

EN

Training system on yield and quality of *Vitis vinifera* L. Var. Macabeu, in Lleida, España

ES

Sistema de conducción en el rendimiento y calidad de *Vitis vinifera* L. Var. Macabeu, en Lleida, España

Elia Jiménez-García¹; Gustavo Almaguer-Vargas^{1*}

¹Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Fitotecnia. km 38.5 carretera México-Texcoco. Chapingo, Texcoco, Estado de México. C. P. 56230. México.

*Corresponding author:
almaguervargas@hotmail.com

Received: December 8, 2020

Accepted: February 19, 2021

DOI:

10.5154/r.rchsat.2021.01.04

Abstract

This research was carried out in the municipality of Vallbona de les Monges Lleida, Spain at the L'Olivera Cooperativa winery during the 2013 vegetative cycle. The training systems studied were LYS (constituted by an ascending and a descending monoplane) and ascending monoplane (AM). Impact on training system on yield and grape (*Vitis vinifera* L.) Var. "Macabeu" must quality, agronomic performance, canopy structure, water potential, yield components and must quality, among other variables, was evaluated. A single classification analysis of variance and comparison of means with Tukey's test were performed. Plants of the LYS system had a greater total exposed leaf area (TELA) of 18 153.5 m²·ha⁻¹, a lower number of leaf layers (NCH, 2.4), greater exposure of grape clusters than MA. Shoot percentage was 97 %, yield 31.72 t·ha⁻¹, and 11.6 probable alcohol content. These variables had significant statistical differences ($P < 0.05$). The MA system had a TELA 50 % lower than LYS, higher NCH by 16.77 % and greater shading of the clusters: a shoot percentage of 99 %. The LYS system had a higher probable alcohol content, lower fruit acidity, lower grape weight, and higher number of clusters. In conclusion, the training system influences must quality and yield, and the LYS system showed better results.

Keywords: Denomination of Origen, grape must quality, leaf area, water potential, phenology.

Resumen

La presente investigación se desarrolló en el municipio de Vallbona de les Monges, Lleida, España, en la Cooperativa L'Olivera Societat, durante el ciclo vegetativo 2013. Los sistemas de conducción estudiados fueron LYS (constituido por un monoplano ascendente y uno descendente) y monoplano ascendente (MA). Se evaluó la influencia del sistema de conducción sobre el rendimiento y la calidad de mosto de vid (*Vitis vinifera* L.) Var. "Macabeu", el comportamiento agronómico, estructura del dosel, potencial hídrico, componentes del rendimiento y calidad del mosto, entre otras variables. Se realizó análisis de varianza de una sola clasificación y la comparación de medias con la prueba de Tukey. Las plantas del



Please cite this article as follows (APA 6): Jiménez-García, E., & Almaguer-Vargas, G. (2021). Training system on yield and quality of *Vitis vinifera* L. Var. Macabeu, in Lleida, España. *Revista Chapingo Serie Agricultura Tropical*, 1(1), 51-64. doi: <http://dx.doi.org/10.5154/r.rchsat.2021.01.04>

sistema LYS presentaron una mayor superficie foliar externa total (SFET) de 18 153.5 m²·ha⁻¹, un menor número de capas de hojas (NCH, 2.4), mayor exposición de los racimos de uvas que el MA. El porcentaje de brotación fue de 97 %, rendimiento de 31.72 t·ha⁻¹, y 11.6 grado probable de alcohol. Estas variables tuvieron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$). El sistema MA presentó una SFET 50 % menor que el LYS, mayor NCH en un 16.77 % y mayor sombreado de los racimos; un porcentaje de brotación de 99 %. El LYS tuvo mayor grado de alcohol probable, menor acidez en frutos, menor peso de uvas y mayor número de racimos. En conclusión, el sistema de conducción influye en la calidad de mosto y rendimiento de uva, y el LYS tuvo mejores resultados.

Palabras clave: Denominación de origen, calidad de mosto, superficie foliar, potencial hídrico, fenología.

Introduction

Estimated world wine production for 2020 was 250 million hectoliters except for 2018, which had high production, in the other years since 2000, the International Organisation of Vine and Wine (OIV, 2020) believes world production is at a low average.

The area with this crop has been decreasing in Spain, by 6 % from 2010 to 2014, (OIV, 2014). Therefore, it is necessary to find ways to improve the efficiency of production practices to improve the production level (Ayala et al., 2012).

The main production practices that can influence quantity and quality of vine production are pruning, irrigation, fertilization, rootstocks and, above all, training systems (Zsofi et al., 2009).

A training system is the shape given to grapevine plants, though pruning, to obtain a specific shape (Borja-Bravo, García-Salazar, Reyes-Muro, & Arellano-Arciniega, 2016, Hidalgo, 2010, Reynolds & Vandem, 2009). The main objective of training systems is to maximize grape yield and quality (Palliotti, et al., 2017).

Training systems are intended to make a plant more productive, with more leaves exposed to the sun and few leaves shaded, because this improves photosynthetic efficiency, which can increase fruit quality (Reynolds & Vanden, 2009).

Furthermore, basal leaf removal along with shoot pruning improved fruit quality by increasing the amount of soluble solids, reducing potassium content and increasing anthocyanins content, which in turn reduced the incidence of botrytis and reduced the malic acid content in grapes (Tardaguila, Martínez De Toder, Poni, & Diago, 2010).

Introducción

La producción mundial de vino estimada para 2020 fue de 250 millones de hectolitros y a excepción de 2018, que se tuvo alta producción, en los demás años, desde el 2000, la International Organization of Vine and Wine (OIV, 2020) considera que la producción mundial está en un promedio bajo.

La superficie con este cultivo ha ido disminuyendo en España, en un 6 % de 2010 a 2014, (OIV, 2014). Por lo anterior, es necesario buscar la forma de mejorar la eficiencia de las prácticas de producción para mejorar el nivel productivo (Ayala et al., 2012).

Las principales prácticas de producción que pueden influir en la cantidad y calidad de la producción de vid son, poda, riego, fertilización, portainjertos y, sobre todo, los sistemas de conducción (Zsofi et al., 2009).

El sistema de conducción es la forma que se le da a las plantas de vid, a través de la poda, para obtener una determinada forma (Borja-Bravo, García-Salazar, Reyes-Muro, & Arellano-Arciniega, 2016, Hidalgo, 2010, Reynolds & Vandem, 2009). El principal objetivo de los sistemas de conducción es maximizar el rendimiento y la calidad de la uva (Palliotti, et al., 2017).

Los sistemas de conducción buscan formar una planta para que sea más productiva, que tenga mayor cantidad de hojas expuestas al sol y pocas de ellas sombreadas, ya que esto mejora la eficiencia fotosintética, con lo que se puede incrementar la calidad de la fruta (Reynolds & Vanden, 2009).

Asimismo, la eliminación de las hojas basales junto con los despuntes de brotes mejoró la calidad de la fruta, al incrementarse la cantidad de sólidos solubles, reducirse el contenido de potasio y aumentar el

There are many training systems, but the ones that have stood out are the divided horizontals, since in general, they give higher yields because they have a greater number of shoots and an advance of ripening is achieved, which is desirable for vinification (Reynolds & Vanden, 2009).

The training systems studied in this research are horizontal divided and first we have the LYS training system, which has its precursor in the Cardao Ascendente Retombante (CAR) (Mota, 2004). The upper part of the plant is made up of a fixed arm of ascending production. The lower part of the vine in this system is formed by a fixed arm, spaced 30 cm from the upper one with a descending or falling vegetation, on both sides of the plane. If a cross section of the vegetation is made, it makes one think of a fleur de lis, which is the origin of its name. The “Y” is used, instead of the “I”, in the name, because if the system is turned 180°, it forms that letter. It is also known as “Y”.

Reynolds and Vanden (2009), when collecting information from this training system, found that it improves the exposure to light of vine leaves and provides more shoots, which results in a higher concentration of brix degrees, anthocyanins, tannins, and less amount of tartaric and malic acid, also the yield and fruit quality of these systems are superior to others, as they have a greater number of shoots.

