5	4	1	2	3.24±0.6 b-h	1	3	1
FA G 6	20.48±1.2 j-m	1	5	5	0	2	2.48±0.3 fgh	1	3	1
FA G 7	38.94±2.5 d-g	1	5	5	0	4	4.85±0.7 abc	1	3	2
FA G 8	27.19±2.0 f-l	1	2	5	0	2	3.48±0.6 a-h	1	3	1
FA G 9	20.42±1.8 j-m	1	3	5	0	2	3.44±0.6 a-h	1	3	1
FA G 10	29.11±1.9 e-l	1	3	4	5	2	2.55±0.3 e-h	1	3	1
FA G 11	76.90±3.1 ab	3	4	5	0	4	5.40±0.9 a	3	4	2
FA G 12	21.60±1.3 i-m	1	3	5	1	2	3.74±0.6 a-h	1	3	1
FA G 13	26.46±1.6 g-l	1	3	5	0	2	4.00±0.7 a-g	1	3	1
FA G 14	23.40±1.2 h-m	1	3	4	2	2	4.59±0.7 a-e	1	3	1
FA G 15	20.46±1.7 j-m	1	5	3	0	2	4.06±0.6 a-g	1	3	1
FA G 16	10.23±0.5 m	1	5	5	0	2	2.20±0.2 fgh	1	3	1
FA G 17	15.84±0.8 lm	1	3	5	1	2	2.69±0.3 d-h	1	3	1
FA G 18	23.12±1.0 i-m	1	3	5	0	3	3.30±0.6 b-h	1	3	1
FA G 19	16.18±0.9 klm	1	3	5	0	2	2.94±0.4 c-h	1	3	1
FA G 20	78.03±3.6 a	3	4	5	0	2	5.12±0.8 ab	1	4	1
FA G 21	32.04±2.4 e-j	1	5	5	0	2	2.33±0.2 fgh	1	3	1
FA G 22	43.07±2.8 de	1	3	4	0	5	3.41±0.7 a-h	1	3	1
FA G 23	40.06±2.5 d-g	1	3	3	0	5	3.01±0.5 c-h	1	3	1
FA G 24	73.13±3.3 abc	3	4	5	0	5	5.21±0.9 ab	3	4	1
FA G 25	34.87±2.7 e-i	1	3	2	0	2	3.92±0.5 a-h	1	3	1
FA G 26	63.21±3.1 bcd	1	4	2	0	2	4.61±0.6 a-d	1	4	1
FA G 27	41.08±2.6 def	1	3	5	0	2	3.18±0.4 b-h	1	3	1
FA G 28	52.01±3.0 cd	1	3	4	5	2	4.22±0.7 a-f	1	4	1

FS: 1=extremely small, 3=small; FSh: 2=slightly flat, 3=rounded, 4=ovate, 5=oblong; GC: 2=greenish-cream, 3=cream, 5=yellow; ROC: 0=no red over color, 1=none to red-trace, 2=red-trace, 5=partly-red; FC: 2=white, 4=yellow-greenish, 5=yellow; SS: 1=extremely small, 3=small; SSh: 3=ovoid, 4=elongated; SA: 1=freestone, 2=semy-freestone ♦ TFr: 1=extremadamente pequeño, 3=pequeño; FF: 2=algo plano, 3=redondo, 4=aovado, 5=oblongo; CF: 2=verdoso-crema, 3=crema, 5=amarillo; CRS: 0=sin color rojo superficial, 1=de nada a un rastro de rojo, 2=rastro de rojo, 5=parcialmente rojo; CP: 2=blanca, 4=amarillo-verdosa, 5=amarilla; TH: 1=muy pequeño, 3=pequeño; FH: 3=ovoide, 4=alargado; AH: 1=hueso libre, 2=hueso semi libre.

Means with different letters in a column are significantly different ($p \leq 0.05$) ♦ Medias con letras diferentes en una columna son significativamente diferentes ($p \leq 0.05$).

with studies carried out on peach (Misic *et al.*, 1990; Paunovic, 1963; Paunovic *et al.*, 1992).

