



Universidad de Valladolid

Campus de Palencia

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIERÍAS AGRARIAS**

Grado en Enología

**Influencia del cambio climático en el terroir y en los
vinos de una zona de Ribera del Duero**

Alumno: Blanca Martín Verástegui

Tutor: Olga López Carcelén

Junio 2019

INDICE

1. Resumen	3
2. Antecedentes	3
2.1. Temperatura	10
2.2. Humedad	11
2.3. Radiación	12
2.4. Viento	12
3. Objetivos	13
4. Material y métodos	13
4.1. Zona a estudiar	13
4.2. Metodología	15
5. Resultados y discusión	16
5.1. Temperaturas	16
5.2. Heladas	19
5.3. Precipitaciones	20
5.4. Relación de las variables anteriores con la producción	22
5.5. Índice de Huglin	22
5.6. Correlaciones entre distintos factores	23
6. Conclusión	27
Bibliografía	29

1. RESUMEN

En este estudio se trata de ver la importancia del cambio climático en una de zona de la Ribera del Duero para ello junto con una revisión bibliográfica se va a analizar la evolución de algunos factores y elementos del clima en los últimos años, y cómo este cambio está influyendo en la actualidad. Se han valorado las temperaturas, precipitaciones y heladas de la zona de estudio durante los periodos de tiempo que han sido posibles y se han comparado con valores de otros autores. También se ha realizado correlaciones estadísticas con distintas analíticas en la época de vendimia como antocianos, ácido málico, índice de Huglin entre otros y poder determinar la influencia del clima.

2. ANTECEDENTES

El clima es fundamental para el desarrollo y crecimiento de la vid, y con ello la calidad del vino; debido a noticias actuales, conversaciones tanto dentro y fuera del sector, y como propia curiosidad, he decidido trabajar sobre el cambio climático y sus diversos efectos en la viticultura, ya que me parece que es un tema preocupante que no se puede dejar de lado. Con todo esto, me he intentado aproximar a un pasado no tan lejano para pronosticar un posible escenario futuro.

Especialmente destacable es el trabajo de la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC), que lo define como el cambio del clima atribuido directa o indirectamente a actividades humanas que alteran la composición de la atmósfera mundial, y que viene a añadirse a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables. En este mismo sentido señalan: *“Las emisiones de GEI han tenido un crecimiento de tipo exponencial desde el periodo industrial a lo que hay que sumarle los efectos de la deforestación. En el último siglo las concentraciones atmosféricas de CO₂ aumentaron de un valor preindustrial de 278 ppm a 379 ppm en 2005, al tiempo que, en el último siglo, la temperatura media global aumentó en 0.74°C.”*

De este modo, si se siguen manteniendo las tendencias actuales de las emisiones de gases de efecto invernadero, se podría hablar de un incremento de las temperaturas medias globales de 2-3° en los próximos 50 años, como también comenta Raquel Vela en su tesis, donde estima que los gases GEI habrán incrementado alrededor de un 9%

respecto 2015, concluyendo con una subida de 0,3% anual entre 2015 y 2050, lo que supondría, según el informe Stern (además de importantes impactos sociales y medioambientales), enormes esfuerzos económicos de mitigación y adaptación.

Recientemente la Universidad Politécnica de Madrid ha publicado un estudio determinando que la Península Ibérica será una de las zonas más afectadas con respecto a la producción vitícola debido al cambio climático. *“Las proyecciones futuras sugieren que deberemos afrontar la producción vitivinícola mundial desde un mayor estrés hídrico y temperaturas variables y que la Península Ibérica será una de las más afectadas por el problema. Por ello, los riesgos derivados del cambio climático deben tenerse en cuenta...desafortunadamente, los modelos de proyección hasta 2099 nos hacen pensar que se dará una evolución hacia condiciones climáticas más desfavorables en todas las regiones productoras y que, aunque no serán demasiado acusadas, una de las más afectadas será la Península Ibérica”*. En el estudio aseguran que los esfuerzos de adaptación tendrán que ser mayores en el norte de la Península, en la región francesa y en zonas aisladas del norte de Europa.

Debido a la importancia del clima, las adversidades climáticas tienen una especial relevancia en la viticultura por su elevado grado de exposición. El Banco Mundial considera como riesgos climáticos la sequía, las inundaciones, lluvias persistentes, pedrisco, heladas, nieve, viento y frío continuado. En cuanto a su importancia en España se estima que el 90 % de los productores de nuestro país, independientemente de su actividad productiva, ha padecido siniestros en alguna ocasión.

Esperanza Tomás, directora de I+D+i de una bodega de la Rioja reconoce el cambio climático a través del análisis del producto, es decir, el cambio climático se refleja en el vino y afirma, tras hacer pruebas con vinos similares respecto a la zona y a la producción pero con una diferencia de edad de 20 años: *“ es como una fotografía del cambio climático , son dos vinos muy elegantes, pero en el del 92 el alcohol casi no se nota, es más afilado y fresco, mientras que el del 2012 es un poco más corpulento, más robusto, más profundidad y más grado: hemos pasado de 13,5 a 14,5 grados.”* Y es que, el índice de calentamiento registrado en los últimos 50 años duplica el de los últimos 100 años. La temperatura media mundial aumentó cerca de 0,74°C durante el pasado siglo XX. Además del aumento de temperatura se han registrado otras variaciones climáticas diferentes, como la modificación de las precipitaciones.

Todas estas variaciones en la tendencia del clima de este último siglo se atribuyen con casi total probabilidad a las actividades humanas, entre las que destacan la utilización de combustibles fósiles, la agricultura, los cambios de ocupación del suelo y la deforestación. Ahora bien, conociendo o reconociendo las causas, numerosos estudios realizados sobre este campo desvelan que la alteración en el clima es ineludible, incluso teniendo en cuenta las predicciones más favorables sobre las emisiones de gases de efecto invernadero. El inconveniente se encuentra en la estabilidad química de los principales gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono, óxido nitroso o el metano, manteniéndose en la atmósfera por largo periodos de tiempo.

También he encontrado en el trabajo de M. De la Fuente sobre el impacto del cambio climático en el viñedo algo que se vuelve a remarcar, es decir, varias regiones en las que destacamos la Ribera del Duero, se han incrementado poco a poco sus impactos, existe una influencia de la Oscilación Atlántico norte que perjudica a la Península causando estaciones de crecimiento más secas y una disminución de productividad, se observa que la fecha de inicio de vendimia se adelanta inversamente proporcional a la temperatura, y a causa de los suaves inviernos que están surgiendo podemos ver que esto beneficia al desplazamiento y desarrollo de enfermedades y plagas.

Según Pablo José Resco, en su tesis sobre el calentamiento global en los viñedos de España, se habla que en los últimos 20 años el promedio de consumo individual ha aumentado y esto ha llevado a un mayor aumento de recursos, provocando así un impacto global sobre el planeta. Siendo muchos sus efectos, en el ámbito causal parece que el incremento de las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI), los que han llevado a cabo que comience el cambio climático.

Pablo José Resco ha centrado su estudio en nuestro país ya que España es *“una de las regiones europeas con mayores impactos potenciales por incrementos del estrés térmico y de la escasez de agua (Giorgi, 2006).”* Afirma *“las temperaturas en España han aumentado de forma general, con una magnitud algo superior a la media global del planeta, especialmente en invierno (Castro et al., 2005)...Por otra parte, también las precipitaciones durante este periodo han disminuido, sobre todo en la parte meridional (Moreno, 2005), mientras que ha aumentado significativamente su variabilidad. El resultado es un aumento de la evapotranspiración con consecuencias para la disponibilidad y calidad de agua. Además, el impacto social de la sequía en España es creciente debido a la concentración de la población en zonas urbanas, el*

aumento de la población estacional, los controles inadecuados del uso del agua, las limitaciones a la iniciativa política, y los impedimentos culturales. La sequía afecta a la mayoría del territorio, pero sus impactos varían entre los distintos sectores, grupos de usuarios y regiones.”

Cerca del 82 % de los siniestros declarados en España en el periodo 1980-2009 dentro del sistema de seguros agrarios en las líneas agrícolas corresponde a tres riesgos: pedrisco, helada y sequía, que han supuesto el 83,5 % de la siniestralidad abonada a lo largo de toda la serie histórica. El pedrisco es el riesgo que mayor porcentaje de siniestros e indemnizaciones acapara. Varios motivos determinan esta situación, como son el hecho de ser la cobertura más contratada históricamente y con menos franquicias. Por el contrario tanto la helada como la sequía han sido garantías opcionales al pedrisco, lo que explica en parte el menor número de siniestros con respecto a aquel. En el resto de riesgos, se debe destacar su importancia en determinados ámbitos geográficos y cultivos.

En la misma línea se puede situar el estudio realizado por la Consultora Ikerfel para el Ministerio de agricultura que igualmente: *“...identificaba el pedrisco como la preocupación principal del productor agrario, seguido de los precios y la helada .En el caso del viñedo, el riesgo de helada ha respondido históricamente a siniestros cíclicos con una elevada intensidad en los daños cuando se producen. Sin embargo, si se observa la tendencia, los datos de los últimos muestran una menor incidencia de este riesgo, influenciados por el Cambio Climático, su variabilidad natural y los nuevos métodos de cultivo en espaldera y regadío, que reducen los daños ocasionados por la helada.”*

Estudios de series históricas indican *“que los cambios en las temperaturas son más intensos en las regiones septentrionales y en las zonas terrestres”*.