Sadegh, Ali, Zamani, Vezvaei, Naghavi and Talaei, (2005) found that the “Y” system was one of the best, because it had better light penetration to the foliage, reduced fungal infection, improved harvest quality, and fruits had more sugars.

The **ascending monoplane training system** consists of a single vine plane with vertical orientation. According to Smart and Robinson (1991) it has leaf area values of approximately 20 000 m² per hectare. Its operation is based on the increase of leaf density (Carbonneau, 1991). The same authors indicate that it is suitable for most cultivars of *Vitis vinifera*, because of its vertical upward growth. This training system is adapted to vigorous varieties.

The ascending monoplane is practical to operate and includes the possibility of adjusting machining operations, it also represents the most common form of training systems with tie-downs. This system allows adaptations and consequently executions ranging from mechanized harvesting to pre-pruning, leaf removal, etc.

To produce high quality white wines with a denomination of origin, it is necessary to improve the parameters

contenido de antocianinas, lo que a su vez redujo la incidencia de botritis y redujo el contenido de ácido málico en las uvas (Tardaguila, Martínez De Toder, Poni, & Diago, 2010).

Son muchos los sistemas de conducción, pero los que han sobresalido son los horizontales divididos, ya que en general, dan más rendimiento porque tienen mayor número de brotes y se logra un adelanto de la maduración, lo que es deseable para la vitivinificación (Reynolds & Vanden, 2009).

Los sistemas de conducción estudiados en esta investigación son horizontales divididos y en primer lugar tenemos al Sistema de conducción LYS, que tiene su precursor en el Cardao Ascendente Retombante (CAR) (Mota, 2004). La parte superior de la planta está constituida por un brazo fijo de producción ascendente. La parte inferior de la vid en este sistema está formada por un brazo fijo, espaciado 30 cm del superior con una vegetación descendente o de caída, en ambos lados del plano. Si se realiza un corte transversal de la vegetación, hace pensar en una flor de lis, siendo este el origen de su nombre. Se utiliza la “Y”, en lugar de la “I”, en el nombre, ya que si se gira el sistema en 180°, forma esa letra. También se le conoce como “Y”.

Reynolds y Vanden (2009), al recopilar información de este sistema de conducción, encontraron que mejora la exposición a la luz de las hojas de la vid y tienen más cantidad de brotes, con lo que se tiene mayor concentración de grados brix, antocianinas, taninos, y menos cantidad de ácido tartárico y málico, además de que el rendimiento y calidad de fruta de estos sistemas son superiores a otros, por tener mayor cantidad de brotes.

Sadegh, Ali, Zamani, Vezvaei, Naghavi y Talaei, (2005) encontraron que el sistema “Y” fue uno de los mejores porque tuvo mejor penetración de luz al follaje, redujo la infección por hongos, mejoró la calidad de la cosecha y los frutos tuvieron mayor cantidad de azúcares.

El **sistema de conducción monoplane ascendente**, está constituido por un solo plano de vid con orientación vertical. De acuerdo con Smart y Robinson (1991) tiene valores de superficie foliar expuesta de 20 000 m² por hectárea, aproximadamente. Su funcionamiento se basa en el incremento de la densidad de follaje (Carbonneau, 1991). Los mismos autores indican que sirve para la mayoría de los cultivares de *Vitis vinifera*, debido a su crecimiento vertical ascendente. Este sistema de conducción se adapta a variedades vigorosas.

El monoplane ascendente es práctico en el manejo, e incluye la posibilidad de ajustar las operaciones

of must, which depend, among other factors, on the training system. Reynolds Wardle, Cliff and King (2004) found that divided training systems, such as “Y”, have better light capture, which increases the amount of soluble solids in grapes and probable alcohol content, improving the quality of wine; however, they do not necessarily increase fruit yield (Vanden-Heuvel, Lerch, Lenerz, Meyers and Mansfield, 2013).

The objective of this study was to compare the LYS and ascending monoplane (AM) training systems to determine their impact on must yield and quality of *Vitis vinifera* L. Var. “Macabeu”. It was proposed as a hypothesis that the LYS training system generates better characteristics such as higher number of leaves, clusters, bud break and increased yield and quality of must.

Materials and methods

This research was conducted in the municipality of Vallbona de Les Monges, in the 2013 cycle, in L'Olivera Societat Cooperativa Catalana Limitada, in the farm called “Vinyeta”, Province of Lleida, which belongs to the autonomous community of Catalonia, Spain. It is located at 41° 37' 34" N, 0° 35' 53" E. According to Köppen its BSk climate is semi-dry steppe. The average annual temperature is 14.7 °C; annual rainfall is 423 mm and it is located at an altitude of 152 meters above sea level (AEMET, 2014).

The cultivar used was Macabeu clone 789, sensitive to *Botrytis cinérea*, and tolerant to frost, and its rootstock was Paulsen 1103, which originated from a cross between *Vitis berlandieri* and *Vitis rupestris*, which gives them significant vigor and adaptation to drought conditions. The parcel was planted in 2003, at distances of 3.5 m between rows and 1.10 m between plants.

Variables evaluated

Phenology. Weekly samples were taken from two representative buds of each phenological stage, in each of the 25 plants used per treatment. The Baggioini scale (1952) was used, which classifies the phenological stage as: dormant bud (letter A on the Baggioini scale); bud burst, when 50 % of the buds evaluated had green tips (C on the Baggioini scale), beginning of growth, when the buds had two to three leaves (letter E on the scale) and beginning of flowering, when the flower buds were noticed (letter G on the scale).

Water potential. This variable was evaluated every 24 leaves using a Scholander pressure bomb, just before sunrise. A leaf with its petiole was placed inside a

de mecanización, también representa la forma más habitual de sistemas de conducción con amarres. Este sistema permite adaptaciones y consecuentemente ejecuciones que van desde una vendimia mecanizada, hasta la prepoda, deshoje, etc.

Para elaborar vinos blancos de alta calidad con nominación de origen, es necesario mejorar los parámetros del mosto, que dependen, entre otros factores, del sistema de conducción. Reynolds Wardle, Cliff y King (2004) encontraron que los sistemas de conducción divididos como el “Y”, tienen mejor captación de luz, con lo que se incrementa la cantidad de sólidos solubles en las uvas y el grado de alcohol probable, en general, se mejora la calidad del vino; sin embargo, no necesariamente incrementan el rendimiento de fruta (Vanden-Heuvel, Lerch, Lenerz, Meyers y Mansfield, 2013).

El objetivo del presente trabajo fue comparar los sistemas de conducción LYS y monoplano ascendente (MA), para determinar su influencia en el rendimiento y calidad de mosto en uva *Vitis vinifera* L. Var. “Macabeu”. Se propuso como hipótesis que el sistema de conducción LYS genera mejores características como mayor número de hojas, racimos, brotación de yemas e incremento en el rendimiento y calidad de mosto.

Materiales y métodos

La presente investigación se realizó en el municipio de Vallbona de Les Monges, en el ciclo 2013, en L'Olivera Societat Cooperativa Catalana Limitada, en la finca denominada “Vinyeta”, en la Provincia de Lleida, perteneciente a la Comunidad Autónoma de Cataluña, España. Se localiza a una latitud de 41° 37' 34" N, longitud de 0° 35' 53" E. De acuerdo con Köppen su clima es BSk, estepario semiseco. La temperatura promedio anual es de 14.7 °C; precipitación de 423 mm anuales y se localiza a una altitud de 152 msnm (AEMET, 2014).

Se utilizó el cultivar Macabeu clon 789, sensible a *Botrytis cinérea*, y tolerante a heladas, y su portainjerto fue Paulsen 1103, que se originó por una cruce de *Vitis berlandieri* y *Vitis rupestris*, lo cual les confiere un vigor importante y adaptación a las condiciones de sequía. La parcela fue plantada en el 2003, a distanciamientos de 3.5 m entre calles y 1.10 metros entre plantas.