In the genotypes, rounded FSh was dominant (14 genotypes) over slightly flat (one genotype), ovate (six genotypes) and oblong (seven genotypes). The dominant FSh in the vineyard peach genotypes selected to be used as rootstocks was rounded (Ognjanov *et al.*, 1996a), and that in the genotypes selected for juice production ranged from slightly flat, rounded and ovate to oblong (Vujanic-Varga *et al.*, 1996). The dominant GC, ROC and FC was yellow, without red over color and white (Table 2), which is

el genotipo de frutos más grandes producía un PF de 154.0 g. El análisis de los resultados del presente estudio sugiere que los genotipos de durazno nativo de frutos pequeños y aquellos con frutos grandes mostraron caracteres para el uso de semilla destinada al desarrollo de portainjertos y para consumo fresco o procesamiento, lo que coincide con estudios realizados con durazno (Misic *et al.*, 1990; Paunovic, 1963; Paunovic *et al.*, 1992).

En los genotipos, la FF redondo fue dominante (14 genotipos) sobre algo plano (un genotipo), aovado (seis genotipos) y oblongo (siete genotipos). La FF

in agreement with studies on peach (Paunovic *et al.*, 1992, 1998).

There were significant differences among accessions concerning the SW which ranged from 3.01 ± 0.5 to 3.92 ± 0.5 g in 10 genotypes, 2.20 ± 0.2 to 2.94 ± 0.4 g in seven genotypes and 4.00 ± 0.7 to 4.85 ± 0.7 g in six genotypes (Table 2). The smallest stones were found with FA G 1 (1.91 ± 0.1 g) and FA G 3 (1.96 ± 0.2 g); while the largest were FA G 20 (5.12 ± 0.8 g), FA G 24 (5.21 ± 0.9 g) and FA G 11 (5.40 ± 0.9 g). The most predominant SSh was ovoid in 23 genotypes (Table 2); genotypes FA G 11, FA G 20, FA G 24, FA G 26 and FA G 28 displayed an elongated stone shape. Regarding the stone-flesh separation, it was only in genotypes FA G 7 and FA G 11 that the stone was adhered to the flesh; in the remaining 26 genotypes the separation occurred. In 24 vineyard peach genotypes intended to be used as rootstocks, the average SW was 2.9 to 8.8 g (Ognjanov *et al.*, 1996a). These authors further reported that the SSh varied: rounded in four genotypes, ovoid in 14, elongated in two, very elongated in one. All genotypes were characterized by stone-flesh separation, and there was higher seed germination in small-stone genotypes. The SW in 14 peach genotypes coming from Mt. Fruska Gora (Vojvodina) and selected to be used as rootstocks varied between 2.4 and 4.0 g (Vujanic-Varga *et al.*, 1988), and the stone weight in 35 genotypes was 1.84 to 5.92 g (Paunovic *et al.*, 1992). In 12 genotypes from the former Yugoslavia and selected for juice production, the average SW was 3.9 to 9.6 g, the most common SSh being ovoid and the stone separating from the flesh in all genotypes (Vujanic-Varga *et al.*, 1996). For rootstock production, vineyard peach genotypes to be selected should produce fruits from 20.0 to 50.0 g average weight, medium late to late maturity, good separation of the stone from the flesh, and white-fleshed (Mistic, 1984).

Evaluation of organoleptic attributes

The GC was yellow in 18 genotypes, creamy yellow in six, creamy in two and greenish-creamy in two (Table 2). Twenty selected genotypes displayed no red color over the skin, four none to red trace, one a trace of red, and three a partly red trace. The FC was white in 22 genotypes, white-cream in one, yellow-greenish in two and yellow in three. Out of the 35

dominante en los genotipos de durazno de viñedo seleccionados para uso como portainjerto fue redondo (Ognjanov *et al.*, 1996a), y en los genotipos seleccionados para producción de jugo varió de algo plano, redondo y aovado a oblongo (Vujanic-Varga *et al.*, 1996). Los CF, CRS y CP dominantes fueron amarillo, sin color rojo superficial y blanco (Cuadro 2), lo cual coincide con estudios realizados con durazno (Paunovic *et al.*, 1992, 1998).

