

Effect van verwarming op bladfunctie, watergebruiksefficiëntie en bessensamenstelling in twee contrasterende *Vitis vinifera*-variëteiten.

Bron: studie van P. Silva in WineScience

Klimaatverandering zal wereldwijd natuurlijke en gecultiveerde systemen beïnvloeden. Voor Mendoza, de belangrijkste druivenstreek van Argentinië, voorspellen sommige studies een stijging van de gemiddelde luchttemperatuur tussen 2 en 4 °C tegen het einde van deze eeuw (Cabr  et al., 2016). Bovendien wordt ook verwacht dat de sneeuwneerslag in het Andesgebied zal afnemen, wat de unieke waterbron is voor landbouw en andere menselijke activiteiten (Boninsegna, 2014). Een warmere omgeving kan het waterverbruik op plantniveau verhogen. Dit scenario (hogere temperaturen en minder waterbeschikbaarheid) kan de duurzaamheid van de wijngaard in gevaar brengen. Het verhogen van de efficiëntie van het watergebruik (WUE, de hoeveelheid C-winst ten opzichte van waterverlies) is een relevante doelstelling om de impact van de klimaatverandering te verminderen.

Plantentranspiratie is het proces waarbij water als damp verloren gaat, voornamelijk van de bladeren naar de atmosfeer. De waterverdamping verlaagt de bladtemperatuur om een goede bladstofwisseling te behouden. Bladtranspiratie wordt gedeeltelijk gereguleerd door huidmondjes, dit zijn poriën aan de onderkant van wijnrankbladeren die bestaan uit twee gespecialiseerde cellen die een centrale opening flankeren (Dow et al., 2014). Huidmondjes regelen de bladgasuitwisseling: waterdampverlies en kooldioxidetoeename. Wijnstokken vertonen variabiliteit in de reactie van huidmondjes op omgevingsfactoren, die afhankelijk zijn van de variëteit (Chaves et al., 2010). Het best gedocumenteerde mechanisme is de reactie op watertekort, waaruit druivenrassen worden geclassificeerd als anisohydrisch of isohydrisch. Syrah en Grenache zijn respectievelijk de twee modelvarianten van deze reacties op waterstress (Schultz, 2003). Omgekeerd is het mechanisme in reactie op temperatuur niet zo veel bestudeerd.

De temperatuur heeft ook een sterke invloed op de rijping van bessen en de kwaliteit van de wijn. In verschillende wijnbouwregio's over de hele wereld zijn warmere temperaturen geassocieerd met een hogere suikerconcentratie, minder zuurgraad en minder anthocyaninegehalte (die verantwoordelijk zijn voor de kleur en smaak van rode wijn) bij de oogst (Mira de Ordu a, 2010). Bovendien begint de suikeroophoping eerder in het seizoen en wordt deze ontkoppeld van anthocyanine. Deze veranderingen kunnen een negatieve invloed hebben op de wijnkwaliteit. Desalniettemin hebben sommige variëteiten minder gereageerd op opwarming en hebben ze de bessenkwaliteit behouden in warmere omgevingen.

In deze studie wilden we de stomatale reactie op opwarming bestuderen en de impact ervan op de efficiëntie van het watergebruik op blad- en hele plantniveau in twee variëteiten met contrasterend stomataal gedrag en ook de effecten op de bessensamenstelling.

Materiaal en methoden

We voerden een veldexperiment uit in een wijngaard bij INTA Experimental Station Mendoza. We vergeleken Syrah- en Grenache-planten onder controleomstandigheden met planten die werden blootgesteld aan passieve verwarming van knopburst tot oogst. Figuur 1 beschrijft het verwarmingssysteem, eerder ontwikkeld door Sadras en Soar (2009). Planten werden gedurende het hele groeiseizoen onder goed bewaterde omstandigheden gehouden. We hebben de lucht- en bladtemperatuur gemeten om temperatuurbehandelingen te karakteriseren. We evalueerden ook koolstofassimilatie (An), stomatale geleiding (gs), intrinsieke bladwatergebruikseffici ntie (WUEint)

en opbrengstwatergebruiksefficiëntie (WUEyield). WUEint is de verhouding An/gs en WUEyield is de verhouding tussen de plantopbrengst en de totale hoeveelheid water die tijdens het seizoen door irrigatie wordt toegediend. We hebben ook de huidmondjes (porie) lengte gemeten. Daarnaast volgden we de rijping van bessen van veraison tot oogst door het suikergehalte ($^{\circ}Bx$), de pH en het versgewicht van de bessen (g) te meten. Het totale anthocyaninegehalte werd bepaald bij veraison, midden rijping en oogst. In het groeiseizoen 2016/17 zijn gasuitwisselings- en stomatale metingen uitgevoerd. Bessenrijping en WUEyield werden beoordeeld in 2016/17 en daarnaast in 2017/18.

