

# **INFLUENCIA DE LA PRESENCIA DE TETRACONAZOL EN LA FRACCIÓN ÁCIDA Y FENÓLICA EN VINOS TINTOS DE UVA MONASTRELL.**

## **Influencia de la presencia de tetraconazol en la fracción ácida y fenólica en vinos tintos de uva monastrell**

Oliva, J.<sup>1\*</sup>, Pardo, F<sup>2</sup>., Gómez M<sup>1</sup>., Baños, J.M<sup>2</sup>. y Cámara, M.A<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Departamento de Química Agrícola, Geología y Edafología, Universidad de Murcia.

Facultad de Química, Campus de Espinardo s/n, 30100 (Murcia).

Teléfono: 868887482, \*e-mail: [josoliva@um.es](mailto:josoliva@um.es)

<sup>2</sup> Departamento Técnico, Bodegas BSI, Ctra. de Murcia s/n, 30520. Jumilla (Murcia).

**PALABRAS CLAVE:** Vino, fungicida, compuestos fenólicos, fracción ácida.

### **RESUMEN.**

En este trabajo se estudia la influencia de la presencia del fungicida tetraconazol en la fracción ácida y fenólica en vinos tintos variedad Monastrell. Tetraconazol es un fungicida, de reciente aparición, preventivo y curativo que controla oídio, roya o cercosporosis. La uva utilizada para la elaboración del vino es ecológica de la variedad Monastrell (D.O Jumilla) capaz de producir vinos potentes y de gran calidad con una alta graduación alcohólica y un elevado nivel de taninos. El fungicida fue añadido durante el proceso de vinificación en bodega a 2 dosis (2 y 5 veces el LMR establecido en uva, 0,50 mg/kg). Las diferentes determinaciones se realizaron mediante un Analizador Multiparamétrico Enológico FTIR-VIS-UV MultiSpec, que nos permite determinar en una sola medida todos los parámetros que hemos estudiado en este trabajo, que son: grado alcohólico, acidez total, acidez volátil, pH, contenido en ácido málico y láctico, intensidad de coloración, tono, índice de polifenoles totales (IPT) y contenido en antocianos totales. El grado alcohólico y acidez total de los vinos elaborados es bastante similar. La adición de fungicida produce un aumento del contenido de ácido acético (0,42±0,05, 0,66±0,02 y 1,10±0,01 g/l para el vino control, con tetraconazol a 2 y 5 LMR respectivamente). El contenido en ácido málico

disminuye con la concentración del fungicida y coincide con un aumento de ácido láctico. Con respecto al vino control, la presencia del fungicida tetraconazol a baja concentración produce una disminución del nivel de intensidad colorante, mientras que a alta concentración produce un ligero aumento sin afectar al vino desde el punto de vista organoléptico. Sólo a la concentración 5 LMR, tetraconazol presenta un efecto sobre el contenido total de compuestos fenólicos. Los valores absolutos son típicos de vinos más tánicos y con posibilidad de utilizarlo para crianza. También, se observa que para el contenido en antocianos totales se produce un descenso con la adición de tetraconazol para las dos concentraciones utilizadas. Por lo tanto, la presencia de residuos de tetraconazol durante la vinificación produce diferencias significativas con respecto al vino control en el grado alcohólico, la fracción ácida y los parámetros del color, alterando la calidad organoléptica de los vinos estudiados.

## **1. INTRODUCCIÓN.**

En el cultivo de la vid, la principal causa de la pérdida de calidad de la uva, en particular, y de la cosecha, en general, es debida a los ataques de hongos. Las enfermedades fúngicas que afectan mayoritariamente al viñedo son mildiu, oídio y botritis. Aunque existen diversos métodos de lucha contra estas enfermedades, en la actualidad, el más utilizado es el control químico con uso de fungicidas de síntesis tanto por su efectividad como por su fácil manejo.

Entre los fungicidas antioídio que se usan en viñedo, podemos destacar el tetraconazol, que es un triazol sistémico con actividad fungicida preventiva, curativa y erradicante, que inhibe el crecimiento micelial de Ascomicetos, Basidiomicetos y Deuteromicetos. Se absorbe por las raíces, los tallos y las hojas y penetra en los tejidos con acción traslaminar. Muy efectivo en el control de ataques de oídio de la vid y con buena acción secundaria sobre la podredumbre negra de la vid (*Guinardia bidwelli*) (Macbean, 2013).

Como consecuencia de la aplicación de los tratamientos fitosanitarios para prevenir o controlar dichas enfermedades pueden aparecer residuos de plaguicidas en la

uva vendimiada. Estos residuos son parcialmente eliminados durante los distintos procesos enotécnicos que se producen durante la vinificación, pero parte de ellos pueden quedar en el vino, produciéndose un posible riesgo de seguridad alimentaria para el consumidor (Fernández et al., 2005a, 2005b; Oliva et al., 2006, 2007a, 2007b, 2009a; Paya et al., 2009).