Hubo diferencias significativas entre las entradas respecto al PH que fue de 3.01 ± 0.5 a 3.92 ± 0.5 g en 10 genotipos, 2.20 ± 0.2 a 2.94 ± 0.4 g en siete genotipos y 4.00 ± 0.7 a 4.85 ± 0.7 g en seis genotipos (Cuadro 2). Los huesos más pequeños se encontraron en FA G 1 (1.91 ± 0.1 g) y FA G 3 (1.96 ± 0.2 g), mientras que los más grandes en FA G 20 (5.12 ± 0.8 g), FA G 24 (5.21 ± 0.9 g) y FA G 11 (5.40 ± 0.9 g). La FH más predominante fue ovoide, en 23 genotipos (Cuadro 2); los genotipos FA G 11, FA G 20, FA G 24, FA G 26 y FA G 28 mostraron una forma del hueso alargada. En cuanto a la separación de hueso y pulpa, sólo en los genotipos FA G 7 y FA G 11 se encontró que el hueso estuviera adherido a la pulpa; en los 26 genotipos restantes, ocurrió la separación. En 24 genotipos de durazno nativos destinados al uso como portainjertos, el PH promedio fue de 2.9 a 8.8 g (Ognjanov *et al.*, 1996a). Estos autores además reportaron que la FH varió: redondo en cuatro genotipos, ovoide en 14, alargado en dos, muy alargado en uno. Todos los genotipos se caracterizaron por la separación de hueso y pulpa, y hubo mayor germinación de la semilla en genotipos con huesos pequeños. El PH en 14 genotipos de durazno provenientes de Monte Fruska Gora (Vojvodina) y seleccionados para ser usados como portainjertos varió de 2.4 a 4.0 g (Vujanic-Varga *et al.*, 1998) y el peso del hueso en 35 genotipos fue de 1.84 a 5.92 g (Paunovic *et al.*, 1992). En 12 genotipos de la antigua Yugoslavia seleccionados para producción de jugo, el PH promedio fue de 3.9 a 9.6 g, siendo la FH más común la ovoide y con separación de la pulpa en todos los genotipos (Vujanic-Varga *et al.*, 1996). Para la producción de portainjerto, los genotipos de durazno de viñedo a ser seleccionados deben producir frutos de 20.0 a 50.0 g peso promedio, madurez medio tardía a tardía, buena separación del hueso de la pulpa y pulpa blanca (Mistic, 1984).

selected genotypes, nine were white flesh, and seven yellow (Paunovic *et al.*, 1992). Of the 12 genotypes selected for juice production, 11 were yellow-fleshed and only one red-fleshed (Vujanic-Varga *et al.*, 1996). In our study, the largest-fruit genotypes were yellow (FA G 24), yellow-greenish (FA G 11) and white-fleshed (FA G 20).

Correlations and principal component analysis

Significant correlations were found between the set of nine phenological and pomological traits of genotypes (Table 3). Results show a high correlation between FW and FC (0.732), which can be used for early selection of large fruit genotypes. A moderate significant correlation was detected between FW and FC (0.463), FW and TF (0.488), FC and SA (0.409), SW and SA (0.462) and SW and TF (0.440). Time of flowering and DM were not significantly correlated, which implies that the number of days from blossom to maturity is highly variable in these genotypes. Low correlations between fruit traits and date of maturity were found (Table 3): FS and DM (-0.017), GC and DM (0.361) and FC and DM (0.147). Opposite to our results, Badenes *et al.* (1998) reported that ripening time correlated with fruit weight, which may be explained by differences in the plant material and in the size of the group of genotypes studied. Ground color was not correlated with FC (-0.039) in our study, which was in agreement with Lewallen and Marini (2003) who reported that for peach GC does not seem to be a good indicator of FC and

Evaluación de atributos organolépticos

El CF fue amarillo en 18 genotipos, amarillo-crema en seis, crema en dos y crema-verdoso en dos (Cuadro 2). Veinte genotipos seleccionados no mostraron color rojo sobre la piel, cuadro de nada a un rastro de rojo, uno un rastro de rojo y tres un rastro parcialmente rojo. El CP fue blanco en 22 genotipos, blanco-crema en uno, amarillo-verdoso en dos y amarillo en tres. De los 35 genotipos seleccionados, nueve tuvieron pulpa blanca y siete amarilla (Paunovic *et al.*, 1992). De los 12 genotipos seleccionados para producción de jugo, 11 tuvieron pulpa amarilla y sólo uno pulpa roja (Vujanic-Varga *et al.*, 1996). En el presente estudio, los genotipos con frutos más grandes tuvieron pulpa amarilla (FA G 24), amarilla-verdosa (FA G 11) y blanca (FA G 20).