resultaten

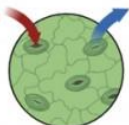
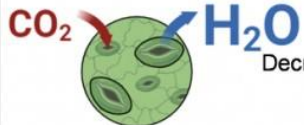
Het verwarmingssysteem steeg met gemiddeld $1,1^{\circ}C$ gemiddelde luchttemperatuur, met betrekking tot de controle-omstandigheden van oktober tot maart (wijnstokteeltseizoen op het zuidelijk halfrond) in seizoen 2016/17. Tijdens de bladontwikkeling werden planten blootgesteld aan een stijging van $1,4^{\circ}C$. Voor het seizoen 2017/18 bedroeg de gemiddelde temperatuurstijging $2,7^{\circ}C$. Deze waarden zijn in overeenstemming met sommige klimaatveranderingsvoorspellingen voor de druiventeeltregio's van Mendoza en voor andere over de hele wereld (Cabr  et al., 2016; Santill n et al., 2019). In elke variëteit verhoogde het verwarmingssysteem ook de bladtemperatuur. Omdat planten zich echter in goed water bevonden, konden bladeren de luchttemperatuur volgen en hun functie behouden.



1. *Links: Passief verwarmingssysteem. Het bestond uit polycarbonaatplaten die een tentje vormen onder de luifel, met een zenitale opening. Zonnestraling verwarmt de lucht in de tent, de hete lucht stijgt op en verhoogt de temperatuur van de luifel. Rechts: Panelen geplaatst in Grenache planten in de wijngaard. INTA-experimenteel station, Mendoza, Argentinië, 2017.*

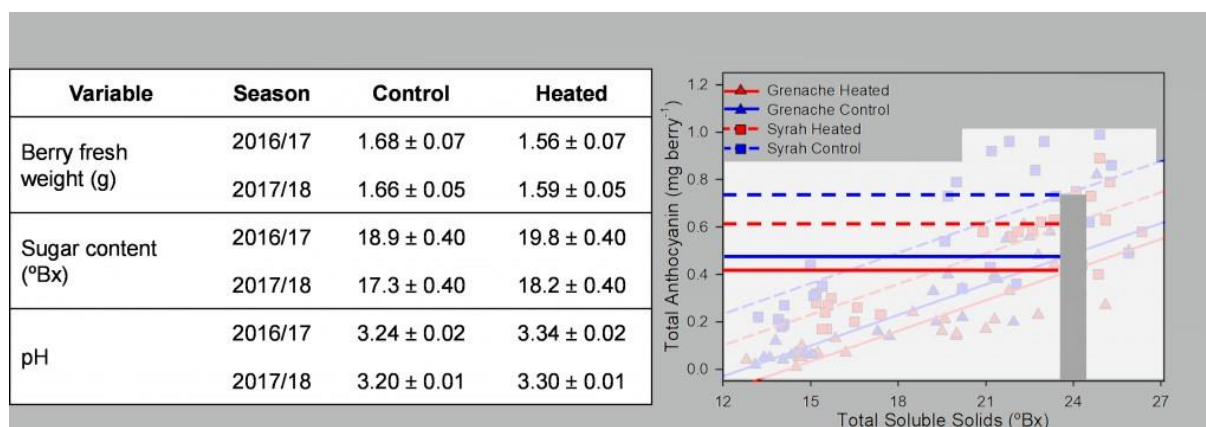
Rassen vertoonden verschillende reacties op verwarming in bladgasuitwisseling. Grenache verhoogde An en gs onder verwarming, maar dit leidde tot een afname van WUEint. Bij dit ras kwamen langere huidmondjes vaker voor in de verwarmde planten, wat betreft bestrijding. Dit suggereert dat verhitting sinds het begin van de bladontwikkeling (d.w.z. knopuitbarsting) leidde tot anatomische veranderingen in Grenache, met de bijbehorende fysiologische respons: hogere An en gs . Syrah, aan de andere kant, handhaafde WUEint onder zowel controle- als verhittingsomstandigheden, omdat An en gs niet waren gewijzigd, noch de stomatale lengte. Belangrijk is dat de WUE-opbrengst bij beide rassen in de twee geëvalueerde seizoenen onder warmere omstandigheden afnam. Omdat de toegepaste hoeveelheid water voor alle behandelingen gelijk was, was de afname van de WUE-opbrengst te wijten aan opbrengstverlies. Dit zou erop wijzen