La presencia de residuos de fungicidas durante el proceso de vinificación puede afectar la evolución de la fermentación del vino, ya que pueden interactuar con la ruta metabólica de la fermentación y ralentizarla con la consiguiente modificación de las características organolépticas del vino, pudiendo disminuir su calidad final (Girón, 2012; Mulero et al., 2015; Regueiro et al., 2015).

La calidad del vino depende fundamentalmente de la calidad de la uva. Para obtener vinos de alta calidad, es necesario procesar las uvas sanas y en la etapa de maduración correcta y por esta razón el agricultor tiene que tener especial cuidado en la prevención de ataques de parásitos sobre el viñedo (Caboni y Cabras, 2010). El uso de plaguicidas en cualquier cultivo presenta posibles efectos derivados de sus características físico-químicas y su forma de aplicación que puede alterar la calidad del vino (Cermeño, 2016; Martínez, 2016).

La calidad organoléptica de un vino se ve reflejada por el perfil y contenido en ácidos, compuestos fenólicos y aromáticos. Estos parámetros pueden verse alterados por la presencia de residuos de plaguicidas durante el proceso fermentativo (García et al., 2004; Oliva et al., 2008, 2009b, 2011, 2015). Por ello, en este trabajo pretendemos aportar nuevos datos sobre el efecto que el fungicida tetraconazol puede tener sobre la fracción ácida y el perfil fenólico de vinos tintos jóvenes de uva Monastrell.

## **2. MATERIALES Y MÉTODOS.**

### **2.1. MATERIAL VEGETAL**

En este trabajo se ha utilizado uva Monastrell ecológica, sin tratamientos fitosanitarios y en perfecto estado sanitario. La uva fue vendimiada en una parcela experimental del término municipal de Jumilla (Murcia, SE España). El contenido en azúcar, acidez total, pH, tonalidad, ácido málico y glucónico se exponen en la tabla 1. La ausencia de ácido glucónico confirma que las uvas utilizadas en este ensayo se encuentran libres de enfermedades y podredumbres.

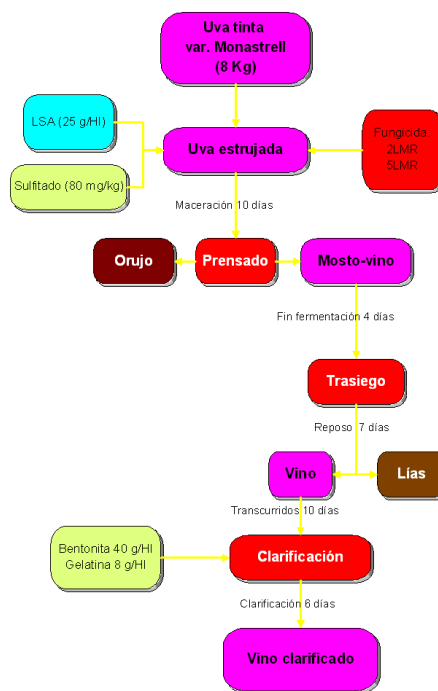
**Tabla 1.** *Parámetros indicativos de la calidad de la uva utilizada.*

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
Azúcares	Be	13,5
Acidez total	g/L A. Tartárico	4,7
pH	unidades	3,27
Ácido Málico	g/L	2,41
Tonalidad		0,8
Ácido Glucónico	g/L	0

## 2.2. ELABORACIÓN DE LOS VINOS.

En la figura 1 se expone un esquema del proceso de vinificación. La uva fue transportada a la bodega para su estrujado y eliminación del raspón. La uva estrujada fue distribuida en depósitos de microvinificación a razón de 8 kilos por depósito. Las microvinificaciones se realizaron por triplicado (tres para vino control, tres con adición de tetraconazol a baja concentración (2 LMR) y tres para la concentración alta (5LMR). Pevio a la distribución en los diferentes microvinificadores se le adicionó, a la uva estrujada, levaduras secas activas *Saccharomyces cerevisiae (ex bayanus)* T73 (Lalvin) a una concentración de 25g/Hl. Además se sulfito a un nivel de 80 mg/kg de dióxido de azufre. La adición del fungicida a las dos dosis estudiadas se llevó a cabo en los depósitos habilitados para la fermentación. Para todas las vinificaciones el tiempo de maceración fue de 10 días con dos removidos diarios. Tras el prensado y separación del orujo, el mosto-vino tardó 4 días más en completar la fermentación. Los vinos se

dejaron 7 días en reposo antes de realizar el trasiego para separar las lías del vino. El vino trasegado se mantuvo en reposo y temperatura controlada durante 10 días. Pasado ese tiempo se realizó la clarificación de los mismos con adición de bentonita (40 g/Hl) y gelatina (8g/Hl). Transcurridos 6 días se eliminaron las lías formadas durante la clarificación y se procedió al embotellado.



