

EFECTO DE FUNGICIDAS SOBRE LA CALIDAD ORGANOLÉPTICA DE VINOS TINTOS VARIEDAD CABERNET SAUVIGNON

Oliva, J.^{1*}, Pardo, F.², Gómez M.¹, Lorente, J.E.¹ y Cámara, M.A.¹.

¹Departamento 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

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

PALABRAS CLAVE: Vino, fungicidas, compuestos fenólicos, fracción ácida, calidad organoléptica.

RESUMEN.

En este trabajo se estudia la influencia de la adición de tres fungicidas (iprovalicarb, mepanipirin y tetraconazol) empleados contra las plagas de oídio, mildiu y botritis en vinos de la variedad Cabernet Sauvignon. Los fungicidas se añaden durante la vinificación a dos concentraciones para cada uno (2 y 5 LMR). La determinación de los parámetros organolépticos (grado alcohólico, acidez total y volátil, ácido láctico y málico, intensidad colorante y tono, índice de polifenoles totales y antocianos) se ha realizado mediante un Analizador Multiparamétrico Enológico FTIR-VIS-UV MultiSpec.

La presencia de residuos de iprovalicarb durante el proceso de vinificación afecta significativamente al grado alcohólico, acidez total, y ácido láctico del vino a las distintas concentraciones añadidas. Los residuos de mepanipirin durante el proceso de vinificación provocan una cierta disminución de acidez total y volátil, pH, ácido láctico, tono, índice de polifenoles y antocianos totales; mientras que el contenido en ácido málico se incrementa, lo que produce un menor desarrollo de las levaduras en las etapas

iniciales de la fermentación, permitiendo que las bacterias malolácticas se desarrollen con mayor rapidez. La presencia de residuos de tetraconazol durante el proceso de vinificación afecta significativamente a la acidez total, pH, ácido málico, ácido láctico y al índice de polifenoles totales. Con la adición de tetraconazol a baja concentración se ve afectada la acidez volátil incrementando el contenido en ácido acético y también el contenido en antocianos totales. Del estudio estadístico realizado, podemos concluir que en la mayoría de ensayos existen diferencias significativas por la presencia de los tres fungicidas frente a un vino control y que estas diferencias dependen del producto utilizado y están relacionadas con su concentración.

1. INTRODUCCIÓN.

El principal problema de pérdida de producción en los viñedos son las plagas y enfermedades, en concreto, las producidas por hongos. Las enfermedades más comunes en el cultivo de la vid son oídio, mildiu y botritis y entre los fungicidas que más se usan contra estas plagas son tetraconazol, iprovalicarb y mepanipirin, respectivamente.

Tetraconazol es un fungicida de origen sintético, con actividad sistémica, del grupo de los triazoles que posee propiedades protectoras, curativas y erradicantes contra las enfermedades, inhibiendo la síntesis del ergosterol. El mismo está en la lista de sustancias activas aprobadas según el Anexo I de la Directiva 91/414/CEE, para su uso como fungicida. Es efectivo para controlar diversas enfermedades de origen fúngico como oídio. Mepanipirin es un compuesto químico del grupo de la pirimidinas, en concreto, de las anilino pirimidinas. Se utiliza como fungicida de contacto, con acción preventiva y actúa inhibiendo el crecimiento del micelio y se impide así la destrucción de las paredes vegetales. Este fitosanitario tiene acción fungicida, especialmente contra la podredumbre gris o botritis de las vides. Por último, iprovalicarb se trata de un fungicida de origen sintético, compuesto por una mezcla racémica de sus diastereoisómeros, cuya sustancia activa es un amidocarbamato de aminoácido sistémico con acción protectora, curativa y erradicante que se absorbe por las raíces y las hojas. Afecta al crecimiento de los tubos germinativos de las zoosporas y esporangios, al crecimiento del micelio y a la formación de esporas y liberación de los oomicetos. Se

utiliza para combatir el Mildiu en gran variedad de cultivos, entre ellos la uva de vinificación (Macbean, 2013).

Pese a los beneficios que presenta la aplicación de productos fitosanitarios en los viñedos, tanto la uva vendimiada como el vino producido posteriormente pueden contener residuos de plaguicidas y estos residuos pueden afectar a la calidad organoléptica del vino y a la actividad de las levaduras, afectando al aroma, acidez, color y otras características organolépticas del vino, disminuyendo su calidad final (Fernández et al, 2005a, 2005b; Caboni y Cabras, 2010; González et al., 2012, González, 2013).

