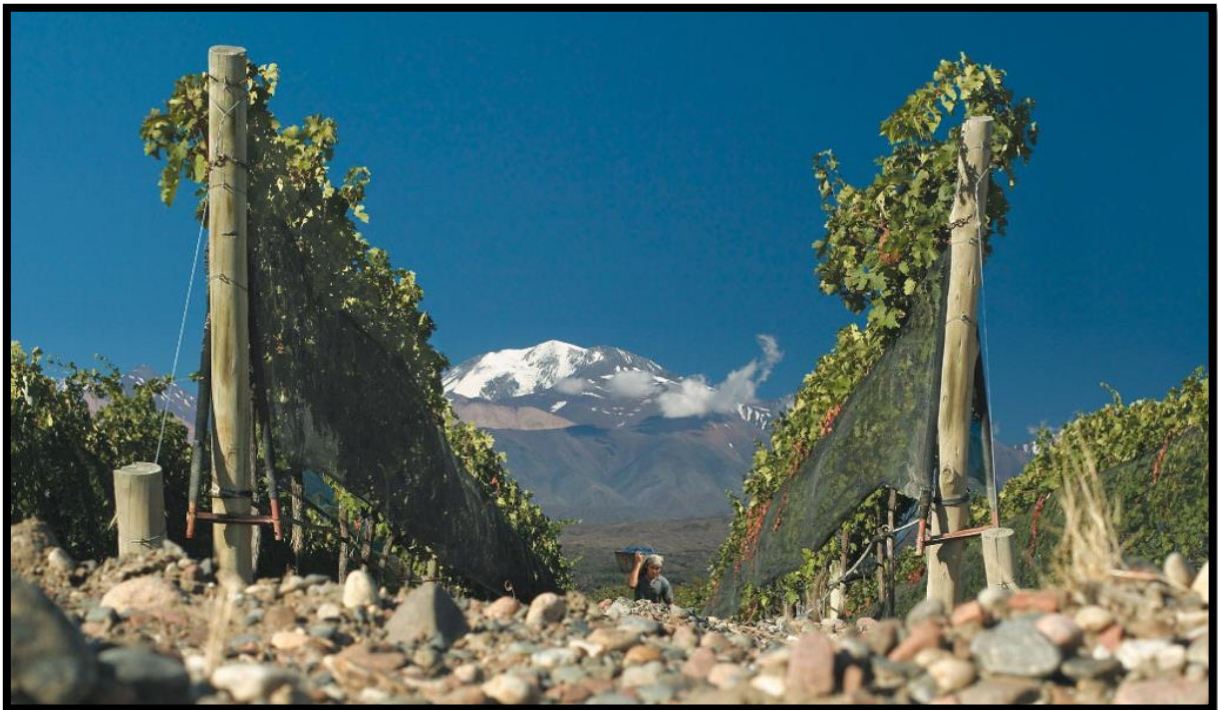


HET MYSTERIE VAN MALBEC UIT MENDOZA ARGENTINIË ONTRAFELD

Analyse van wetenschappelijke literatuur over de invloed van
het terroir op de wijnen van malbec uit verschillende
wijnbouwzones in Mendoza, Argentinië



Scriptie in het kader van het examen Magister Vini in 2014



Fransbert Schermer



Scriptie ter verkrijging van de titel Magister Vini in het openbaar te verdedigen op 10-10-2014 door

Fransbert Schermer

“HET MYSTERIE VAN MALBEC UIT MENDOZA ARGENTINIË ONTRAFELD”

Analyse van wetenschappelijke literatuur over de invloed van het terroir op de wijnen van malbec uit verschillende wijnbouwzones in Mendoza, Argentinië.

Scriptiebegeleider

Lars Daniëls MV

Examen Commissie Magister Vini

R.H.M. Zey, voorzitter , G. Crum, G. Horstink, R. Andes MV, M. van der Rijst en W.F. de Graaf, secretaris



Dankwoord

Bedanken wil ik allereerst mijn ouders. Hoewel ze al jaren overleden zijn hebben mijn ouders mij de liefde voor wijn en lekker eten met de paplepel ingegoten, al was ik mijzelf daar lange tijd niet zo bewust van. Mijn vader liet hij mij een aantal mooie flessen bordeaux na en door het opzoeken van de details over deze wijnen begon mijn zoektocht in de wijnwereld pas echt.

Samen met mijn vriend Jack Euwema begon ik met het intensiever proeven van wijnen en ging ik later samen wijn inkopen in Frankrijk. Mijn eerste wijncursus bij Piet Thiellier was een *eyeopener*: dat wilde ik ook! Ik werd snel vinoloog, gaf mijn eerste wijncursus en ging naar Frankrijk voor meer wijnkennis. Tijdens de *Master Vintage* opleiding ontmoette ik Kees van Leeuwen, zijn wetenschappelijke terroir aanpak is voor mij een belangrijke inspiratie!

En ook daar in Angers ontmoette ik Solange Santi Malnis, wijnbouwkundig ingenieur uit Mendoza, nu mijn vrouw, mijn liefde en steun bij deze studie en door haar leerde ik het wijnland Argentinië en vooral Mendoza echt kennen.

Ook wil ik mijn kinderen Lot, Jonathan en Sterre bedanken, die veel geduld met mij hadden. Mijn broers en zussen die meeleefden met dit traject en speciaal mijn zwager Cees Stavenuiter, die mij hielp met de lay-out van deze scriptie.

Professioneel wil ik de organisatie van Magister Vini bedanken en ook het begeleidingstraject vanuit de Wijnacademie in het bijzonder Frank Jacobs voor de proefsessies. Natuurlijk ook mijn mentor Lars Daniëls, die mijn passie voor wijn en terroir met mij deelt en altijd de nodige support gaf.