**Figura 1.** Esquema del proceso de vinificación.

### 2.3. MÉTODO ANALÍTICO.

Para el análisis en el vino clarificado de todos los parámetros estudiados en este trabajo se ha utilizado un Analizador Multiparamétrico Enológico FTIR-VIS-UV MultiSpec. Los parámetros analizados son: Grado alcohólico, acidez total, acidez volátil, pH, contenido en ácido málico y láctico, intensidad colorante, tono, índice de polifenoles totales (IPT) y contenido en antocianos totales.

Previo al análisis de los vinos se llevo a cabo la calibración del equipo, calculando las ecuaciones de regresión que se muestran en la tabla 2. Para todos los

parámetros estudiados el coeficiente de regresión de las curvas de calibrado fue superior a 0,98.

**Tabla 2.** Ecuaciones de regresión de los parámetros analizados.

Parámetro	Unidades de medida	Ecuaciones de regresión
Grado alcohólico	%	$y = 0,699x + 1,131$
Acidez total	g/l ácido tartárico	$y = 0,968x + 0,183$
Acidez volátil	g/l ácido acético	$y = 0,758x - 0,033$
pH	unidades de pH	$y = 0,587x + 1,119$
Ácido málico	g/l ácido málico	$y = 0,706x - 0,933$
Ácido láctico	g/l ácido láctico	$y = 0,593x + 0,035$
Intensidad colorante	absorbancia	$y = 11x + 0,0$
Tono		$y = 1,103x - 0,042$
Índice polifenoles totales	absorbancia	$y = 50,031x + 2,870$
Antocianos totales	mg/l antocianos	$y = 0,240x - 68,092$

Las muestras de vino clarificado se sitúan en un muestreador automático en tubos de ensayo de 10 ml. La muestra es succionada y pasa por un filtro inerte para evitar la entrada al sistema de partículas con un tamaño mayor de 30-50 micras. Un desgasificador impide que el aire o el dióxido de carbono entre en las celdas de medida. Previo a la medida se produce una termoestabilización de la muestra a 25°C. Después de cada medida se realiza automáticamente una limpieza de todo el sistema. Todos los vinos fueron analizados por duplicado.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

#### 3.1. ANÁLISIS DE LOS VINOS.

En la tabla 3 se exponen los resultados de los parámetros analizados (grado alcohólico, fracción ácida y perfil fenólico) en los vinos clarificados, tanto en el control como en los que se adiciona el fungicida tetraconazol a dos dosis.

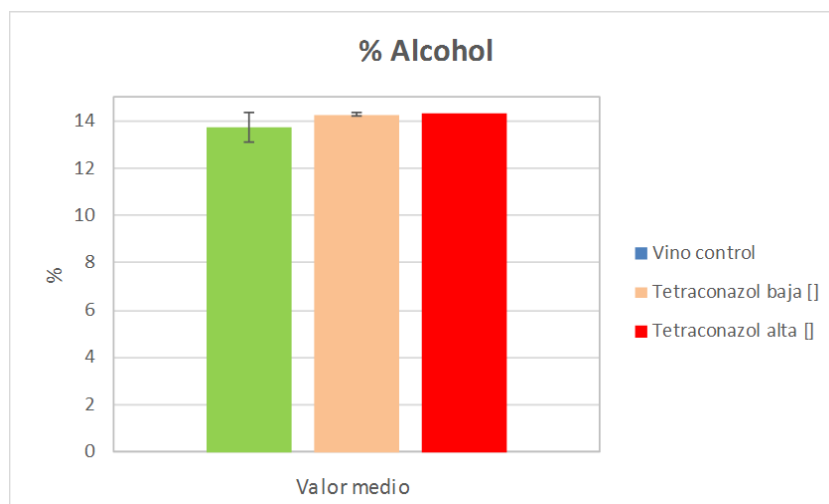
**Tabla 3.** Valores (n=6) de los parámetros analizados (media±DS).

<b>Vino</b>	<b>Control</b>	<b>TB</b>	<b>TA</b>
<b>Grado alcohólico</b>	13,73±0,63	14,27±0,07	14,34±0,04
<b>Acidez total</b>	6,17±0,22	6,15±0,03	6,18±0,05
<b>Acidez volátil</b>	0,42±0,05	0,66±0,02	1,10±0,01
<b>pH</b>	3,43±0,02	3,42±0,01	3,45±0,01
<b>Ácido málico</b>	1,96±0,16	1,57±0,06	0,85±0,10
<b>Ácido láctico</b>	0,34±0,04	0,79±0,03	1,90±0,08
<b>Intensidad colorante</b>	13,03±0,07	12,60±0,21	13,38±0,36
<b>Tono</b>	0,62±0,01	0,63±0,01	0,63±0,00
<b>IPT</b>	44,29±0,57	44,37±0,66	46,41±0,94
<b>Antocianos totales</b>	462,50±7,86	407,03±16,39	402,33±15,46

