

Evaluation of the adaptation of Palomino Fino clones based on their physiological response

Ana Jiménez-Cantizano¹, José Antonio Delgado-Rujano², Juan Manuel Pérez-González¹, Manuel Rueda-Martínez¹, Pau Sancho-Galán³, Saray Gutiérrez-Gordillo⁴, Antonio Amores-Arrocha¹

¹ Department of Chemical Engineering and Food Technology, Vegetal Production Area, University of Cadiz, Agrifood Campus of International Excellence (ceiA3), IVAGRO, P.O. Box 40, 11510 Puerto Real, Spain.

² Department of Analytical Chemistry, Faculty of Science, University of Cadiz, Agrifood Campus of International Excellence (ceiA3), IVAGRO, P.O. Box 40, 11510 Puerto Real, Spain.

³ Department of Chemical Engineering and Food Technology, Food Technology Area, University of Cadiz, Agrifood Campus of International Excellence (ceiA3), IVAGRO, P.O. Box 40, 11510 Puerto Real, Spain.

⁴ Plant Ecophysiology and Irrigation (ECOVER), Instituto de Recursos Naturales y Agrobiología (IRNAS), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), Avda. Reina Mercedes, 41012 Seville, Spain.

* Corresponding author: ana.jimenezcantizano@uca.es

Abstract. Genetic diversity within grapevine cultivars is a fundamental resource for varietal improvement and adaptation to cultivation requirements. Clonal selection is currently the most widely accepted method of improving wine grape varieties and relies on the identification of somatic variants exhibiting desirable traits. Palomino Fino is the most extensively cultivated autochthonous grapevine variety in Andalusia, traditionally used in the production of Sherry wines. Despite the existence of 28 officially recognized Palomino Fino clones, their physiological behavior has not been recently studied. In this context, this research work aimed to evaluate ten certified Palomino Fino clones (coded from 1 to 10) through measurements of photosynthetic rate (A_N), leaf stomatal conductance (g_s), intrinsic water use efficiency (WUE_i), and effective quantum yield of photosystem II (Φ_iPSII). Significant intravarietal variability was observed in all parameters. Clones 7 and 8 maintained higher values of A_N and g_s throughout most of the season, along with elevated Φ_iPSII values, indicating greater physiological performance and adaptability. Conversely, clones 1, 2, 3, and 10 showed generally lower photosynthetic rates, meanwhile clones 1 and 10 exhibited higher WUE_i , suggesting a potential advantage under water-limited conditions. These results highlight the value of physiological characterization in guiding clonal selection for vineyard adaptation in the context of climate change.

1. Introducción

Los recursos genéticos de vid constituyen una materia prima indispensable para la mejora de las variedades y adaptación a las necesidades del cultivo. Desde hace siglos, los viticultores han utilizado la biodiversidad genética para obtener nuevas variedades adaptadas a las nuevas condiciones de estrés biótico, abiótico y a las necesidades de los mercados. En la actualidad, la técnica de mejora vegetal más aceptada para la mejora de las variedades de vid de vinificación es la selección clonal. Dicho sistema de mejora consiste en la elección, dentro de una variedad, de individuos que destaquen por características determinadas, lo que requiere disponer de

una amplia colección de biotipos o variantes somáticas de dicha variedad que permitan seleccionar los clones en base a los objetivos de producción de cada momento. La variedad de vid Palomino Fino es la variedad más cultivada en Andalucía, y con la que se elaboran los afamados vinos de las Denominaciones de Origen de Jerez y Manzanilla de Sanlúcar de Barrameda (España) [1].

