
ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
1.1. LA D.O. UTIEL-REQUENA	3
1.2. LA VARIEDAD TEMPRANILLO	4
1.3. SITUACIÓN ACTUAL DEL MERCADO VITIVINÍCOLA	6
1.4. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	7
2. OBJETIVOS	13
3. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS	17
3.1. LOS COMPUESTOS FENÓLICOS	17
3.2. POTENCIAL FENÓLICO DE LA UVA	17
3.3. CLASIFICACIÓN DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS SEGÚN SU ESTRUCTURA QUÍMICA.	19
3.3.1. COMPUESTOS FLAVONOIDES	20
3.3.1.1. LOS ANTOCIANOS	20
3.3.1.2. LOS FLAVANOLES	21
3.3.1.3. FLAVONOLES, FLAVONAS Y FLAVANONOLES	24
3.3.2. COMPUESTOS NO FLAVONOIDES	25
3.3.2.1. LOS ÁCIDOS FENÓLICOS	25
3.3.2.2. LOS ESTILBENOS	26
3.4. REACTIVIDAD QUÍMICA Y EVOLUCIÓN DE LOS COMPUESTOS FENOLICOS.	27
3.4.1. EFECTO DEL PH EN EL COLOR DE LOS ANTOCIANOS	27
3.4.2. EFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE SULFUROSO SOBRE LOS ANTOCIANOS.	28
3.5. REACCIONES ENTRE COMPUESTOS FENÓLICOS	29
3.5.1. REACCIONES ENZIMÁTICAS DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS.	29

3.5.2. REACCIONES QUÍMICAS DE LOS COMPUESTOS FENÓLICOS. _____	30
3.5.2.1. CONDENSACIÓN DE ANTOCIANOS Y TANINOS _____	31
3.5.2.1.1. CONDENSACIÓN TANINO-ANTOCIANO (T-A) __	31
3.5.2.1.2. CONDENSACIÓN ANTOCIANO-TANINO (A-T) __	32
3.5.2.1.3. POLIMERIZACIÓN POR MEDIACIÓN DEL ACETALDEHÍDO _____	33
3.5.2.2. FORMACIÓN DE NUEVOS PIGMENTOS DERIVADOS DE LOS ANTOCIANOS. _____	33
3.5.2.3. POLIMERIZACIÓN DE TANINOS _____	34
3.5.2.3.1. POLIMERIZACIÓN LINEAL _____	35
3.5.2.3.2. POLIMERIZACIÓN CRUZADA _____	35
3.5.2.3.3. REACCIONES DE COMPLEJACIÓN DE LAS PROCIANIDINAS _____	36
3.6. ESTABILIDAD DEL COLOR MEDIANTE REACCIONES DE COPIGMENTACIÓN. _____	37
3.7. INFLUENCIA DE LA VINIFICACIÓN EN LA COMPOSICIÓN DE LOS VINOS _____	46
3.8. LA MACERACIÓN PREFERMENTATIVA EN FRÍO _____	47
3.9. PAPEL DEL OXÍGENO EN LA CALIDAD DE LOS VINOS __	53
3.10. LA TÉCNICA DE LA MICROOXIGENACIÓN _____	54
3.10.1. OBJETIVOS DE LA MICROOXIGENACIÓN _____	55
3.10.2. MOMENTOS DE APLICACIÓN DE LA MICROOXIGENACIÓN _____	55
3.10.3. APLICACIÓN DURANTE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA _____	56
3.10.4. APLICACIÓN DESPUÉS DE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA Y ANTES DE LA FERMENTACIÓN MALOLÁCTICA. _____	56
3.10.5. APLICACIÓN DURANTE LA MADURACIÓN O EL ALMACENAMIENTO _____	57

3.10.6. OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO. FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA DISOLUCIÓN DEL OXIGENO.	57
3.10.7. OTRAS APLICACIONES DE INTERÉS DE LA MICROOXIGENACIÓN	58
3.10.8. ESTUDIOS RECIENTES SOBRE LA APLICACIÓN DE LA MICROOXIGENACIÓN	59
4. PLAN DE TRABAJO	65
5. MATERIALES Y MÉTODOS	75
5.1. MATERIALES	75
5.2. MÉTODOS ANALÍTICOS.	75
5.2.1. PARAMETROS CARACTERÍSTICOS.	76
5.2.2. PARAMETROS POLIFENÓLICOS	76
5.2.2.1. DETERMINACIONES ESPECTOFOTOMÉTRICAS	76
5.2.2.2. ANTOCIANOS COPIGMENTADOS, POLIMERIZADOS Y LIBRES	76
5.2.2.3. ANTOCIANOS TOTALES	76
5.2.2.4. DETERMINACION DE CATEQUINAS	77
5.2.2.5. ÍNDICE DE ETANOL	77
5.2.2.6. ÍNDICE DE GELATINA	77
5.2.2.7. ÍNDICE DE PVPP.	77
5.2.2.8. ÍNDICE DMACH	78
5.2.2.9. INTENSIDAD COLORANTE Y TONO O MATIZ	78
5.2.2.10. TANINOS CONDENSADOS TOTALES	78
5.2.2.11. DETERMINACIONES MEDIANTE CROMATOGRAFÍA EN FASE LÍQUIDA (HPLC)	78
5.2.2.11.1. ANÁLISIS DE LA COMPOSICIÓN FENÓLICA	78
5.3. TÉCNICA DE MICROOXIGENACIÓN	79
5.4. TRATAMIENTO ESTADÍSTICO	79
5.4.1. ANÁLISIS DE LA VARIANZA	80
5.4.2. ANÁLISIS DE COMPONENTES PRINCIPALES	80