TB: Tetraconazol a baja concentración (2LMR = 1 mg/kg)

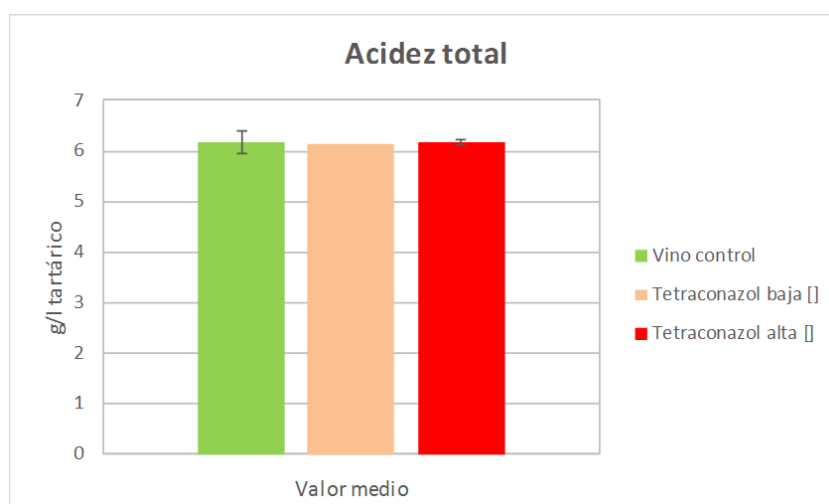
TA: Tetraconazol a alta concentración (5LMR = 2,5 mg/kg)

De los datos anteriores se desprende que la adición del fungicida tetraconazol a la uva estrujada produce al final un vino con un grado alcohólico ligeramente superior que el vino elaborado sin fungicida (vino control). Este aumento es levemente superior cuando se adiciona el fungicida a concentración más alta (Figura 2). Estos valores de grado alcohólico son indicativos que la presencia del fungicida estudiado no afecta al desarrollo y duración de la fermentación. Aunque podría afectar al crecimiento de levaduras en la fase inicial.



**Figura 2.** Grado alcohólico.

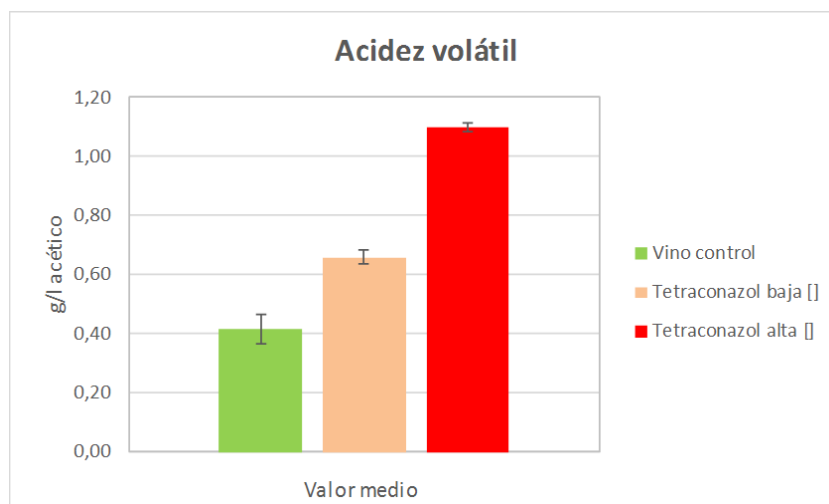
Los valores absolutos de la acidez total en los tres vinos elaborados son similares, no apreciándose diferencias entre ellos (Figura 3). Los niveles de acidez total alcanzados son representativos de los obtenidos en los vinos de la D.O. Jumilla.



**Figura 3.** Acidez total.

La adición de fungicida produce un aumento del contenido de ácido acético (Figura 4). Este aumento es mayor conforme aumenta la concentración añadida, así para el vino control el contenido en acidez volátil es de  $0,42 \pm 0,05$ , para el vino con residuos de tetraconazol a dosis baja alcanza un contenido de  $0,66 \pm 0,02$ , por último, para el vino con tetraconazol a alta concentración el contenido de ácido acético se duplica con respecto al control alcanzando valores de  $1,10 \pm 0,01$ .