La variabilidad intravarietal registrada para Palomino Fino se cita en un total de 28 clones, seleccionados, en el siglo pasado, como resultado de un programa de selección, en base a buscar biotipos que cumplieran con los objetivos de aquella época, altas producciones (Kg/cepa) y mostos con mayor alcohol potencial [2]. Existen diferentes

trabajos que recopilan las características fenológicas, agronómicas y enológicas de estos clones [2-8] y otras variantes somáticas que se han identificado recientemente [9]. Sin embargo, no existen trabajos publicados sobre su comportamiento fisiológico. Conocer la respuesta fisiológica de estos clones, podría permitir a los viticultores que vayan a realizar nuevas plantaciones, poder seleccionar entre los clones certificados y autorizados, los biotipos que puedan estar mejor adaptados a las actuales condiciones ambientales y de cultivo, y así contribuir con el sector vitivinícola para que pueda hacer frente a problemas derivados del cambio climático (estrés hídrico, estrés térmico, desequilibrios fenológicos y de composición fisicoquímica de la uva) que conllevan a una pérdida de calidad de los vinos.

Por ello, el objetivo de este trabajo se centra en la caracterización fisiológica de 10 clones de Palomino Fino, conservados en una parcela comercial ubicada en uno de los municipios de la región conocida como Marco de Jerez (España).

2. Materiales y métodos

2.1. Seguimiento fisiológico

El estudio de campo tuvo lugar entre los meses de abril y julio de 2024, en un viñedo comercial de 30 años de edad localizado a 1.6 km de Trebujena (Cádiz, España, 36° 52' 12" N; 6° 11' 24" W), a 50 metros sobre el nivel del mar. El material vegetal seleccionado para este estudio fueron 10 clones de la variedad Palomino Fino (codificados del 1 al 10) injertados sobre el portainjerto 161-49 Courderc. Cada clon está multiplicado en dos líneas de 62 plantas con un marco de plantación de 2,25 x 1,20 m y con el sistema de poda “vara y pulgar”. Las plantas se cultivaban en suelo de albariza, que se caracteriza por ser rico en carbonatos, sílices y arcillas siendo también pobre en materia orgánica [10]. El clima de la zona se caracteriza por presentar veranos muy calurosos (hasta 40 °C), inviernos muy suaves y una pluviometría media de 459 mm en los últimos 10 años [11].

Para el seguimiento de los diferentes parámetros fisiológicos, se seleccionaron 3 plantas por clon utilizando la metodología establecida por Santesteban et al., [12] en base al diámetro del tronco. Se midieron los siguientes parámetros: conductancia estomática (g_s), tasa fotosintética (A_N) y rendimiento cuántico efectivo del fotosistema II (PhiPSII). Para ello se empleó un sistema portátil de intercambio gaseoso (Li-6800; Li-Cor, Inc., Lincoln, NE, EE.UU.) equipado con una cámara de fluorescencia a una radiación de saturación de 1200 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ y a una concentración de CO_2 de 400 ppm. Las medidas se realizaron de manera periódica semanalmente, en el intervalo horario de 10:00 a 12:00 h (GTM). Adicionalmente, se calculó la eficiencia intrínseca del uso del agua (WUE_i) [13]:

$$\text{WUE}_i = \frac{A_N}{g_s}$$

Simultáneamente a las medidas, se controlaron los estados fenológicos en diez plantas de cada clon. Para la identificación de los estados se empleó la guía visual propuesta por Baggiolini [14].

2.2. Análisis estadístico de datos.

Se empleó el software estadístico Sigma Plot versión 14.0 (Systat Software, Inc., San Jose, CA, USA). Los datos fisiológicos (A_N , g_s , WUE_i) fueron sometidos a un análisis de varianza de dos vías con una prueba post hoc de Bonferroni ($p < 0.001$). En lo que respecta al PhiPSII se analizó con un análisis de varianza One-way ANOVA.