Daarnaast de mensen die actief een bijdrage hebben geleverd aan mijn scriptie zoals José Galante, wijnmaker bij Salentein en Belén Iacono, wijnbouwkundig ingenieur bij Catena, die met ons drie jaar geleden veel wijngaarden in Mendoza bezocht. Ten slotte bedank ik natuurlijk alle onderzoekers op het gebied van wijn, geciteerd in dit onderzoek, die baanbrekend werk hebben verricht, waarvan ik dankbaar gebruik kon maken.



Foto 1.1 Oude malbec wijnstok uit Mendoza Bron: Wines of Argentina.

Samenvatting

De invloed van terroir op de wijn heeft iets mysterieus, misschien wel door de complexiteit, de vele factoren die het terroir bepalen en de interacties tussen deze factoren. Boeiend is daarom ook de vraag waarom enerzijds juist die malbec in Mendoza, Argentinië zo succesvol is en daarnaast ook nog een enorme diversiteit vertoont van toegankelijk basiskwaliteit tot complexe bewaarwijn. Ik vond het dan ook een uitdaging om te trachten dit mysterie van het terroir en de invloed op de malbec te ontrafelen. Zeker in dit voor velen nog relatief onbekende Mendoza met zijn opvallend grote verschillen in hoogte en temperatuur tussen toch nabijgelegen wijnbouwzones.

In dit literatuuronderzoek is systematisch wetenschappelijk onderzoek bestudeerd om er achter te komen in hoeverre de malbecwijnen uit Mendoza, afkomstig uit verschillende wijnbouwzones en hoogtes, van elkaar verschillen en of en hoe zij getypeerd kunnen worden.

Vooraf is stil gestaan bij de voorwaarden en de beperkingen van dergelijk onderzoeken en na bestudering zijn de onderzoeken per tijdsfase geanalyseerd en zijn de relevante conclusies hieruit besproken en geïnterpreteerd. Door het voortschrijdend inzicht werden de onderzoeken in de loop der tijd steeds uitgebreider qua metingen, maar ook beter qua randvoorwaarden (*"ceteris paribus"*).

De bestudeerde onderzoeken werden uitgevoerd door instituten en universiteiten in Argentinië, Spanje, Chili en de Verenigde Staten in samenwerking met bodega's zoals Catena en Salentein. Monsters van de druiven en wijnen van malbec werden chemisch geanalyseerd en er werden verschillen vastgesteld in de samenstelling qua aromacomponenten en polyfenolen. Ook werd vaak sensorisch onderzoek gedaan naar deze malbecwijnen. Er kwamen significante verschillen aan het licht tussen de malbecwijnen afkomstig uit de grote wijnbouwzones in Mendoza: Zona Alta del Río Mendoza, Valle de Uco en Mendoza Este, maar ook tussen bepaalde subzones in deze zones en in wijnen en druiven afkomstig van drie hoogtes binnen dezelfde subzone.

Op de centrale onderzoeksvraag *"Kunnen de in de bestudeerde wetenschappelijke onderzoeken aangetoonde verschillen in de aroma's en fenolen en in de sensorische eigenschappen van de malbecwijnen afkomstig uit verschillende wijnbouwzones in Mendoza eenduidig worden gerelateerd aan hun herkomst ofwel het terroir?"* is mijn antwoord dat dit in hoge mate het geval is, waarbij de hoogteligging de meest cruciale terroirfactor blijkt te zijn. Vervolgens heb ik nog een korte analyse gemaakt van de verklarende terroirfactoren voor de waargenomen verschillen met als voornaamste factor de hoogteligging, die bepalend is voor de temperatuur, de temperatuuramplitude en de lichtintensiteit.

Hierna heb ik op basis van het verzamelde onderzoek een typering gemaakt van de malbecs afkomstig uit een specifieke zone of subzone. Vanwege het feit dat er discrepanties zijn tussen onderzoeken heb ik hierbij keuzes moeten maken die gebaseerd zijn op mijn eigen weging en interpretatie van het onderzoeksmateriaal. De hoogstgelegen wijnbouwzones (*Alto Valle de Uco*) brengen malbecwijnen voort met de meeste structuur en rijpingspotentieel, rood fruit en specifieke florale aroma's. De wijnen van gemiddelde hoogte, vooral uit de klassieke zone nabij Luján, blonken uit in fruit, body en homogeniteit. Uit de laagstgelegen en warmste zone Mendoza Este kwamen eenvoudige toegankelijke malbecwijnen met meer gestoofd fruit.

Tot slot heb ik aandacht besteed aan het belang van deze typering voor de zonering en herkomst-bescherming van de wijnbouwzones in Mendoza, waarbij de huidige geografische indeling volgens mij niet meer voldoet. Een indeling van de wijnbouwzones op hoogteligging lijkt hierbij het meest geschikt om de malbec duidelijker te kunnen typeren. Hierdoor is de wijnliefhebber bereid een premie te betalen voor wijnen met een bepaalde terroirkenmerken zoals meer aroma's, complexiteit of rijpingspotentieel. Wijneducatie en promotie kan vervolgens het fantastische potentieel van de malbec uit Mendoza kenbaar maken aan een steeds grotere groep van wijnliefhebbers.

Abstract

The influence of *terroir* on a wine is sometimes hard to understand, it is like a mystery. Maybe this is due to its complexity: the many factors that determine *terroir* and their mutual interactions. Fascinating is that Malbec wines from Mendoza in Argentina are so successful and at the same time show a large diversity: from an easy to drink basic quality to a complex wine with aging potential. It is also clear that this has to do with the relative unknown *terroir* of Mendoza with its strikingly large differences in altitude and temperature between nearby wine-growing (sub-) zones. I found it a challenge to try to unravel this mystery of *terroir* and its influence on the Malbec wines from Mendoza.

In this literature study all relevant scientific research has been systematically studied to find out to what extent the Malbec wines from various wine-growing zones and altitudes in Mendoza differ from each other and how these differences can be described in a sensory profile.

This study starts with a discussion about the necessary conditions and the possible limitations of the studied research, which determines its relevance. In the next step the relevant research was analysed, discussed and interpreted. In time the advance in insight and in measurement technique lead to better research, both in terms of measurements, but also in terms of better framework of conditions (*"ceteris paribus"*).