La península Ibérica es una de las regiones europeas con mayores impactos debido a estrés térmico y escasez de agua con una proporción algo mayor que el resto, aumentando de forma general sus temperaturas especialmente en invierno.

El crecimiento de sequías en España también se debe a la concentración de población en algunos sectores, en los cuales no se tiene un uso adecuado de agua.

Pablo José Resco se refiere a los principales cambios naturales que inciden singularmente en las labores de viticultura: *“Si lo comparamos con datos de hace 30 o 40 años, la vendimia se está adelantando en torno a 15 o 20 días. Se adelanta la*

floración, se adelanta el fruto, la época de la vendimia y el engorde de las bayas, pero no es un cambio homogéneo. No es que suba de media dos grados en todas partes a la vez, sino que en invierno los extremos son menos fríos y las noches más cálidas del verano son mucho más cálidas, además de que las olas de calor son bastante más frecuentes.”

La prensa igualmente se está haciendo eco de la situación, en este caso la Vanguardia publicaba *“La pasada primavera, las temperaturas más altas de lo habitual adelantaron la floración de casi tres semanas, pero la ola de frío, nieve y granizo de finales de abril causó desastres en toda Europa con cosechas enteras perdidas. A falta todavía de datos, ya podemos presagiar que también 2017 será un año complicado....La Organización Internacional de la Viña y el Vino (OIV) ha detectado un aumento general en el contenido del alcohol mucho más rápido en los últimos 50 años que en los anteriores 30. El fenómeno es particularmente notable en el Mediterráneo, donde ya no es raro encontrar vinos con un contenido de alcohol próximo al 15%. Esto supone también un problema comercial, ya que el mercado pide precisamente vinos más ligeros.”*

Respecto de la Denominación de Origen Ribera del Duero Jose Carlos Álvarez en su tesis concluye que es una región vitivinícola fresca, con unos valores relativamente bajos de índices bioclimáticos y como consecuencia, existe una limitación de los varietales a cultivar a causa de la duración del ciclo vegetativo, con eventuales problemas de maduración en los años fríos y menos soleados, pero permitiendo, en circunstancias normales, una equilibrada maduración.

Igualmente en 2016 se publicó en la revista Nature Climate Change, un estudio realizado por Benjamin Cook, climatólogo de la Universidad de Columbia acerca de cómo estaba influyendo el cambio climático en las cosechas, y a pesar de que han investigado con viñedos de Francia y Suiza, también lo podemos aplicar a nuestra zona, ya que los cambios de clima que hemos observado son muy similares concluyendo que, *“Con el calentamiento global, casi cada año es cálido, lo que significa que casi cada año la fruta madura más pronto. La razón de esto es que durante la sequía hay muy poca evaporación en la superficie y, en vez de eso, toda la energía del sol se centra en calentar el terreno y la temperatura del aire. Si las temperaturas siguen aumentando, alcanzaremos un punto de inflexión. La tendencia general es que las cosechas más tempranas dan lugar a mejores vinos, pero*

probablemente llegaremos a un umbral en el futuro en el que las temperaturas más altas no significarán mejor calidad".

En cuanto al escenario futuro o las posibles previsiones, como consecuencia del cambio climático, se están llevando a cabo ciertas condiciones climatológicas que no resultan tan adecuadas para el desarrollo completo y correcto de la vid, se han realizado estudios en los que para 2050 dichas condiciones habrán avanzado hasta dos tercios de lo actual. Con la modificación de la temperatura, las regiones con unas características idóneas para el desarrollo y cultivo de la vid pueden verse desplazadas hacia latitudes más altas (Hannah, 2013). Por lo que hay investigadores que se han planteado la posibilidad de “trasladar” los viñedos a otras zonas donde las condiciones fueran lo más óptimas posibles. Pero, está claro que en el caso de que se encuentre una zona con el clima más adecuada para el crecimiento de la vid, es imposible obtener la misma materia prima, ya que las condiciones de cultivo no serían las mismas, es decir, el terreno, tipo de tierra, experiencia del viticultor o la gestión del viñedo. A tener en cuenta, como dice Cook, *"Cualquier cambio en el futuro tendrá lugar en un mundo que será mucho más cálido, por lo que la industria del vino deberá tener que presente que el calentamiento global seguirá adelante"*.

También un famoso Grupo bodeguero, Bodegas Matarromera, ha participado en un completo estudio de investigación sobre los efectos del cambio climático en los campos de la viticultura y de la enología. Su intención era analizar el cambio climático desde distintos puntos de vista: técnico, científico y organoléptico. Obteniendo como conclusión *“El cambio climático se manifestará en un futuro con una elevación progresiva de las temperaturas y un estrés hídrico en la cepa. Ello provocaría una subida de la graduación alcohólica y un descenso de la acidez obteniendo una menor calidad de los vinos. Además los aromas y los polifenoles, importantes para la estructura en boca y el color del vino, no completarían su maduración, dando lugar a vinos desequilibrados, amargos o astringentes, con colores pobres, reduciendo todo ello aún más la calidad del vino y generando, por consiguiente, pérdidas económicas para el sector.”*

A pesar de que el viñedo es una planta que tiene muy buena adaptación al suelo, también es una planta extremadamente sensible al clima. A través de los periodos cálidos y fríos del pasado, los límites climáticos para el buen cultivo de la vid se encuentran en las isotermas de 12 ° a 22° C en la etapa de crecimiento, por lo que la

evolución del cambio climático hará que estos datos se muevan hacia el norte y hacia el sur respectivamente. (Schultz y Jones, 2010).

Tras una búsqueda exhaustiva sobre el tema del cambio climático, también he encontrado que numerosas bodegas cuentan tanto opiniones como experiencias en artículos, webs, blog... y todo ello se resume en que cada grado que sube la temperatura de la Tierra, el momento de la vendimia se adelanta aproximadamente una semana, y el hecho de que esta fecha se adelante, implica en la calidad de la uva, es decir, en el vino; debido a que el ciclo de maduración no llegue a completarse. Respecto a los vinos obtenidos, se hablaría de vinos con mayor graduación alcohólica y una menor acidez, añaden *“Cuanto más calor, más azúcar. Y sabes que ese azúcar se terminará transformando en alcohol, es decir, que si lo dejas hasta que todos los demás elementos como la piel y las pepitas estén lo suficientemente maduros, puede que ese azúcar se te haya disparado y eso se te transformará en un vino más alcohólico.”* Conviene también no olvidarse de las oscilaciones adecuadas de temperatura, así como las sequías; que con todo ello prevén que puedan aparecer otras plagas que pongan en riesgo a la planta.

En el mismo sentido según María Teresa Escribano, investigadora de la Universidad de Salamanca *“Lo que se produce es un distanciamiento entre la madurez sacarimétrica (en cuanto al contenido en azúcares) y la madurez fenólica y aromática”*, explica. El proceso por el que la uva produce azúcar óptimo para su madurez necesita temperaturas altas. En cambio, el mecanismo por el que se producen los compuestos que le dan al vino cuerpo, astringencia y color, necesita noches frescas. Si hace mucho calor pero las noches no son frías, como se espera en septiembre, estos dos procesos se descompensan y la uva alcanza el grado de azúcar óptimo antes de que haya acumulado los otros compuestos fenólicos y vienen los problemas.

El sector vitivinícola desempeña un papel importante en el paisaje de la península y principalmente en nuestra región, y una gran importancia tanto socio-económicamente como cultural. El viñedo es una planta con buena adaptación en nuestro clima y en nuestros suelos, por ello España es el país con mayor superficie vitícola a nivel mundial. La plantación de viñedo es una buena forma de enriquecer el paisaje ya que se aprovechan suelos en los que hay pocas alternativas agrícolas, estos suelos suelen ser poco profundos y con poca capacidad de retención de agua.

“ Dentro de los factores permanentes de la producción vitícola, el clima es

posiblemente el que con mayor intensidad determina las posibilidades y la vocación vitícolas del medio, en relación con las exigencias de las variedades de vid cultivadas y los destinos de producción “ (Hidalgo e Hidalgo, 2011)

En el desarrollo de la fisiología de la vid influyen diversos factores procedentes del clima. Estos factores, explicador a continuación, son primordiales para el correcto crecimiento de la planta, y con ello influir en la calidad del producto final, el vino. El clima es una de las variables que va a marcar la personalidad del vino de una determinada zona. Los distintos factores junto con la mano del hombre y acompañado del suelo nos da lugar a la calidad y productividad de la cosecha.

2.1. Temperatura

La vid a pesar de ser una planta con buena adaptación al clima, el sol, es un factor imprescindible en su maduración y las heladas es una de sus debilidades. La temperatura óptima es entre 25-30°C , por debajo de 20°C , la fotosíntesis se reduce, incluso el órgano se puede volver momentáneamente sumidero. Por encima de 30°C, la tasa fotosintética también se reduce, y con temperaturas por encima de 40°C, se pueden dar quemaduras en las hojas. Este índice de temperaturas puede variar de unas variedades a otras.

“En el caso de las temperaturas, la vid es una planta sensible a heladas y exigente en calor para su desarrollo y la maduración de los frutos. La temperatura durante el periodo de activo de vegetación y su amplitud, son aspectos críticos debido a su gran influencia en la capacidad de madurar las uvas y obtener niveles óptimos de azúcares, ácidos y aromas, con el fin de maximizar un determinado estilo del vino y su calidad” (Jones et al., 2005).