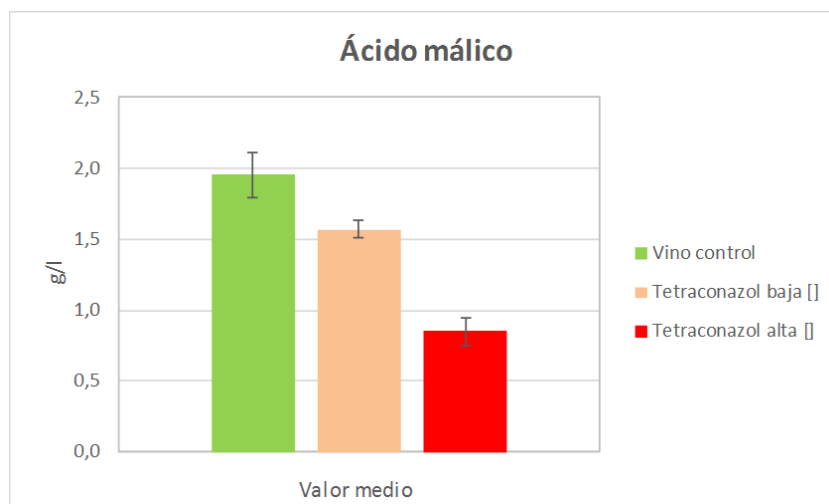


**Figura 4.** *Acidez volátil.*

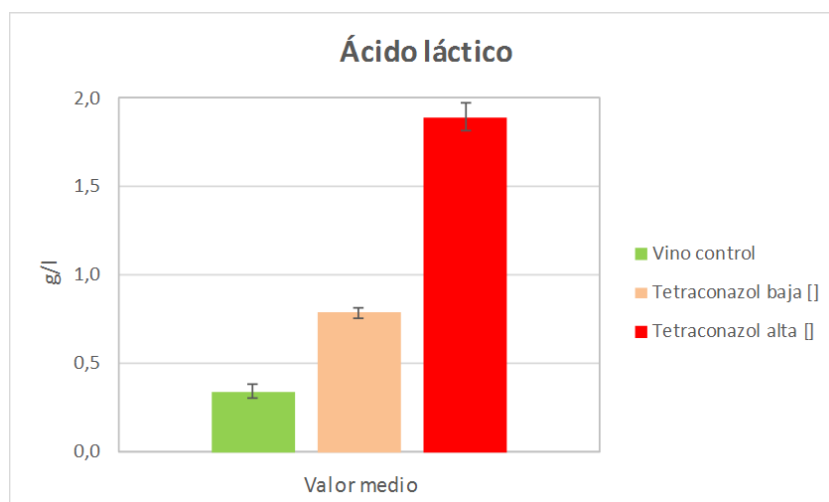
Lo anterior puede ser debido a que el fungicida tetraconazol actúe sobre la población de levaduras en su estado inicial, provocando un descenso de las unidades formadoras de colonias (UFC) y por tanto las bacteria acéticas e incluso las malolácticas pueden tener un alto crecimiento que influya en los niveles finales tanto en la acidez volátil como en los contenido de ácido láctico y málico.

Los valores finales de pH para las 3 vinificaciones se sitúan en torno a 3,42-3,45, valores de pH típicos de vinos tintos de variedad Monastrell. Además estos valores nos permiten tener un medio poco apropiado para el ataque de bacterias que podrían alterar negativamente la calidad organoléptica de nuestros vinos. Estos valores o inferiores facilitan la limpidez y brillo del vino y contribuyen a mejorar las condiciones para clarificar el vino tanto de forma natural como inducida.

El contenido en ácido málico decrece con la adición del fungicida siendo mayor esta disminución con el aumento de la concentración (Figura 5). Por actuación de las bacterias malolácticas esta disminución de málico coincide con un aumento de ácido láctico siendo este mayor al aumentar la concentración (Figura 6), así el valor de ácido láctico en el vino control es de  $0,34 \pm 0,04$ , para vinos con tetraconazol a bajo concentración es de  $0,79 \pm 0,03$  y para los de alta concentración ( $1,90 \pm 0,08$ ).