Por lo tanto, 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 (Oliva et al., 2006, 2007a, 2007b, 2009a; Paya et al., 2009).

También, la presencia de residuos de fungicidas durante el proceso de vinificación puede afectar la evolución de la fermentación del vino, ya que pueden interaccionar 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 todo lo anteriormente citado, en este trabajo se estudia la influencia de la adición de tres fungicidas: tetraconazol, mepanipirin e iprovalicarb añadidos al mosto de uva de la variedad Cabernet Sauvignon, a distintas concentraciones en las características organolépticas principales de un vino como son: el grado alcohólico, la acidez total, la acidez volátil, el pH, el ácido málico, el ácido láctico, la intensidad colorante, el índice de polifenoles totales, el tono y los antocianos.

2. MATERIALES Y MÉTODOS.

2.1 MATERIAL VEGETAL

En este trabajo se ha utilizado uva Cabernet Sauvignon ecológica, sin tratamientos fitosanitarios y en perfecto estado sanitario (libre de enfermedades y podredumbres). 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.

Tabla 1. *Parámetros de calidad de la Uva Cabernet Sauvignon empleada .*

Parámetro	Unidad	Valor
Azúcares	Be	13,5
Acidez total	g/LA. Tartárico	4,67
pH	unidades	3,51
Ácido Málico	g/L	1,24
Tonalidad		0,54
Ácido Glucónico	g/L	0,94

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. En total, se realizaron 21 microvinificaciones (tres para vino control, tres con adición de tetraconazol a baja concentración (2 LMR) y tres para la concentración alta (5LMR), otras tres para iprovalicarb a cada concentración e igual número para mepanipirin a ambas concentraciones). Previo 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 de los fungicidas 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.

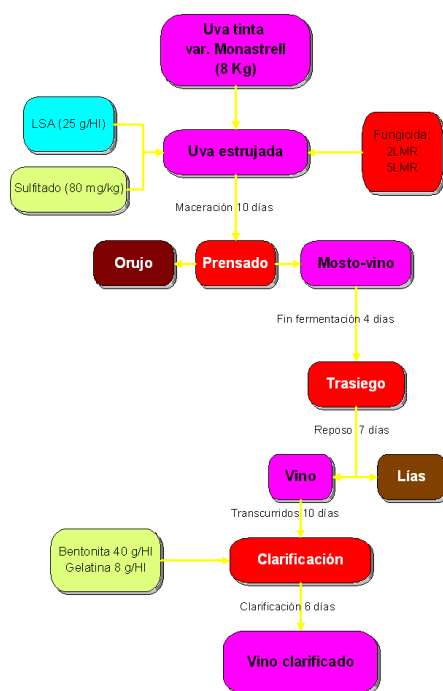


Figura 1. Esquema del proceso de vinificación.

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.

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	$y = 0,240x - 68,092$

Previo al análisis de los vinos se llevó 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.

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.

2.4. ESTADÍSTICA.

Los datos obtenidos en esta experiencia fueron sometidos a tratamiento estadístico, mediante la comparación del vino control con los restantes, cada uno elaborado en presencia de un fungicida y a dos concentraciones diferentes, al objeto de determinar si los valores medios de los parámetros estudiados difieren significativamente. Para ello, inicialmente se realizó una prueba de homogeneidad de las varianzas (test de Levene) indicativa del tipo de análisis a utilizar (paramétrico o no paramétrico). Para todos los parámetros estudiados, excepto para ácido málico y láctico, se realizó un análisis no paramétrico, aplicando los tests de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney-Wilcoxon. Para aquellos se realizó un análisis de la varianza (ANOVA de un factor) mediante la aplicación del test de la diferencia menor significativa (DMS). El tratamiento se ha realizado utilizando la aplicación informática SPSS 24.0 para Windows.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

3.1 ANÁLISIS DE LOS VINOS.

En la tabla 3 se exponen los resultados obtenidos de los parámetros analizados (grado alcohólico, acidez total, acidez volátil, pH, ácido málico, ácido láctico, intensidad colorante, índice de polifenoles totales, tono y antocianos totales) en los vinos clarificados con los fungicidas adicionados y en el vino de control.

Tabla 3. Valores medios ($n=6$) y desviación estándar (SD) de los parámetros estudiados en los diferentes vinos.