Hay que tener en cuenta la diferencia de temperaturas entre el día y la noche durante el periodo de maduración, esta amplitud térmica es relevante para conseguir una adecuada acidez y una retención de los componentes aromáticos. Con días cálidos y noches frías tendremos uvas con un buen nivel de azúcar y se conservarán los ácidos, el color y los aromas.

Aunque la vid destaque por su buena adaptación al clima también tiene sus límites, se afirma que la vid resiste temperaturas en periodo de vegetación de hasta los -1,5 °C y en periodo invernal hasta los -12 °C para las yemas y los -20 °C para la madera. Pero

realmente para conseguir una calidad óptima su temperatura media anual óptima está entre los 11 °C y los 18 °C, con un mínimo de 9° C y un máximo que puede llegar en valor absoluto a sobrepasar los 40 °C, siendo estos sus extremos, que como bien dice la palabra son extremos, y cuando la planta llega a correr el mayor riesgo.

“Para el cultivo de la viña interesa una brotación precoz, resultante de una temprana elevación de la temperatura al final de un invierno frío. También una parada del crecimiento precoz al final de la primavera, resultante de elevados productos heliotérmicos, y un largo periodo de maduración moderadamente cálido (Hidalgo, 2002) con contrastes fuertes entre día y noche. En el efecto sobre el color se ha constatado que la síntesis óptima de antocianos se produce entre 17 °C y 26 °C y que temperaturas nocturnas entre 15 °C y 20 °C dan mayor coloración al hollejo que temperaturas nocturnas más altas (Jones, 1999).”

2.2. Humedad

Es un factor muy importante ya que resulta determinante en el carácter de un vino. Hablando de la humedad, podemos dividir su influencia en la planta, en dos partes, por un lado su exceso de humedad, lo que puede provocar enfermedades en la planta y racimos y perjudicar la maduración de la uva, llegando a estropear una cosecha completa. Pero en el exceso de agua también hay que tener en cuenta que si esta es excesiva en el periodo de maduración de la uva puede provocar el engordamiento del fruto, llevándose a cabo un descenso en la concentración de azúcares, es decir menor grado alcohólico y menor cuerpo en el producto final.

Por otro lado, la vid es resistente a la falta de humedad, siempre y cuando no sea excesivo, debido a que gracias a su sistema radicular es capaz de llegar a la humedad retenida por los suelos.

“Esta restricción hídrica moderada juega un importante papel en el vigor de la vid y la reducción del rendimiento, así como en la mejora del potencial cualitativo (Duteau et al., 1981; Matthews y Anderson, 1988; Van Leeuwen y Seguin, 1994; Trégoat et al., 2002; Coipel et al., 2006). Aunque para el cálculo de las necesidades hídricas del cultivo de la vid es preciso estudiar no sólo la cantidad de precipitaciones y su distribución, también el potencial de evapotranspiración (Seguin 1983; Méroutge et al., 1998; Carbonneau 1998) ya que la transpiración foliar está ligada con las condiciones de humedad del suelo y déficit de presión de vapor en la atmósfera

(Choné et al., 2001)."

El régimen hídrico es un factor limitante en la fotosíntesis, interviene ligado con la temperatura y la iluminación.

2.3. Radiación

El aprovechamiento de la luz, está muy relacionado con el sistema de conducción, y este depende de su marco de plantación, densidad de plantación, forma de la planta, carga de poda, poda en verde, empalizamiento y control de rendimiento. Este factor influye notablemente en la madurez de la uva y en el color de los racimos. La vid es una planta que necesita una radiación alta entre 1500-1600 horas anuales, correspondiendo 1200 horas al periodo en el que se desarrolla la fotosíntesis.

2.4. Viento

Teniendo en cuenta el viento, podemos afirmar que aumenta la conductancia estomática, afectando del uso de la eficiencia del agua de la planta, también disminuye el número de hojas sombreadas por lo que aumenta la fotosíntesis. La acción de los vientos tiene repercusión dependiendo de la tipografía del terreno y por supuesto las características del área.

Una de las definiciones más recientes de Terroir, propuesta por la Organización Internacional de la Viña y el Vino es la siguiente, *"El terroir vitivinícola es un concepto referido a una localización geográfica en la cual el conocimiento colectivo de las interacciones existentes entre el medioambiente físico y biológico y las prácticas vitivinícolas desarrolladas, han dado lugar a un carácter distintivo de los productos originarios del citado entorno geográfico (Resolución OIV/Viti 333/2010) (OIV, 2010)."*

3. OBJETIVOS

- El presente trabajo se redacta con el objetivo de analizar la influencia del cambio climático en una zona determinada de la Ribera del Duero.
- Revisar bibliografía y documentación acerca del cambio climático y su influencia en la viticultura.
- Descubrir la presencia del concepto “ cambio climático “de la zona a estudiar.
- Determinar sus posibles consecuencias.
- Como trabajo fin de grado para la obtención del título del Grado de Enología.

4. MATERIAL Y MÉTODOS

4.1. ZONA A ESTUDIAR

El viñedo pertenece a la Denominación de Origen Ribera del Duero por lo que sus técnicas de laboreo y producción está limitado por el Consejo Regulador.

Dicho viñedo se encuentra en una zona perteneciente el término municipal de Quintanilla de Onésimo (Valladolid), plantado en el año 1991. Tratándose del polígono 5, y distintas parcelas: 104, siendo la única de ellas de la variedad Merlot, 107, 108, 109, 5316 de variedad tempranillo, se encuentra entre 730 y 750 metros de altitud y cuya localización queda reflejada en la Figura 1.



Figura 1. Mapa recortado de la superficie de la zona a estudiar

La superficie de la parcela consta de 7 Ha, utilizada completamente para la plantación vitícola, trabajando un marco de 3 x 1,25 , con una conducción de espaldera y una orientación norte-sur.

El portainjerto utilizado en la plantación es 110 Richter, con el que se consigue buena adaptación y muy buen comportamiento.

La variedad sobre la que hemos estudiado es Tempranillo, la cuál dependiendo la zona se puede nombrar de distintas formas como, Tinto País, Tinto Madrid, Tinto Aragonés, Cencibel, Listán Negra, Tinta de Toro. Su principal característica vitícola es su gran adaptación en el medio, por ello es la más extendida en España.

Detallando su fisiología podemos destacar: el seno peciolar cerrado, envés arañoso-velludo, racimos compactos de doble hombro y tamaño medio y piel gruesa, Figura 2.



Figura 2 : fotografía del racimo variedad tempranillo.

Es de doble importancia señalar en este estudio que es una variedad de maduración tardía, y su crecimiento es favorable en altitudes altas, poco resistente a la sequía y a las temperaturas altas.

En el viñedo encontramos dos tipos de suelos según el viticultor, por un lado uno de textura arcillo-limosa, destinado a los futuros vinos jóvenes y también se encuentra unas zonas blancas más claras arcillo-calcáreas destinado a vinos potentes de guarda.

Sobre el trabajo en viñedo, el cambio más notable que se pueda tener en cuenta en cuanto al cambio climático es el deshojado, actualmente el viticultor quita lo menos posible, es muy cauto con este tipo de prácticas, comentando que se está alargando el

verano, ya que no recuerda septiembres tan calurosos como los últimos años, por lo que deshoja lo menos posible para no quemar el fruto.

Las ventajas que puede encontrar en esta parcela es la obtención de vinos estructurados, con buena maduración; también admitiendo sus desventajas como el trabajo con la vegetación, fertilidad excesiva y en años secos demasiada compactación en las zonas arcillosas.

Ya referido a la vendimia, el viticultor afirma que paulatinamente la cosecha se está adelantando, no se habla de demasiados días, y no todos los años se tienen en cuenta, pero desde que empezó a dedicarse a este sector, sí que aprecia cierto adelanto, alrededor de cinco días, y donde la vendimia en esta parcela ronda entre la última semana de septiembre y la primera de Octubre.

Sobre las características organolépticas conseguidas son colores rojos picota intensos, en nariz gama de fruta madura y bayas silvestres como la mora, frambuesa y por último en boca, presenta un importante aporte tánico estructurado con la acidez.

La entrada de uva se nota un cambio con un ascenso de grado alcohólico, caída de acidez, y en el mes de septiembre baja el málico por el calor excesivo que está habiendo.

En la producción no se nota nada notorio, exceptuando alguna helada fuerte, aunque afirma que no es un viñedo que le peguen fuertes heladas, obtiene un 40 % de la producción la zona calcárea mientras que la limosa-arcillosa un 60 %.

En la elaboración, se trabaja mucho más el frío, tanto en la entrada de uva como en la estabilización, debido a la baja acidez necesita acidificar, se es mucho más cauto con la microbiología ya que en los momentos óptimos de la planta siempre puede ocurrir algún imprevisto. Y por supuesto unas controladas cinéticas y temperaturas de fermentación.

4.2. METODOLOGÍA

Con el fin de observar las variaciones/evolución debido al cambio climático, he obtenido datos de diferentes bibliografías, la mayor parte de internet, del consejo regulador de Ribera del Duero, y datos procedentes del propio viticultor, propietario del área estudiada. Sobre los datos climáticos los he obtenido gracias a AEMET.