3. Resultados y discusión.

3.1. Medidas de intercambio gaseoso.

La evolución de la tasa fotosintética durante la temporada de los diferentes clones de Palomino Fino se presenta en la Tabla 1. Los valores oscilaron desde 6.08 ± 1.46 hasta $21.96 \pm 1.82 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. De manera general, se observó una tendencia decreciente de A_N desde inicios de abril (día 128) hasta finales de julio (día 206) en todos los clones de Palomino Fino. Sin embargo, los valores de A_N fueron considerablemente más altos en la mayoría de los clones durante los días 137 y 142, con valores máximos observados en el clon 3 (21.26 ± 1.72 y $18.70 \pm 1.76 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), clon 6 (17.32 ± 1.89 y $21.96 \pm 1.82 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), clon 7 (20.75 ± 1.98 y $19.62 \pm 1.26 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) y clon 8 (19.62 ± 3.85 y $20.50 \pm 1.88 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), que mostraron diferencias significativas respecto al resto de los clones (ANOVA $p < 0.001$). Durante estos días, los clones se encontraban en el estado fenológico “cuajado”, lo que sugiere que un mayor potencial fotosintético durante esta etapa. Conforme avanzaba la temporada, los valores de A_N decrecieron paulatinamente y alcanzaron sus mínimos en el día 206, coincidiendo con el estado fenológico “maduración”. Se llegó a alcanzar valores mínimos de $6.80 \pm 1.19 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ para el clon 3, $6.56 \pm 1.22 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ para el clon 6 y $6.08 \pm 1.46 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ para el clon 2, que mostraron diferencias significativas con respecto al resto de los clones (ANOVA $p < 0.001$). Esto puede indicar una disminución de la actividad de la planta a la hora de enviar fotoasimilados al fruto y, por tanto, preparándose para la cosecha. Resultados similares se han encontrado en otros frutales, en los que se produce una desconexión entre el fruto y la planta cuando se va alcanzando la madurez del fruto debido a la limitación por uso de triosa fosfato [15].

Cabe destacar que los clones 7 y 8 fueron los que mantuvieron valores de A_N más altos a lo largo de toda la temporada. Estos clones no solo presentaron altos valores durante el cuajado del fruto, sino que también los mantuvieron en fechas más avanzadas cuando la mayoría de los demás clones ya mostraban una tendencia decreciente.

Tabla 1. Evolución de la tasa fotosintética.

Estado Fenológico	Tasa Fotosintética (A_N , $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)								
	Floración		Cuajado		Compactación de racimo		Envero		Maduración
DDA Clon	128	134	137	142	155	162	170	176	206
1	18.23 ± 2.13 ^a	8.18 ± 2.65 ^b	15.31 ± 0.34 ^c	18.51 ± 2.52 ^b	17.32 ± 1.45 ^b	14.86 ± 2.30 ^b	11.18 ± 2.06 ^b	16.11 ± 1.20 ^a	6.91 ± 1.30 ^a
2	16.95 ± 1.91 ^a	7.77 ± 2.11 ^b	17.74 ± 0.48 ^a	16.80 ± 1.33 ^b	16.53 ± 2.13 ^b	15.83 ± 1.81 ^a	11.46 ± 2.04 ^b	17.08 ± 2.31 ^a	6.08 ± 1.46 ^a
3	19.05 ± 2.96 ^a	11.13 ± 1.67 ^b	21.26 ± 1.72 ^a	18.70 ± 1.76 ^b	15.85 ± 1.88 ^b	16.80 ± 1.21 ^a	10.73 ± 1.41 ^b	12.56 ± 1.07 ^a	6.80 ± 1.19 ^a
4	18.36 ± 4.08 ^a	10.95 ± 1.89 ^b	17.53 ± 1.66 ^a	19.52 ± 2.08 ^a	16.71 ± 1.47 ^b	18.50 ± 1.63 ^a	9.46 ± 1.05 ^b	15.29 ± 1.74 ^a	7.42 ± 2.82 ^a
5	17.23 ± 4.53 ^a	11.74 ± 1.64 ^a	17.47 ± 2.13 ^a	17.17 ± 1.88 ^b	17.48 ± 1.69 ^b	21.30 ± 2.10 ^a	14.86 ± 0.98 ^a	15.67 ± 1.32 ^a	8.10 ± 2.47 ^{ab}
6	17.77 ± 1.57 ^a	14.67 ± 0.89 ^a	17.32 ± 1.89 ^a	21.96 ± 1.82 ^a	18.81 ± 1.99 ^b	16.56 ± 2.00 ^a	12.99 ± 1.29 ^a	13.19 ± 0.87 ^a	6.56 ± 1.22 ^a
7	17.55 ± 1.40 ^a	16.61 ± 0.52 ^a	20.75 ± 1.98 ^a	19.62 ± 1.26 ^a	18.77 ± 1.25 ^b	21.37 ± 1.57 ^a	16.86 ± 1.90 ^a	16.52 ± 1.10 ^a	10.74 ± 2.97 ^b
8	15.39 ± 1.24 ^a	18.62 ± 0.33 ^a	19.62 ± 3.85 ^a	20.50 ± 1.88 ^a	19.49 ± 1.33 ^a	19.19 ± 1.49 ^a	15.03 ± 2.12 ^a	13.36 ± 0.96 ^a	8.67 ± 1.67 ^{ab}
9	16.20 ± 1.98 ^a	16.82 ± 0.41 ^a	19.73 ± 2.42 ^a	19.04 ± 2.79 ^a	15.77 ± 1.74 ^b	17.33 ± 2.03 ^a	12.96 ± 2.19 ^a	15.30 ± 1.64 ^a	9.73 ± 2.30 ^b
10	14.87 ± 1.90 ^b	12.56 ± 0.79 ^a	14.43 ± 2.19 ^b	15.52 ± 2.84 ^b	16.17 ± 1.02 ^b	17.45 ± 1.82 ^a	10.58 ± 1.30 ^b	14.54 ± 1.48 ^a	9.52 ± 1.52 ^b