Vino	Control	IB	IA	MB	MA	TB	TA
Grado alcohólico	13,46±0,07	14,03±0,04	14,54±0,16	13,74±0,15	14,38±0,11	13,56±0,03	13,79±0,07
Acidez total	5,14±0,06	4,98±0,04	4,65±0,07	4,85±0,09	5,07±0,22	4,89±0,04	4,84±0,05
Acidez volátil	0,72±0,08	0,64±0,10	0,48±0,05	0,58±0,07	0,44±0,04	0,82±0,01	0,62±0,03
pH	3,72±0,02	3,71±0,01	3,70±0,01	3,67±0,01	3,61±0,02	3,68±0,01	3,69±0,01
Ácido málico	0,22±0,06	0,12±0,07	0,19±0,08	0,31±0,06	1,15±0,35	0,08±0,04	0,08±0,07
Ácido láctico	1,30±0,07	1,16±0,06	1,17±0,04	1,17±0,07	0,47±0,15	1,09±0,04	1,08±0,27
Intensidad colorante	11,65±1,40	12,43±0,70	13,53±0,37	11,44±0,74	13,31±0,49	11,65±0,37	11,31±0,22
IPT	43,97±3,31	44,52±0,95	45,28±0,17	41,56±1,41	40,63±1,46	40,39±1,12	40,82±0,13
Tono	0,68±0,01	0,68±0,01	0,68±0,01	0,67±0,01	0,63±0,01	0,68±0,01	0,68±0,01
Antocianos totales	357,20±50,39	364,10±18,53	359,45±26,94	308,30±24,07	338,77±21,83	374,47±18,40	330,68±3,55

IB: Iprovalicarb añadido a 4 mg/l, IA: Iprovalicarb añadido a 10 mg/l.; MB: Mepanipirín añadido a 4 mg/l, MA: Mepanipirín añadido a 10 mg/l; TB: Tetraconazol añadido a 1 mg/l; TA Tetraconazol añadido a 2,5 mg/

De los datos expuestos podemos observar que para los tres fungicidas estudiados se produce un incremento en el grado alcohólico con respecto al vino de control, siendo mayor en el caso en el que la concentración de plaguicida aplicado es más alta (5LMR). Los mayores valores de grado alcohólico (Figura 2) se dan en los ensayos en presencia de iprovalicarb ($14,54 \pm 0,16$ %), aunque la diferencia no llega a ser en ningún caso mayor de 1,5 grados con respecto al vino de control. Estos valores de grado alcohólico indican que la presencia de los fungicidas no afecta al desarrollo y duración de la fermentación. En general, los valores son típicos de los vinos de la Denominación de Origen Jumilla.

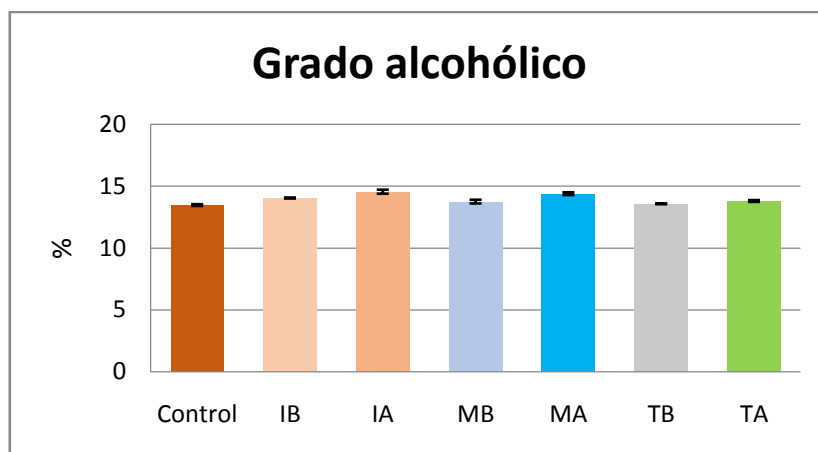


Figura 2. *Grado alcohólico de los vinos con y sin fungicidas*

En el caso de la acidez total (Figura 3), al contrario de lo que sucede con el grado alcohólico, en todos los ensayos se produce un leve descenso, siendo este descenso mayor para iprovalicarb a alta concentración. Para este parámetro, no se observa una influencia clara de la concentración ya que, aunque el aumento de la concentración hace descender la acidez total para iprovalicarb y tetraconazol, en el caso de mepanipirin la eleva. También, los valores de acidez total se encuentran en un rango característico de los vinos de Denominación de Origen Jumilla.