The research was performed by universities and institutes from Argentina, Spain, Chile and the USA in cooperation with bodegas like Catena and Salentein. Samples of Malbec grapes and wines from different locations within Mendoza were chemically analysed and differences were found in their composition in terms of aroma components and polyphenols. Also sensory analysis of these samples was often part of this research. In general significant differences were found between the Malbec wines originating from the large wine-growing zones in Mendoza: Zona Alta del Río Mendoza, Valle de Uco and Mendoza Este, but also between wines from subzones in these zones and in wines and grapes from three different altitudes within the same subzone.

The central research question of my literature study was: *Could the observed differences in the studied research with regard to the aroma components, the phenolic compounds and their sensory properties in the Malbec wines from different wine-growing zones in Mendoza be related to their origin or what we call the terroir?* My answer is *positive*, because almost all the studied material lead to this conclusion. What also became clear is that the *altitude* seems to be the most crucial *terroir* factor in Mendoza. I also made a short analysis to explain the observed differences in *terroir*. The altitude in Mendoza has a great influence on the main *terroir*-drivers: temperature, the temperature amplitude and light.

Based on all of the research I propose a general sensory characterization of the Malbec wines from a specific zone or subzone. Due to the fact that there were some discrepancies between the observed studies I based this characterization on my own personal judgement and interpretation. The highest altitude subzones (Alto Valle de Uco) produce Malbec wines with a good structure and ageing potential, intense colour, red fruit aromas and flavours, complexity and specific floral aromas, like violets. The Malbec wines of average height, especially from the Classic zone near Luján excelled in fruit, body and were very homogenous. The Malbec wines from the warm and relative low zone Mendoza Este are easier to drink and have more typical stewed fruit aromas and flavours.

Finally, I paid attention to the importance of this sensory characterization for the zoning and the protection of origin of the wine-growing zones in Mendoza. The current geographical zoning is not suitable anymore. A classification of the wine-growing zones based on altitude seems to be more appropriate to describe the typical characteristics of the Malbec wine from such a (sub-) zone. This will make the wine consumers more willing to pay a premium for wines with particular *terroir* related characteristics. To make the consumer aware of this *terroir* influence within Mendoza promotion and wine education could bring the fantastic potential of Malbec wines from Mendoza within reach to a growing number of wine lovers.

Inhoudsopgave

SAMENVATTING	4
ABSTRACT	5
INLEIDING	8
1 DE CENTRALE ONDERZOEKSVRAAG EN AANPAK	9
2 ONDERZOEKSMETHODE	12
2.1 LITERATUURONDERZOEK	12
2.2 VERGELIJKING, INTERPRETATIE EN WEGING BRONNEN	12
2.3 DE VARIABELE FACTOR TERROIR	13
2.4 DE OVERIGE NIET-TERROIRGEBONDEN FACTOREN	14
3 MALBEC IN ARGENTINIË	15
3.1 MALBEC: OORSPRONG, HISTORIE EN VERSPREIDING	15
3.2 MALBEC IN ARGENTINIË: WIJNBOUWTECHNISCH	18
3.3 DE WIJNBOUWREGIO'S VAN ARGENTINIË	20
3.4 DE WIJNREGIO MENDOZA	21
3.5 DE BELANGRIJKSTE WIJNBOUWZONES VOOR MALBEC IN MENDOZA	24
4 RESULTATEN	30
4.1 INTRODUCTIE ONDERZOEKSTECHNIEKEN	30
4.2 BESPREKING BESTUDEERDE ONDERZOEKSPROJECTEN	32
4.3 FASERING ONDERZOEK MALBEC UIT MENDOZA	33
4.4 FASE 1 SENSORISCHE ONDERZOEKEN VAN MALBEC UIT MENDOZA	35
4.5 FASE 2 AROMACOMPONENTEN- EN FENOLENONDERZOEK VAN MALBEC UIT MENDOZA	36
4.6 FASE 3 INTEGRAAL ONDERZOEK MALBEC UIT MENDOZA EN DE VERENIGDE STATEN	39
4.7 FASE 4 JAARLIJKS SENSORISCH EN AROMA-ONDERZOEK VAN MALBEC VAN DRIE HOOGTES	44
5 CONCLUSIES EN DISCUSSIE	46
5.1 DE CENTRALE ONDERZOEKSVRAAG BEANTWOORD	46
5.2 VERKLARENDE TERROIRFACTOREN	48
5.3 TYPERING MALBEC'S UIT WIJNBOUW(SUB-)ZONES IN MENDOZA	52
5.4 BELANG TYPERING MALBEC VOOR HERKOMSTBESCHERMING IN MENDOZA	55
6 BRONVERMELDINGEN EN BIBLIOGRAFIE	56