A AEMET se solicitaron los datos existentes y se nos suministró una serie desde 1978 a 2018, cabe detallar que son datos más alejados de la zona de estudio pero tengo más números de datos para poder comparar, mientras que los datos procedentes del consejo regulador y viticultor, son más exactos respecto la zona pero tengo menos datos para comparar.

Respecto a programas informáticos, me han sido de gran utilidad en el trabajo, Excell y Statgraphics.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

Actualmente la viticultura tiene grandes retos, como la economía o el consumo, pero no se puede dejar de lado, siendo un tema actual y muy hablado en todo el mundo, y que repercute a diversos sectores, el cambio climático.

El cambio climático tiene dos condicionantes, los accidentales (intrínsecos) y los propiamente característicos (extrínsecos), ambos condicionantes nos pueden llevar a ciertos riesgos que pueden llevar a cabo un desequilibrio en mayor o menor medida del clima, suelo y prácticas de manejo.

Los riesgos que más preocupan al viticultor son: golpes de calor, sequía y heladas; por lo que voy a detallar los posibles cambios obtenidos. A continuación se describen los resultados obtenidos a través de los distintos datos conseguidos.

5.1. TEMPERATURAS

Se ha realizado un estudio de temperaturas con las variables principales: temperatura media (tm) , temperatura media de máximas (T) y mínimas (t) y las temperaturas absolutas, encontrándolas detalladas en el anejo, siendo destacable la poca variabilidad de las temperaturas medias en nuestra zona.

Con el aumento de las temperaturas, encontramos:

- Posibles beneficios: periodos de crecimiento más rápidos y cortos, menor riesgo de heladas, cultivo de un mayor número de variedades, incremento de zonas potenciales para el cultivo de la vid.
- Posibles efectos negativos: disminución de la calidad (acidez, color y taninos), desfase de la madurez tecnológica y fenólica, riesgo de degradación

organoléptica y volatilización de compuestos aromáticos, aumento del grado alcohólico, aumento de plagas y enfermedades, aumento en la variabilidad del rendimiento y menos zonas óptimas para el cultivo de la vid.

Gracias a AEMET, hemos conseguido los datos de las temperaturas desde hace casi 50 años, y con ello he realizado las siguientes gráficas para poder demostrar los cambios. A través de las gráficas pretendo demostrar, como se llega a modificar la temperatura en la zona a lo largo del tiempo.

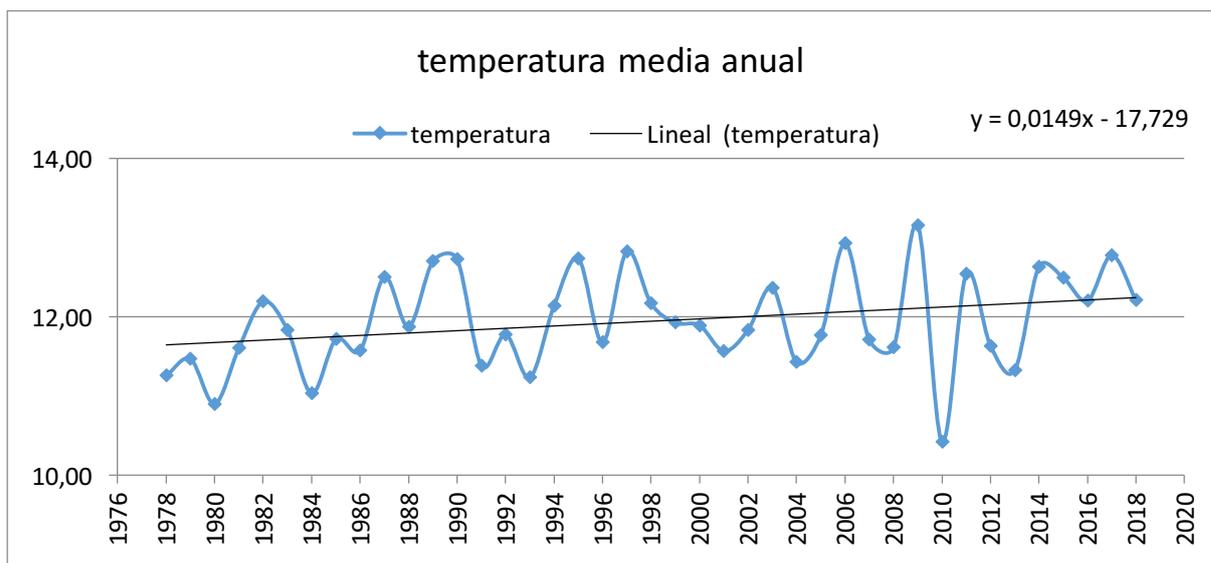


Figura 3 : gráfica de la temperatura media anual.

Se ha observado que en los últimos años, tras surgir numerosos estudios acerca del cambio climático, hay una considerable incertidumbre debido a la inestabilidad climática. Pero lo que sí que se puede afirmar es que las temperaturas han ido aumentando de forma progresiva y muy lentamente en comparación con la media global del planeta, llegando a obtener temperaturas más templadas a lo largo del año generalmente, más exactamente he calculado que en los datos facilitados, se ha obtenido un aumento de 0,6 grados de temperatura. Un incremento de temperaturas podría ir asociado a un mayor riesgo de calidad o de desecación de racimos y hojas (Figura 3).

Se puede confirmar los datos transcritos por Raquel Vela en su tesis, en la que decía que de seguir incrementando los gases GEI como hasta ahora, se podría aumentar entre 2 o 3 grados en los próximos 50 años. También mi dato resultante del aumento de media anual se acerca bastante a la temperatura media anual publicada por Esperanza Tomás, existiendo una diferencia entre ambas 0,10 grados anuales.