DDA: Día del año. Las letras en super índice indican diferencias significativas entre clones para un mismo DDA. Se aplicó una ANOVA de dos vías para observar si había diferencias significativas entre clones mediante un Test Poc-Hoc Bonferroni ($p < 0.001$).

Los resultados de la evolución de la conductancia estomática durante la temporada para los distintos clones de Palomino Fino se presentan en la Tabla 2. Los valores de g_s oscilaron entre 0.051 ± 0.010 y $0.811 \pm 0.0172 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Al igual que A_N , se observó una tendencia general decreciente de g_s conforme avanzaba la temporada. Según Greer y Weedon [16], g_s está condicionada por factores ambientales y disminuye con la temperatura en una relación lineal. Por cada 5°C se produciría una disminución de g_s de $0.0016 \pm 0.0002 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. En las primeras fechas, concretamente durante el día 134, se registraron los valores máximos de g_s , destacando el clon 3 ($0.677 \pm 0.201 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), clon 4 ($0.811 \pm 0.172 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$) y 6 ($0.652 \pm 0.134 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$), con diferencias significativas observadas respecto al resto de los clones (ANOVA $p < 0.001$). Estos valores sugieren una mejor regulación estomática durante la etapa de floración. Sin embargo, estos resultados no coincidían con los valores máximos obtenidos de A_N , que

se observaron durante los días 137 y 142 (Tabla 1), sugiriendo limitaciones no estomáticas que reducirían los valores de A_N [17,18]. Una mayor deficiencia en la regulación estomática se observó durante la maduración del fruto (Día 206, Tabla 2). Para todos los clones, se alcanzaron los mínimos valores de g_s de toda la temporada. Estos oscilaron entre 0.051 ± 0.010 y $0.092 \pm 0.010 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$. Destacan las diferencias significativas observadas en los clones 1 y 2, con mínimos de 0.051 ± 0.010 y $0.051 \pm 0.012 \text{ mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$, respectivamente (ANOVA $p < 0.001$).

Al igual que ocurría con la tasa fotosintética (Tabla 1), los clones 7 y 8 mantuvieron niveles significativamente superiores a los observados en el resto de los clones (ANOVA $p < 0.001$) a medida que la temporada avanzaba. Este comportamiento sugiere un mejor rendimiento fisiológico y adaptación por parte de ambos clones, capaces de mantener tanto una alta tasa fotosintética como una conductancia estomática estable.