BIJLAGEN	59
<u>I ARGENTINIË: WIJNLAND EN HAAR WIJNBOWWREGIO'S</u>	<u>60</u>
I.1 ARGENTINIË EN HAAR WIJNREGIO'S	60
I.2 NOORD ARGENTINIË: SALTA, CATAMARCA & TUCUMÁN	61
I.3 MIDDEN ARGENTINIË: LA RÍOJA EN CUYO: MENDOZA & SAN JUAN	61
I.4 ZUID ARGENTINIË: PATAGONIA MET RÍO NEGRO EN NEUQUÉN	65
<u>II DE WIJN IN ARGENTINIË: HISTORIE EN EVOLUTIE</u>	<u>66</u>
II.1 HISTORIE	66
II.2 HUIDIGE SITUATIE & TOEKOMSTPERSPECTIEF	68
II.3 TREND: MALBEC ALS HET EMBLEEM VAN KWALITEITSWIJN	70
<u>III CLASSIFICATIE WIJNBOWWKLIMAAT</u>	<u>71</u>
III.1 GEOVITICULTURE MULTICRITERIA CLIMATE CLASSIFICATION SYSTEM	71
III.2 KLIMAAT-INDICES IN HET GMCC-SYSTEEM	71
<u>IV BESTUDEERDE ONDERZOEKEN IN DETAIL</u>	<u>77</u>
IV.1 FASE 1 SENSORISCHE ONDERZOEKEN	77
IV.5 FASE 2 AROMA- EN FENOLENONDERZOEK	79
IV.6 FASE 3 INTEGRAAL ONDERZOEK MALBEC UIT (SUB-)ZONES IN MENDOZA EN DE VS	83
IV.7 FASE 4 JAARLIJKS ONDERZOEK MALBECWIJNEN EN -DRUIVEN VAN DRIE HOOGTES	89
<u>V BELANGRIJKSTE PRIMAIRE AROMA'S VAN MALBEC</u>	<u>91</u>
V.1 TERPENEN	91
V.2 NORISOPRENOÏDEN	92
V.3 PYRAZINES	92
V.4 ZWAVELHOUDENDE COMPONENTEN	93
<u>VI BELANGRIJKSTE FENOLISCHE COMPONENTEN IN WIJN</u>	<u>94</u>
VI.1 ROL POLYFENOLEN IN WIJN	94
VI.2 ONDERVERDELING POLYFENOLEN	94
VI.3 POLYFENOLEN: DE NIET-FLAVONOÏDEN	95
VI.4 POLYFENOLEN: FLAVONOÏDEN	96
<u>VII STATISTISCHE BEGRIPPEN-KORTE TOELICHTING</u>	<u>98</u>
<u>VIII SENSORY CHARACTERIZATION MALBEC IN MENDOZA (ENGLISH)</u>	<u>99</u>

Inleiding

Het fenomeen ‘terroir’..., ik ben erdoor gefascineerd, misschien is ‘gebiologeerd’ in dit verband nog een betere omschrijving. Enerzijds biedt het begrip immers een bruikbare context voor de complexiteit van de wijnbouw en de wijnappreciatie, anderzijds leidt het begrip wellicht juist door zijn complexiteit soms tot niet onderbouwde veronderstellingen en vooroordelen. Dingen die wij niet helemaal kunnen doorgronden krijgen vaak ook iets mysterieus.

Een opmerking over ‘terroir’ zoals ‘in deze sancerre proef je de vuursteen’ ontspruit misschien uit een onschuldig soort van over-enthousiasme maar voor iemand met een natuurkunde-achtergrond als ikzelf gaat het om een loze mededeling. In het laboratorium zul je immers geen microgram silicium aantreffen, zelfs niet per hectoliter sancerre.

Veel kwalijker acht ik een uitspraak over ‘terroir’ als: ‘de Nieuwe Wereld kent geen terroir’. Ik vrees dat zo’n uitspraak letterlijk elke grond mist.

En zo heb ik mijn onderwerp voor de scriptie ter verkrijging van de titel ‘Magister Vini’ gevonden. Ik ga de uitdaging aan om een belangrijk aspect van het fenomeen ‘terroir’ te doorgronden en daarmee aan te tonen dat het begrip niet exclusief verbonden is met klassieke bourgognes of bordeaux maar evenzeer met de Nieuwe Wereld.

Tijdens mijn drie bezoeken aan Mendoza in Argentinië ben ik langzaam maar zeker in de ban geraakt van malbec. Een druif die tegenwoordig in Frankrijk bijna uit Bordeaux is verdreven en alleen nog in Cahors voor krachtige wijnen wordt gebruikt maar die eigenlijk al sinds 1861 furore maakt in Argentinië. De aanplant van malbec is ook daar met ups en downs gegaan, maar de wijnen van malbec zijn de laatste jaren echt doorgebroken en zeer succesvol in de export naar de Verenigde Staten en Europa. De afgelopen jaren verschenen zelfs verscheidene boeken en films over de hergeboorte van de malbec.

De diversiteit van de wijnen van malbec uit Mendoza is verrassend groot: van prettige eenvoudige barbecue-wijn tot topwijnen met rijpingspotentieel en met internationaal hoge erkenning. In 2009 werd wijnproducent Nicolas Catena als eerste Argentijn Decanter’s Man of the Year: een erkenning van diens zoektocht naar het optimale terroir voor malbec, werd gezegd. Interessant is dan ook de vraag of de kwaliteitsverschillen in malbec uit Mendoza inderdaad zijn terug te leiden tot verschillen in het terroir.

Om dit terroir onderwerp zo objectief mogelijk te benaderen heb ik er niet voor gekozen om zelf reeds gebottelde wijnen in eigen kring te gaan proeven of wijnmakers te interviewen. Nee, ik ga op zoek naar de wetenschappelijke basis van de aspecten van het fenomeen ‘terroir’. Gelukkig kan ik daarbij op de schouders staan van wetenschappelijke experts.

Ik verrichte een meta-studie op basis van hun literatuur ter zake. Er bestaat een rijkdom aan wetenschappelijke studies over wijn. Eigenlijk tot mijn verbazing. Als je er niet speciaal naar op zoek gaat kom je dergelijke studies in de vakliteratuur van wijnbouwers, wijnmakers en wijnproevers nauwelijks tegen. En dat terwijl de conclusies van de wetenschappers volgens mij heel relevant zijn. Ik hoop met mijn scriptie een hele kleine doorbraak te forceren.

Al besef ik heel goed dat het academische meten en analyseren in de wijnwereld altijd moet worden gecombineerd met de ongekenkende sensorische capaciteiten van de menselijke wijnproever.

Ik hoop dat mijn studie wat dat betreft in balans is: wijnwetenschap en wijnnervaring.

1 De centrale onderzoeksvraag en aanpak

Het “terroir” afgebakend

De wijnwereld kent vele mythes, veronderstellingen, vooroordelen en onbewezen opvattingen rond het begrip terroir. Hierdoor krijgt het iets mysterieus en prikkelt het de fantasie: waardoor ruikt en smaakt een wijn van de ene plek nou anders dan die van een andere plek? Soms worden er dan zelfs dingen beweerd die niet bewezen zijn of soms zelfs wetenschappelijk eenvoudig weerlegbaar zijn.