Correlaciones y análisis de componentes principales

Se encontraron correlaciones significativas entre el grupo de nueve características fenológicas y pomológicas de los genotipos (Cuadro 3). Los resultados muestran una alta correlación entre el PF y el CF (0.732), lo cual puede usarse para la selección temprana de genotipos de fruto grande. Una correlación significativa moderada se detectó entre el PF y el CP (0.463), PF y PF (0.488), CP y AH (0.409), PH y AH (0.462) y PH y PF (0.440). El periodo de floración y la FM no estuvieron significativamente correlacionados, lo cual implica que el número de días

Table 3. Correlation matrix among variables studied.
Cuadro 3. Matriz de correlación entre variables estudiadas.

Variable	FW	FS	GC	ROC	FC	SW	SA	TF	DM
FW	1								
FS	0.083	1							
GC	-0.153	0.038	1						
ROC	-0.022	-0.032	-0.026	1					
FC	0.463*	-0.020	-0.039	-0.238	1				
SW	0.732*	0.001	-0.156	-0.036	0.352	1			
SA	0.356	0.256	0.175	-0.134	0.409*	0.462*	1		
TF	0.488*	0.153	-0.220	-0.337	0.356	0.440*	-0.007	1	
DM	-0.005	-0.017	0.361	-0.156	0.147	-0.265	0.050	-0.221	1

FW: fruit weight; FS: fruit size; GC: ground color; ROC: red over color; FC: flesh color; SW: stone weight; SA: stone adherence; TF: time of flowering; DM: date of maturity ♦ PF: peso del fruto; TFr: tamaño del fruto; CF: color de fondo; CRS: color rojo superficial; CP: color de pulpa; PH: peso del hueso; AH: adherencia del hueso; PF: periodo de floración; FM: fecha de madurez.

Asterisk indicate that correlation coefficient is significant ($p \leq 0.05$) ♦ Asterisco indica que el coeficiente de correlación es significativo ($p \leq 0.05$).

fruit firmness, because fruit with the same hue angle showed greatly-differing firmnesses.

Principal components analysis (PC) is used to establish genetic relationships among genotypes and to study correlations among fruit and organoleptic attributes and phenological characteristics within sets of peach genotypes (Iezzoni and Pritts, 1991; Badenes *et al.*, 1998; Wu *et al.*, 2003). The first two principal components (PC) of the accessions accounted for 48.99 % of the total variance among genotypes (Table 4).

Fruit weight, flesh color, stone weight, stone adherence and time of flowering (on PC1), ground color and data of maturity (on PC2) and fruit size and red over color (on PC3) explained the largest portion of the variance (Table 5). Higher positive values for PC1 represent genotypes with larger fruit and stone and later time of flowering (Figure 1). This group included genotypes FA G 11, FA G 15, FA G 20, FA G 22, FA G 23, FA G 24 and FA G 25. Genotypes with higher positive PC2 values were characterized by later time of flowering and yellow ground color. Genotypes such as FA G 1, FA G 2, FA G 3, FA G 6, FA G 8, FA G 9, FA G 17, FA G 18, GA G 19, FA G 21 and FA G 27, integrate a different group as shown in Figure 1. Higher positive PC3 values represent genotypes with red over color. This group comprises genotypes FA G 4, FA G 5, FA G 10, FA G 12, FA G 14 and FA G 28 (Figure 1).

Genetic variability of peach is due to the evolutionary and geographic origin of the germplasm, the physiographic variation of the collection sites,

de la floración a la madurez es altamente variable en estos genotipos. Se encontraron bajas correlaciones entre características del fruto y la fecha de madurez (Cuadro 3): FF y FM (-0.017), CF y FM (0.361) y CP y FM (0.147). En sentido opuesto a los resultados del presente estudio, Badenes *et al.* (1998) reportaron que el periodo de maduración se correlacionó con el peso del fruto, lo cual puede explicarse por las diferencias en el material vegetal y en el tamaño del grupo de genotipos estudiados. El color de fondo no estuvo correlacionado con el CP (-0.039) en el presente estudio, lo cual coincidió con Lewallen y Marini (2003) quienes reportaron que para el durazno, el CF no parece ser un buen indicador del CP y la firmeza del fruto, porque los frutos con el mismo ángulo de matiz mostraron una firmeza con grandes diferencias.