Variables evaluadas

Fenología. Se tomaron datos semanales de dos yemas representativas de cada etapa fenológica, en cada una de las 25 plantas utilizadas por tratamiento. Se usó la escala de Baggioini (1952) que clasifica el estado fenológico en: yema dormida (Letra A de la escala

sealed chamber, and then pressurized gas was slowly introduced. As the pressure increased, a point was reached at which the sap came out of the xylem and was visualized at the cut end of the petiole. The pressure required to achieve this was equal and opposite in sign to the water potential of the plant.

Canopy structure. It was used as an indicator of the photosynthetic potential of the plant, since it shows the number of leaves directly exposed to radiation, estimating that the fully exposed leaves are those with the highest photosynthetic potential, especially in northern latitudes (Moragas, 2005). Carbonneau (1995) refers to the importance of this measure in relation to architectural structure and photosynthetic efficiency.

The variables evaluated related to canopy structure were: (a) Height of vegetation structure (HVS), from the lower part of leaves to the height of the last leaf, (b) Length of the lower part (LLP), which was measured from the first to the last leaf close to the lower arm of the training system, (c) Width of the upper part of the plant (WUP); the average width of the vegetative canopy structure was measured at the level of clusters and in the upper zone of the canopy, subsequently obtaining the average width, (d) Width of the lower part of the plant (WLP). The average width of the plant canopy structure was measured at the level of clusters and in the lower vegetative zone, subsequently obtaining the average width, e) Total exposed leaf area (TELA), for this it was considered that the plant canopy has the shape of a parallelepiped illuminated on the lateral parts and on the upper side, based on the height and width of the leaf structure, an estimate of the exposed perimeter was obtained. A continuous and regular leaf area with a fixed distance between lines was considered. The TELA was measured per hectare, using the formulas proposed by Moragas (2005). All these measurements were taken using a ruler graduated in centimeters and 120 measurements were made per training system; in the LYS they were made of the upper and lower part of the plant separately.

Number of leaf layers and clusters. The model described by Smart and Robinson (1991), and modified by Poni, Rebutti, Magnanini, and Intrieri, (1996), was used to quantify the number of leaf layers and clusters in the canopy, using a metal rod that was introduced vertically into the canopy.

The sub-variables evaluated related to the variable number of layers of leaves and clusters were a) Number of leaf layers (NLL). The total number of contacts between the metal rod introduced with leaves, b) Number of clusters (NOC). The total number

de Baggiolini); brotación, cuando el 50 % de las yemas evaluadas tenían punta verde (C en la escala de Baggiolini), inicio de crecimiento, cuando las yemas tenían de dos a tres hojas (letra E de la escala) e inicio de floración, cuando se notaron los botones florales (letra G de dicha escala).

Potencial hídrico. Se evaluó esta variable cada 24 horas, con una bomba de presión Scholander, justo antes del amanecer. Se colocó una hoja con su pecíolo, dentro de una cámara sellada, y luego se introdujo lentamente gas presurizado. A medida que la presión aumentaba, se llegaba a un punto en el cual la savia salía del xilema y se visualizaba en el extremo cortado del pecíolo. Se consideró que la presión requerida para lograrlo fue igual y con signo opuesto al potencial hídrico de la planta.

Estructura del dosel. Se utilizó como un indicador del potencial fotosintético de la planta, pues muestra la cantidad de hojas directamente expuestas a la radiación, estimando que las hojas plenamente expuestas son las que tienen un mayor potencial fotosintético, sobre todo en las latitudes septentrionales (Moragas, 2005). Carbonneau (1995) refiere la importancia de esta medida en relación con la estructura arquitectónica y eficiencia fotosintética.

Las variables evaluadas relacionadas con la estructura del dosel fueron: a) La altura de la estructura vegetativa (AEV), desde la zona inferior de las hojas hasta la altura de la última hoja, b) Largo de la parte inferior (LPI), que se midió de la primera a la última hoja cercana al brazo inferior del sistema de conducción, c) Ancho de la parte superior de la planta (APS); se midió el ancho medio de la estructura del dosel vegetal a nivel de racimos y en la zona superior del dosel, obteniéndose posteriormente el ancho medio, d) Ancho de la parte inferior de la planta (API). Se midió el ancho medio de la estructura vegetal a nivel de racimos y en la zona inferior vegetativa, obteniéndose posteriormente el ancho promedio, e) Superficie Foliar Expuesta Total (SFET), para esto se consideró que la cubierta vegetal tiene forma de un paralelepípedo iluminado en las partes laterales y en el lado superior, con base en la altura y ancho de la estructura foliar, se obtuvo una estimación del perímetro expuesto. Se consideró una superficie foliar continua y regular con una distancia entre líneas fija. La SFET se midió por hectárea, con las fórmulas propuestas por Moragas (2005). Todas estas medidas se tomaron con el auxilio de una regla graduada en centímetros y se hicieron 120 mediciones por sistema de conducción; en el LYS se hicieron de la parte superior e inferior de la planta de forma separada.

of clusters that had contact with the metal rod were recorded, c) Number of internal clusters (NOIC). Only internal clusters of the plant were counted, i.e., those that were preceding another cluster or leaf from the outside to the inside, and in contact with the metal rod, d) Number of external clusters (NOEC). All clusters in direct contact with the sun, and with no other leaf or cluster covering them, but in direct contact with the metal rod were counted, e) Number of external leaves (NOEL). These were all the leaves found on the external part of the canopy, in direct contact with the metal rod, f) Number of internal leaves (NOIL). This refers to the total number of leaves found inside the plant canopy, and in contact with the metal rod. A total of 120 samples were taken for each training system, each at equidistant distances from the others.

Agronomic performance. These refers to the behavior of buds in terms of shoots and fruits, which were left in winter pruning and flower fertility, which helped to determine the influence of the treatments on clusters and flowers. The following variables were evaluated: a) Number of buds emerged without apical bud, hereafter considered as bud 0 (NBBWB0). It was the total number of buds that emerged after phenological stage E, which were counted per plant, obtaining the overall mean, without counting the apical bud, b) Number of buds not budded without the apical bud (NBNBWB0). Total unemerged buds per plant between phenological stages A and C, without counting the apical bud, c) Pruning inflorescences without the apical bud (PIWB0). It was the total number of inflorescences present per plant, starting at phenological stage F, without counting the inflorescences of the apical bud, d) Pruning load (PL). All buds emerged and unemerged per plant without counting apical buds. Shoot percentage (SP), potential fertility index (POFI), practical fertility index (PRFI) were calculated according to the equations cited by Moragas (2005).

Must characterization. To determine whether the treatments improved the quality of the must, analytical determinations of probable alcohol content (PA), total acidity (TA) and pH were carried out. The analyses were carried out in the Celle de L'Olivera laboratory, according to OIV (1990) methodologies. Berry weight (WEIGHT) was also included, for which 100 berries were taken from each treatment, every four days, during September 2013. The determination of the harvest date was made based on the results of the parameters evaluated in the must characterization (sugars, titration acidity and pH).

Yield and components. The samples taken during harvest were a) Number of total clusters (NTC) per plant; b) Number of total inflorescences per plant (NTI); c)

Cantidad de capas de hojas y racimos. Para cuantificar la cantidad de capas de hojas y racimos del dosel vegetal, se empleó el modelo descrito por Smart y Robinson (1991), y modificado por Poni, Rebucci, Magnanini, e Intrieri, (1996), para lo cual se utilizó una vara metálica, que se introdujo verticalmente en el dosel vegetal.