**Figura 5.** *Ácido málico.*



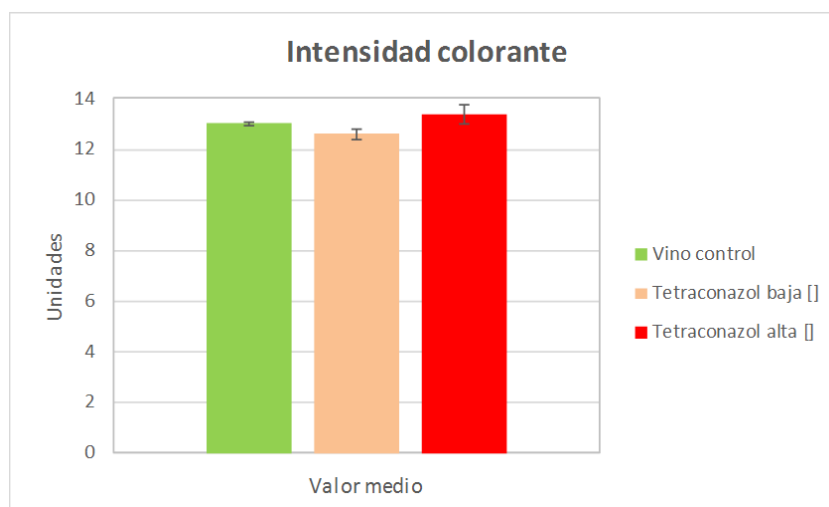
**Figura 6.** *Ácido láctico.*

La explicación de este comportamiento es que la presencia de este fungicida pueda afectar en los estados iniciales al desarrollo de las levaduras y por tanto al no desarrollarse de forma tumultuosa las levaduras se produce un mayor desarrollo de bacterias malolácticas, que no se ven afectadas por el fungicida, y por tanto el alto desarrollo provoca que se dé una importante transformación de ácido málico a láctico.

Las figuras 5 y 6 nos indican que no se produce una degradación de ácido málico por las levaduras en la llamada fermentación maloalcohólica, ya que en este caso se

produce un aumento del ácido láctico por lo que lo normal es que se produzca una fermentación maloláctica provocado por bacterias.

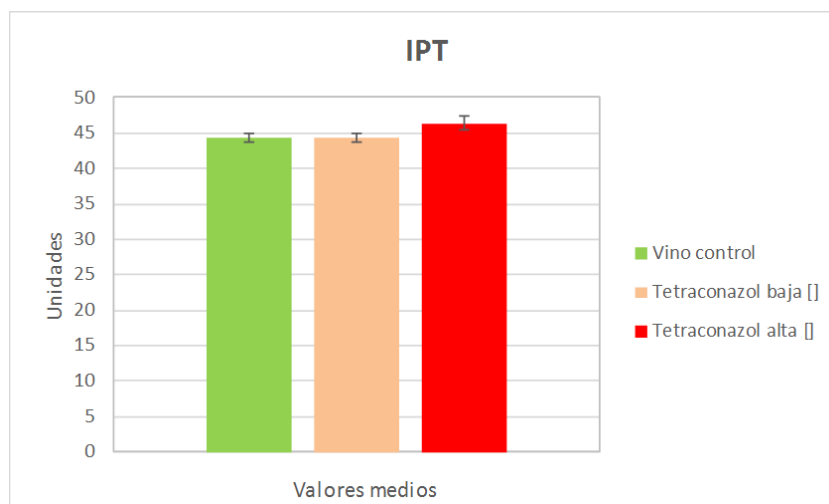
Los valores absolutos de intensidad colorante son representativos de vino con una capa alta. Con respecto al vino control, la presencia del fungicida tetraconazol a baja concentración produce una disminución del nivel de intensidad colorante, mientras que a alta concentración produce un ligero aumento (Figura 7). Aunque existen diferencias significativas entre vinificaciones, estos valores no difieren lo suficiente para afectar al vino desde el punto de vista organoléptico.



**Figura 7.** *Intensidad colorante.*

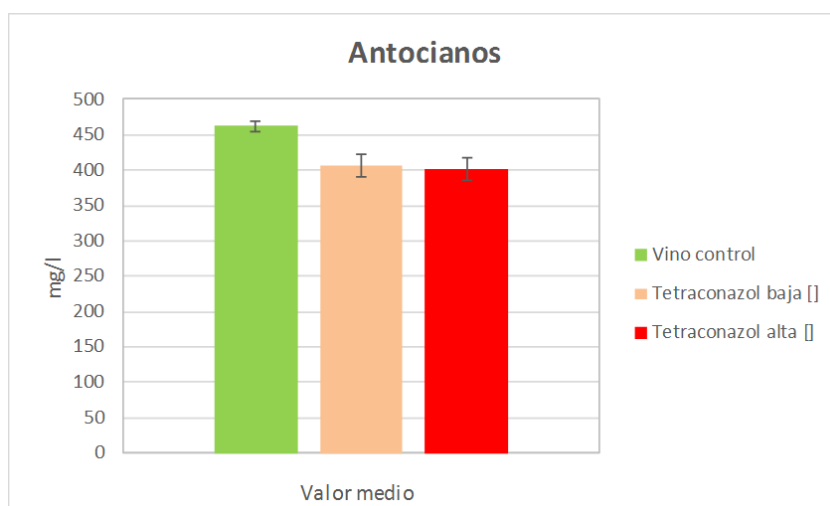
Los valores de tono no presentan variaciones en los 3 vinos obtenidos. Valores en torno a 0,5-0,6 son indicativos de vinos donde predominan los tonos rojos frente a los amarillos, por lo tanto, vinos jóvenes con poca evolución en la botella.