El análisis de componentes principales (ACP) se usa para establecer relaciones genéticas entre los genotipos y estudiar las correlaciones entre los frutos y los atributos organolépticos y las características fenológicas dentro de los grupos de genotipos de durazno (Iezzoni y Pritts, 1991; Badenes *et al.*, 1998; Wu *et al.*, 2003). Los primeros dos componentes principales (CP) de las entradas explicaron 48.99 % de la varianza total entre los genotipos (Cuadro 4).

El peso del fruto, el color de la pulpa, el peso del hueso, la adherencia del hueso y el periodo de floración (en CP1), el color de fondo y los datos de madurez (en CP2) y el tamaño del fruto y el color rojo superficial (en PC3) explicaron la mayor parte de la varianza (Cuadro 5). Valores positivos más altos en CP1 representan genotipos con frutos y huesos más grandes y un periodo de floración más tardío (Figura 1). Este grupo incluyó los genotipos FA G 11, FA G 15, FA G 20, FA G 22, FA G 23, FA G 24 y FA G 25. Los genotipos con valores de CP2 positivos más altos se caracterizaron por un periodo de floración más tardío y color de fondo amarillo. Genotipos como FA G 1, FA G 2, FA G 3, FA G 6, FA G 8, FA G 9, FA G 17, FA G 18, FA G 19, FA G 21 y FA G 27 componen un grupo distinto, como se muestra en la Figura 1. Los valores positivos más altos de CP3 representan genotipos con color rojo superficial. Este grupo incluye los genotipos FA G 4, FA G 5, FA G 10, FA G 12, FA G 14 y FA G 28 (Figura 1).

La variabilidad genética del durazno se debe al origen evolutivo y geográfico del germoplasma, la variación fisiográfica de los sitios de recolección y los

Table 4. Eigenvalues and proportion of total variability among peach genotypes as explained by the first nine principal components (PC).

Cuadro 4. Eigenvalores y proporción de la variabilidad total entre genotipos de durazno según lo explican los primeros nueve componentes principales (CP).

PC	Eigenvalues	Percent of variance	Cumulative (%)
1	2.787	30.967	30.967
2	1.622	18.019	48.986
3	1.192	13.240	62.226
4	1.067	11.853	74.079
5	0.736	8.180	82.259
6	0.688	7.639	89.899
7	0.515	5.727	95.626
8	0.217	2.413	98.039
9	0.177	1.034	100.000

Table 5. Eigenvectors of the first three principal components (PC), and component scores for 28 peach genotypes.
Cuadro 5. Eigenectores de los primeros tres componentes principales (CP) y calificaciones de los componentes para 28 genotipos de durazno.

Variable	Eigenvectors			Genotypes	Component scores		
	PC1	PC2	PC3		PC1	PC2	PC3
Fruit weight	0.840	-0.017	0.147	FA G 1	-2.554	0.748	0.103
Fruit size	0.171	0.162	0.238	FA G 2	-1.000	0.366	-0.144
Ground color	-0.214	0.712	0.166	FA G 3	-1.545	0.294	-0.690
Red over color	-0.271	-0.302	0.744	FA G 4	-1.222	-0.379	2.660
Flesh color	0.669	0.317	-0.186	FA G 5	-0.310	0.208	0.229
Stone weight	0.834	-0.149	0.267	FA G 6	-1.271	0.663	-0.046
Stone adherence	0.553	0.484	0.435	FA G 7	2.281	2.907	1.886
Time of flowering	0.678	-0.261	-0.442	FA G 8	-1.058	0.939	-0.749
Date of maturity	-0.161	0.756	-0.207	FA G 9	-0.903	0.435	-0.529
				FA G 10	-2.342	0.032	1.942
				FA G 11	4.371	1.541	1.536
				FA G 12	-0.648	-0.832	0.339
				FA G 13	-0.071	-1.122	-0.046
				FA G 14	-0.475	-1.304	1.059
				FA G 15	0.339	-1.408	-0.311
				FA G 16	-1.211	0.307	-0.593
				FA G 17	-1.484	1.043	-0.701
				FA G 18	-0.506	0.694	-0.711
				FA G 19	-0.915	0.012	-0.883
				FA G 20	1.748	0.591	0.301
				FA G 21	-0.434	0.447	-0.632
				FA G 22	1.166	0.542	-1.218
				FA G 23	1.227	-0.436	-1.554
				FA G 24	3.947	0.529	-1.197
				FA G 25	0.781	-2.715	-0.945
				FA G 26	2.178	-2.753	-0.470
				FA G 27	-0.602	1.279	-0.708
				FA G 28	0.512	-2.628	2.074