Tabla 2. Evolución de la conductancia estomática.

Fenología	Conductancia estomática (g_s , $\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$)								
	Floración		Cuajado		Compactación de racimo		Envero		Maduración
DDA Clon	128	134	137	142	155	162	170	176	206
1	0.072 ± 0.009 ^a	0.481 ± 0.118 ^c	0.098 ± 0.009 ^a	0.099 ± 0.014 ^a	0.083 ± 0.008 ^a	0.206 ± 0.051 ^a	0.384 ± 0.074 ^b	0.092 ± 0.012 ^a	0.051 ± 0.010 ^a
2	0.106 ± 0.010 ^a	0.524 ± 0.096 ^{b,c}	0.143 ± 0.016 ^a	0.098 ± 0.020 ^a	0.104 ± 0.022 ^a	0.194 ± 0.070 ^a	0.258 ± 0.37 ^b	0.117 ± 0.008 ^a	0.051 ± 0.013 ^a
3	0.081 ± 0.005 ^a	0.677 ± 0.201 ^{ab}	0.158 ± 0.018 ^a	0.122 ± 0.024 ^a	0.093 ± 0.017 ^a	0.166 ± 0.063 ^a	0.604 ± 0.196 ^a	0.081 ± 0.014 ^a	0.070 ± 0.011 ^a
4	0.080 ± 0.035 ^a	0.811 ± 0.172 ^a	0.136 ± 0.020 ^a	0.138 ± 0.022 ^a	0.099 ± 0.036 ^a	0.172 ± 0.032 ^a	0.134 ± 0.021 ^b	0.104 ± 0.023 ^a	0.070 ± 0.003 ^a
5	0.218 ± 0.034 ^a	0.459 ± 0.096 ^c	0.134 ± 0.016 ^a	0.121 ± 0.007 ^a	0.123 ± 0.041 ^a	0.215 ± 0.010 ^a	0.124 ± 0.010 ^b	0.106 ± 0.031 ^a	0.057 ± 0.021 ^a
6	0.106 ± 0.006 ^a	0.652 ± 0.134 ^{ab}	0.126 ± 0.008 ^a	0.179 ± 0.014 ^a	0.124 ± 0.014 ^a	0.151 ± 0.028 ^a	0.107 ± 0.063 ^b	0.092 ± 0.008 ^a	0.059 ± 0.010 ^a
7	0.166 ± 0.003 ^a	0.140 ± 0.093 ^d	0.187 ± 0.020 ^a	0.151 ± 0.009 ^a	0.141 ± 0.060 ^a	0.221 ± 0.075 ^a	0.254 ± 0.041 ^b	0.143 ± 0.011 ^a	0.089 ± 0.003 ^a
8	0.141 ± 0.004 ^a	0.227 ± 0.145 ^d	0.154 ± 0.024 ^a	0.158 ± 0.020 ^a	0.143 ± 0.024 ^a	0.212 ± 0.061 ^a	0.195 ± 0.061 ^b	0.110 ± 0.024 ^a	0.092 ± 0.010 ^a
9	0.162 ± 0.008 ^a	0.120 ± 0.026 ^d	0.166 ± 0.020 ^a	0.145 ± 0.020 ^a	0.109 ± 0.012 ^a	0.163 ± 0.039 ^a	0.101 ± 0.005 ^b	0.138 ± 0.010 ^a	0.086 ± 0.012 ^a
10	0.135 ± 0.008 ^a	0.080 ± 0.025 ^d	0.0978 ± 0.021 ^a	0.121 ± 0.018 ^a	0.118 ± 0.062 ^a	0.167 ± 0.022 ^a	0.082 ± 0.006 ^b	0.114 ± 0.007 ^a	0.085 ± 0.024 ^a

DDA: Día del año. Las letras en super índice indican diferencias significativas entre clones para un mismo DDA. Se aplicó una ANOVA de dos vías para observar si había diferencias significativas entre clones mediante un Test Poc-Hoc Bonferroni ($p < 0.001$).