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	83
6.1. EFECTO DE LAS PRÁCTICAS ENOLÓGICAS ENSAYADAS SOBRE LA COMPOSICIÓN POLIFENÓLICA DE LOS VINOS ELABORADOS EN 2006	83
6.1.1. ANÁLISIS DE LOS VINOS POSTERIORMENTE A LA FERMENTACIÓN MALOLÁCTICA	84
6.1.1.1. ANÁLISIS MULTIFACTORIAL DE LA VARIANZA DE LOS FACTORES CONSIDERADOS	84
6.1.1.2. EFECTO DE LA ADICIÓN DE COPIGMENTOS	86
6.1.1.3. EFECTO DE LAS TÉCNICAS DE VINIFICACIÓN	89
6.1.1.4. CORRELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS POLIFENÓLICOS DE LOS VINOS, LA ADICIÓN DE COPIGMENTOS Y LAS TÉCNICAS DE VINIFICACIÓN	90
6.1.2. ANÁLISIS DE LOS VINOS A LOS 6 MESES DE CONSERVACIÓN	97
6.1.2.1. ANÁLISIS MULTIFACTORIAL DE LA VARIANZA DE LOS FACTORES CONSIDERADOS	97
6.1.2.2. EFECTO DE LA ADICIÓN DE COPIGMENTOS	101
6.1.2.3. EFECTO DE LAS TÉCNICAS DE VINIFICACIÓN	103
6.1.2.4. EFECTO DE LA MICROOXIGENACIÓN	105
6.1.2.5. EFECTO DEL MOMENTO DE ADICIÓN DE LOS COPIGMENTOS	107
6.1.2.6. CORRELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS POLIFENÓLICOS DE LOS VINOS Y LOS FACTORES CONSIDERADOS	108
6.1.3. ANÁLISIS DE LOS VINOS A LOS 12 MESES DE CONSERVACIÓN	115
6.1.3.1. ANÁLISIS MULTIFACTORIAL DE LA VARIANZA DE LOS FACTORES CONSIDERADOS	115
6.1.3.2. EFECTO DE LA ADICIÓN DE COPIGMENTOS	119
6.1.3.3. EFECTO DE LAS TÉCNICAS DE VINIFICACIÓN	121
6.1.3.4. EFECTO DE LA MICROOXIGENACIÓN	122

6.1.3.5. EFECTO DEL MOMENTO DE ADICIÓN DE LOS COPIGMENTOS _____	124
6.1.3.6. CORRELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS POLIFENÓLICOS DE LOS VINOS Y LOS FACTORES CONSIDERADOS _____	124
6.1.4. EVOLUCIÓN DE LOS VINOS ELABORADOS DURANTE 12 MESES DE CONSERVACIÓN EN BOTELLA _____	132
6.1.4.1. EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD COLORANTE _____	133
6.1.4.2. EVOLUCIÓN DEL TONO _____	134
6.1.4.3. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE ANTOCIANOS TOTALES _____	136
6.1.4.4. EVOLUCIÓN DE LA PROPORCIÓN DE ANTOCIANOS COPIGMENTADOS _____	138
6.1.4.5. EVOLUCIÓN DE LA PROPORCIÓN DE ANTOCIANOS LIBRES _____	140
6.1.4.6. EVOLUCIÓN DE LA PROPORCIÓN DE ANTOCIANOS POLIMERIZADOS _____	140
6.1.4.7. EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE PVPP _____	142
6.1.4.8. EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE FOLIN _____	143
6.1.4.9. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CATEQUINAS _____	145
6.1.4.10. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE TANINOS	146
6.1.4.11. EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE DMACH _____	147
6.1.4.12. EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE ETANOL _____	149
6.1.4.13. EVOLUCIÓN DE ÍNDICE DE GELATINA _____	150
6.2. EFECTO DE LAS PRÁCTICAS ENOLÓGICAS ENSAYADAS SOBRE LA COMPOSICIÓN POLIFENÓLICA DE LOS VINOS ELABORADOS EN 2007 _____	152
6.2.1. ANÁLISIS DE LOS VINOS POSTERIORMENTE A LA FERMENTACIÓN MALOLÁCTICA. _____	152
6.2.1.1. ANALISIS MULTIFACTORIAL DE LA VARIANZA DE LOS FACTORES CONSIDERADOS _____	152