Las subvariables evaluadas relacionadas con la variable cantidad de capas de hojas y racimos fueron: a) Número de capas de hojas (NCH). Se contabilizó el total de contactos entre la vara metálica introducida con las hojas, b) Número de racimos (NDR). Se contó el total de racimos que tenían contacto con la vara metálica, c) Número de racimos internos (NDRI). Se contaron solamente los racimos internos de la planta, es decir que estuvieran precediendo a otro racimo u hoja de la parte exterior al interior, y en contacto con la vara metálica, d) Número de racimos externos (NDRE). Se contaron todos los racimos que estuvieran en contacto directo con el sol, y que no tuvieran otra hoja o racimo que los cubriera, pero que tuvieran contacto directo con la vara metálica, e) Número de hojas externas (NDHE). Fueron todas las hojas que se encontraron en la parte externa del dosel, en contacto directo con la vara metálica, f) Número de hojas internas (NDHI). Se refiere al total de las hojas que se encontraron dentro del dosel de la planta, y que hacían contacto con la vara metálica. Se hicieron 120 tomas de datos por cada sistema de conducción, cada una con distancias equidistantes con respecto a las otras.

Comportamiento agronómico. Se hace referencia al comportamiento de las yemas en cuanto a brotación y carga, que se dejaron en la poda de invierno y a la fertilidad de las flores, lo que ayudó a determinar la influencia de los tratamientos en racimos y flores. Se evaluaron las siguientes variables: a) Número de yemas brotadas sin la yema apical, que en lo sucesivo se considerará como yema 0 (NYBSY0). Fue el número total de yemas que brotaron después del estado fenológico E, las cuales se contabilizaron por planta, obteniendo después la media general, sin contar la yema apical, b) Número de yemas no brotadas sin la yema apical (NYNBSY0). Total, de yemas por planta que no habían brotado entre los estados fenológicos A y C, sin contar la yema apical, c) Inflorescencias de poda sin la yema apical (IDPSY0). Fue el total de inflorescencias que se encontraban presentes por planta, a partir del estado fenológico F, sin contabilizar las inflorescencias de la yema apical, d) Carga a poda (CAP). Fueron todas las yemas brotadas y no brotadas por planta, sin contabilizar las yemas apicales. Las variables Porcentaje de Brotación (PB), Índice de fertilidad potencial (IFPO), Índice de fertilidad práctica (IFPR), se calcularon según las ecuaciones citadas por Moragas (2005).

Number of clusters among the number of inflorescences (NCXNI); d) Yield of each plant in kilograms (YXKG); e) Weight of clusters in grams (WXCG); f) Yield in tons per hectare (YTHA).

Treatments and experimental design.

Response variables were analyzed in the two treatments (Table 1), which were the training systems (LYS and AM), in blocks. The plants were randomly sampled in each treatment and in the hedgerows. Each plant was considered as an experimental unit. A two-way analysis of variance and comparison of means Tukey's test were performed using the SAS statistical program (2004).

Results and discussion

Phenology

Training systems did not modify phenological characteristics in Macabeu grapevines according to analysis of variance, which coincides with Azevedo (2002) and Fernandes (2004), who evaluated the impact of the training system during the cycles of 2001 and 2003, respectively. In turn, Tesic, Woolley, Hewett and Martin (2001) found no relationship between phenology and fruit yield, but a relationship with vegetative cycle and canopy indices. However, when Falcão et al. (2008) evaluated two production cycles, they found variation

Caracterización de mosto. Para determinar si los tratamientos mejoraron la calidad del mosto, se realizaron determinaciones analíticas del grado de alcohol probable (AP), acidez total (AT) y pH. Los análisis se efectuaron en el laboratorio del Celle de L'Olivera, de acuerdo con las metodologías de la OIV (1990). Asimismo, se incluyó el peso de bayas (PESO), para lo cual se tomaron 100 bayas de cada tratamiento, cada cuatro días, durante septiembre de 2013. La determinación de la fecha de la cosecha fue hecha con base en los resultados de los parámetros evaluados en la caracterización del mosto (azúcares, acidez de titulación y pH).

Rendimiento y componentes. Los datos tomados durante la cosecha fueron a) Número de racimos totales (NRT) por planta; b) Número de inflorescencias totales por planta (NIT); c) Número de racimos entre el número de inflorescencias (NRXNI); d) Rendimiento de cada planta en kilogramos (RXCK); e) Peso de los racimos en gramos (PXRG); f) Rendimiento en toneladas por hectárea (RTHA).

Tratamientos y diseño experimental

Se analizaron las variables de respuesta en los dos tratamientos (Cuadro 1), que fueron los sistemas de conducción (LYS y MA), en bloques. En cada tratamiento y en los setos, se realizaron los muestreos de

Table 1. Study variables and number of replicates carried out in this study.

Cuadro 1. Variables de estudio y número de repeticiones desarrolladas en el estudio.

| Group of variables / Grupo de variables | Number of replicates / Número de repeticiones | Periodicity / Periodicidad |
|---|--|--|
| Phenology / Fenología | 50 buds / 50 yemas | Beginning of inflorescence emergence / Inicio a aparición de inflorescencias |
| Water potential / Potencial hídrico | 24 leaves per plant reading / 24 hojas por lectura | From leaf emergence until harvesting / Desde la aparición de las hojas hasta cosecha |
| Canopy structure / Estructura del dosel | 120 measurements of each variable at random / 120 mediciones de cada variable al azar | Middle of the fruit ripening season / Mitad de la temporada de maduración de la fruta. |
| Layer exposure / Exposición de capas | 120 measurements of each variable at random / 120 mediciones de cada variable al azar | Middle of the fruit ripening season / Mitad de la temporada de maduración de la fruta. |
| Agronomic performance / Comportamiento agronómico Exposición de capas | 24 plants / 24 plantas | The entire reproductive cycle / Todo el ciclo reproductivo |
| Must characteristics / Características del mosto | 100 berries taken randomly / 100 bayas tomadas al azar | Every four days during September 2013 / Cada cuatro días durante septiembre 2013 |
| Yield and components / Rendimiento y componentes | Evaluated in 24 plants / Se evaluaron en 24 plantas | During harvesting period / Durante el periodo de cosecha |

in phenological stages, because of production systems and production cycle. The phenological stages at specific dates are shown in Figure 1.

Water potential

Leaf water potential characterized the water status of the plant, which is related to the availability of water in the root zone (Deloire et al., 2003). The analysis of variance showed no significant statistical differences due to the influence of the training system on leaf water potential before sunrise because the water supply for plants was similar.

Canopy structure

Significant differences were observed for all the variables evaluated, in relation to canopy structure. The mean comparison test indicated that the plants of the LYS training system had greater TELA than the AM ($P < 0.05$). This behavior was due to the fact that the LYS system has two more branches, which serve as a complement and generate greater exposure to the sun. However, it had a lower vegetation height and width of the upper part of the plant than AM, this is because there is a distribution of the leaves in the three branches, which makes the distribution of leaves occur on a larger surface area. The LYS training system was the system with more TELA, which is one of its potentialities. (Table 2).

las plantas al azar. Se consideró cada planta como una unidad experimental. Se realizó un análisis de varianza de dos vías y la comparación de medias con la prueba de Tukey a través del programa estadístico SAS (2004).

Resultados y discusión

Fenología

Los sistemas de conducción no modificaron las características fenológicas en la vid variedad Macabeu de acuerdo con análisis de varianza, lo que coincide con Azevedo (2002) y Fernandes (2004), quienes evaluaron la influencia del sistema de conducción durante el ciclo 2001 y en el ciclo 2003, respectivamente. Por su parte, Tesic, Woolley, Hewett y Martin (2001) encontraron que no hubo relación entre la fenología y el rendimiento de fruta, pero sí con el ciclo vegetativo y los índices de follaje. Sin embargo, cuando Falcão et al. (2008) evaluaron dos ciclos productivos, encontraron variación en las etapas fenológicas, por efecto de los sistemas de producción y ciclo productivo. Los estados fenológicos en fechas específicas se muestran en la Figura 1.

Potencial hídrico

El potencial hídrico foliar caracterizó el estado hídrico de la planta, lo cual se relaciona con la disponibilidad de agua en la zona radical (Deloire et al., 2003).