3.2. Eficiencia del uso del agua

En la Figura 1 se representan los valores promedios obtenidos de la eficiencia intrínseca del uso del agua para los diferentes clones de Palomino Fino.

Los valores promedios oscilaron desde 110.73 hasta 140.89 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mol H}_2\text{O}$. Los clones 1, 10 y 4 presentaron los valores más elevados de WUEi (140.89,

131.84 y 127.80 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mol H}_2\text{O}$, respectivamente), lo que indica una mayor fijación de carbono por unidad de agua utilizada. Por otro lado, fueron los clones 2, 8 y 5 aquellos que presentaron los valores de WUEi más bajos (110.73, 116.41 y 117.71 $\mu\text{mol CO}_2/\text{mol H}_2\text{O}$, respectivamente).

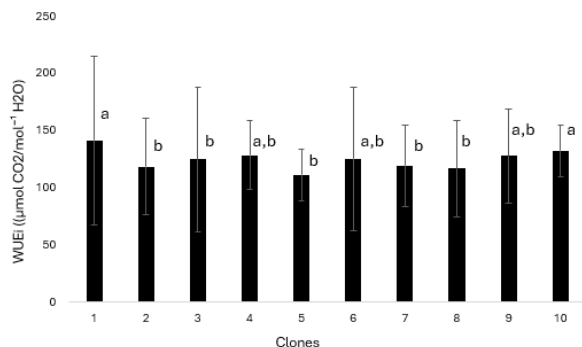


Figura 1. Valores promedios de la eficiencia intrínseca del uso del agua para los 10 clones de Palomino Fino estudiados. Las letras en super índice indican diferencias significativas entre clones para un mismo DDA. Se aplicó una ANOVA de dos vías para observar si había diferencias significativas entre clones mediante un Test Poc-Hoc Bonferroni ($p < 0.001$).

Algunos autores, como Tomás et al., [19] y Medrano et al., [20] obtuvieron valores de WUE_i mucho más bajos para diversas variedades de vid, incluyendo Tempranillo, Malvasía, Manto Negro, Garnacha y Cabernet Sauvignon, entre otros. Es este sentido, en base a los resultados obtenidos, la Palomino Fino y, por tanto, algunos de sus clones, requerirían un menor coste hídrico para la fijación de carbono, pudiendo ser una variedad más eficiente.

Por otro lado, estudios realizados por Gutiérrez-Gordillo et al., [21] para la variedad Pedro Ximénez cultivada en Jerez de la Frontera, otro de los municipios del Marco de Jerez (España), obtuvieron valores de WUE_i entre 90 y 120, mostrando un comportamiento similar a Palomino Fino. Ambas variedades se cultivan en el sur de España desde hace siglos [22,23], lo que podría sugerir que son dos variedades que están bien adaptadas a las condiciones de clima cálido.

Destacan los clones 5, 7 y 8, que al mostrar mayores valores de A_N y g_s durante la campaña estudiada, (Tabla 1 y 2) generó una disminución de los valores de WUE_i promedios y observándose diferencias significativas respecto al resto de los clones (ANOVA $p < 0.001$).

3.3. Rendimiento cuántico efectivo del fotosistema II.

En la Figura 2, se presentan los valores promedios obtenidos del rendimiento cuántico efectivo del fotosistema II para los diferentes clones de Palomino Fino evaluados.

Los resultados obtenidos oscilaron entre 0.24 y 0.30. El clon 6 fue el que presentó el valor más alto de Φ_{PSII} (0.30), seguido por los clones clones 7 (0.29), 8 (0.28) y 5 (0.28) presentando diferencias significativas con el resto (ANOVA $p < 0.001$). Por otro lado, los clones 1, 2 y 3 mostraron los valores más bajos (0.24). Cabe destacar que los clones 5, 7 y 8, que presentaron los valores más altos de Φ_{PSII} , coincide con que también mostraron los valores de A_N más elevadas durante la campaña estudiada (Tabla 1).