6.2.1.2. EFECTO DE LA ADICIÓN DE COPIGMENTOS _____	154
6.2.1.3. EFECTO DE LAS TÉCNICAS DE VINIFICACIÓN _____	158
6.2.1.4. CORRELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS POLIFENÓLICOS DE LOS VINOS, LA ADICIÓN DE COPIGMENTOS Y LAS TÉCNICAS DE VINIFICACIÓN _____	160
6.2.2. ANÁLISIS DE LOS VINOS A LOS 6 MESES DE CONSERVACIÓN _____	166
6.2.2.1. ANÁLISIS MULTIFACTORIAL DE LA VARIANZA (ANOVA) DE LOS FACTORES CONSIDERADOS _____	166
6.2.2.2. EFECTO DE LA ADICIÓN DE COPIGMENTOS _____	169
6.2.2.3. EFECTO DE LAS TÉCNICAS DE VINIFICACIÓN _____	172
6.2.2.4. EFECTO DE LA MICROOXIGENACIÓN _____	173
6.2.2.5. EFECTO DEL MOMENTO DE ADICIÓN DE LOS COPIGMENTOS _____	175
6.2.2.6. CORRELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS POLIFENÓLICOS DE LOS VINOS, LA ADICIÓN DE COPIGMENTOS Y LAS TÉCNICAS DE VINIFICACIÓN _____	176
6.2.3. ANÁLISIS DE LOS VINOS A LOS 12 MESES DE CONSERVACIÓN _____	184
6.2.3.1. ANÁLISIS MULTIFACTORIAL DE LA VARIANZA (ANOVA) DE LOS FACTORES CONSIDERADOS _____	185
6.2.3.2. EFECTO DE LA ADICIÓN DE COPIGMENTOS _____	188
6.2.3.3. EFECTO DE LAS TÉCNICAS DE VINIFICACIÓN _____	190
6.2.3.4. EFECTO DE LA MICROOXIGENACIÓN _____	192
6.2.3.5. EFECTO DEL MOMENTO DE ADICIÓN DE LOS COPIGMENTOS _____	194
6.2.3.6. CORRELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS POLIFENÓLICOS DE LOS VINOS, LA ADICIÓN DE COPIGMENTOS Y LAS TÉCNICAS DE VINIFICACIÓN _____	195
6.2.4. EVOLUCIÓN DE LOS VINOS ELABORADOS DURANTE 12 MESES DE CONSERVACIÓN EN BOTELLA _____	202
6.2.4.1. EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD COLORANTE _____	204
6.2.4.2. EVOLUCIÓN DEL TONO _____	206

6.2.4.3. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE ANTOCIANOS TOTALES _____	207
6.2.4.4. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN TOTAL DE MALVIDINA. _____	209
6.2.4.5. EVOLUCIÓN DE LA SUMA DE ANTOCIANIDINAS ____	210
6.2.4.6. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS DERIVADOS DE ANTOCIANOS _____	211
6.2.4.7. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACION TOTAL DE ANTOCIANOS _____	213
6.2.4.8. EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DEL COLOR QUE CORRESPONDE A LAS REACCIONES DE COPIGMENTACIÓN	215
6.2.4.9. EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DEL COLOR QUE CORRESPONDE A LOS ANTOCIANOS LIBRES _____	216
6.2.4.10. EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DEL COLOR QUE CORRESPONDE A LOS ANTOCIANOS POLIMERIZADOS ____	217
6.2.4.11. EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE PVPP _____	219
6.2.4.12. EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE FOLIN _____	220
6.2.4.13. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS ÁCIDOS FENÓLICOS _____	222
6.2.4.14. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE FLAVONOLES _____	222
6.2.4.15. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACION DE 3-FLAVANOLES _____	223
6.2.4.16. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACION CATEQUINAS _ _____	225
6.2.4.17. EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE DMACH _____	226
6.2.4.18. EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE ETANOL _____	227
6.2.4.19. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE TANINOS TOTALES _____	228
6.2.4.20. EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE GELATINA _____	229