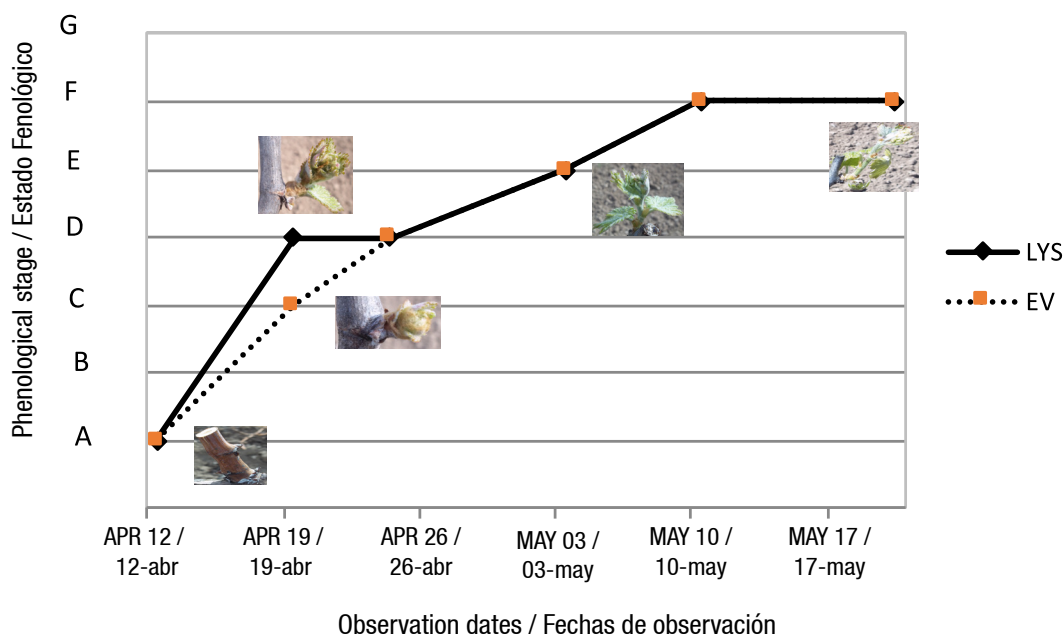


Figure 1. Phenological evaluation. Compiled by the authors with samples taken in 2013. LYS: Y-training system. EV: Figura 1. Evaluación fenológica. Elaboración propia con datos tomados en el 2013. LYS: Sistema de conducción en Y. EV:

Table 2. Average values of the canopy structure dimension variables.**Cuadro 2. Valores promedio de las variables de dimensiones de estructura del dosel.**

| Treatments / Tratamientos | HVS (cm) / AEV (cm) | LLP (cm) / LPI (cm) | WUP (cm) / APS (cm) | WLP (cm) / API (cm) | TELA (m ² ·ha ⁻¹) / SFET (m ² ·ha ⁻¹) |
|------------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--|
| LYS | 86.55b | 91.12a | 30.26b | 25.01a | 18153.5a |
| AM / MA | 128.97a | 0.00b | 48.80a | 0.00b | 9023.0b |
| HMSD / DMSH | 5.63 | 6.89 | 2.43 | 2.06 | 1011.8 |

Means with the same letter are not significantly different (Tukey $P < 0.05$). Honest Minimum Significant Difference (HMSD). Height of vegetative structure (HVS), Length of lower part (LLP), Width of upper part of plant (WUP), Width of lower part of plant (WLP), Total exposed leaf area (TELA). Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey $P < 0.05$). Diferencia Mínima Significativa Honesta (DMSH). Altura de la estructura vegetativa (AEV), Largo de la parte inferior (LPI), Ancho de la parte superior de la planta (APS), Ancho de la parte inferior de la planta (API), Superficie foliar expuesta total (SFET).

Leaf and cluster layers

The comparison of means showed that the vines of the AM system had a higher number of layers ($P < 0.05$) than the LYS system (2.88). This value is not very far from the ideal value (3) (Smart, 1985), although values of 1 to 1.5 leaf layers can be good (Smart & Robinson, 1991). In terms of number of clusters, the LYS system had 32 % more ($P < 0.05$), which represents a greater number of fruiting points. To compare pruning types in this study, it was found that when more shoots were left, they produced a higher number of clusters per plant, higher fresh weight of clusters and yield, higher total soluble solids content and lower total titratable acidity and yielded the most adequate concentrations in probable degrees of alcohol (12.73 and 12.65 %) (Walteros, Constanza-Molano, Almanza-Merchán, Camacho-Helber, & Balaguera-López, 2012).

The exposure of the plant canopy and clusters is another important measure to characterize training systems. Smart and Robinson (1991) propose that 80 to 100 % of leaves should be external, and according to our results the plants of the LYS system had a leaf exposure of 83 %, falling within the range, while the AM only had 68 %, so it was considered to be under-exposed. Numerous trials with leaf removal modalities (Figueira, 2004) indicate problems with yield, when few leaves are present. The optimum is a light exposure to avoid situations of over-exposure or under-exposure. Smart and Robinson (1991) report values of 50 to 100 % cluster exposure. The clusters of the LYS system had 51 % exposure, which is within the ranges given by Smart and Robinson (1991). The AM was only 10 %, thus having an underexposure of these clusters (Table 3).

El análisis de varianza demostró que no hubo diferencias estadísticas significativas por influencia del sistema de conducción en el potencial hídrico de las hojas antes del amanecer, debido a que el suministro de agua a las plantas fue similar.

Estructura del dosel

Se observaron diferencias significativas para todas las variables evaluadas, en relación con la estructura del dosel. La prueba de comparación de medias indicó que las plantas del sistema de conducción LYS presentaron mayor SFET que el MA ($P < 0.05$). Este comportamiento fue debido a que el sistema LYS tiene dos brazos más, que sirven de complemento y generan mayor exposición al sol. Sin embargo, tuvo una altura de vegetación y ancho de la parte superior de la planta inferior al MA, eso es porque hay una distribución del follaje en los tres brazos que hace que la distribución de hojas sea en una mayor superficie. El sistema de conducción LYS fue el sistema con más SFE, la cual es una de sus potencialidades (Cuadro 2).

Capas de hojas y racimos

La comparación de medias mostró que las vides del sistema MA tuvieron un número de capas mayor ($P < 0.05$) que el sistema LYS (2.88). Este valor no es muy distante al valor ideal (3) (Smart, 1985), aunque valores de 1 a 1.5 capas de hojas pueden ser buenos (Smart & Robinson, 1991). En el número de racimos, el sistema LYS presentó un 32 % más ($P < 0.05$), lo que representa un mayor número de puntos de fructificación. En un estudio para comparar los tipos de poda, se encontró que cuando se dejaban más brotes, se producía mayor número de racimos por planta, peso fresco de racimos

Table 3. Average values of leaf and clusters exposure variables
Cuadro 3. Valores promedio de las variables de exposición de hojas y racimos

| Treatments / Tratamientos | NLL / NCH | NOC / NDR | NOC / NDRI | NOEC / NDRE | NOEL / NDHE | NOIL / NDHI |
|------------------------------|--------------|--------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| LYS | 2.40b | 1.73a | 0.61b | 1.11a | 2.10a | 0.29b |
| AM / MA | 2.88a | 1.17b | 1.06a | 0.11b | 1.85b | 1.02a |
| HMSD / DMSH | 0.25 | 0.19 | 0.18 | 0.15 | 0.18 | 0.17 |

Means with the same letter are not significantly different (Tukey $P < 0.05$). Honest Minimum Significant Difference (HMSD). Number of leaf layers (NLL), Number of clusters (NOC), Number of inner clusters (NOIC), Number of external clusters (NOEC), Number of external leaves (NOEL), Number of internal leaves (NOIL).

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey $P < 0.05$). Diferencia Mínima Significativa Honesta (DMSH). Número de capas de hojas (NCH), Número de racimos (NDR), Número de racimos internos (NDRI), Número de racimos externos (NDRE), Número de hojas externas (NDHE), Número de hojas internas (NDHI).