Vandaar het belang om de term “terroir” te objectiveren met bijvoorbeeld de definitie van de *Organisation Internationale de la Vigne et du Vin* (OIV) als uitgangspunt. In deze definitie van terroir wordt verwezen naar de originaliteit van de wijn geproduceerd in een gegeven terroir en de toegevoegde waarde daarvan:

“ A terroir is a unique and delimited geographic area for which there is a collective knowledge of the interaction between the physical and biological environment and applied viticultural practices. The interaction provides unique characteristics and creates a recognition for goods originating from that area. Terroir includes specific landscape characteristics and territory values.” (OIV, 2008).

In dit onderzoek wordt een nog verder afgebakend terroirbegrip gehanteerd door het terug te brengen naar de invloed van de natuurlijke omstandigheden op de plek waar de druivenstok staat ofwel op de plek van herkomst.

Toegevoegde waarde van “terroir”

In de klassieke wijnwereld is al eeuwenlang praktijkervaring opgebouwd met de invloed van terroir op de wijn en heeft men maatregelen getroffen in de vorm van wetgeving om die unieke herkomst te beschermen. De klassieke wijnlanden profileren zich met door terroir getypeerde wijnen en men tracht ook door wetenschappelijk onderzoek de invloed van terroir aan te tonen en te verklaren, zodat het niet puur als een marketinginstrument gezien kan worden. Inspirerende voorbeelden hiervan zijn de bijdragen van onderzoekers als prof. Kees van Leeuwen uit Bordeaux en prof. dr. Ulrich Fischer in Duitsland, die beiden ook actief zijn in het Magister Vini begeleidingstraject.

Ook in de nieuwe wijnwereld staat elke druivenstok op een plek met unieke specifieke natuurlijke omstandigheden, die hun invloed zullen hebben op het karakter van de wijn. Door die unieke omstandigheden te duiden en te koesteren en daarmee in de wijnbouw en het wijn maken rekening te houden kan dus ook daar een wijn met specifieke terroirkenmerken worden gemaakt. Ook kan door het beter benutten van de potentie van het terroir de wijnkwaliteit nog verder worden verbeterd.

Onderzoeken naar de invloed van zowel natuurlijke factoren zoals hoogteverschillen, UV-lichtinval, bodemsamenstelling als ook van menselijke interventies zoals bijvoorbeeld het loofwandbeheer, de irrigatieschema's en de afstemming wijngaard met geschikte variëteit of kloon kunnen hier meer inzicht in geven. Vandaar dat ook hier de wetenschappelijke onderbouwing van de invloed van het terroir op de wijn zowel voor de consument als de producent van belang is.

Door de strategie van *branding* met de nadruk op het druivenras is de specifieke herkomst van de wijn in de nieuwe wijnwereld vaak niet bekend. Voor basiswijnen is deze strategie succesvol. In het premium- segment is het wel van groot belang om wijnen te kunnen produceren met terroirexpressie en om deze op basis van hun herkomst te kunnen duiden. Een voorbeeld hiervan zijn de *single vineyard*-wijnen.

Toegevoegde waarde terroir in Argentinië

De Argentijnse wijnexport is de laatste jaren enorm gegroeid: van 2002 tot 2012 van 89,6 naar 365,9 miljoen liter. De geschiedenis en de evolutie van Argentinië als wijnland staat in detail beschreven in Bijlage II.

Aan de prijsontwikkeling is te zien dat de focus eerst meer op basiswijn lag maar nu ook steeds meer op hogere kwaliteit: het premiumsegment. In dit segment is de malbec uit Mendoza de koploper. Nederland is na het Verenigd Koninkrijk de belangrijkste exportmarkt voor Argentinië in Europa.

In een recent onderzoeksartikel (Defrancesco, Orrego, & Gennari, 2012) werd aangetoond dat consumenten in het Verenigd Koninkrijk en de Verenigde Staten bereid zijn een premium te betalen voor malbec uit Argentinië met een specifieke herkomst, zoals de vermelding van “Uco Valley”. In Nederland en Duitsland is de consument hiertoe nog minder bereid, waarschijnlijk door een gebrek aan bekendheid. Regelgeving en promotie, gebaseerd op een beschrijving van de herkomst en de relatie met de kwaliteit van de wijn zijn dus nodig om de meerwaarde van het terroir te kunnen benutten.

Onderzoek van het terroir in Argentinië

Aangezien malbec in verschillende prijs- en kwaliteitsklassen wordt aangeboden is het van belang voor producenten en consumenten dat de kwaliteit en typiciteit van de wijn afkomstig uit verschillende herkomstgebieden binnen Mendoza kan worden aangetoond en verklaard.

In Argentinië en vooral in Mendoza vindt er nu op uitgebreide schaal wetenschappelijke onderzoek plaats door universiteiten en overheidsinstellingen op het gebied land- en wijnbouw in samenwerking met individuele wijnproducenten. Onderzocht worden de verschillen in de sensorische eigenschappen, de aroma's en de fenolische componenten in malbecs afkomstig van verschillende herkomstgebieden. Ook wordt de invloed onderzocht van bepaalde interventies in de wijnbouw, zoals trosuitdunning en verschillende opties in het loofwandbeheer op de kwaliteit van de wijnen.

Doel is om uiteindelijk de specifieke kwaliteiten en kenmerken van deze wijnen in beeld te krijgen en om meer inzicht te verkrijgen in het kwalitatieve potentieel van de verschillende herkomstgebieden. Deze onderzoeken concentreren zich vooral op de malbec in Mendoza waar circa 90% van alle geproduceerde malbec in Argentinië vandaan komt.

