

New types of organic wines with Pedro Ximenez variety grown in the Marco de Jerez Sherry region

Pau Sancho-Galán¹, Antonio Amores-Arocha², Juan Manuel Pérez-González², Saray Gutiérrez-Gordillo², Víctor Palacios¹ y Ana Jimenez-Cantizano²

¹Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de los alimentos, Área de Tecnología de los Alimentos, Universidad de Cádiz, Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (ceiA3), IVAGRO, 11510 Puerto Real, España

²Departamento de Ingeniería Química y Tecnología de los alimentos, Área de Producción Vegetal, Universidad de Cádiz, Campus de Excelencia Internacional Agroalimentario (ceiA3), IVAGRO, 11510 Puerto Real, España

Abstract. The Pedro Ximénez grape variety is one of the authorised varieties in the Jerez-Xérès-Sherry DO, although it currently occupies only 1% of the region's total cultivated area. With the intention of promoting its cultivation, as well as diversifying production in a historic wine-growing area such as the Marco de Jerez (Spain), work is currently being carried out through a research project in which both public and private entities are participating. This project focuses, among other aspects, on the organic cultivation of this minor grapevine variety in the region, as well as on the production of naturally sweet wines. In this research, the results of the characterisation of the grape musts of overripe Pedro Ximénez grapes are presented, as well as the monitoring of its fermentation and the characterisation of the wines obtained. The resulting wines show how the over-ripening technique is presented as a viable alternative for the production of new types of wines in a warm climate area such as the Marco de Jerez.

1 Introducción

Uno de los retos más importantes a los que tendrá que hacer frente la agricultura europea será reducir a la mitad el uso de fitosanitarios [1] y aumentar la superficie de cultivo ecológico al 25% antes de 2030 [2]. Es por ello que se están abordando diferentes estrategias con el fin de impulsar los cultivos bajo sistemas de gestión ecológica frente a los convencionales.

En el último informe del Instituto de Investigación de Agricultura Ecológica (FiBL), se indica que la superficie dedicada al cultivo ecológico en Europa fue de 17.844.853 ha en 2021, lo que supone un 23% de la superficie agraria. Sin embargo, hay países como Polonia donde sólo el 3,5% de la superficie la dedican a la producción ecológica [3]. Entre los cultivos que más se producen en ecológico destacan los cereales como herbáceos y los olivos como cultivos permanentes [3]. En España, un 10,8% (2.635.442 ha) de la superficie se dedica a producción ecológica [3] y sólo 142.176 ha se destinan a la producción de uva ecológica [4]. Esto datos reflejan que queda mucha superficie de cultivos en la Unión Europea que debería reconvertirse para cumplir con los objetivos establecidos en las iniciativas políticas del Pacto Verde Europeo [2].

Por otro lado, el informe realizado por The Insight Partners “Previsión del mercado del vino ecológico hasta 2028” prevé que el mercado de los vinos ecológicos

alcance los 24.557,14 millones de dólares en 2028, frente a los 12.471,20 millones de dólares de 2022 [5].

La Denominación de Origen (D.O.) Jerez-Xérès-Sherry, situada en la provincia de Cádiz, en el suroeste de Andalucía (España) es una de las zonas vitivinícolas más importantes del mundo por el reconocimiento de sus vinos [6]. En esta región, ya se elaboran vinos generosos de crianza oxidativa y crianza biológica ecológicos, pero aún no se comercializan vinos dulces ecológicos, acogidos a la DO.

En este trabajo se presentan los resultados de la elaboración de vinos naturalmente dulces ecológicos con la variedad Pedro Ximénez cultivada en ecológico en un viñedo del Marco de Jerez.

2 Material y métodos

La uva se recolectó en una Finca de la Bodega Williams & Humbert localizada en las coordenadas: 36.7483 N, - 6.12848 W (Jerez de la Frontera, Cádiz). En esta finca se dispone de dos parcelas plantadas con la variedad Pedro Ximénez, una certificada en ecológica y otra en gestión convencional.

Una vez determinada la fecha de vendimia, la uva se sobremaduró al sol (asoleo) durante 20 días. Una vez

transcurrido este periodo se transportó en cajas de 20 kg a las Instalaciones del Instituto de Investigación Vitivinícola y Agroalimentaria (IVAGRO) de la Universidad de Cádiz. Allí, la uva se procesó en una prensa vertical a una presión de 2 bares y el mosto resultante se distribuyó en fermentadores de 50 L para su fermentación empleando la levadura seca activa *Saccharomyces cerevisiae* Bayanus (AB Biotek). Las fermentaciones se realizaron por duplicado.