Agronomic performance

Plants in the LYS system had a greater number of buds emerged and unemerged, as well as more inflorescences, and their pruning load was higher than AM. This does not agree with the samples obtained by Azevedo (2002), Fernandes (2004) and Moragas (2005) in the same system, but with the Syrah variety, possibly because they were carried out in another cycle, affecting the response of the plant (Falcão et al., 2008).

Potential and practical fertility indices were significantly higher in the vines of the AM training system, and although these data do not agree with those obtained by Moragas (2005), it can be explained by the fact that the LYS plants had a pruning load approximately 90 % higher, and the comparison between inflorescences and buds emerged, shows more inflorescences per bud emerged in AM than in LYS (Table 4).

Must quality

The fruits of the plants with the LYS training system had lower acidity and 15 % more probable alcohol than those of the AM ($P < 0.05$), possibly because, with greater leaf area, there was greater photosynthesis and production of sugars, which were transformed after fermentation into alcohol. The average weight of berries was 20.5 % higher in AM, which could be due to the competition suffered by the clusters in the LYS system, as there were a greater number of clusters to supply. (Table 5). Arora, Gill and Navjot (2010) found that plants in the "Y" training system had higher yields, and their fruits had higher soluble solids, acidity, and ripened first. It is worth mentioning that Falcão et al. (2008) found no differences in total soluble solids and pH in the two training systems.

y rendimiento, mayor contenido de sólidos solubles totales y menor acidez total titulable, y generaron las concentraciones más adecuadas en grados probables de alcohol (12.73 y 12.65 %) (Walteros, Constanza-Molano, Almanza-Merchán, Camacho-Helber, & Balaguera-López, 2012).

La exposición de la cobertura vegetal y de los racimos es otra de las medidas importantes para caracterizar los sistemas de conducción. Smart y Robinson (1991) proponen que el 80 a 100 % de hojas sean exteriores, y según nuestros resultados las plantas del sistema LYS tuvieron una exposición de hojas de un 83 %, entrando en el rango, mientras que el MA solo tuvo 68 %, por lo que se consideró que tuvo una sub-exposición. Numerosos ensayos con modalidades de deshoje (Figueira, 2004) indican problemas con el rendimiento, cuando hay pocas hojas. lo óptimo es una ligera exposición, para evitar situaciones de sobre-exposición o de sub-exposición. Smart y Robinson (1991) reportan valores de entre 50 a 100 % de exposición de racimos. Los racimos del sistema LYS tuvieron un 51 % de exposición, que es dentro de los rangos dados por Smart y Robinson (1991). El MA fue de tan solo del 10 %, teniendo así una sub-exposición de estos (Cuadro 3).

Comportamiento agronómico

Las plantas del sistema LYS tuvieron mayor número de yemas brotadas como no brotadas, así como más inflorescencias, y su carga a poda fue superior al MA. Esto no concuerda con los datos obtenidos por Azevedo (2002), Fernandes (2004) y Moragas (2005) en el mismo sistema, pero con la variedad Syrah, debido posiblemente a que se hicieron en diferente ciclo, lo que afecta la respuesta de la planta (Falcão et al., 2008).

Table 4. Average values of agronomic performance variables**Cuadro 4. Valores promedio de las variables de comportamiento agronómico**

| Treatments / Tratamientos | NBBWB0 / NYBSY0 | NBNBWB0 / NYNBSY0 | PIWB0 / IDPSY0 | PL / CAP | SP / PB | POFI / IFPO | PRFI / IFPR |
|------------------------------|--------------------|----------------------|-------------------|-------------|------------|----------------|----------------|
| LYS | 19.91a | 0.41a | 15.87a | 20.33a | 97.96b | 0.80b | 0.78b |
| AM / MA | 11.79b | 0.083b | 12.83b | 11.87b | 99.37a | 1.09a | 1.08a |
| HMSD / DMSH | 1.28 | 0.26 | 2.74 | 1.42 | 1.35 | 0.14 | 0.14 |

Means with the same letter are not significantly different (Tukey $P<0.05$). Mean square error (MSC), Honest Minimum Significant Difference (HMSD). Number of buds emerged without bud 0 (NBBWB0), Number of unemerged buds without bud 0 (NBNBWB0), Pruning inflorescences without bud 0 (PIWB0), Pruning load (PL), Shoot percentage (SP), Potential fertility index (POFI), Practical fertility index (PRFI).

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey $P<0.05$). Cuadrado Medio del Error (CME), Diferencia Mínima Significativa Honesta (DMSH). Número de yemas brotadas sin la yema 0 (NYBSY0), Número de yemas no brotadas sin la yema 0 (NYNBSY0), Inflorescencias de la poda sin la yema 0 (IDPSY0), Carga a poda (CAP), Porcentaje de brotación (PB), Índice de fertilidad potencial (IFPO), Índice de fertilidad practica (IFPR).

Table 5. Average values of the must analysis variables: Percentage in volume of probable alcohol (PA), total acidity (TA), pH (pH) and weight of 100 berries (WEIGHT).**Cuadro 5. Valores promedio de las variables de análisis de mosto: Porcentaje en volumen de alcohol probable (AP), Acidez total (AT), pH (pH) y peso de 100 bayas (PESO).**

| Treatments / Tratamientos | PA / AP | TA / AT | pH (pH) | WEIGHT (g) / PESO (g) |
|------------------------------|------------|------------|---------|--------------------------|
| LYS | 11.62a | 3.27b | 3.30a | 165.00b |
| AM / MA | 9.87b | 3.67a | 3.20b | 207.50a |
| DMSH / DMSH | 0.21 | 0.13 | 0.04 | 9.07 |

Means with the same letter are not significantly different (Tukey $P<0.05$).

Honest Minimum Significant Difference (HMSD).

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey $P<0.05$).

Diferencia Mínima Significativa Honesta (DMSH).

Walteros et al. (2012) compared pruning types and found that when more shoots are left, produces the most adequate concentrations in probable alcohol content and total soluble solids concentration.

The evolution of the different parameters coincided with expectations. As sugars increase, total acidity decreases, which can be seen in Figure 1, for both training systems. In the LYS system there is a tendency to produce a greater amount of sugars, and its use is justified since the objective is to produce a greater amount of alcohol. This behavior confirms that observed in other studies by Arfelli, Marangoni, Amati, and Castellari (1996), Boubals, (2001), Ferrer and González Neves (2002), Murisier and Zufferey (1997), Sella, Espinás, Domingo, and Minguez (1994). It is also seen how TA and pH act, because as TA decreases, pH increases, and this is because there are fewer acids, therefore, the medium tends to become less acidic. In this regard, Reynolds Wardle, Cliff, and King, (2004) proposed that

Los índices de fertilidad potencial y práctico fueron significativamente superiores en las vides del sistema de conducción MA, y aunque estos datos no concuerdan con los obtenidos por Moragas (2005), se puede explicar debido a que las plantas del LYS tuvieron una carga a poda superior en aproximadamente 90 %, y la comparación entre inflorescencias y yemas brotadas, muestra que hubo más inflorescencias por yemas brotadas en MA que en el LYS (Cuadro 4).

Calidad de mosto

Los frutos de las plantas con el sistema de conducción LYS tuvieron menor acidez y 15 % más de alcohol probable, que los del MA ($P<0.05$), debido posiblemente a que, con mayor área foliar, hubo mayor fotosíntesis y producción de azúcares, los cuales se transformaron después de la fermentación en alcohol. El peso promedio de bayas fue superior en el MA en un 20.5 %, esto pudo deberse a la competencia que sufrieron los

divided training systems such as the “Y” have better light capture and increase the amount of soluble solids in grapes and the probable alcohol content and, in general, improve the quality of the wine.