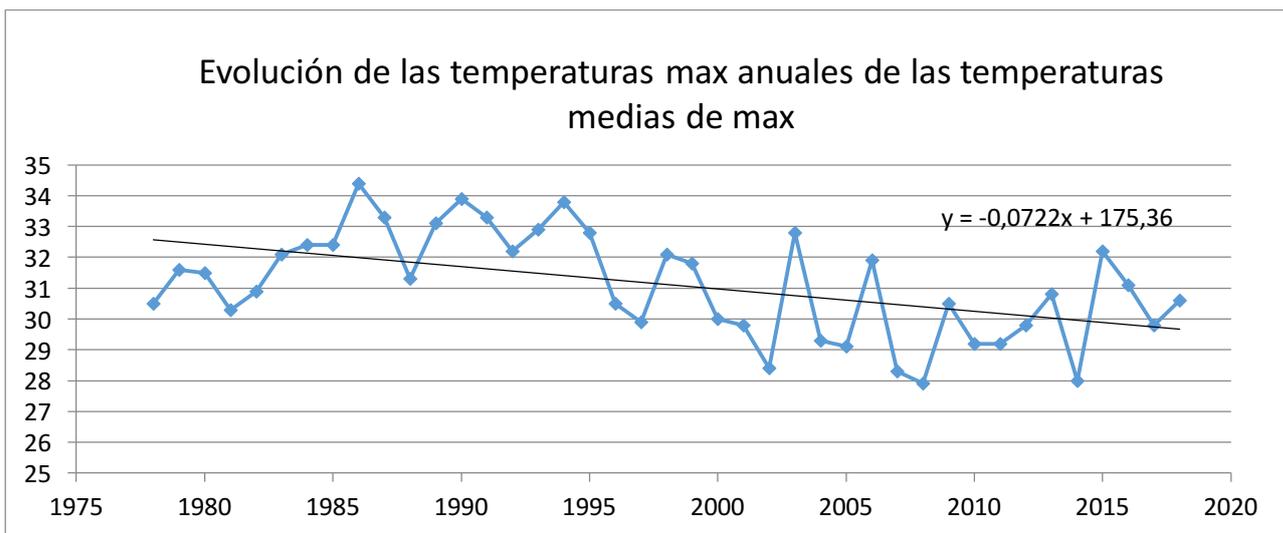


Figura 4 : Gráfica de la evolución de las temperaturas medias máximas anuales

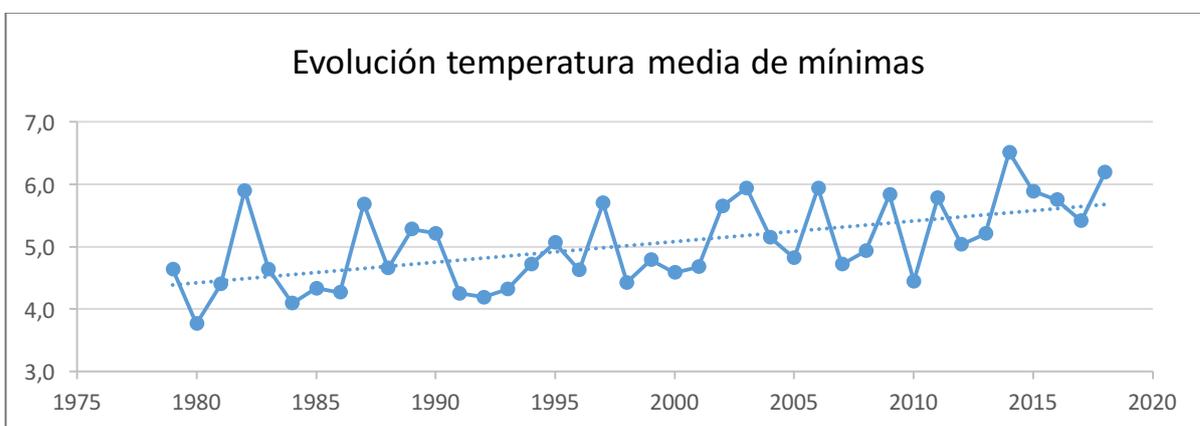


Figura 5 : Gráfica de la evolución de las temperaturas medias mínimas

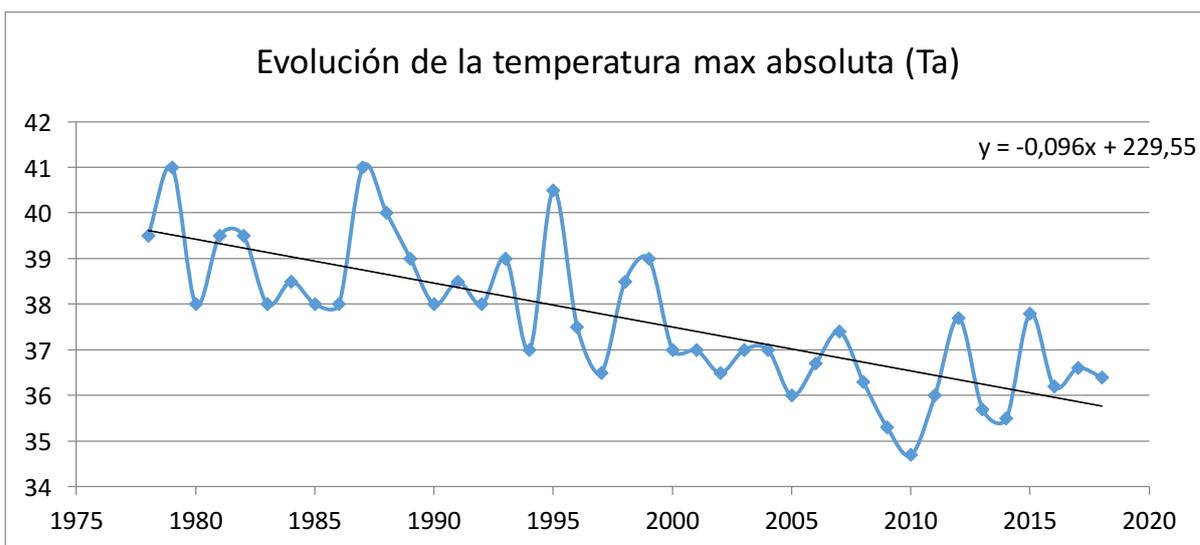


Figura 6 : Gráfica de la evolución de la temperatura máxima absoluta

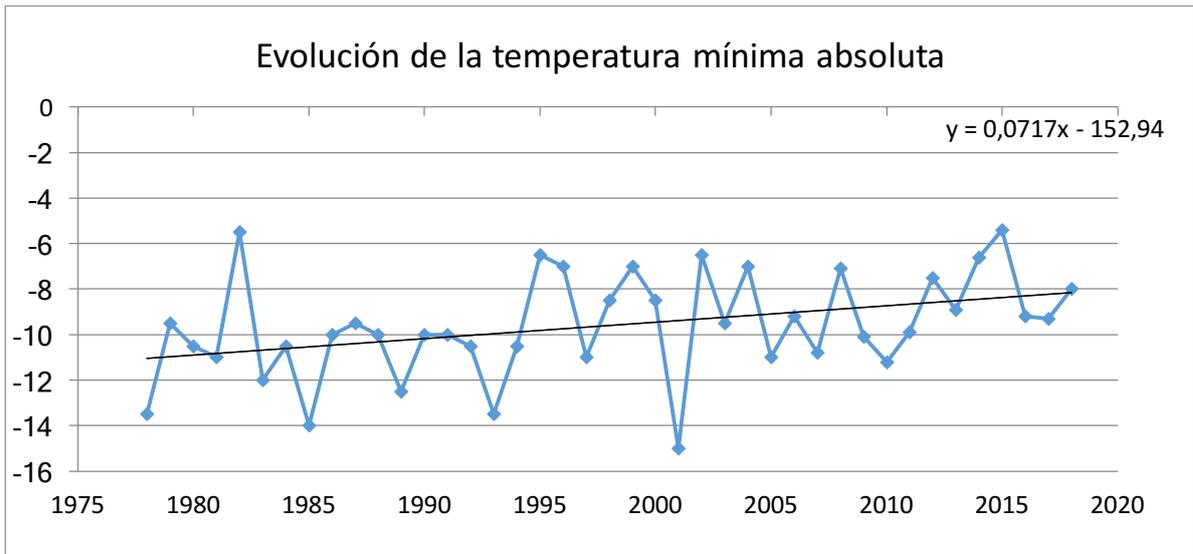


Figura 7 : Gráfica de la evolución de la temperatura mínima absoluta

Tras haber recopilado temperaturas del área, en un periodo de tiempo, lo más llamativo se observa en la evolución de temperaturas absolutas, tanto máximas como mínimas, representado en las figuras 6 y figura 7. En las gráficas obtenidas se puede ver que la línea de tendencia de máxima absoluta tiende a disminuir, mientras que la línea de tendencia de mínimas absolutas tiende a aumentar, demostrando que la amplitud térmica va disminuyendo poco a poco. Al igual que en las figuras de las temperaturas medias anuales tanto máximas como mínimas, demostrado en las figuras 4 y figura 5.

Con ello he obtenido resultados similares a las conclusiones de otros autores, ya que respecto a la evolución de las temperaturas hay una disminución de la amplitud térmica, viendo que las temperaturas mínimas aumentan mientras que las máximas disminuyen, consiguiendo un clima más templado.

5.2. HELADAS

El estudio de heladas se ha realizado con los datos de heladas directas dados por el consejo regulador.

DIAS DE HELADA CADA 10 AÑOS

DEL AÑO 1983 AL 1992 650 DIAS
DEL AÑO 1993 AL 2002 754 DIAS
DEL AÑO 2003 AL 2012 897 DIAS

65,00 DIAS DE MEDIA EN LOS 10 AÑOS

75,40 DIAS DE MEDIA EN LOS 10 AÑOS

89,70 DIAS DE MEDIA EN LOS 10 AÑOS

Tras detallar y observar los días de heladas anuales, se observa que son prácticamente cíclicas, pero si nos paramos a estudiar estos datos cada 10 años, obtenemos unos datos que llaman la atención, donde los resultados son un aumento de días, alrededor de 100 días a los 10 años.

Como decía la consultora Ikerfel, el riesgo de helada ha respondido históricamente a siniestros cíclicos pero comenta que la tendencia muestra una menor incidencia debido a los nuevos métodos de cultivo como la espaldera y el regadío; mientras que en mis resultados, si que es verdad que el riesgo de helada ha sido cíclico, pero en los datos propuestos cada 10 años se observa un aumento del número de días de heladas.

5.3. PRECIPITACIONES

El estudio de las precipitaciones se ha realizado con dos variables que influyen de distinta forma y que se consideran fundamentales: la precipitación media anual y el número de días de lluvia anuales obtenidos por el consejo regulador.

Como puede observarse en la figura 8 se presenta la evolución de la precipitación recogida anualmente y que va a influir en la reserva de humedad del suelo. En la figura 8 distinguimos una gran variación, cíclica, pero con una ligera tendencia a la disminución del volumen de estas precipitaciones.

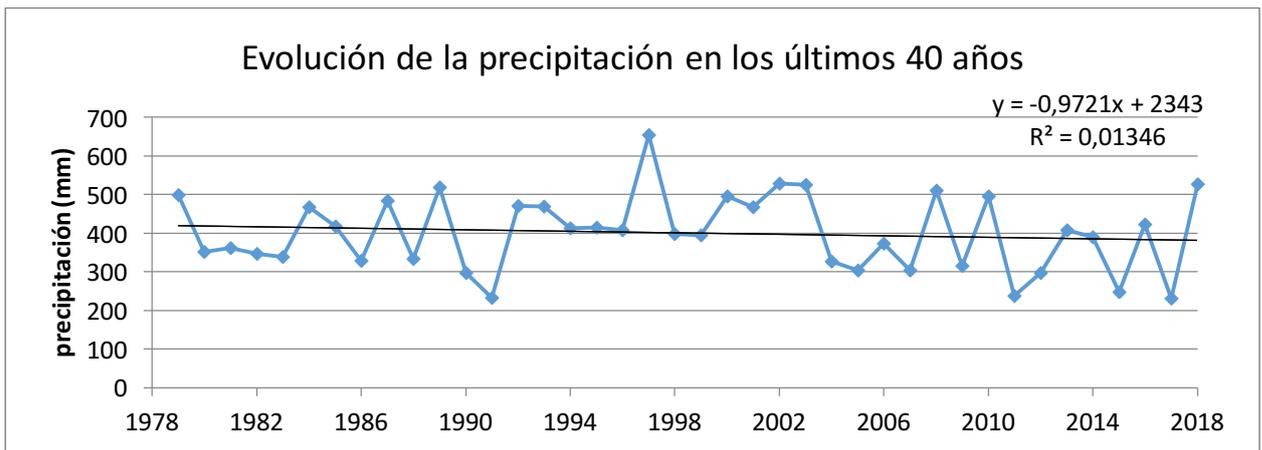


Figura 8 : gráfica de la evolución de las precipitaciones en los últimos 40 años.