Se realizó una caracterización de los mostos mediante la determinación de los siguientes parámetros enológicos: contenido en azúcar (° Bé), con aerómetros HYBE-010-001 y HY-BE-020-001; pH con pH-metro (CRISON-2001, Crison, Barcelona, España) y acidez total, siguiendo los métodos oficialmente aprobados para el análisis de mosto de uva propuestos por la Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV) [7]. Además, se determinaron los ácidos orgánicos (L-Tartárico, D-glucónico, cítrico y L-Málico) y contenido en nitrógeno (nitrógeno amínico (α -NH₂), amoniacal (NH₄) y Nitrógeno Fácilmente Asimilable (NFA)) empleando un equipo multi analizador (Micro Miura®, TDI, Barcelona) [7].

Durante el proceso de fermentación se llevó a cabo un control diario mediante la determinación de biomasa viable de levaduras (UFC/mL), densidad relativa (Densímetro, Anton Paar, DMA 5000M) y NFA (mg/L) [7]. Una vez parada la fermentación se realizó la caracterización fisicoquímica de los vinos naturalmente dulces obtenidos a través de los siguientes parámetros: grado alcohólico, acidez total y volátil [7], azúcares totales, ácidos orgánicos (L-Tartárico, D-glucónico, cítrico, L-Málico y Pirúvico) y contenido en NFA (nitrógeno amínico (α -NH₂) y amoniacal (NH₄)), hierro, glicerina y polifenoles totales [7].

3 Resultados y Discusión

En la Tabla 1 se muestran los resultados de la caracterización de los mostos obtenidos, tanto ecológico como convencional, después de 20 días de sobremaduración de la uva.

Como se pudo observar, excepto para NH₄ y ácido tartárico, los valores obtenidos fueron significativamente superiores en el caso del mosto proveniente del cultivo con gestión convencional (ANOVA $p < 0.05$). A pesar de haber experimentado el mismo tiempo de asoleo (20 días), se alcanzó un mayor incremento (Δ de 6,63%) en el nivel de °Be alcanzado en el mosto de PX convencional respecto al ecológico. Lo cual también pudo verse reflejado en un valor superior para la densidad del mosto convencional. Sin embargo, el pH de este mosto, mostró un valor con casi 0,2 unidades por encima del pH del mosto ecológico, hecho que es bastante interesante desde el punto de vista de las posibles correcciones pre-fermentativas que se suelen realizar previa la fermentación alcohólica. Respecto al contenido en acidez total y ácidos orgánicos, de manera general, nuevamente el mosto convencional mostró valores significativamente superiores en todos los casos salvo para el ácido tartárico. Cabe resaltar, que los niveles de ácido glucónico, a pesar de que en ambos casos las condiciones de asoleo fuesen las mismas, los niveles de ácido glucónico reflejaron niveles muy superiores en el mosto convencional en comparación con el mosto ecológico. Este resultado es de gran interés desde el punto de vista enológico, dado que el aumento de este parámetro no estuvo sujeto al tipo de gestión de la parcela sino con otros factores. Las diferencias entre los niveles de ácido málico, indicaron un mayor consumo en el mosto ecológico frente al convencional. Esto podría nitrogenados, fueron de manera general significativamente

Tabla 1. Caracterización fisicoquímica de los mostos.

	PX_Ecológico	PX_Convencional
°Be	19,00 ± 0,00 ^b	20,35 ± 0,00 ^a
Densidad (g/cm ³)	1,1430 ± 0,0003 ^a	1,1559 ± 0,0002 ^a
pH	3,64 ± 0,01 ^b	3,85 ± 0,01 ^a
Acidez Total (g/L TH ₂)	5,30 ± 0,00 ^b	6,48 ± 0,16 ^a
Ácido Tartárico (g/L)	4,26 ± 0,01 ^a	4,24 ± 0,01 ^a
Ácido Glucónico (g/L)	1,04 ± 0,00 ^b	2,94 ± 0,03 ^a
Ácido Cítrico (g/L)	0,26 ± 0,00 ^b	0,39 ± 0,00 ^a
Ácido L-Málico (g/L)	0,75 ± 0,00 ^b	1,34 ± 0,01 ^a
Nitrógeno Amínico (NH ₂) (mg/L)	297 ± 3 ^b	341 ± 4 ^a
Nitrógeno Amoniacal (NH ₄) (mg/L)	87 ± 1 ^a	80 ± 3 ^b
Nitrógeno Fácilmente Asimilable (NFA) (mg/L)	384 ± 1 ^b	421 ± 2 ^a
Hierro (mg/L)	0,35 ± 0,07 ^b	0,40 ± 0,00 ^a
Glicerina (g/L)	1,54 ± 0,05 ^b	2,99 ± 0,03 ^a
Polifenoles Totales (mg/L)	478,50 ± 4,95 ^b	547,00 ± 4,24 ^a
IPT	15,17 ± 0,17 ^b	17,93 ± 0,06 ^a
SO ₂ Libre	19 ± 0 ^a	18 ± 0 ^b
SO ₂ Combinado	58 ± 0 ^a	58 ± 0 ^a