El índice de polifenoles totales nos marca el contenido de compuestos fenólicos en el vino. En la figura 8 se observa que la presencia del fungicida tetraconazol a baja concentración no afecta a la cantidad total de compuestos fenólicos, mientras que cuando se adiciona tetraconazol a alta concentración se observa un ligero aumento. Por lo tanto la presencia de residuos de plaguicidas no produce una disminución del contenido total de compuestos fenólicos. Los valores absolutos son típicos de vinos más tánicos y con posibilidad de utilizarlo para crianza.



**Figura 8.** Índice de Polifenoles Totales (IPT).

Por último, vemos que para el contenido en antocianos totales se producen un descenso de los mismos con la adición del fungicida de tetraconazol (Figura 9). No dependiendo ese descenso de la concentración a la que se encuentra el fungicida estudiado.



**Figura 9.** Contenido en antocianos totales.

### 3.2. ESTUDIO DE LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS ENTRE VINIFICACIONES.

En este apartado se exponen los resultados obtenidos en un estudio estadístico para determinar las diferencias significativas de los vinos obtenidos en presencia de fungicida con respecto al vino control (Tabla 4)

De los datos de la tabla anterior se desprende que para grado alcohólico, acidez volátil y ácido láctico se dan diferencias significativas para ambas concentraciones al nivel de ( $p \leq 0.01$ ), también se produce estas diferencias significativas para intensidad colorante a baja concentración y para IPT a alta concentración.

**Tabla 4.** *Diferencias significativas de los vinos con adición de fungicida con respecto al vino control.*

	G.A.	A.T.	A.V.	pH	A.M.	A.L.	IC	IPT	Tono	Antocianos
TB	**		**		**	**	**		***	***
TA	**		**	***	**	**		**	***	***

\* $p \leq 0.05$ , \*\* $p \leq 0.01$ , \*\*\* $p \leq 0.001$ .

En tono y contenido en antocianos las diferencias significativas se encuentran al nivel de  $p \leq 0.001$  para ambas concentraciones. También se encuentra en este nivel el pH en los vinos obtenidos en presencia de residuos de tetraconazol a alta concentración. No se producen diferencias significativas a ninguna concentración para la acidez total.

Por lo tanto, la presencia de residuos de tetraconazol durante la vinificación se producen diferencias significativas con respecto al vino control (exento del fungicida) en el grado alcohólico, la fracción ácida y los parámetros indicativos del color, alterando la calidad organoléptica de los vinos.

### 3.3. ESTUDIO DE LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS PRODUCIDAS POR LA VARIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN.

Este estudio se centra en determinar las diferencias significativas que puedan existir entre las vinificaciones con adición del fungicida pero con distinta concentración (Tabla 5).

**Tabla 5.** *Diferencias significativas para vinos con adición de tetraconazol en función de la concentración.*

	G.A.	A.T.	A.V.	pH	A.M.	A.L.	IC	IPT	Tono	Antocianos
TB-TA	*		**	***	**	**	**	**		

Para acidez total, tono y antocianos totales no se produce ninguna diferencia significativa independientemente de la concentración utilizada. Para grado alcohólico existen diferencias significativas a nivel de ( $p \leq 0.05$ ). Para acidez volátil, ácido málico, ácido láctico, intensidad colorante e índice de polifenoles totales las diferencias significativas son al nivel de ( $p \leq 0.01$ ) y para pH estas diferencias aumentan al nivel de ( $p \leq 0.001$ ).

Podemos concluir que el nivel de concentración de residuos de tetraconazol durante la vinificación influye en los valores finales de grado alcohólico, acidez y color.

### 4. CONCLUSIONES.

1. La duración de la fermentación alcohólica no se ve afectada por la presencia del fungicida estudiado. Aunque podría producir un menor desarrollo de la fase inicial del crecimiento de las levaduras, ya que en las vinificaciones con presencia de tetraconazol se produce un mayor desarrollo de bacterias acéticas y malolácticas.

2. La presencia de residuos de tetraconazol durante la vinificación producen diferencias significativas con respecto al vino control (exento del fungicida) en el grado alcohólico, la fracción ácida y los parámetros indicativos del color, alterando la calidad organoléptica de los vinos.
3. El valor de acidez volátil en vino con presencia de residuos de tetraconazol a alta concentración (5LMR) es indicativo de un vino picado o avinagrado, lo que produce un rechazo en el consumidor.
4. La concentración a la que se encuentre el fungicida durante la vinificación influye en los niveles finales de algunos de los parámetros estudiados. Por lo tanto, la calidad organoléptica de los vinos se ve alterada con la concentración del fungicida.

## **5. BIBLIOGRAFÍA.**

**CABONI, P., CABRAS, P.** 2010. Pesticides: influence on wine fermentation. *Advances in Food and Nutrition Research*, 59:43-62.

**CERMEÑO, S.** 2016. Cálculo de Factores de Procesado de Residuos de Plaguicidas en la Elaboración de Alimentos Transformados de Frutas y Hortalizas. Tesis Doctoral Universidad de Murcia.