and seed movements due to diverse biotic and abiotic factors (Morales-Nieto *et al.*, 2006). Greater genotypic variation in our study suggests the existence of genetic potential readily available to develop peaches with larger fruit, smaller stone, different ground color and presence of red over color (Wu *et al.*, 2003). Also, there is genetic potential to develop peaches with later time of flowering (Badenes *et al.*, 1998). These genotypes showing valuable biological and pomological attributes can be immediately shared with the farmers and the breeders community.

CONCLUSIONS

The peach genotypes selected in the region of Krusevac (Central Serbia) showed substantial variability in terms of the tested attributes. Most of the evaluated genotypes show a high potential

movimientos de semilla gracias a diversos factores bióticos y abióticos (Morales-Nieto *et al.*, 2006). Una mayor variación genotípica en el presente estudio sugiere la existencia de potencial genético fácilmente disponible para desarrollar duraznos con frutos más grandes, huesos más pequeños, distintos colores de fondo y presencia de color rojo superficial (Wu *et al.*, 2003). Además, hay potencial genético para desarrollar duraznos con un periodo de floración más tardío (Badenes *et al.*, 1998). Estos genotipos que muestran atributos biológicos y pomológicos valiosos pueden compartirse inmediatamente con los agricultores y la comunidad de productores.

CONCLUSIONES

Los genotipos de durazno seleccionados en la región de Krusevac (Serbia Central) mostraron variabilidad

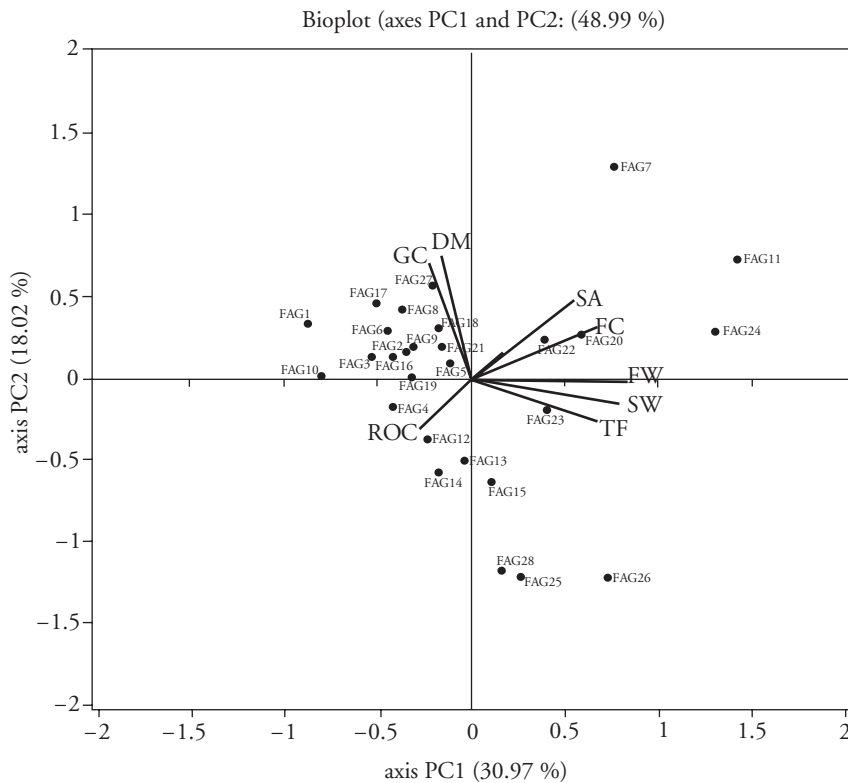


Figure 1. Biplot based on principal component analysis for fruit physical and organoleptic attributes and phenological characteristics in 28 peach genotypes. Abbreviations in biplot are: SA: stone adherence; FC: flesh colour; FS: fruit size; FW: fruit weight; SW: stone weight; TF: time of flowering; DM: date of maturity; GC: ground colour; ROC: red over colour.