Focus van dit literatuuronderzoek

Ook vanuit het perspectief van de Nederlandse consument, retailer en horeca is de kennis over de invloed van het terroir in Mendoza en de gevolgen voor de kwaliteit van de malbec belangrijk om een keuze te kunnen maken tussen de wijnen en ook voor de bereidheid om hiervoor een premium te betalen.

De focus van dit onderzoek ligt dan ook op de wetenschappelijk aangetoonde verschillen in geur- en smaak en in de gemeten kwaliteitsbepalende componenten zoals aroma's en fenolische componenten in de malbec afkomstig van de verschillende wijnbouwzones in de wijnregio Mendoza.

De **centrale onderzoeksvraag** luidt:

“Kunnen de in de bestudeerde wetenschappelijke onderzoeken aangetoonde verschillen qua gemeten aroma's en fenolische componenten en qua sensorische eigenschappen, in malbecwijnen afkomstig uit verschillende wijnbouw(sub-)zones in Mendoza eenduidig worden gerelateerd aan hun herkomst ofwel het terroir?”

Subdoel van dit onderzoek is aldus om op basis van al het bestudeerde onderzoek de terroirkenmerken van de malbec uit de verschillende (sub-)zones binnen Mendoza te staven en zo mogelijk te karakteriseren.

Aanpak en beschrijving van dit literatuuronderzoek

Onderzoeksmethode

Na het inleidende hoofdstuk wordt in hoofdstuk 2 de onderzoeksmethode toegelicht: in deze literatuurstudie wordt een meta-analyse gemaakt van bestudeerde research. Er wordt aangegeven op welke criteria de resultaten van de research worden getoetst op hun relevantie voor de centrale onderzoeksvraag van deze literatuurstudie.

Onderzoeksubjecten

In hoofdstuk 3 worden de onderzoeksubjecten geïntroduceerd: het druivenras malbec, het wijnland Argentinië en meer specifiek de wijnbouwzones in Mendoza. De focus ligt hierbij op de vragen hoe malbec in Argentinië wordt gecultiveerd en hoe de natuurlijke omstandigheden in de diverse subzones in de wijnregio Mendoza van elkaar verschillen.

Bestudeerde onderzoeken

In hoofdstuk 4 worden de bestudeerde onderzoeken per fase gepresenteerd en worden de relevante resultaten per bestudeerd onderzoek voor dit meta-onderzoek kort besproken. De resultaten worden gewogen en geïnterpreteerd. “Meten is weten” maar de onderzoeksresultaten zullen ook geïnterpreteerd moeten worden. Niets is namelijk zo moeilijk als bij een complex product als wijn alleen de plek van herkomst te laten variëren onder de “ceteris paribus” voorwaarde ofwel alle andere condities gelijk houden zoals type kloon, de manier van wijnbouw, de wijze van wijn maken, het moment van meten.

In elk onderzoek doet een onderzoeker daaraan concessies en dat geeft ook de beperkingen aan van zo’n onderzoek. In bijlage IV worden de onderzoeken overigens ook nog meer in detail gepresenteerd.

Conclusies

In hoofdstuk 5 worden de conclusies getrokken en wordt de centrale onderzoeksvraag beantwoord en volgt ten slotte ook mijn interpretatie van de onderzoeksresultaten.

De volgende vragen komen hierbij aan de orde:

- de centrale onderzoeksvraag;
- wat zijn de verklarende terroirfactoren die de verschillen veroorzaken?
- kunnen de malbecwijnen afkomstig uit de diverse wijnbouwzones en -subzones in Mendoza worden getypeerd op basis van hun herkomst?
- voldoet de huidige indeling in subzones in Mendoza om de wijnen qua terroirexpressie te onderscheiden?
- wat zijn resterende zaken betreffende het terroir die nog verder dienen te worden onderzocht?

Bronnen

In hoofdstuk 6 worden de gebruikte bronnen vermeld.

Achtergrondinformatie

Alle relevante achtergrondinformatie is opgenomen in de bijlagen.

2 Onderzoeksmethode

2.1 Literatuuronderzoek

Zoals gezegd betreft deze scriptie een literatuuronderzoek naar de invloed van het terroir in de diverse wijnbouwzones en subzones in Mendoza op de karakteristiek en de kwaliteit van de malbec.

Gebruikte bronnen

Zoals in de inleiding verwoord hebben wijnproducenten en de vele betrokken instanties als universiteiten, overheidsinstanties inzake landbouw en export een groot belang bij meer inzicht in de kwaliteitsaspecten en de karakterisering van hun iconwijn: de malbec. In hun onderzoeksprojecten wordt vanuit verschillende invalshoeken onderzoek gedaan naar de factoren die invloed hebben op de kwaliteit en kwantiteit van de wijnproductie.

Het verband tussen de plek waar de wijn van afkomstig is en de kwaliteit en het karakter van de wijn is één van de belangrijkste onderzoeksthema's. In dit soort onderzoeken worden monsters van malbec, van zowel druiven als wijnen die afkomstig zijn van verschillende plekken verzameld en geanalyseerd op objectief meetbare kenmerken zoals:

- chemische basismetingen: alcoholgehalte, suikergehalte, zuurgraad etc;
- metingen van de aromacomponenten;
- metingen van de fenolische componenten;
- meting van de sensorische kenmerken.

De resultaten zijn gepubliceerd in de vorm van artikelen in wetenschappelijke vaktijdschriften, proefschriften en via presentaties op congressen of wijnbeurzen. Deze bronnen vormen dus het bestudeerde materiaal in dit literatuuronderzoek.

Voor dit onderzoek zijn 7 verschillende onderzoeken in detail bestudeerd aan de hand van proefschriften, wetenschappelijke publicaties en beschikbaar gestelde data. Om dit materiaal te kunnen interpreteren en duiden zijn vele andere wetenschappelijke publicaties en vakboeken gebruikt. Het boek van Carlos Catania en Silvia Avagnina, beiden onderzoekers van het *Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria* (INTA) "*La Interpretación Sensorial del Vino*", waarin veel research inzake malbec en Argentinië wordt beschreven vormde een belangrijke basis (Catania, 2010).