**FERNÁNDEZ, M.J., OLIVA, J., BARBA, A., CÁMARA, M.A.** 2005a. Fungicide dissipation curves in winemaking processes with and without maceration step. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 53: 804-811.

**FERNÁNDEZ, M.J., OLIVA, J., BARBA, A., CÁMARA, M.A.** 2005b. Effects of clarification and filtration processes on the removal of fungicides residues in red wines (var. Monastrell). *Journal Agricultural Food Chemistry*, 53: 6156-6161.

**GARCÍA, M.A., OLIVA, J., BARBA, A., CÁMARA, M.A., PARDO, F., DÍAZ-PLAZA, E.M.** 2004. Effect of fungicide residues on the aromatic composition of White wine inoculated

with three *saccharomyces cerevisiae* strains. Journal Agricultural Food Chemistry, 52: 1241-1247.

**GIRÓN, F.** 2012. Disipación y efectos de nuevos fungicidas sobre la fermentación y calidad de vinos tintos de Monastrell. Tesis Doctoral de la Universidad Católica San Antonio.

**MACBEAN, C. (Ed.)**. 2013. The pesticide manual: A world compedium (16th Ed.). The British Crop Protection Council. Alton, Hampshire, UK.

**MARTÍNEZ, G.** 2016. Biodisponibilidad In Vitro de Residuos de Fungicidas en Vinos. Influencia de su Presencia en la Capacidad Antioxidante y Biodisponibilidad de Compuestos Fenólicos. Tesis Doctoral Universidad de Murcia.

**MULERO, J., MARTÍNEZ, G., OLIVA, J., CERMEÑO, S., CAYUELA, J.M.<sup>a</sup>, ZAFRILLA, P., MARTÍNEZ-CACHÁ, A. y Barba, A.** 2015. Phenolic compounds and antioxidant activity of red wine made from grapes treated with different fungicides. Food Chemistry, 180: 25-31.

**OLIVA, J., BARBA, A., PAYÁ, P., CÁMARA, M.A.** 2006. Disappearance of fenhexamid residues during winemaking process. Comm. Appl. Biol. Sci. Ghent University, 71/2a: 65-74.

**OLIVA, J., PAYÁ, P., CÁMARA, M.A., BARBA, A.** 2007a. Removal of pesticides from white wine by the use of fining agents and filtration. Comm. Appl. Biol. Sci. Ghent University, 71/2a: 171-180.

**OLIVA, J., PAYÁ, P., CÁMARA, M.A., BARBA, A.** 2007b. Removal of famoxadone, fluquinconazole and trifloxystrobin residues in red wines: Effects of clarification and filtration processes. Journal Environmental Science Health Part B, 42: 775-781.

**OLIVA, J., ZALACAIN, A., PAYÁ, P., SALINAS, M.R., BARBA, A.** 2008. Effect on the use of recent commercial fungicides (under good and critical agricultural practices) on the aroma composition of Monastrell red wines. Analytica Chimica Acta, 617: 107-118.



**OLIVA, J., PAYÁ, P., BARBA, A.** 2009a. Levels of pesticide residues in red wine and health risk assessment, IN: Red Wine and Health, P. O'Byrne ed. Nova Science Publishers. 271-300 pp.

**OLIVA, J., MULERO, J., PAYÁ, P., CÁMARA, M.A., BARBA, A.** 2009. Influence of several fungicides on the antioxidant activity of red wines (var. Monastrell). Journal Environmental Science Health Part B, 44: 546-552.

**OLIVA, J., GARDE-CERDÁN, T., MARTÍNEZ-GIL, A.M., SALINAS, M.R., BARBA, A.** 2011. Fungicide effects on ammonium and amino acids of Monastrell grapes. Food Chemistry, 129: 1676-1680.

**OLIVA, J., MARTÍNEZ-GIL, A.M., LORENZO, C., CÁMARA, M.A., SALINAS, M.R., BARBA, A., GARDE-CERDÁN, T.** 2015. Influence of the use of fungicides on the volatile composition of Monastrell red wines obtained from inoculated fermentation. Food Chemistry, 170: 401-406.

**PAYÁ, P., OLIVA, J., BARBA, A.** 2009. Dissappearance of fungicides in fresh and processed agricultural products. Influence of the elaboration techniques. In: Fungicides: Chemistry, environmental impact and health effects, P. De Costa and P. Bezerra editors. Nova Biomedical. 335-360 pp.

**REGUEIRO, J., LÓPEZ-FERNÁNDEZ, O., RIAL-OTERO, R., CANCHO-GRANDE, B., SIMAL-GÁNDARA, J.** 2015. A Review on the Fermentation of Foods and the Residues of Pesticides-Biotransformation of Pesticides and Effects on Fermentation and Food Quality. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 55:839-863.