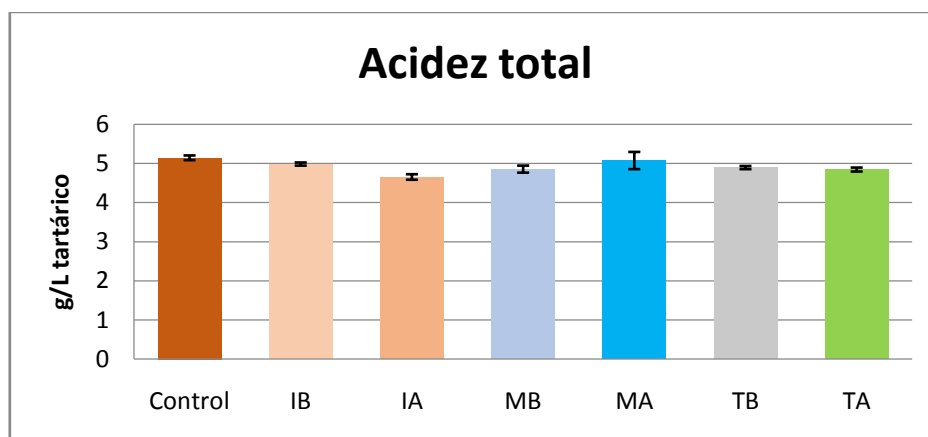


Figura 3. *Acidez total de los vinos con y sin fungicidas.*

Los valores de acidez volátil (Figura 4) son indicativos de que la presencia de los plaguicidas no va a producir un deterioro del vino, ya que, en la mayoría de los casos, lo que se produce es una disminución de la acidez volátil. Además, con el aumento de la concentración de fungicida, disminuye la concentración de ácido acético

en el vino. Estos datos reflejan que la presencia de estos tres fungicidas no afecta al desarrollo de las levaduras ya que los valores de acidez volátil nos indican que no se ha producido una proliferación de bacterias acéticas, típico de fermentaciones donde se produce un retraso en la acción de las levaduras por influencia de los fungicidas utilizados en los ensayos.

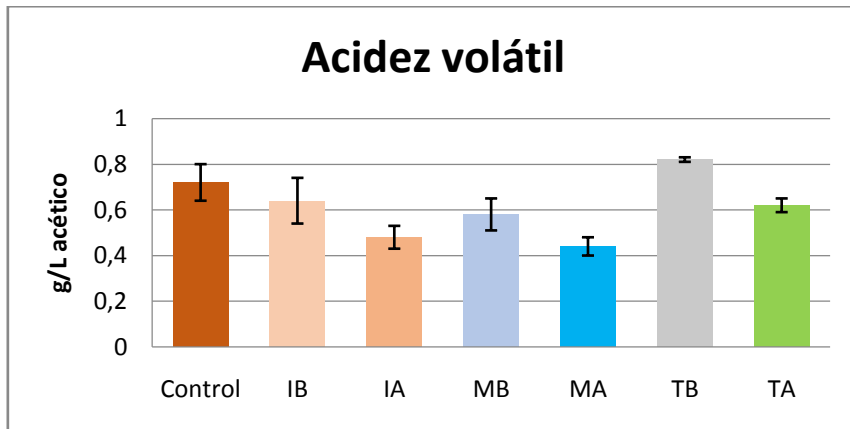


Figura 4. *Acidez volátil de los vinos con y sin fungicidas*

Los valores de pH (Figura 5) se mantienen estables en todos los ensayos con valores que oscilan desde $3,61 \pm 0,02$ hasta $3,71 \pm 0,02$ del control. Los valores de pH nos permiten tener un medio poco apropiado para el ataque de bacterias que podrían alterar negativamente la calidad sensorial del vino.