2.2 Vergelijking, interpretatie en weging bronnen

In dit literatuuronderzoek worden de resultaten van deze onderzoeken vergeleken, geïnterpreteerd en getoetst op hun relevantie voor de onderzoeksvraag. Natuurlijk is hierbij van groot belang een beeld te hebben van alle factoren die uiteindelijk de kwaliteit en de karakteristiek van de malbecwijn bepalen.

De kwaliteit en de karakteristiek van een wijn worden in het algemeen bepaald door een vijftal kwaliteitsfactoren: het druivenras, de natuurlijke omstandigheden op de plek van herkomst, de wijnbouwmethode, de vinificatiemethode en de rijping en leeftijd van de wijn op het consumptiemoment.

Om alleen "de invloed van de plek" op de malbec uit Mendoza te kunnen meten zou men idealiter alléén de factor "plek van herkomst" dienen te variëren en zou men ernaar moeten streven alle niet-terroirgebonden factoren gelijk te houden: de "*ceteris paribus*"-voorwaarde. Hierin schuilt dan ook onmiddellijk de beperking dit soort onderzoek bij een complex product als wijn.

De wijn wordt beïnvloed door zo veel factoren, dat het vrijwel onmogelijk is om dit perfect uit te voeren. Er worden dus altijd concessies gedaan en is het dus van belang om hier als onderzoeker bewust te zijn van de consequenties voor het onderzoeksresultaat. In onderstaande tabel 2.1 wordt aangegeven welke kwaliteitsfactoren een rol spelen en wat de ideale onderzoekssituatie zou zijn.

Kwaliteitsfactor	Belangrijkste facetten	Onderzoeksubject - ideaalsituatie -
druivenras	type kloon wel/niet onderstok ouderdom wijnstok	-malbec van gelijke kloon - geen of gelijke onderstok - van gemiddelde gelijke leeftijd
terroir	macro- en mesoklimaat hoogte oriëntatie hellingshoek bodem weer in wijnjaar	malbec afkomstig van verschillende wijnbouw(sub-)zones in Mendoza
wijnbouw	plantdichtheid loofwandbeheer rendement ziektebestrijding irrigatie	wijnmonsters van uniform beheerde wijngaarden
vinificatie	oogstmoment selectie druiven extractiemethode vergistingstemperatuur gistkeuze malolactische fermentatie (hout-) opvoeding	op gestandaardiseerde wijze gemaakte wijnen zonder houtrijping onder precies gelijke condities door één wijnmaker gemaakt
leeftijd wijn	tijdstip meting	wijnmonsters van hetzelfde wijnjaar met een gelijke rijpingsduur

Tabel 2.1 De rol van de kwaliteitsfactoren en de ideaalsituatie in het terroironderzoek

2.3 De variabele factor Terroir

Terroir in deze studie betreft de invloed van de natuurlijke omstandigheden op de plek van herkomst op de malbec binnen de regio Mendoza. De plek bepaalt in welke natuurlijke omstandigheden de druiven groeien zoals klimaat, ligging en bodem. In de diverse bestudeerde onderzoeken zijn de belangrijkste wijnbouwzones in Mendoza vertegenwoordigd, soms verder onderverdeeld in subzones.

De relevante zones voor deze literatuurstudie met hun kenmerken qua wijnbouwkundig klimaat worden in hoofdstuk 3.3 beschreven. Belangrijke terroirfactoren die het mesoklimaat bepalen worden hier belicht zoals temperaturen (gemeten met de Hugin-index), de hoogteligging, het verschil dag- en nachttemperatuur, neerslag en de geografische oriëntatie van de wijngaarden.

Beperkte rol bodem vanwege irrigatie

Aan de bodemsamenstelling wordt in de bestudeerde onderzoeken minder aandacht besteed en dus ook in deze literatuurstudie, aangezien deze terroirfactor in Mendoza minder bepalend is. Vanwege het tekort aan neerslag worden bijna alle wijngaarden in Mendoza immers geïrrigeerd waardoor een belangrijke rol van de bodem, het reguleren van de waterhuishouding van de plant, grotendeels bepaald wordt door het irrigatiesysteem.

In het algemeen wordt in de wijngaarden bestemd voor premiumwijnen met druppelirrigatie gewerkt, soms gecombineerd met oppervlakte-irrigatie (in het Engels *flood irrigation* genoemd) in het voorjaar. Hierbij wordt ook gestreefd naar een beperkte watertoevoer in de rijpingsfase, wat een lichte waterstress veroorzaakt, die goed is voor de kwaliteit van de druiven.

Desalniettemin is bodemonderzoek belangrijk voor een goede bepaling van de juiste wijze en intensiteit van de irrigatie en voor het plaatsen van het juiste druivenras op de juiste plek. De structuur van de bodem is tenslotte toch ook bepalend voor de wortelgroei, de effectiviteit van de irrigatie, de waterretentie (mate van vasthouden van het water) en de warmtehuishouding van de grond.

Bodemonderzoek in Mendoza wordt onder meer gedaan door de Chileen Pedro Parra, bij vele bodega's zoals Chakana en Altos Los Hormigas maar vormt dus geen deel van dit literatuuronderzoek.

Weer in wijnjaar

De meeste onderzoeken maken gebruik van monsters uit hetzelfde wijnjaar. Van een zeer afwijkend weerbeeld zoals in 1998 als gevolg van het "El Niño"-fenomeen, dat veel regen en rot en schimmelziektes te weeg bracht, was in de beschouwde onderzoeksperiode geen sprake. In het onderzoek van fase 4 wordt meerjarig onderzoek vergeleken en zal de rol van het seizoen wel in ogenschouw moeten worden genomen.