Figura 1. Biplot basado en el análisis de componentes principales para atributos físicos y organolépticos y características pomológicas de los frutos en 28 genotipos de durazno. Las abreviaciones son: AH: adherencia del hueso; CP: color de la pulpa; TFr: tamaño del fruto; PF: peso del fruto; PH: peso del hueso; PF: periodo de floración; FM: fecha de madurez; CF: color de fondo; CRS: color rojo superficial.

to solve some of the important problems in peach production for fresh consumption and fruit juice.

Many genotypes produced extremely small fruits and stone. The most dominant fruit shape, skin ground color, red over color and flesh color were rounded, yellow, without red color and white.

Significant correlation was found among some peach physical and organoleptic attributes and phenological characteristics, which could reduce the number of pomological traits to be studied in peach germplasm. The PCA was successfully used for grouping genotypes according to similar phenological and pomological traits.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful to Ms. Jelena Krstic, Faculty of Agronomy, Cacak, for her translation of the paper into English.

LITERATURE CITED

Badenes, M.L., J. Martínez-Calvo, and G. Llácer. 1998. Estudio comparativo de la calidad de los frutos de 26 cultivares de melocotonero de origen norteamericano y dos variedades población de origen español. *Invest. Agr. Prod. Prot. Veg.* 13: 56-70.

Bellini, E., R. Watkins, and E. Pomarici. 1984. Descriptor list for peach (*Prunus persica*). International Board for Plant

sustancial en términos de los atributos estudiados. La mayoría de los genotipos evaluados muestra un alto potencial para solucionar algunos de los problemas importantes en la producción de durazno para consumo en fresco y jugo de fruta.

Muchos genotipos produjeron frutos y huesos extremadamente pequeños. La forma de fruto, el color de fondo de la piel, el color rojo superficial y el color de pulpa más dominantes fueron redonda, amarillo, sin color rojo y blanco.

Se encontró una correlación significativa entre algunos atributos físicos y organolépticos del durazno y las características fenológicas, lo que podría reducir el número de rasgos pomológicos a ser estudiados en el germoplasma del durazno. El ACP se utilizó con éxito para agrupar los genotipos de acuerdo a rasgos fenológicos y pomológicos similares.

—Fin de la versión en español—



Genetic Resources, Rome (Italy); Commission of the European Communities, Brussels (Belgium); Committee on Disease Resistance Breeding and Use of Genebanks, IBPGR Secretariat. Rome, Italy. 34 p.