En la Figura 9, sin embargo se ve el contraste con el número de días de lluvia que va incrementándose, es decir llueve un mayor número de días pero con menos volumen de estas precipitaciones.

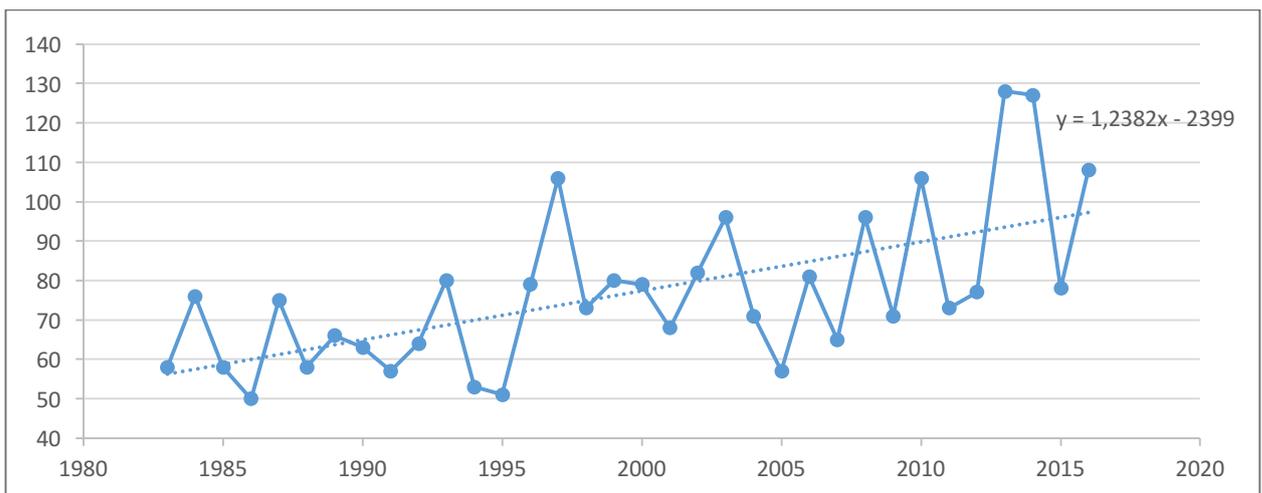


Figura 9 : evolución del número de días anuales de las precipitaciones

Muchos autores, como por ejemplo Benjamin Cook o el Grupo Matarromera en su estudio, hablan de la futura sequía que se está provocando poco a poco, y efectivamente es un hecho que puedo confirmar con mis datos, pero también cabe detallar que el volumen de disminución de mis resultados es mínimo.

5.4. Relación de las variables anteriores con la producción

En la Figura 10, se han tenido en cuenta los valores de la producción en kg/Ha dados por el viticultor en relación con algunas variables como son las precipitaciones, temperaturas y heladas.

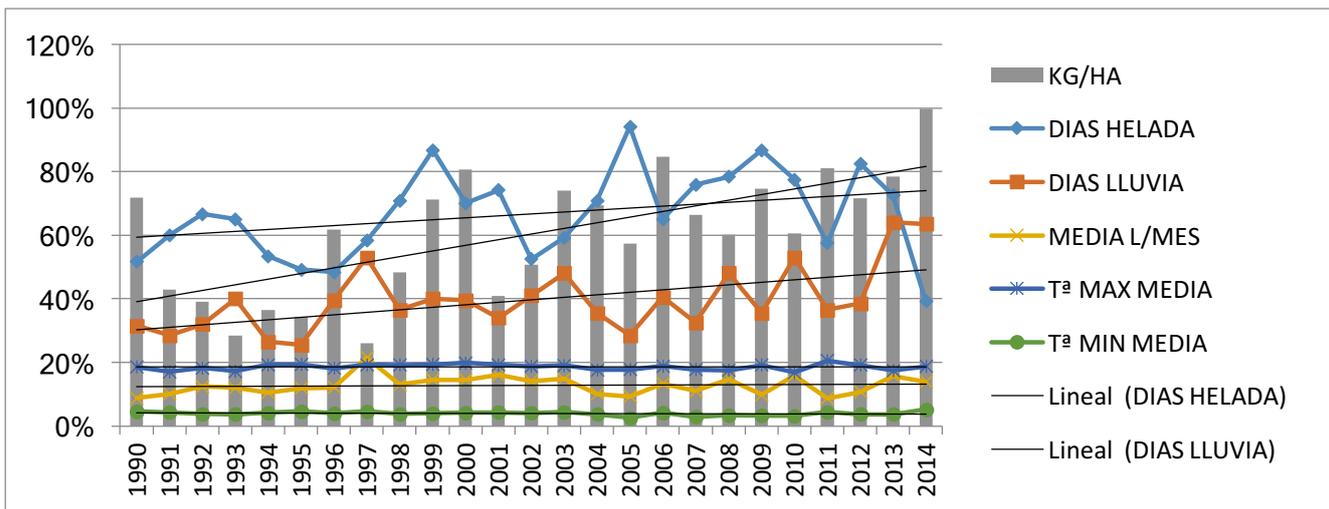


Figura 10 : evolución de los días de helada, lluvia, kilogramos por hectárea y temperaturas.

5.5. Índice de Huglin

INDICE DE HUGLIN

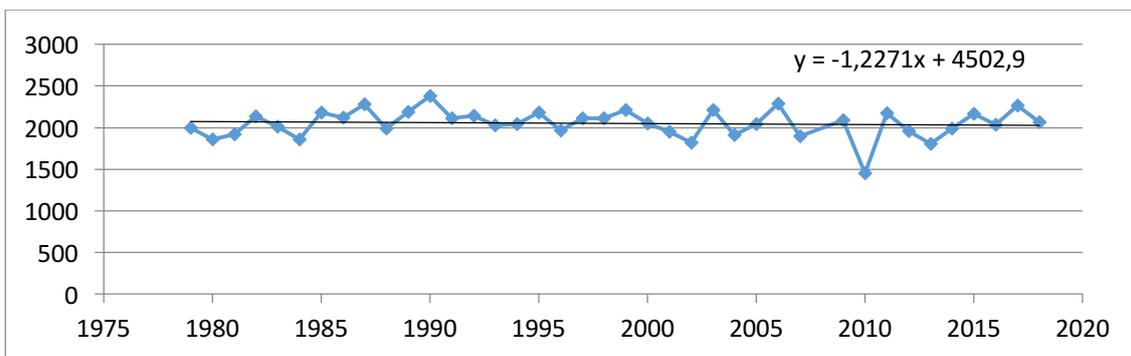


Figura 11 : Gráfica de la evolución del índice de Huglin.

También he analizado a través del Índice Huglin donde se considera tanto la precipitación como la temperatura, siendo un buen indicador de la sensibilidad de los viñedos a posibles enfermedades. Los resultados muestran un pequeño descenso (Figura 11), casi insignificativo, se deduce que es un clima cálido, con un gran potencial que domina las necesidades heliotérmicas necesarias para el desarrollo de cualquier variedad.

5.6. CORRELACIONES ENTRE DISTINTOS FACTORES

Y por último con las analíticas proporcionadas por la bodega y las variables climáticas se ha realizado un análisis multivariante de correlaciones con los siguientes resultados recogidas en la siguiente tabla (Tabla 1).

Tabla 1 : Correlación de los distintos factores a trabajar tanto en el clima como en el tiempo de recolección de la uva.

	Precip	tm	T 1	Tá	Ta 1	t	tá 1	ta	IF(t) ag	IF (t) sep	Tá-tá	IH
pH	-0,3524	0,2241	0,0897	0,0186	0,1109	0,3686	0,3340	0,1198	0,2982	0,3448	-0,2423	0,1187
	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)
	0,2166	0,4412	0,7605	0,9497	0,7059	0,1947	0,2431	0,6834	0,3005	0,2273	0,4039	0,6861
acidez	0,4344	-0,4382	-0,3374	-0,2587	-0,0946	-0,4565	-0,3771	0,0102	-0,2834	-0,3437	0,1219	-0,3101
	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)
	0,1207	0,1171	0,2380	0,3718	0,7476	0,1009	0,1837	0,9724	0,3262	0,2288	0,6781	0,2806
° Baume	0,0899	0,3090	0,2246	0,0377	-0,4241	0,3409	0,0046	-0,2115	-0,0055	-0,0159	0,0138	0,1728
	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)
	0,7600	0,2824	0,4402	0,8981	0,1307	0,2329	0,9876	0,4680	0,9850	0,9571	0,9627	0,5547
Málico	0,1240	-0,3746	-0,1526	0,0743	-0,1643	-0,6393	-0,6501	-0,4094	-0,3995	-0,5095	0,5520	-0,3553
	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)
	0,6729	0,1870	0,6025	0,8008	0,5747	0,0138	0,0118	0,1461	0,1570	0,0628	0,0407	0,2126
Ant total	-0,1238	-0,5066	-0,3982	-0,1145	-0,0893	-0,5401	-0,4624	-0,1736	0,1251	-0,2870	0,2936	-0,5857
	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)
	0,6734	0,0645	0,1584	0,6967	0,7615	0,0462	0,0959	0,5528	0,6700	0,3198	0,3084	0,0277
I.Color	-0,0335	-0,2313	-0,3242	-0,3259	0,3477	-0,0194	0,0710	0,5500	0,2823	0,1220	-0,2563	-0,2788
	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)
	0,9095	0,4262	0,2581	0,2554	0,2232	0,9475	0,8095	0,0416	0,3281	0,6777	0,3764	0,3345
Peso 100 bayas	0,5709	0,0193	-0,1729	-0,4316	-0,3708	0,3675	0,2912	-0,0820	-0,2097	0,5535	-0,5143	-0,0340
	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)	(14)