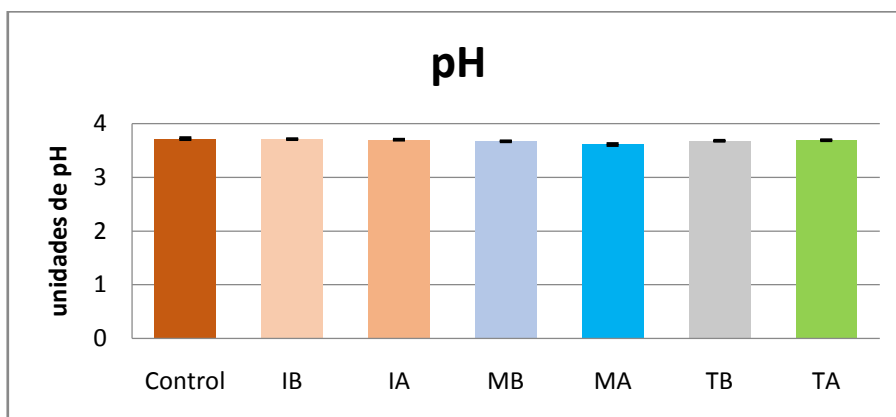


Figura 5. *pH de los vinos con y sin fungicidas*

En las figuras 6 y 7 se muestran las concentraciones en g/L de ácido málico y ácido láctico en los distintos ensayos, con adición y sin adición de fungicidas. En todos los casos excepto el ensayo con mepanipirin a alta concentración, no se ve afectada la fermentación maloláctica, produciéndose en todos los casos un descenso del ácido málico respecto a la uva vendimiada (1,24g/L). Para iprovalicarb y tetraconazol el descenso producido en la concentración de ácido málico es mayor que para el vino control. Sin embargo, para mepanipirin a alta concentración el ácido málico no sufre una fermentación maloláctica. Los valores de ácido láctico en todos los casos y para todas las concentraciones son también inferiores a los obtenidos en el vino control.

Los resultados 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 se está llevando a cabo una fermentación maloláctica provocada por bacterias (Girón, 2012; Simal-Gándara, 2015)

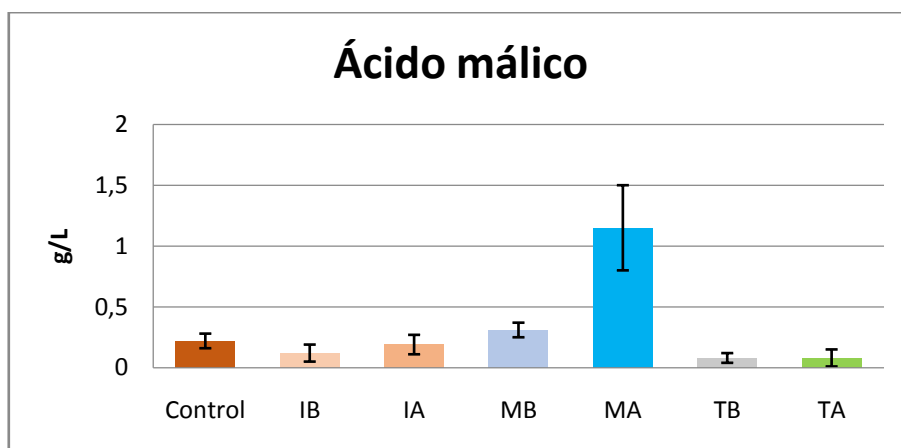


Figura 6. Ácido málico de los vinos con y sin fungicidas

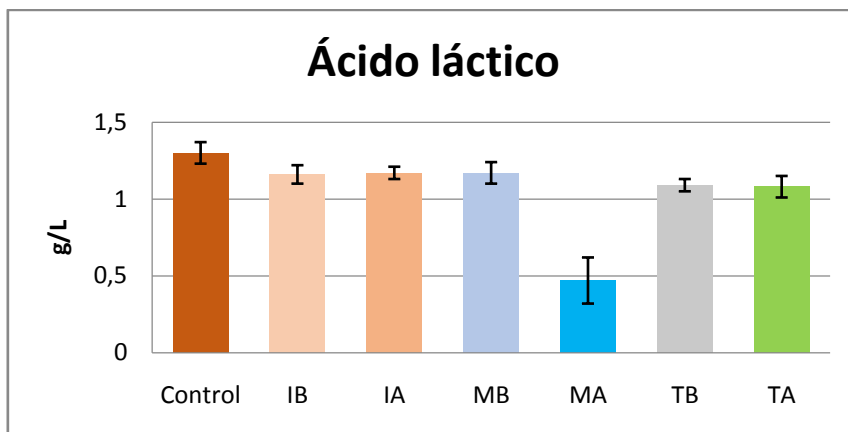


Figura 7.Ácido láctico de los vinos con y sin fungicidas

La intensidad colorante aumenta para los ensayos de iprovalocarb a ambas concentraciones y también en el ensayo con mepanipirin a alta concentración, mientras que se mantiene constante o desciende levemente en el resto de ensayos con respecto al control. Los valores alcanzados, son típicos de vinos con una capa alta. Pese a las diferencias existentes en el valor de la intensidad colorante (Figura 8), estos valores absolutos no van a alterar la calidad organoléptica de los vinos.