- Gasic, K., and V. Ognjanov. 1999. Genetic polymorphism in vineyard peach germplasm. *Plant Genet. Res. Newsl.* 5: 25-27.
- Gasic, K., V. Ognjanov, R. Boskovic, K.R. Tobutt, and C. James. 2001. Characterisation of vineyard peach biodiversity. *Acta Hort.* 546: 119-125.
- Graselly, C. 1985. Selection of peach seedling rootstock. *Acta Hort.* 173: 245-249.
- Iezzoni, A.F., and M.P. Pritts. 1991. Applications of principal component analysis to horticultural research. *HortSci.* 26: 334-338.
- Lewallen, K.S., and R.P. Marini. 2003. Relationship between flesh firmness and ground color in peach as influenced by light and canopy position. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 128: 163-170.
- Milosevic, T. 1996. Flowering and ripening of peach in the ecological conditions of Cacak. *Jug. Vocarstvo* 30: 291-296 (in Serbian).
- Milutinovic, M., G. Surlan-Momirovic, D. Nikolic, M. Milutinovic, and V. Rakonjac. 1994. Investigation of pomological characteristics of vineyard peach. *In: X Yugoslav Conference of Peach Improvement and Processing, Grocka. Proceedings of Scientific Papers.* 10: 23-28 (in Serbian).
- Misic, D.P. 1984. *Fruit Rootstocks.* Nolit, Belgrade. 208 p (in Serbian).
- Misic, D.P. 1987. *General Fruit Breeding.* Nolit, Belgrade. 270 p (in Serbian).
- Misic, D.P., Z.V. Pavlovic, R.R. Todorovic, and A.M. Mirkovic. 1990. Evaluation of vineyard peach as a peach rootstock. *Fruit Varieties J.* 44: 99-101.
- Morales-Nieto, C., A. Quero-Carrillo, O. Le-Blanc, A. Hernández-Garay, J. Pérez-Pérez, and S. González-Muñoz. 2006. Caracterización de la diversidad del pasto nativo *Bouteloua curtipendula* Michx. Torr. mediante marcadores de AFLP. *Agrociencia* 40: 711-720.
- Moreno, A.M., and Y. Gogorcena. 2007. Breeding, selection and conservation of peach and *Prunus* genetic resources. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 132: 670-674.
- Ognjanov, V., M. Vojnovic, D. Vujanic-Varga, K. Gasic, M. Krstic, and V. Jankovic-Dozet. 1996a. Selection of vineyard peach genotypes suitable as seedling rootstock. *Jug. Vocarstvo* 30: 123-128 (in Serbian).
- Ognjanov, V., D. Vujanic-Varga, and K. Gasic. 1996b. Vineyard peach suitable for processing. *Plant Genet. Res. Newsl.* 2: 28-29.
- Ognjanov, V., D. Vujanic-Varga, K. Gasic, and B. Nadj. 2000. Disease resistance in apple, pear and peach germplasm originating from the Balkan Peninsula. *Acta Hort.* 513: 63-68.
- Pandey, A., E. Roshini-Nayar, K. Venkateswaran, and C.D. Bhandari. 2008. Genetic resources of *Prunus* (Rosaceae) in India. *Genet. Res. Crop Evol.* 55: 91-104.
- Paunovic, A.S. 1963. Seed germination of deciduous fruit trees grown in Yugoslavia. *Acta Hort.* 3: 5-10.
- Paunovic, A.S., A.S. Paunovic, T.M. Milosevic, M.T. Tisma, and A. Obradovic. 1992. Selection of native vineyard peach germplasm. *Acta Hort.* 315: 133-140.
- Paunovic, A.S., K. Gasic, E. Mratinic, M. Nikolic, D. Ogasanovic, V. Ognjanov, M. Stanisavljevic, L. Rados, and M. Radulovic. 1998. Fruit gene bank in Yugoslavia: Genetic resources and possibility fruit germplasm conservation. *Jug. Vocarstvo* 30: 39-50 (in Serbian).
- Vujanic-Varga, D., V. Ognjanov, D. Lalic, and A. Horvat. 1988. Investigation of vineyard peach population in Fruska Gora. *Jug. Vocarstvo* 22: 137-142 (in Serbian).
- Vujanic-Varga, D., and V. Ognjanov. 1992. Conservation of vineyard peach populations in Yugoslavia. *Plant Genet. Res. Newsl.* 90: 28-30.
- Vujanic-Varga, D., M. Krstic, M. Vojnovic, K. Gasic, and V. Jankovic-Dozet. 1996. Selection of vineyard peach suitable for juice production. *Jug. Vocarstvo* 30: 129-136 (in Serbian).
- Wu, B., B. Quilot, J. Kervella, M. Génard, and S. Li. 2003. Analysis of genotypic variation of sugar and acid contents in peaches and nectarines through the principle component analysis. *Euphytica* 132: 375-384.
- Xu, H.D., S. Wahyuni, Y. Sato, M. Yamaguchi, H. Tsunematsu, and T. Ban. 2006. Genetic diversity and relationships of Japanese peach (*Prunus persica* L.) cultivars revealed by AFLP and pedigree tracing. *Genet. Res. Crop Evol.* 53: 883-889.
- Zanetto, A., L. Maggioni, K.R. Tobutt, and F. Dosba. 2002. *Prunus* genetic resources in Europe: achievement and perspectives of a networking activity. *Genet. Res. Crop Evol.* 49: 331-337.