6.3. EFECTO DE LAS DIFERENTES PRÁCTICAS ENOLÓGICAS ENSAYADAS SOBRE LA COMPOSICIÓN POLIFENÓLICA DE LOS VINOS ELABORADOS EN EL AÑO 2008.	231
6.3.1. ANÁLISIS DE LOS VINOS POSTERIORMENTE A LA FERMENTACIÓN MALOLÁCTICA	231
6.3.1.1. ANÁLISIS MULTIFACTORIAL DE LA VARIANZA DE LOS FACTORES CONSIDERADOS	231
6.3.1.2. EFECTO DE LA ADICIÓN DE COPIGMENTOS	234
6.3.1.3. EFECTO DE LAS TÉCNICAS DE VINIFICACIÓN	237
6.3.1.4. CORRELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS POLIFENÓLICOS DE LOS VINOS, LA ADICIÓN DE COPIGMENTOS Y LAS TÉCNICAS DE VINIFICACIÓN	239
6.3.2. ANÁLISIS DE LOS VINOS A LOS 6 MESES DE CONSERVACIÓN	245
6.3.2.1. ANÁLISIS MULTIFACTORIAL DE LA VARIANZA (ANOVA) DE LOS FACTORES CONSIDERADOS	245
6.3.2.2. EFECTO DE LA ADICIÓN DE COPIGMENTOS	248
6.3.2.3. EFECTO DE LAS TÉCNICAS DE VINIFICACIÓN	250
6.3.2.4. EFECTO DE LA MICROOXIGENACIÓN	252
6.3.2.5. EFECTO DEL MOMENTO DE ADICIÓN DE LOS COPIGMENTOS	253
6.3.2.6. CORRELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS POLIFENÓLICOS DE LOS VINOS, LA ADICIÓN DE COPIGMENTOS, LAS TÉCNICAS DE VINIFICACIÓN Y EL MOMENTO DE ADICIÓN DE LOS COPIGMENTOS	255
6.3.3. ANÁLISIS DE LOS VINOS A LOS 12 MESES DE CONSERVACIÓN	261
6.3.3.1. ANÁLISIS MULTIFACTORIAL DE LA VARIANZA (ANOVA) DE LOS FACTORES CONSIDERADOS	262
6.3.3.2. EFECTO DE LA ADICIÓN DE COPIGMENTOS	264
6.3.3.3. EFECTO DE LAS TÉCNICAS DE VINIFICACIÓN	266
6.3.3.4. EFECTO DE LA MICROOXIGENACIÓN	268

6.3.3.5. EFECTO DEL MOMENTO DE ADICIÓN DE LOS COPIGMENTOS _____	269
6.3.3.6. CORRELACIÓN ENTRE LOS PARÁMETROS POLIFENÓLICOS DE LOS VINOS, LA ADICIÓN DE COPIGMENTOS, LAS TÉCNICAS DE VINIFICACIÓN Y EL MOMENTO DE ADICIÓN DE COPIGMENTOS _____	270
6.3.4. EVOLUCIÓN DE LOS VINOS ELABORADOS DURANTE 12 MESES DE CONSERVACIÓN EN BOTELLA _____	277
6.3.4.1. EVOLUCIÓN DE LA INTENSIDAD COLORANTE _____	279
6.3.4.2. EVOLUCIÓN DEL TONO _____	280
6.3.4.3. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE ANTOCIANOS TOTALES _____	282
6.3.4.4. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN TOTAL DE MALVIDINA _____	284
6.3.4.5. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LAS SUMA DE LAS ANTOCIANIDINAS _____	286
6.3.4.6. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS DERIVADOS DE ANTOCIANOS _____	287
6.3.4.7. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN TOTAL DE ANTOCIANOS _____	289
6.3.4.8. EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DEL COLOR QUE CORRESPONDE A LAS REACCIONES DE COPIGMENTACIÓN.	290
6.3.4.9. EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DEL COLOR QUE CORRESPONDE A LOS ANTOCIANOS LIBRES _____	292
6.3.4.10. EVOLUCIÓN DEL PORCENTAJE DEL COLOR QUE CORRESPONDE A LOS ANTOCIANOS POLIMERIZADOS _____	292
6.3.4.11. EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE PVPP _____	293
6.3.4.12. EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE FOLIN _____	294
6.3.4.13. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE LOS ÁCIDOS FENÓLICOS _____	296
6.3.4.14. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE FLAVONOLES _____	297

INDICE

6.3.4.15. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACION DE 3-FLAVANOLES _____	298
6.3.4.16. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CATEQUINAS _____	299
6.3.4.17. EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE DMACH _____	301
6.3.4.18. EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE ETANOL _____	302
6.3.4.19. EVOLUCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE TANINOS TOTALES _____	303
6.3.4.20. EVOLUCIÓN DEL ÍNDICE DE GELATINA _____	305
7. CONCLUSIONES _____	295
8. BIBLIOGRAFÍA _____	299
ANEXOS _____	327