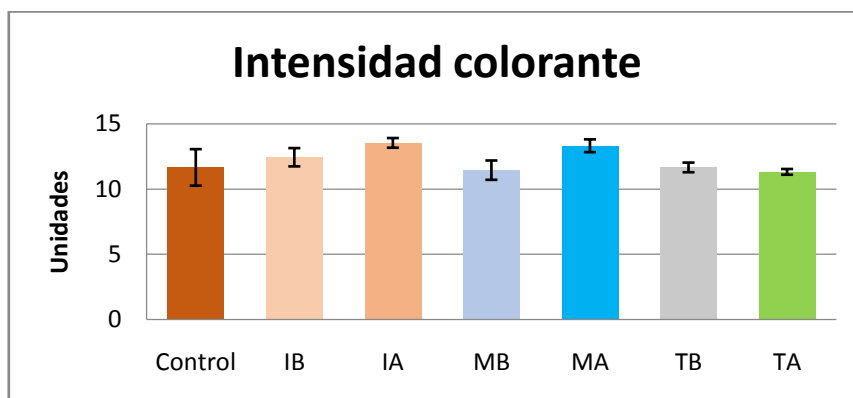


Figura 8.Intensidad colorante de los vinos con y sin fungicidas

El índice de polifenoles totales es uno de los parámetros que nos indica el contenido de compuestos fenólicos que se encuentran en el vino. En este caso, el índice de polifenoles totales (Figura 9) aumenta cuando el ensayo se realiza en presencia de iprovalicarb a ambas concentraciones. Sin embargo, para los ensayos realizados con mepanipirin y tetraconazol, se produce un descenso del índice de polifenoles totales a ambas concentraciones. Por lo tanto, podemos decir que la presencia de mepanipirin y

tetraconazol provoca en el vino una disminución del contenido en compuestos fenólicos. Los valores en torno a 40 en el índice de polifenoles totales, nos indican un alto contenido tánico y por lo tanto, hacen el vino susceptible de ser utilizado en crianza.

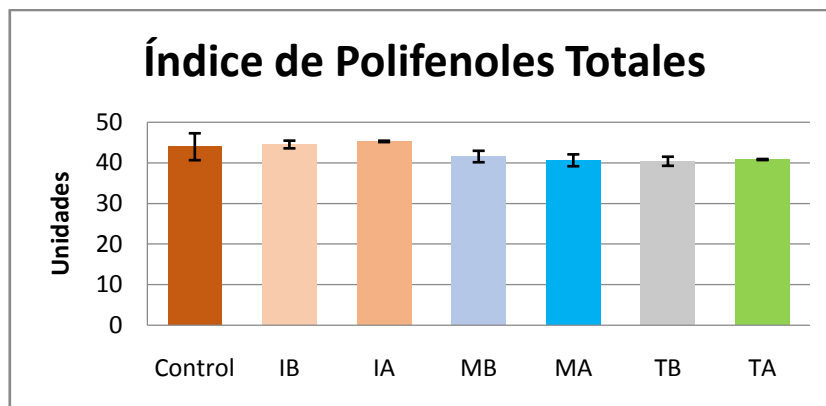


Figura 9. Índice de Polifenoles Totales (IPT) de los vinos con y sin fungicidas

El tono (Figura 10) no presenta variaciones en los vinos ensayados, exceptuando el de mepanipirin a alta concentración, donde desciende a $0,63 \pm 0,01$. Estos valores entre 0,6 y 0,7, nos indican que los vinos estudiados tienen un predominio de tonos rojos frente a los amarillos, por tanto, son datos característicos de vinos jóvenes sin evolución en la botella (Mulero et al, 2011).