Esta tabla muestra las correlaciones momento producto de Pearson, entre cada par de variables. El rango de estos coeficientes de correlación va de -1 a +1, y miden la fuerza de la relación lineal entre las variables. También se muestra, entre paréntesis, el número de pares de datos utilizados para calcular cada coeficiente. El tercer número en cada bloque de la tabla es un valor-P que prueba la significancia estadística de las correlaciones estimadas. Valores-P debajo de 0,05 indican correlaciones significativamente diferentes de cero, con un nivel de confianza del 95,0%. Los siguientes pares de variables tienen valores-P por debajo de 0,05

Los datos más significativos según los datos de la tabla, se observa la relación del ácido málico y la temperatura, principalmente con las mínimas, ya que a menor temperatura mayor presencia de ácido málico, mientras que dicho ácido tiende a disminuir en los periodos más cálidos durante el ciclo de maduración, por lo que es inversamente proporcional. Cabe destacar que respecto la amplitud térmica de temperaturas absolutas y el ácido málico es baja moderado, siendo su relación a más amplitud más ácido málico y viceversa.

Sobre la relación entre los antocianos totales y la temperatura siguen una tendencia moderada e inversa, quiere decir que las uvas que presentan mayor concentración de

antocianos en plantas expuestas a menor temperatura. Hay estudios (Berggvist et al., 2001 ; Spayd et al., 2002) que han demostrado que en frutos expuestos al sol era 10 grados mayor que en los sombreados y significativamente mayor que la temperatura del aire; así las cepas más vigorosas sombreaban los racimos y protegían la uva de las altas temperaturas de la maduración, favoreciendo valores finales de antocianos, y de color, más altos. (de la Fuente et al.,2007)

Respecto a la correlación hallada entre los antocianos totales y el índice de Huglin, se concluye con una relación moderada e inversa, en el que a mayor índice de Huglin menor antocianos totales, es evidente ya que en plantas con mayor vigor obtenemos menos puntos de color.

Sabiendo que el clima es el factor más importante para el desarrollo, observamos que la correlación del índice de color y la temperatura mínima absoluta está directamente relacionada ya que los antocianos se generan en el envero y en este cambio influye directamente tanto la luz solar como las precipitaciones, por lo que se concluye que los vinos con mayor insolación e índices hídricos óptimos se obtendrán colores más intensos y profundos.

Por último, referente al peso de las 100 bayas en relación con las precipitaciones, cabe destacar que una adecuada y oportuna precipitación favorece la iniciación floral y por tanto la fertilidad. El abundante agua también aumenta el peso de las bayas, así el resultado de la correlación en el que se demuestra.

El calentamiento global parece beneficiar a viñedos de regiones más septentrionales, mientras que en las templado-cálidas asistimos a un desajuste entre la madurez tecnológica de las uvas y aquella otra que valora también componentes tan importantes para la calidad como los compuestos fenólicos y aromáticos (Schultz y Jones 2010).

A continuación se presenta parte de la climatología detallada en añadas a destacar por el viticultor, así como las fechas de vendimias representadas en la figura 12.

- Año 2001, hasta la brotación se caracteriza por una climatología suave y húmeda ,destacando por ser una de las de mayor pluviometría de las últimas décadas. A continuación se echaron en falta heladas invernales, surgiendo estas a mediados de mayo acompañada de algún pedrisco que afectó a parte de la zona, surgiendo dos brotaciones distintas.
- Año 2006, destacar altas temperaturas al final de la maduración que provocó un adelanto de la recolección, pero condiciones climatológicas generales bastante favorables en cuanto a calidad y rendimiento.

- Año 2007, altas precipitaciones durante el año, vientos intensos durante la floración y pedrisco afectando a parte del fruto.
- Año 2010, generosas lluvias invernales y altas temperaturas en verano, con una larga maduración que ha permitido una elevada calidad en el fruto.
- Año 2012, brotaciones más tardías debido a unas temperaturas más bajas de lo habitual, fue un año con precipitaciones bastante negativas, alrededor de un 45% menos de lo esperado, pero gracias al agua en momentos clave de la maduración la producción se ha reducido muy levemente respecto al año anterior.
- Año 2014, brotación temprana debido a altas temperaturas, sobre la pluviometría el balance es más bajo que la media habitual, pero con buen reparto de estas precipitaciones durante el ciclo. Gran cantidad de uva que obligó a intervenir en el viñedo en verde.
- Año 2016, vendimia larga debido a un ciclo con comienzo tardío con abundantes lluvias al inicio de este y escasez al final de la maduración, con temperaturas bastante cálidas.
- Año 2017, añada muy puntual con muchos picos de temperaturas, al inicio algo superiores de lo habitual, y con un mes de abril con bajas y una fuerte helada que afectó a gran parte, y en general ciclo bastante seco.

En la siguiente gráfica, correspondiente a la figura 12, observamos la evolución de las fechas de vendimia, el resultado no es radical ya que depende mucho del año, pero la tendencia de las fechas se va ampliando, es decir, la fecha inicial comienza antes y la fecha final termina más tarde.

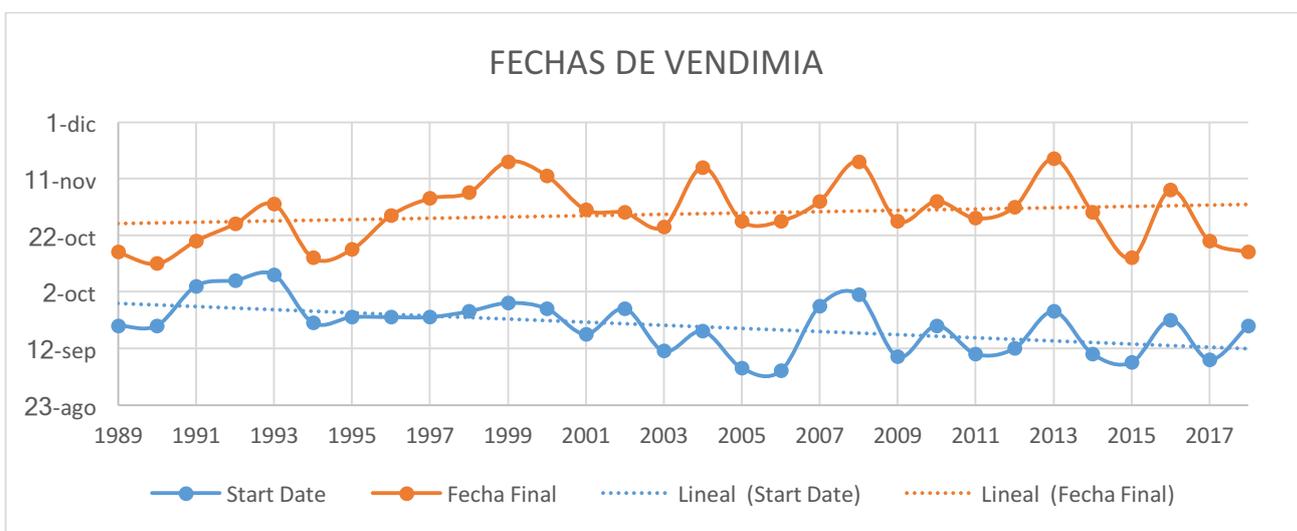


Figura 12 : gráfica con la evolución de las fechas de vendimias de la zona de estudio

INFLUENCIA DEL CAMBIO CLIMÁTICO EN EL TERROIR
Y EN LOS VINOS DE UNA ZONA DE RIBERA DEL DUERO

Según las necesidades en los periodos de crecimiento transcritas por Resco, representadas en la siguiente tabla podemos ver que durante la etapa de brotación se han obtenido, generalizando los últimos años, una temperatura media de 2 a 3 grados mayor, en cambio en la siguiente etapa se ha observado algún grado menos de la necesidad propuesta. En los últimos años también se han presentado cambios muy bruscos de temperatura y alguna helada que otra, haciendo bastante daño a la planta, pero gracias a las buenas condiciones posteriores dieron la oportunidad de recuperar la mayor parte. Y sobre la etapa de envero, al contrario que lo propuesto, bastante lluvioso y finalizando la maduración con vendimias generalmente óptimas.

Tabla 2 : Necesidades en los periodos de crecimiento

ETAPA	FECHA INICIO	NECESIDADES
Etapa I (brotación)	Mediados de marzo o la primera semana de abril con T media > 10°C	Abundante humedad del suelo y con sol, temperaturas superiores a los 10°C para el crecimiento vegetativo
Etapa II (desde floración hasta envero)	Final primavera, con T media > 15°C	Condiciones secas y temperaturas estables para no obstaculizar el crecimiento de las flores
Etapa III (envero y su maduración hasta cosecha)	Afinales de julio o la primera semana de agosto	Condiciones secas para limitar la podredumbre de la uva con temperaturas moderadas, pero sin estrés excesivo. Salto térmico importante entre el día y la noche. Maduración en época fresca pero con calor suficiente para continuar la acumulación de azúcares y desarrollo del aroma de las bayas
Etapa V (latencia)	Generalmente entre finales de septiembre y mediados de octubre	Invierno frío y lluvioso.