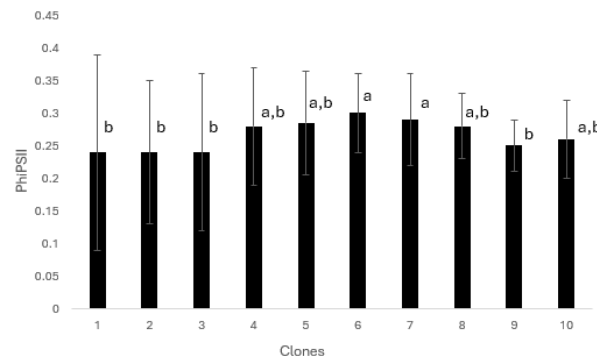


Figura 2. Valores promedios de rendimiento cuántico efectivo del fotosistema II para los 10 clones de Palomino Fino estudiados. Las letras en super índice indican diferencias significativas entre clones para un mismo DDA. Se aplicó una ANOVA de dos vías para observar si había diferencias significativas entre clones mediante un Test Poc-Hoc Bonferroni ($p < 0.001$).

Autores como Mirás-Ávalos et al., [24] estudiaron el Φ_{PSII} en clones de la variedad Godello, obteniendo valores comprendidos entre un máximo de 0.57 y un mínimo de 0.33. Por otro lado, Peña-Olmos et al., [25] para la variedad Chardonnay obtuvieron valores notablemente superiores, con valores máximos de hasta 0.8. Esta diferencia respecto a los resultados obtenidos para los clones de Palomino Fino podría estar relacionado con la identidad varietal y con la las distintas condiciones de cultivo y ambientales en las que se encuentran las variedades comparadas.

4. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos del presente trabajo, se concluye que: (1) Los diez clones de Palomino Fino mostraron diferencias estadísticamente significativas en todos los parámetros fisiológicos evaluados (A_N , g_s , WUE_i y Φ_{PSII}), marcando una variabilidad intravarietal en cuanto rendimiento fotosintético. (2) Los clones 7 y 8 mantuvieron valores de A_N y g_s más elevados en la mayor parte de la temporada, así como mostraron un mejor rendimiento cuántico efectivo del fotosistema II, indicando una mejor adaptación de estos clones a la condiciones ambientales del Marco de Jerez. (3) Los clones 1, 2, 3 y 10 mostraron un comportamiento similar durante la temporada, con valores de A_N y g_s generalmente más bajos que el resto de clones. Esto indicaría una adaptación más deficiente por parte de estos clones. (4) Los clones 1 y 10, a pesar de haber mostrado un menor rendimiento fotosintético, destacaron por sus mayores valores promedio de WUE_i , lo que indica una mayor eficiencia en el uso intrínseco del agua y podrían estar mejor adaptados para condiciones con disponibilidad hídrica limitada.

Estos resultados sugieren que la caracterización fisiológica es fundamental para identificar diferencias entre clones o variantes intravarietales de una misma variedad. Esto permitiría seleccionar material vegetal con mejor adaptación a condiciones ambientales específicas, siendo una herramienta estratégica para la adaptación del viñedo

al cambio climático, especialmente en regiones de clima cálido.

5. Financiación

Proyecto UCAINNOVA25-Vitilab, financiado por Planificación, Coordinación y Desarrollo Estratégico de la Diputación de Cádiz.

6. Agradecimientos

Los autores agradecen la colaboración prestada al viticultor, Juan Jerónimo Timerman, por permitir llevar a cabo este estudio en su viñedo.