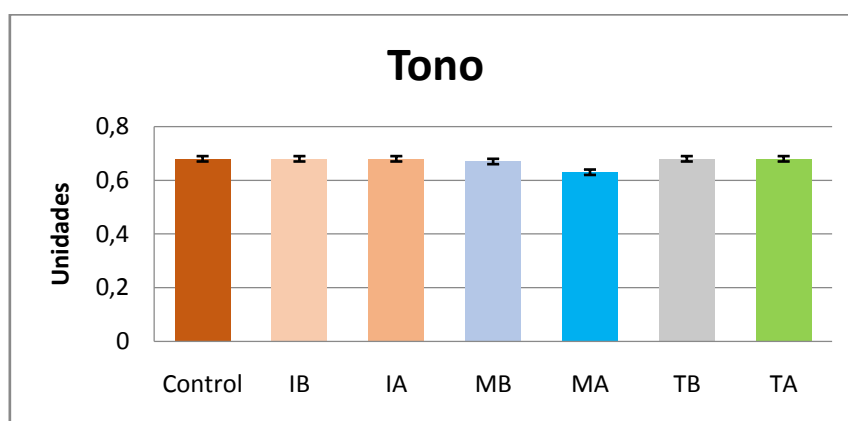


Figura 10. Tono de los vinos con y sin fungicidas

Por último, en los valores de antocianos totales (Figura 11) descienden con respecto al vino control para mepanipirina ambas concentraciones y para tetraconazol a

alta concentración (5 LMR). Para el resto de ensayos, los valores son levemente superiores a los del vino de control. Por lo tanto, el contenido en antocianos totales se mantiene igual, o es levemente superior en el caso de iprovalicarb y tetraconazol a baja concentración (2 LMR).

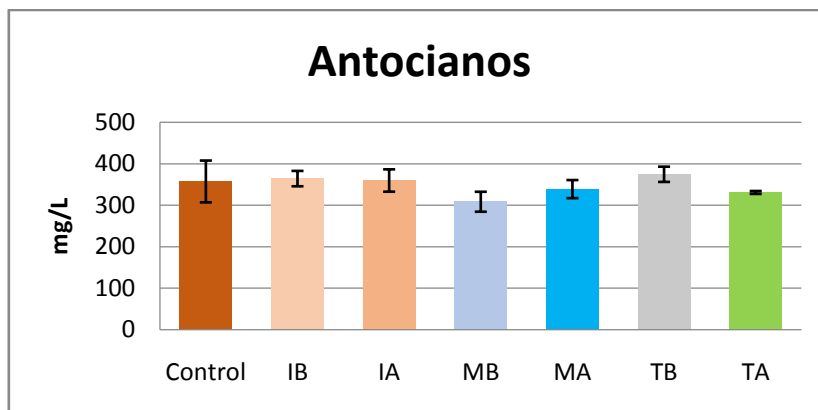


Figura 11. *Contenido en antocianos totales de los vinos con y sin fungicidas*

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 los fungicidas a ambas concentraciones con respecto al vino control.

En la tabla 4 se observa que existen diferencias significativas para todos los plaguicidas y a todas las concentraciones en el grado alcohólico y en el contenido de ácido láctico, no existiendo esas diferencias para la intensidad colorante y el contenido en antocianos totales. Mientras que para el resto de parámetros: acidez total, acidez volátil, pH, ácido málico, índice de polifenoles totales y tono, se producen diferencias significativas a distintos niveles para algunos de los plaguicidas estudiados.

Tabla 4. Diferencias significativas con respecto al vino control de cada una de las vinificaciones

Vino	Grado Alcohólico	Acidez Total	Acidez Volátil	pH	Ácido Málico	Ácido Láctico	Intensidad colorante	IPT	Tono	Antocianos
IB	**	**			*	**				
IA	***	**	**	*		**				
MB	**	**	**	**	*	*			*	
MA	**		**	**	**	**		*	***	
TB	*	**		**	**	**		**		
TA	**	**	**	*	**	*		**		

*** p < 0,001, ** p < 0,01 y * p < 0,05

3.3. ESTUDIO DE LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS EN FUNCIÓN DEL FUNGICIDA APLICADO.

Los datos de la tabla 5 muestran diferencias significativas en los vinos en función del tipo de fungicida añadido. Para la mayoría de los parámetros estudiados, se aprecia que el tipo de plaguicida utilizado afecta a los valores de dichos parámetros. Por ejemplo, cuando relacionamos iprovalicarb y mepanipirin a baja concentración, se observa que excepto para la acidez volátil y el contenido en ácido láctico, para el resto de parámetros presenta diferencias significativas.