Los estudios y registros climáticos han servido para verificar la tendencia de las temperaturas y precipitaciones, concluyendo que en un futuro el clima será más cálido y seco.

Respecto a la vitivinicultura, los bodegueros y viticultores van realizando cambios en la producción debido a la presentación de temperaturas que van aumentando poco a poco, esto puede causar un adelanto a la horario de vendimiar que genera dificultades a la hora de vendimiar, ya que pueden incrementar cinéticamente las reacciones tanto químicas como microbiológicas y posibles fermentaciones no buscadas. También influye en la pérdida de sulfuroso libre antes de tiempo, provocando menor vida útil y con la posibilidad de perder algo de color.

Los mostos se encuentran con mayor concentración de azúcar, con un pH más elevado y una disminución de la acidez, por lo que se generan vinos con mayor contenido alcohólico y fermentaciones más exotérmicas, pudiendo modificar las características finales de un vino. Con el pH más elevado existen problemas con la cantidad de sulfuroso para mantener el vino durante un periodo más largo, los vinos más afectados son los vinos de guarda ya que son vinos que necesitan pH más bajos para mantener al vino libre de microorganismos durante ese periodo.

6. CONCLUSIÓN

- Tras analizar la influencia del cambio climático en la zona de Quintanilla de Onésimo, en Ribera del Duero, se han observado cambios no esperados, pero muy importantes a tener en cuenta a la hora de trabajar tanto el viñedo como el proceso de elaboración.
- Gracias a la bibliografía y documentación encontrada y facilitada he podido comparar mis resultados y afirmar que su tendencia es bastante similar.
- Respecto a las temperaturas se obtiene un aumento de 0,6 grados en la temperatura media anual estudiada en los últimos 45 años.
- Las heladas aún con su recorrido cíclico se observa un incremento de número de días cada 10 días, en 30 años nos encontramos con un aumento de 65 a 90 días.
- Sobre las precipitaciones se ha obtenido un resultado con una disminución de 420 a 380 pero sorprendiendo con un aumento de número de días de lluvia, alrededor de una 35 días sobre su tendencia.

- En el índice de Huglin, se observa una disminución pero muy insignificativa, el resultado en aproximadamente los últimos 40 años, es de 2080 a 2020, por lo que el índice de posibilidades heliotérmicas se mantiene con un vigor correcto para la vid.
- Acerca de las fechas de vendimia, se considera un aumento de días, es decir, el principio de cosecha tiende a comenzar antes mientras que el último día de cosecha tiende a ser más tardío.
- Respecto al concepto de “cambio climático” es un término que la mayor parte de la población lo tiene presente actualmente, pero yo como principiante y el haber estudiado este fenómeno del sector de la viticultura ha resultado beneficioso y favorable para mi día a día a nivel laboral.
- Por último y principales consecuencias se ha percibido que si el futuro continua con esta tendencia tanto los viticultores como las bodegas deberán realizar modificaciones en el viñedo y procesos de vinificación para adaptarse al cambio climático.

BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, J.C. (2015). Identificación de los factores edáficos, climáticos y enológicos que definen las características de los terroirs en la denominación de Origen Ribera del Duero. Tesis doctoral en Tecnologías Agrarias. Univ. León.
- Armas, C.I. (2014). Viticultura y cambio climático. Trabajo fin de grado en la Universidad de la Rioja.
- Benjamin I. Cook (2016). El cambio climático disocia la sequía de las cosechas tempranas de uva en Francia. *Natural Climate Change*.
- Brancucci, G., Marescotti, P., Solimano, M., Vagge, I., Vegnuti, R.(2017). The Geodiversity of the Ligurian DOC Vineyards and Its Relationships with the Terroir. *International Journal of Environmental Science and Development*, Vol 8, No.9
- COHEN, S.D.; TARARA, J.M. (2008). Assessing the impact of temperature on grape phenolic metabolism.
- Choné, X., van Leeuwen, C., Chéry, P., Ribereau-Gayon, P. (2001). Terroir influence on wáter status and nitrogen status of non-irrigated Cabernet Sauvignon (*Vitis vinífera* L.)
- Datos ofrecidos por la Entidad Estatal de Seguros Agrarios O.A.(ENESA) <https://www.mapa.gob.es>
- De La Fuente, M. (2018). Impacto del Cambio Climático en el viñedo. Gestión del agua. Plataforma Tecnológica del Vino. http://agricultura.gencat.cat/web/.content/de_departament/de02_estadistiques_observatoris/27_butlletins/02_butlletins_nd/documents_nd/fitxers_estatic_s_nd/2018/0219_2018_SProductius_Vi_Vitivinicultura-canvi-climatic-gestio-aigua-2018-Espanya.pdf
- Fernández Garcia, I. (2015). Estudio del cambio climático mediante el análisis de la temperatura. Trabajo fin de grado en la Universidad de Valladolid.
- Foroni, F., Vignando, M., Aiello, M., Parma, V., Paoletti, M.G., Squartini, A., Ruamiati, R. (2016). The smell of terroir. Olfactory discrimination between wines of different grape variety and different terroir. University of Strathfield, Trieste, Padova and Rome.
- Hidalgo, L and Hidalgo, J. (2011). Tratado de viticultura, volumen 1. Madrid – Mundi Prensa.
- Jones, G.V. (2006). Climate and Terroir: Impacts of Climate Variability and Change on Wine. In *Fine Wine and Terroir – The Geoscience Perspective*. Macqueen, R.W., and Meinert, L.D., (eds.), Geoscience Canada Reprint Series Number 9, Geological Association of Canada, St. John’s, Newfoundland.

- Jones, G.V. (2012). Climate, grapes, and wine: structure and suitability in a changing climate. *Acta Hort.*
- Joyce, E.B. (2004). Integrating soils, regolith and slope dynamics in the study of the terroir of wine regions in central Victoria, Australia. School of Earth Sciences, The University of Melbourne.
- La Agrupación Española de Entidades Aseguradoras de los Seguros Combinados (AGROSEGURO) nos brinda los datos fundamentales respecto de los riesgos más habitualmente contratados y los siniestros declarados. Web: <https://agroseguro.es>
- Leibar, U. (2017). Influencia del suelo y cambio climático estimado para el periodo 2017-2100 en la variedad Tempranillo en Rioja. Tesis doctoral por la Universidad Pública de Navarra.
- Lorenzo, M., Ramos, A., Brands, S. (2016). Present and future climate conditions for winegrowing in Spain.
- Martínez, A. (2016). El cambio climático y sus efectos sobre la calidad del vino. Trabajo Fin de Grado. Univ. Valencia.
- Martínez, J.A. (2017). Influencia del tipo de suelo en el estado nutricional de la vid, el desarrollo vegetativo, la producción, la composición de la uva y de los vinos de la variedad tempranillo tinti (*Vitis Vinifera* L.) en el ámbito de la D.O.Ca. Rioja. Tesis doctoral en la Universidad de la Rioja.
- Martínez, A., Aleixandre Tudó, J.L., Aleixandre J.L. Efectos de los fenómenos producidos por el cambio climático sobre la calidad de los vinos. Instituto de Ingeniería de Alimentos para el Desarrollo (IIAD). Universidad Politécnica de Valencia.
- Resco, P. (2012). Impacto del cambio climático en el viñedo en España. Trabajo Fin de Master. Univ. Politécnica de Madrid.
- Resco, P. (2015). Viticultura y Cambio Climático en España: vulnerabilidad en las distintas regiones y estrategias de adaptación frente al desarrollo de nuevas políticas. Tesis doctoral en Ingeniería Agronómica. Univ. Politécnica de Madrid.
- Romero, P. (2016). El impacto del cambio climático en la viticultura: consecuencias y adaptaciones. Departamento de Recursos naturales, Grupo de Riego y Fisiología del estrés IMIDA, Murcia.
- Santillán, D., Iglesias, A., Jeunesse, I., Garrote, L., Sotes, V. (2019) Vineyards in transition: a global assessment of the adaptation needs of grape producing regions under climate change, *Science of the Total Environment*.

- Vela Cantalapiedra, R. (2018). Modelización de la optimización energética en el sector agroindustrial con especial atención al sector vinícola. Tesis doctoral en la Universidad Politécnica de Madrid.
- Yabaci, S., Dilan, Z., Darici, M., Kelebek, H., Erten, H., Isci. B., Altindisli, A., Cabaroglu. T. (2015). Effect of terroir on the phenolic compounds of Muscat of Bornova Wines from 3 different sub-regions of Aegam, Turkey.

Web:

- <https://www.lavanguardia.com/natural/20170702/423767036129/vino-cambio-climatico.html>
- <https://matarromera.es/grupo-matarromera-reune-a-los-mayores-expertos-sobre-investigacion-agronomica/>
- <http://chil.me/download-file/104758-124022>
- Datos ofrecidos por la Entidad Estatal de Seguros Agrarios O.A. (ENESA) <https://www.mapa.gob.es>
- <https://cambioinvisible.vozpopuli.com/cambio-climatico-vino/>