Yield and components

According to the analysis of variance there were significant differences only in the case of number of clusters, number of inflorescences, and weight per cluster, but no differences were observed for yield per plant and per hectare. Plants with the LYS training system had almost 50 % more clusters and inflorescences than vines with AM, however, the cluster weight of plants with the AM training system was 38 % higher than those with the LYS, which was not reflected in yield per hectare, because no significant statistical differences were observed for this variable (Table 6). Vanden-Heuvel, J. E., Lerch, E., Lenerz, C. C., Meyers, J. M., and Mansfield A. K. (2013) found that training systems had no effect on yield of young vines and not all systems are suitable for all varieties. The vine system yielded 30.5 tons per hectare and the trellis system, which is considered vertical, only 19.1 tons of fruit (De la Fê, Hernández, Palacios, Palacios, Palacios, & González, 2001), under tropical conditions in Cuba. Palliotti et al. (2017) with cultural practices, especially pruning, managed to modify the harvest time of the grapevine. In any case, it should be considered that table grapes are more profitable than wine grapes (Borja-Bravo, García-Salazar, Reyes-Muro, & Arellano-Arciniega, 2016).

Conclusions

Fruit yield per hectare was statistically equal in both training systems because plants with the LYS system had almost 50 % more clusters and inflorescences

racimos en el sistema LYS, al tener un mayor número de racimos que abastecer. (Cuadro 5). Arora, Gill y Navjot (2010), encontraron que las plantas del Sistema de Conducción “Y” tuvieron mayor rendimiento, y sus frutos más sólidos solubles, acidez, y maduraron primero. Cabe mencionar que Falcão et al. (2008), no encontraron diferencias en sólidos solubles totales y pH en dos sistemas de conducción.

Walteros et al. (2012), compararon tipos de poda y encontraron que cuando se dejaban más brotes, se generaron las concentraciones más adecuadas en grados probables de alcohol y concentración de sólidos solubles totales.

La evolución de los diferentes parámetros coincidió con lo esperado. A medida que los azúcares van aumentando, la acidez total va disminuyendo, lo cual se puede observar en la Figura 1, en ambos sistemas de conducción. En el sistema LYS se observa una tendencia para producir mayor cantidad de azúcares, y se justifica su uso ya que el objetivo es producir mayor cantidad de alcohol. Este comportamiento confirma lo observado en otros trabajos de Arfelli, Marangoni, Amati, y Castellari (1996), Boubals, (2001), Ferrer y González Neves (2002), Murisier y Zufferey (1997), Sella, Espinás, Domingo, y Minguez (1994). También se comprueba cómo es que actúa el AT y el pH, pues a medida que los AT disminuyen, el pH aumenta, y es porque hay menor cantidad de ácidos, por tanto, el medio tiende a volverse menos ácido. Al respecto, Reynolds Wardle, Cliff. y King, (2004) propusieron que los sistemas de conducción divididos como el “Y”, tienen mejor captación de luz y se incrementa la cantidad de sólidos solubles en las uvas y el grado de alcohol probable y en general, se mejora la calidad del vino.

Table 6. Average values of yield variables and components.
Cuadro 6. Valores promedio de las variables de rendimiento y componentes.

| Treatments / Tratamientos | NTC / NRT | NTI / NIT | NCXNI | YXKG / RXCK | WXCG / PXRG | YTHA / RTHA |
|------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------------------|---------------------|--------------------|
| LYS | 23.8 ^a | 23.91 ^a | 1.012 ^a | 9.51 ^a | 395.32 ^b | 31.71 ^a |
| AM / MA | 13.54 ^b | 13.70 ^b | 1.055 ^a | 8.67 ^a | 641.45 ^a | 28.91 ^a |
| HMSD / DMSH | 2.71 | 2.79 | 0.18 | 1.72 | 67.70 | 5.73 |

Means with the same letter are not significantly different (Tukey $P < 0.05$). Honest Minimum Significant Difference (HMSD). Number of total clusters (NTC), Number of total inflorescences (NTI), Number of clusters/ Number of inflorescences (NCXNI), Yield per vine in kg (YXKG), Weight per cluster in g (WXCG), Yield in $t\text{-ha}^{-1}$ (YTHA).

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey $P < 0.05$). Diferencia Mínima Significativa Honesta (DMSH). Número de racimos totales (NRT), Número de inflorescencias totales (NIT), Número de racimos/ Número de inflorescencias (NCXNI), Rendimiento por cepa en kg (RXCK), Peso por racimo en g (PXRG), Rendimiento en $t\text{-ha}^{-1}$ (RTHA).

than vines with the AM, but the weight of the clusters of the plants with the AM training system was 38 % higher than those with the LYS.

The LYS system improved must quality parameters in *Vitis vinifera* L. Var. "Macabeu" grapes, which improved the production of better-quality white wines, with Designation of Origin, since its fruits had 15 % more probable alcohol, a 0.5 % higher berry weight and less acidity, mainly because they had more exposed leaf area than the MA, because they have two more branches that help as a complement and generate more sun exposure. This system also had a better canopy structure and agronomic performance; therefore, it was more efficient.

End of English version

References / Referencias

- AEMET (Agencia Estatal de Meteorología, Ministerio de Agricultura Alimentación y Medio Ambiente) (2014). Servicios climáticos. GOBIERNO DE ESPAÑA. [EN LINEA]: <http://www.aemet.es/es/serviciosclimaticos/datosclimatologicos/valoresclimatologicos?l=9771Cyk=cat>. [FECHA]: 20 de febrero del 2014.
- Arfelli, G., Marangoni, B., Amati, A., & Castellari, M. (1996). The effects of cluster thinning on some ripening parameters and wine quality. In: Workshop strategies to optimize wine grape quality. *Acta Horticulturae*, 27, 379–386.
- Arora N. K., Gill M., I. S., & Navjot. (2010). Effects of training system on maturity, yield and quality of grapes cv. Perlette under northern Indian conditions. *Haryana Journal Horticultural Science*, 39(3-4), 191-192.
- Ayala G., A. V., Carrera Ch. B., Schwentesius R. R., Almaguer V. G., Jolalpa B. J. L., & Márquez B. S. R. (2012). Competitividad del sector agropecuario en México: Implicaciones y retos. Ed. Plaza y Valdez. México. 188 p.
- Azevedo, M. (2002). Influencia del sistema de conducción en la carga y la productividad de la vid (*Vitis vinifera* L.), casta Syrah. *Relatório de Ingeniería en Agronomía. ISA-UTLisboa, Portugal*, 80 pp.
- Baggiolini, M. (1952). Les stades repères dans le développement annuel de la vigne et leur utilisation pratique. *Revue romande d'Agriculture et d'Arboriculture*, 8(1), 4-6.
- Borja-Bravo, García-Salazar, Reyes-Muro, & Arellano-Arciniega. (2016). Rentabilidad de los sistemas de producción de uva (*Vitis vinifera*) para mesa e industria en Aguascalientes, México. *AGRICULTURA, SOCIEDAD Y DESARROLLO*. 13: 151-168.
- Boubals, D. (2001). L'éclaircissage Manuel des grappes (vendange en vert). *Progrès Agricole et Viticole*, 118 (17), 372–374.

Rendimiento y componentes

De acuerdo con los análisis de varianza hubo diferencias significativas solo en número de racimos, número de inflorescencias, y el peso por racimo, pero para rendimiento por planta y por hectárea no los hay. Las plantas del sistema de conducción LYS tuvieron casi un 50 % más de racimos e inflorescencias que las vides con el MA, sin embargo, el peso de los racimos de las plantas con el sistema de conducción MA fue un 38 % mayor que los del LYS, lo cual no se reflejó en el rendimiento por hectárea, ya que no hubo diferencias estadísticas significativas en esta variable (Cuadro 6). Vanden-Heuvel, J. E., Lerch, E., Lenerz, C. C., Meyers, J. M., y Mansfield A. K. (2013), encontraron que los sistemas de conducción no afectaron el rendimiento de vides jóvenes y no todos los sistemas son adecuados para todas las variedades. El sistema en parra rindió 30.5 toneladas por hectárea y el de espaldera, que se considera vertical, solo 19.1 de fruta (De la Fé, Hernández, Palacios, Palacios, & González, 2001), bajo condiciones tropicales de Cuba. Palliotti *et al.* (2017) con prácticas culturales, sobre todo poda, lograron modificar la época de cosecha de la vid. De todos modos, hay que considerar que la uva para mesa es más rentable que para vino. (Borja-Bravo, García-Salazar, Reyes-Muro, & Arellano-Arciniega, 2016)

Conclusiones

El rendimiento de frutas por hectárea fue estadísticamente igual en ambos sistemas de conducción debido a que las plantas del sistema LYS tuvieron casi un 50 % más de racimos e inflorescencias que las vides con el MA, pero el peso de los racimos de las plantas con el sistema de conducción MA fue un 38 % mayor que los del LYS.