Diferentes letras en superíndice indican diferencias significativas entre manejos para un mismo parámetro mediante el test Fisher's LSD (ANOVA $p < 0.05$).

superiores en el mosto convencional, en comparación con el mosto ecológico. Se observó un incremento de un 17,3% en el mosto convencional (NFA 421 mg/L) respecto al ecológico (NFA 348 mg/L), sin embargo, es importante indicar que los niveles de NFA alcanzados en ambos casos estar indicado con que las plantas en gestión ecológica pudieran presentar un mayor estrés y con ello una mayor tasa respiratoria en comparación con las plantas en gestión convencional. Los contenidos en compuestos después del asoleo fueron muy superiores a los mínimos necesarios

(160 mg/L) para llevar a cabo una correcta fermentación alcohólica [8]. Por último, indicar que el contenido en compuestos polifenólicos nuevamente fue significativamente superior en el mosto en convencional con respecto al mosto ecológico.

En la Fig. 1 se muestra la evolución de la biomasa viable (A), la densidad relativa (B) y el contenido en NFA (C), durante el proceso de fermentación alcohólica de los mostos.

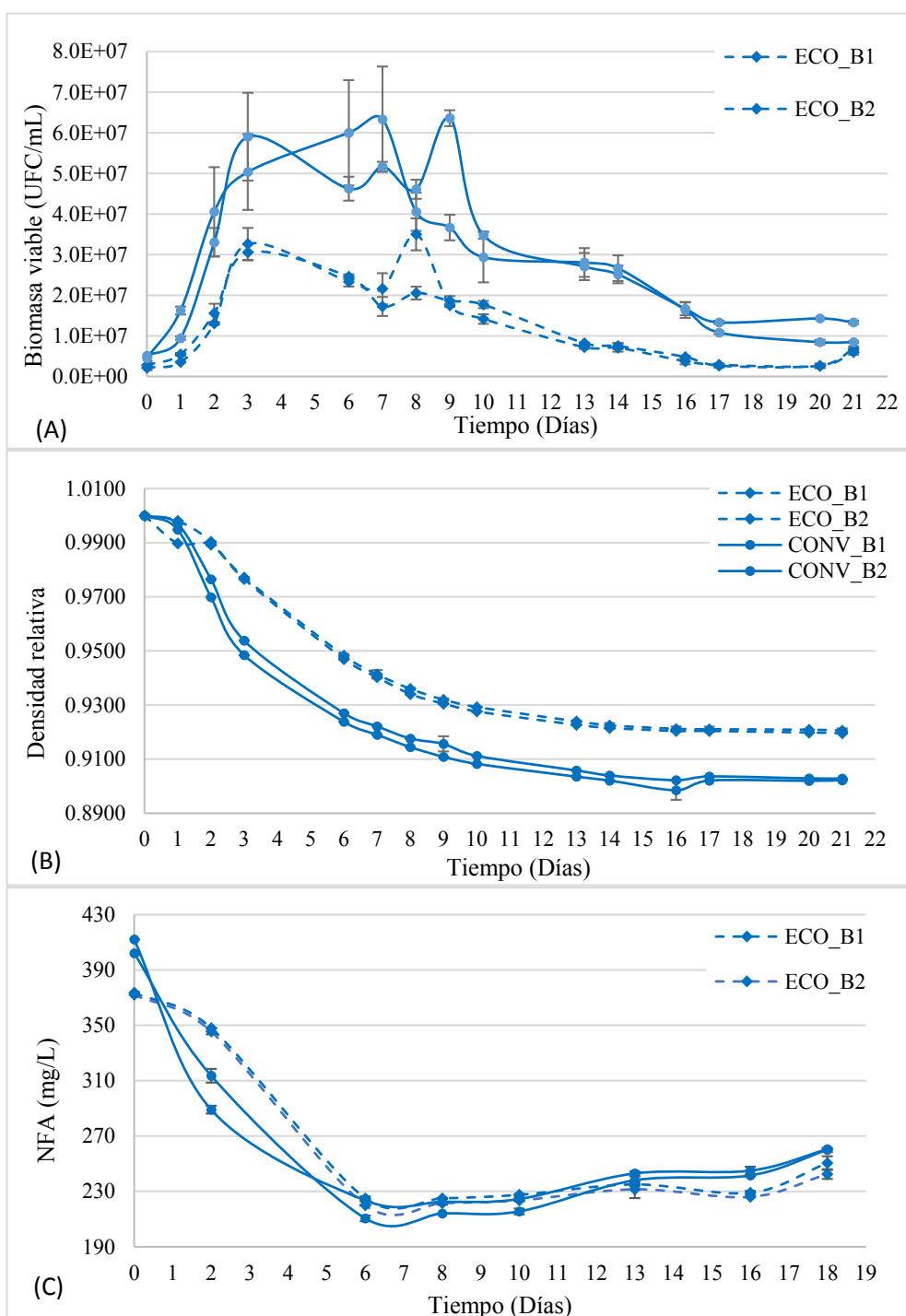


Figura 1. Evolución de la biomasa viable de levaduras (A), evolución de la densidad relativa (B) y evolución del NFA, durante la fermentación alcohólica. *ECO_B1*; Vino ecológico con levadura *S. Cerevisiae Bayanus*, *ECO_B2*; *CONV_B1*; Vino convencional con levadura *S. Cerevisiae Bayanus*, *CONV_B2*; Vino convencional con levadura *S. cerevisiae Bayanus*.

Al observar la evolución de la biomasa viable durante la fermentación alcohólica (Fig. 1.A.), son los fermentadores con mosto convencional los que comienzan antes la fermentación alcohólica, alcanzando poblaciones de levaduras viables mucho más altas cuando alcanzan el máximo de la fase estacionaria (días 6-7), mientras que los fermentadores con mosto ecológico alcanzaron antes las poblaciones máximas de levaduras viables (día 3). Estos niveles de población de levaduras significativamente superiores (ANOVA $p < 0.05$) en la fermentación del mosto convencional, podrían estar relacionado con una mayor presencia de azúcar y NFA en el mosto inicial tras el proceso de asoleo, y comparación con el mosto ecológico (Tabla 1). Una vez alcanzados los niveles de poblaciones máximas, a partir del día 6 se observó una disminución en las poblaciones de células viables, con una tendencia muy similar en todos los casos. No obstante, cabe destacar que los niveles de levaduras viables observados en todos los casos mostraron una supervivencia en el final de fermentación posiblemente al contenido en NFA residual. El seguimiento de la evolución de la densidad relativa durante la fermentación alcohólica (Fig. 1.B.) mostró un comportamiento muy diferenciado entre los fermentadores con mosto convencional en comparación con el mosto ecológico. Al comparar las pendientes, los fermentadores con mosto convencional

presentaron una pendiente de un 4,3% mayor que los fermentadores con mosto ecológico. Este efecto podría estar relacionado con el mayor desarrollo de poblaciones de levaduras fermentativas, que a su vez estaría relacionado con la presencia de mayor contenido en azúcar en el mosto inicial, así como por un mayor contenido en compuestos nitrogenados (Tabla 1). Por este motivo, los niveles de densidad alcanzados durante el transcurso de la fermentación alcohólica fueron más bajos en las fermentaciones con mosto convencional. Respecto a la evolución de la concentración de NFA, las principales diferencias se observaron en los niveles de partida en el mosto. Mientras que el mosto convencional presentó 421 ± 2 mg/L, el mosto ecológico presentó 384 ± 1 mg/L. De forma general, los fermentadores con mosto convencional mostraron un consumo mayor en comparación con los fermentadores ecológicos, pero no tan marcados como cabría esperar. Una vez se alcanzó el final de la fermentación alcohólica, los niveles de NFA residual fueron muy superiores en los vinos elaborados con mosto convencional en comparación con los vinos ecológicos.