dat in een warmere omgeving, voor dezelfde hoeveelheid water die wordt toegediend, de opbrengst zal afnemen. Deze resultaten zijn samengevat in figuur 2.

Control conditions	Grenache heated 	Syrah heated 
		
Varietal strategy	<i>Responsive to heating</i> Increased water loss to decrease leaf temperature at expense of WUE	<i>Tolerate 1.1 °C heating</i> Presented a wide range of temperature for leaf functioning
Yield and WUE _{yield}	Decreased Risk for future vineyard sustainability	

2. *Samenvatting van verhittingseffecten op Grenache (links) en Syrah (rechts) in het veld gekweekte planten. In elke variëteit werd een andere strategie gedefinieerd om met verhitting om te gaan.*

Bovendien werd de rijping van bessen bij beide rassen beïnvloed door verhitting. Druiven van verwarmde planten hadden een lager versgewicht van de bessen (alleen in het seizoen 2016/17) en een hoger suikergehalte en een hogere pH in beide geëvalueerde seizoenen (linker tabel in figuur 3). Toen we anthocyanine vergeleken met suiker, kregen we in verwarmde druiven van beide variëteiten een lagere totale anthocyanine:suikergehalteverhouding (rechterpaneel in figuur 3). Deze situatie (hogere suiker en pH, lagere anthocyanine) komt veel voor in warme streken en kan in de toekomst verergeren, wat een negatieve invloed heeft op de samenstelling en veroudering van bessen en wijn.



3. *Samenvatting van het verwarmingseffect op het versgewicht en de samenstelling van bessen. Verwarming verhoogde het suikergehalte en de pH, en verlaagd versgewicht van de bessen (linker tabel); en verlaagd totaal anthocyaninegehalte, voor dezelfde hoeveelheid suiker (rechterpaneel).*

Conclusies

In dit werk ontdekten we dat Grenache beter reageerde op toenemende temperatuur. Het veranderde zijn bladfunctie door g te verhogen en zo water te verliezen om de verwarming het hoofd te bieden. Dit leidde tot een toename van An, maar in mindere mate, dus WUE_{int} nam af, met betrekking tot controleplanten. Aan de andere kant gedraagt Syrah zich als een tolerante variëteit, omdat het zijn bladfunctie onder controle en verwarmde omstandigheden handhaaft. Waarschijnlijk

ligt de mate van temperatuurstijging die in dit onderzoek is bereikt (gemiddeld 1,1 °C) binnen het temperatuurbereik dat Syrah kan verdragen zonder zijn gedrag aan te passen. Desalniettemin daalde de WUEyield in beide rassen. Wanneer extrapolaties van bladeren WUE naar WUE van de hele plant worden gedaan, kunnen er enkele contrasterende resultaten verschijnen, zoals in dit geval voor Syrah. Waterverliezen en ademhaling van stammen, wortels of druiven worden niet in aanmerking genomen wanneer WUE wordt gemeten op bladniveau (Tomás et al., 2014). Bovendien werd de bessensamenstelling bij beide rassen negatief beïnvloed. Sommige strategieën voor het beheer van het bladerdak worden bestudeerd om de rijping van bessen te vertragen en de heetste maanden van de zomer te vermijden, zoals laat snoeien (Bustos Morgani et al., 2022), ernstig snoeien van scheuten, bladverwijdering of schaduwnetten, onder andere (Gutiérrez- Gamboa et al., 2021). Verdere studies die behandelingen met verwarming en watertekort combineren, zijn nodig, gezien het contrasterende gedrag van deze twee variëteiten.