El sistema LYS mejoró parámetros de la calidad de mosto en uva *Vitis vinifera* L. Var. "Macabeu" con lo que se mejoró la elaboración de vinos blancos de mejor calidad, con Nominación de Origen, ya que sus frutos tuvieron 15 % más de alcohol probable, un peso de baya 20.5 % mayor y menos acidez, en gran medida porque presentaron mayor superficie foliar expuesta que el MA, debido a que tienen dos brazos más que sirven de complemento y generan mayor exposición al sol, Este sistema también tuvo en general mejor estructura del dosel y comportamiento agronómico, por lo tanto, fue más eficiente.

Fin de la versión en español

- Carbonneau, A. (1991). Créer un mouvement d'évolution de la conduite du vignoble. *Revista Viticultura e Enologia*, 4, 19–21.
- Carbonneau, A. (1995). Mise au point d'un modèle de qualité en viticulture. *Journées du groupe d'étude des systèmes de conduite de la vigne*, 1, 119–124 p.
- Deloire A., Carbonneau, A., Federspiel, B., Ojeda, H., Wang, Z. & Constanza P. (2003). *La vigne et l'eau. Progrès Agricole et Viticole*, 120 (4), 79–90.
- De la Fé, C., Hernández, O., Palacios, J., Palacios, J. A., & González, E. (2001). Desarrollo del cultivo de la vid en el sector campesino-cooperativo del Occidente de Cuba. *Cultivos Tropicales*, vol. 22, núm. 4, 2001, pp. 43-49.
- Falcão, L. D., Chaves E., Burin V. M., Falcão A. P., Gris E. F.,..., Bordignon-Luiz M. T. (2008). Maturity of Cabernet Sauvignon berries from grapevines grown with two different training systems in a new grape growing region in Brazil. *Ciencia e Investigación Agraria*. 35(3), 271-282.
- Fernandes, H. (2004). *Influência do sistema de condução no comportamento agrônomico e ecofisiológico da videira (Vitis vinifera L.), casta Syrah e Touriga Nacional*. Relatório de Engenharia em Agronomia. ISA- UTLisboa. Lisboa, Portugal, 80 pp.
- Ferrer, M., & González, N. G. (2002). Resultados enológicos y productivos de la aplicación de diversas alternativas de raleo de racimos y distintas intensidades de poda invernal en *Vitis vinifera* L. Cv. Tannat. *Agrociencia*, 6 (1), 53–62.
- Figueira L. (2004). *Influência do intervenções em verde na ecofisiologia, produção e qualidade do mosto da casta Touriga Nacional*. Relatório de Engenharia Agronómica. ISA-UTLisboa. Lisboa, Portugal, 56pp.
- Hidalgo T. J. (2010). *Tratado de Enología*. Segunda Edición. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 1822 p.
- Moragas B., P. (2005). *Influência del sistema de conducció (Arquitectura de la planta i supressió de raïms) sobre el comportament ecofisiològic i agronòmic de la vinya (Vitis vinifera L.), varietat "syrah", durante el cicle vegetatiu de 2004 i a la regió de Lisboa (Portugal)*. Tesis de Ingeniería, Universidad Técnica de Lisboa, Instituto Superior de Agronomia. Lisboa (Portugal).
- Mota, T. (2004). *Potencialidades e condicionalismos da condução Lys*. Tesis de Doctorado, Universidad Tecnológica de Lisboa. Lisboa, Portugal.
- Murisier, F., & Zufferey V. (1997). Rapport feuille-fruit de la vigne et qualité du raisin. *Revue Suisse de Viticulture, Arboriculture et Horticulture*, 29 (6), 355–362.
- International Organization of Vine and Wine. OIV. (1990). *Metodologías de evaluación de calidad de vino*. Madrid, España. 35P.
- OIV (2014). *World Viticultural Statistics, 2013-2014*. International Organisation of vine and wine.
- OIV (2020). *Wine Production*. OIV. First estimates. International Organisation of vine and wine.
- Pallioti, A., Tommaso Frioni, Sergio Tombesi, Paolo Sabbatini, Juan Guillermo Cruz-Castillo, ..., Stefano Poni. (2017). Double-Pruning Grapevines as a Management Tool to Delay Berry Ripening and Control Yield. *American Journal of Enology and Viticulture*. 68: 412-421.
- Poni, S., Rebucci, B., Magnanini, E., & Intrieri, C. (1996). Preliminary results on the use of a modified point quadrat method for estimating canopy structure on grapevine systems. *Vitis*, 35 (1), 23-28.
- Reynolds A. G., & Vanden H., J. E. (2009). Influence of grapevine training systems on vine growth and fruit composition: A review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 60(3), 251–268.
- Reynolds, A. G., Wardle, D. A., Cliff, M. A., & King, M. (2004). Impact of training system and vine spacing on vine performance, berry composition, and wine sensory attributes of seyval and chancello. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55 (1), 84–95.
- Sadegh, A. S., Ali, E., Zamani, Z. A., Vezvaei, A., Naghavi, M. R., & Talaei, A. R. (2005). Influence of three training systems on fruit yield and quality of five grapevine cultivars. *Iranian Journal Horticultural Science Technology*, 5(4), 189–200.
- SAS Institute. (2004). *SAS® 9.1 SQL. Procedure User's Guide*. Cary, NC, USA.
- Sella J., Espinás, E., Domingo, C., & Minguéz, S. (1994). Estudio de los efectos del aclareo de racimos en la variedad Macabeo. *Journées du Groupe D'étude des Systèmes de Conduite de la Vigne*, 1, 170–174.
- Smart, R. (1985). Principles of grapevine canopy microclimate manipulation with implications for yield and quality. A review. *American Journal of Enology and Viticulture*, 36 (3), 230–239.
- Smart, R., & M. Robinson. (1991). *Sunlight into wine. A handbook for winegrape canopy management*. Winetitles, Underdale. Sydney, Australia. 88 pp.
- Tardaguila J., Martínez De Toder, F., Poni, S., & Diago, M. P. (2010). Impact of early leaf removal on yield and fruit and wine composition of *Vitis vinifera* L. Graciano and Carignan. *American Journal of Enology and Viticulture*, 61, 372–281.
- Tesic D., Woolley D. J., Hewett E. W., & Martin D. J. (2001). Environmental effects on cv Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) grown in Hawke's Bay, New Zealand. 1. Phenology and characterisation of viticultural environments. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 8,15–26,2001
- Vanden-Heuvel, J. E., Lerch, E., Lenerz, C. C., Meyers, J. M., & Mansfield A. K. (2013). Training system and vine spacing impact vine growth, yield, and fruit composition in a vigorous young 'noiret' vineyard. *HortTechnology*, 23 (4-5), 505–510.
- Walteros, I. Y., Constanza- Molano, D., Almanza-Merchán, P. J., Camacho-Helber, M., & Balaguera-López, E. (2012). Efecto de la poda sobre la producción y calidad de frutos de *Vitis vinifera* L. var. Cabernet Sauvignon en Sutamarchán (Boyacá, Colombia). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 6 (1), 19–30.
- Zsofi, Z., Gal, L., Szilagyí, Z., Szücs, E., Marschall, M.,...,Balo, B. (2009). Use of stomatal conductance and pre-dawn water potential to classify terroir for the grape variety Kékfrankos. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 15, 36–47.