En la Tabla 2 se muestran todos los parámetros físicoquímicos de la caracterización de los vinos obtenidos tras el final de la fermentación alcohólica de forma natural.

Tabla 2. Caracterización de los vinos finales.

Parámetros	PX_Ecológico_B1	PX_Ecológico_B2	PX_Convencional_B1	PX_Convencional_B2
Grado alcohólico (% v/v)	12,22 ± 0,00 ^b	11,79 ± 0,01 ^b	15,06 ± 0,00 ^a	15,61 ± 0,00 ^a
Azúcares totales (g/L)	148,21 ± 5,11 ^a	151,03 ± 1,68 ^a	118,65 ± 2,87 ^b	122,67 ± 1,73 ^b
Acidez Total (g/L)	4,81 ± 0,05 ^b	4,83 ± 0,03 ^b	5,66 ± 0,08 ^a	5,44 ± 0,08 ^a
Acidez Volátil (g/L)	1,23 ± 0,09 ^a	1,27 ± 0,10 ^a	1,32 ± 0,01 ^a	1,21 ± 0,06 ^b
Ácido Acético (g/L)	1,19 ± 0,01 ^a	1,10 ± 0,03 ^b	1,13 ± 0,02 ^b	1,17 ± 0,02 ^b
Ácido Tartárico (g/L)	1,75 ± 0,01 ^a	1,73 ± 0,02 ^a	1,62 ± 0,04 ^b	1,50 ± 0,04 ^b
Ácido L-Láctico (g/L)	0,05 ± 0,01 ^c	0,04 ± 0,00 ^c	0,22 ± 0,01 ^a	0,20 ± 0,01 ^b
Ácido L-Málico (g/L)	0,65 ± 0,01 ^b	0,64 ± 0,01 ^b	1,01 ± 0,01 ^a	1,07 ± 0,01 ^a
Ácido Cítrico (g/L)	0,26 ± 0,03 ^b	0,27 ± 0,01 ^b	0,40 ± 0,01 ^a	0,40 ± 0,01 ^a
Ácido Glucónico (g/L)	1,06 ± 0,00 ^b	1,10 ± 0,01 ^b	4,09 ± 0,02 ^a	4,10 ± 0,03 ^a
NH ₂ (mg/L)	247 ± 1 ^{bc}	245 ± 2 ^{bc}	262 ± 5 ^{ac}	269 ± 1 ^a
NH ₄ (mg/L)	3 ± 0 ^c	2 ± 1 ^d	5 ± 1 ^a	3 ± 1 ^{bc}
NFA (mg/L)	250 ± 0 ^{bc}	247 ± 4 ^b	267 ± 6 ^{ac}	273 ± 0 ^a
Hierro (mg/L)	0,90 ± 0,00 ^c	0,80 ± 0,00 ^c	2,00 ± 0,00 ^a	1,85 ± 0,07 ^b
Glicerina (g/L)	10,79 ± 0,16 ^b	11,19 ± 0,21 ^b	15,41 ± 0,03 ^a	15,18 ± 0,01 ^a
Ácido pirúvico (mg/L)	40,50 ± 2,12 ^c	36,00 ± 5,66 ^d	51,00 ± 0,00 ^b	55,00 ± 1,41 ^a
Polifenoles totales (mg/L)	435,00 ± 1,41 ^{ab}	409,50 ± 2,12 ^b	441,50 ± 4,95 ^a	417,50 ± 3,54 ^{ab}
IPT	9,95 ± 0,03 ^b	10,05 ± 0,05 ^b	11,77 ± 0,10 ^a	11,21 ± 0,04 ^a

NH₂: Nitrógeno α -amínico, NH₄: Nitrógeno amoniacal, IPT: Índice de Polifenoles Totales, SO₂: Anhidrido sulfuroso. Diferentes letras en superíndice indican diferencias significativas entre manejos para un mismo parámetro mediante el test Fisher's LSD (ANOVA $p < 0.05$).