La comparación en la que menos diferencias significativas hay es la mepanipirin a baja concentración con tetraconazol a baja concentración, presentando diferencias significativas solo en: grado alcohólico, acidez volátil, ácido málico y contenido en antocianos, sin presentar por tanto variaciones en: acidez total, pH, ácido láctico, intensidad colorante, índice de polifenoles totales y tono.

Tabla 5. *Diferencias significativas en función del plaguicida adicionado.*

Vino	Grado Alcohólico	Acidez Total	Acidez Volátil	pH	Ácido Málico	Ácido Láctico	Intensidad colorante	IPT	Tono	Antocianos
IB-MB	**	*		**	**		*	**	*	**
IB-TB	**	**	**	**				**		
MB-TB	**		**		**					**
IA-MA		**		**	**	**		**	***	
IA-TA	**	**	**		*		**	**		
MA-TA	**		**	**	**	**	**		***	

3.4. ESTUDIO DE LAS DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS PRODUCIDAS POR LA VARIACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN.

También se observan diferencias significativas en los vinos en función de la concentración del fungicida añadido (tabla 6). En este caso, vemos que para iprovalicarb existen diferencias significativas entre concentraciones excepto para el ácido málico, láctico, tono y contenido en antocianos. Mepanipirin también presenta diferencias significativas excepto para la acidez total, el índice de polifenoles total y el contenido en antocianos. En los ensayos de tetraconazol, las diferencias significativas se producen en el grado alcohólico, acidez volátil, ácido láctico y antocianos.

Tabla 4.4. *Diferencias significativas en función de la concentración de cada fungicida.*

Vino	Grado Alcohólico	Acidez Total	Acidez Volátil	pH	Ácido Málico	Ácido Láctico	Intensidad colorante	IPT	Tono	Antocianos
IB-IA	**	**	*	*			**	*		
MB-MA	**		**	**	**	**	**		***	
TB-TA	**		**			**				**

Del estudio estadístico realizado, podemos concluir que en la mayoría de ensayos existen diferencias significativas por la presencia de los tres fungicidas frente a un vino control y que estas diferencias también dependen del producto utilizado y están relacionadas con su concentración.

4. CONCLUSIONES.

1. La presencia de residuos de iprovalicarb durante el proceso de vinificación de uvas variedad Cabernet Sauvignon afecta significativamente al grado alcohólico, acidez total y ácido láctico del vino a las distintas concentraciones añadidas (4 y 10 mg/l). En el caso de iprovalicarb a alta concentración, hay además diferencias significativas en pH y acidez volátil.

2. Los residuos de mepanipirín durante el proceso de vinificación provocan una cierta disminución de acidez total y volátil, pH, ácido láctico, tono, índice de polifenoles y antocianos totales; mientras que el contenido en ácido málico se incrementa, lo que permite un mayor desarrollo de la fermentación maloláctica, ya que su presencia durante la vinificación produce un menor desarrollo de las levaduras en las etapas iniciales de la fermentación, permitiendo que las bacterias malolácticas se desarrollen con mayor rapidez.

3. La presencia de residuos de tetraconazol durante el proceso de vinificación afecta significativamente a la acidez total, pH, ácido málico, ácido láctico y al índice de polifenoles totales. Con la adicción de tetraconazol a baja concentración se ve afectada la acidez volátil incrementando el contenido en ácido acético y también el contenido en antocianos totales.

4. Del estudio estadístico realizado, podemos concluir que en la mayoría de ensayos existen diferencias significativas por la presencia de los tres fungicidas frente a un vino control y que estas diferencias dependen del producto utilizado y están relacionadas con su concentración.

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 fungicide 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.

GONZALEZ ALVAREZ, M., GONZALEZ-BARREIRO, C., CANCHO-GRANDE, B., y SIMAL-GANDARA J. 2012. Impact of phytosanitary treatments with fungicides (cyazofamid, famoxadene, mandipropamid and valinefate) on aroma compounds of Godello white wines. *FoodChemistry*, 131: 826-836.

GONZÁLEZ, M. 2013. Efecto en el perfil aromático del vino por la presencia de fungicidas en uva y por el proceso de elaboración de vinos dulces. Tesis Doctoral Universidad de Vigo.

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.^a, 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. *AnalyticaChimicaActa*, 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. 2009b. 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. Disappearance 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.