7. Referencias

- Sancho-Galán, P.; Amores-Arrocha, A.; Palacios, V.; Jiménez-Cantizano, A. *Agronomy*, 9, 563 (2019)
- J.M. González-Moreno, J.M. Bustillo-Barroso, M. Lara Benítez, A. García de Luján, Catálogo de Clones de Variedades de vid en Andalucía. 145–188 (2004)
- G. M. Valme. Influencia del potencial polifenólico en la diferenciación de clones de vr. Palomino fino ensayados en el marco de Jerez. (1995)
- C.G. Barroso, J.B. Barroso, S.C. García, A.G. de Luján, G. Bernabé. VIII Jorn. Vitic. Enol. Tierra de Barros. 83-100 (1997)
- C.G. Barroso, V. G. Moreno, S. Cruz. [III] Jornadas Científicas 97: actas de los Encuentros de Primavera Univ. Cádiz. 11-20 (1999)
- S. Cruz, S., A.G. de Lujan, J.M. Bustillo. Comunicacion I+ D Agroalimentaria-Junta de Andalucía. 20 (1996)
- A.G. de Luján, G. Bernabé, G. Actas V Jorn. Vino Fino. 17-26 (2000)
- S.C. García. Vitic. Enol. Prof. 46, 41-48 (1996)
- P. Sancho-Galán, A. Amores-Arrocha, V. Palacios, A. Jiménez-Cantizano, A. *Agronomy*. 10, 654 (2020)
- M.V. Jimenez-Povedano, E. Cantos-Villar, M.J. Jimenez-Hierro, J.A. Casas, L.M. Trillo, S. Guimera, B. Puertas. *E3S Web Conf.* 50, 02002 (2018)
- RIA. Red de Información Agroclimática de Andalucía. <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/ifapa/riaweb/web/>
- L.G. Santesteban, C. Miranda, J.B. Royo. *Methodol. Results Grapevine Res.* 45-56 (2010)
- C.B. Osmond, O. Björkman, D.J. Anderson, D.J. *Physiol. Process. Plant Ecol.* (1980)
- M. Baggiolini. *Rev. Rom. d'Agriculture d'Arboriculture*. 8, 4–6 (1952)
- S. Gutiérrez-Gordillo, I.F. García Tejero, V.H. Durán Zuazo, A. Díaz-Espejo, V. Hernández-Santana. *Tree Physiol.* 43, 288–300 (2023)
- D.H. Greer, M.M. Weedon. *Plant, Cell Environ.* 35, 1050–1064 (2012)
- J.M. Escalona, J. Flexas, H. Medrano. *Aust. J. Plant Physiol.* 26, 421–433 (1999)
- J. Flexas, J. Bota, J.M. Escalona, B. Sampol, H. Medrano. *Funct. Plant Biol.* 29, 461–471 (2002)
- M. Tomás, H. Medrano, A. Pou, J.M. Escalona, S. Martorell, M. Ribas-Carbó, J. Flexas. *Aust. J. Grape Wine Res.* 18, 164–172 (2012)
- H. Medrano, J.M. Escalona, J. Cifre, J. Bota, J. Flexas, J. *Funct. Plant Biol.* 30, 607–619 (2003)
- S. Gutiérrez-Gordillo, J.M. Pérez-González, P. Sancho-Galán, A. Amores-Arrocha, V. Palacios, A. Jiménez-Cantizano. *Agronomy*, 13, 1732 (2023)
- S.K. Estreicher. *European Review.* 21, 209-239 (2013)
- M.F. Marín, M.J. Hierro, E.C. Villar, B.P. García. XLII Jorn. Vitic. Enol. Tierra de Barros, 109–124 (2020)
- J.M. Mirás-Avalos, M. Fandiño, E. Trigo-Córdoba, E.M. Martínez, J. Moutinho-Pereira, C.M. Correia, L.T. Dinis, B.J. Rey, A.C. Malheiro, J.J. Cancela. *Cienc. Tecn. Vitiv.* 32, 42–52 (2017)
- J.E. Peña-Olmos, F. Casierra-Posada. *Rev. Fac. Agron. Medellín.* 66, 6881-6889 (2013)