De manera general, se puede indicar que los vinos convencionales (%Alc. v/v $15,34 \pm 0,00$) fueron los que mostraron un mayor grado alcohólico en comparación con los vinos ecológicos (%Alc. v/v $12,01 \pm 0,30$) (ANOVA $p < 0.05$). El contenido en azúcares totales fue mayor en los vinos ecológicos, dado que fueron los vinos que alcanzaron menor graduación alcohólica. El contenido en ácidos orgánicos (Ácido Acético, Ácido L-Láctico, Ácido L-Málico, Ácido Cítrico) salvo el Ácido Tartárico, de manera global fue mayor en los vinos convencionales en comparación con los vinos ecológicos. Lo que podría estar reflejado en un mayor contenido en Acidez Total en los vinos convencionales. En relación con el contenido en Ácido Acético, todos los vinos mostraron valores superiores a 1 g/L, sin embargo, ciertos niveles de este ácido no son considerado del todo un factor negativo en vinos dulces, ya que suelen necesitar un elevado nivel de acidez total para balancear su dulzor [9] y es donde el ácido acético puede jugar un papel interesante. Cabe indicar que, respecto al contenido en Ácido Glucónico, se observó un incremento muy acentuado en los vinos convencionales en comparación con los vinos ecológicos. El contenido en compuestos nitrogenados residuales en los vinos, presentó un patrón similar al observado en los mostos. Fueron los vinos elaborados con mosto convencional los que presentaron significativamente (ANOVA $p < 0.05$) valores superiores tanto en compuestos nitrogenados de origen amínico (NH_2) como Nitrógeno Fácilmente Asimilable (NFA). Respecto al contenido en glicerina y ácido pirúvico, los vinos convencionales fueron los que presentaron un mayor contenido en comparación con los ecológicos. En última instancia, cabe indicar que el contenido en polifenoles e IPT mostró el mismo comportamiento ya observado en los mostos de partida, por lo que las diferencias observadas entre los vinos convencionales y ecológicos, podrían ser debidas principalmente al efecto de concentración observado tras el proceso de sobremaduración.

4 Conclusiones

De los resultados obtenidos se puede concluir que el empleo de la variedad de uva Pedro Ximénez sobremadurada en condiciones naturales permite obtener mostos con la adecuada concentración de azúcares para la elaboración de vinos naturalmente dulces. Por lo referente a la fermentación de dichos mostos, el empleo de *S. cerevisiae* *Bayanus* presentó buenos resultados independientemente del mosto empleado (ecológico o convencional). De este modo, la elaboración de vinos

naturalmente dulces de la variedad de uva Pedro Ximénez en una zona de clima cálido se presenta como una alternativa viable para la producción de la región que además podría ayudar a la diversificación de la producción y dar respuesta a las nuevas demandas por parte de los consumidores.

Para llevar a cabo esta investigación se han empleado los datos obtenidos del proyecto GOPC-CA-20-0008 (GO IN-VITEC-PX) financiado por el Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural (FEADER), la Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Agua y Desarrollo Sostenible de la Junta de Andalucía e Inversión Territorial Integrada Provincia de Cádiz.

Bibliografía

1. European Commission. The new common agricultural policy: 2023-27. Available online at: https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-2023-27_en (Accessed on April 3rd)
2. Pacto Verde Europeo. Available online at: <https://www.consilium.europa.eu/es/policies/from-farm-to-fork/> (Accessed on May 20th)
3. H. Willer, B. Schlatter, J. Trávníček. *The World Of Organic Agriculture. Statistic and Emerging Trends 2023* (IFOAM-Organics International, Bonn, 2023)
4. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Informe estadístico anual 2003-2021. Available at: <https://www.mapa.gob.es/es/alimentacion/temas/produccion-eco/> (Accessed on April 3rd)
5. Tecnovino. Perspectivas de crecimiento en el Mercado de los vinos ecológicos. Available at: <https://www.tecnovino.com/un-informe-sobre-las-perspectivas-de-crecimiento-en-el-mercado-de-los-vinos-ecologicos/> (Accessed on April 5th)
6. M. F. Marín, J. M. Hierro, E. C. Villar, B. P. García. *XLII Jornadas de Viticultura y Enología de la Tierra de Barros* 109-124 (2020)
7. Organisation Internationale de la Vigne et du Vin (OIV). *Recueil des Méthodes Internationales D'analyse des vins et des Moûts* (OIV, Paris, France, 2014)
8. P. Barre, B. Blondin, S. Dequin, M. Feuillat, J. M. Sablayrolles, J. M. Salmon, *La Levure de Fermentation Alcoolique; Oenologie Technique et Documentation* 414-495 (Lovisier, Paris, 1998)
9. G. M. Pigeau, E. Bozza, K. Kaiser, D. L. Inglis, J. Appl. Microbiol. **103**(5), 1691-1698 (2007)