Malbec in andere wijnbouwgebieden dan Mendoza

Onderzoeken die een vergelijkingen maken tussen Mendoza en andere wijnbouwgebieden in Argentinië en zelfs met de VS zijn in deze studie ook meegenomen. Vergelijkingen met wijnen uit Frankrijk zijn overigens niet gevonden. Dit onderzoek richt zich echter op malbec in Mendoza en alleen voor zover relevant als vergelijkingsmateriaal wordt er aandacht besteed uit malbec uit andere gebieden.

2.4 De overige niet-terroirgebonden factoren

Alle andere factoren dan de terroirfactor zouden binnen elk onderzoek stabiel moeten zijn. In tabel 2.1 wordt weergegeven wat dit per factor inhoudt. Duidelijk is dat men in de bestudeerde onderzoeken altijd concessies heeft moeten doen ten opzichte van de ideaalsituatie en dat men zich daar meestal ook bewust van is. In dit literatuuronderzoek wordt hiermee dan ook rekening gehouden bij de weging en interpretatie van de onderzoeksresultaten.

3 Malbec in Argentinië

3.1 Malbec: oorsprong, historie en verspreiding

Oorsprong

Volgens het *Instituto Nacional De Vitivinicultura* (INV) domineert malbec nu de Argentijnse wijnbouw met een aanplant van 33.864 hectares in 2012. De malbecdruif heeft een lange geschiedenis en komt oorspronkelijk uit Frankrijk. Malbec heeft als ouder enerzijds de *prunelard noir*, een oud ras uit het Franse zuidwesten en anderzijds de *magdeleine noire des Charentes*, tevens ouder van merlot, die zelf niet meer gecultiveerd wordt.

Huidige wereldwijde verspreiding malbec

In 2010 stond de malbecdruif als 21^e in de lijst van meest aangeplante blauwe druivenrassen met een totaal aangeplant areaal van ruim 40.000 hectares (Anderson, 2013 December). In onderstaande tabel, gebaseerd op dezelfde bron, blijkt dat wereldwijde aanplant van malbec voor meer dan 90% geconcentreerd is in slechts twee landen: Argentinië en Frankrijk. De aanplant in Argentinië is in de laatste 10 jaar bijna verdubbeld en in 2010 goed voor 76% van de wereldwijde aanplant.

Land	2000	2010	aandeel 2010	groei 2000-2010
Argentinië	16.347	31.047	76%	90%
Frankrijk	6.129	6.155	15%	0%
Chili	929	1.264	3%	36%
Overige landen	997	2.222	6%	123%
Totaal wereldwijd	24.402	40.688	100%	67%

Tabel 3.1 Verspreiding malbec wereldwijd in 2010 in ha (Anderson, 2013 December) .

De Argentijnse aanplant is geconcentreerd in Mendoza en San Juan (zie paragraaf 3.3). In Frankrijk staat ruim 6.000 ha malbec aangeplant, waarvan circa 4.000 ha in het Zuidwesten (vooral Cahors), 1.100 ha in Bordeaux (vooral in Côtes de Bourg en Blaye-Côtes de Bordeaux) en ongeveer 600 ha in de Loirevallei. Derde land qua aanplant is Chili, relatief klein, maar wel groeiend met nu ruim 1.200 ha, geconcentreerd in Valle de Maule en Cachapoal.

Malbec in Frankrijk

Malbec komt in Frankrijk voornamelijk voor in zijn streek van oorsprong, in Cahors in het Zuidwesten. In Frankrijk wordt qua naamgeving meestal het synoniem *côt* gebruikt, vooral in de Loire vallei, maar lokaal zijn er ook nog andere synoniemen zoals *auxerrois* in Cahors en *pressac* in Saint-Emilion (Bordeaux).

Malbec werd in de 19^e eeuw nog volop in de rode bordeaux-assemblage gebruikt, samen met cabernet sauvignon, merlot, cabernet franc en petit verdot. Vóór de grote vernietiging van het wijnbouwareaal door de druifluus was malbec in Bordeaux een gerenommeerde druif: bij topwijnhuizen als Château La Tour en Cheval Blanc bestond de aanplant voor bijna 50% uit malbec. (Mount, 2012). Na de phylloxera-plaag werd in deze streek echter een te groeikrachtige en ziektegevoelige kloon geplant, wat de populariteit deed afnemen. Malbec is daar nu grotendeels vervangen merlot, een minder ziektegevoelige ras. Toch zijn er ook vandaag de dag wijnhuizen in Bordeaux die in verband met de klimaatverandering weer malbec aanplanten. De malbec uit Cahors staat nog steeds bekend om zijn kracht, kleur en stevige tannines die de wijn een lang rijpingspotentieel geven. Fameuze producenten zijn *Château Le Cèdre* en *Clos Triguedina*.

Malbec in Argentinië

In de 19^e eeuw brak er een nieuw tijdperk aan voor de Argentijnse wijnbouw: de toekomstige president Domingo Faustino Sarmiento gaf de Franse bodemexpert Michel Aimé Pouget de opdracht om een selectie te maken van Franse wijnstokken die op Argentijnse bodem zouden kunnen groeien. Vanwege de goede reputatie van malbec in die tijd koos Pouget ook deze druif en plantte hij in 1868 op de door hem opgerichte wijnbouwschool de eerste stokken malbec. De Argentijnse economie en de wijnbouw groeide snel, onder meer door de grootschalige immigratie van Zuid-Europeanen, die hun wijncultuur met zich meenamen. Bijna een eeuw later in 1966 stond er circa 57.000 ha malbec. In de jaren '70 en '80 stagneerde de economie en liep ook de wijnconsumptie terug en werd er meer wit dan rood gedronken, hierdoor liep het malbec-areaal van deze minder productieve druif snel terug tot nog maar 9.750 ha in 1995. In deze periode hadden de wijnen van malbec uit Argentinië een middelmatige reputatie in de internationale wijnwereld.

De hergeboorte van malbec

Na de terugkeer naar de democratie, kwam er eind jaren '90 weer groei in de wijnbouw, ook door buitenlandse investeerders. Vooral de aanplant van kwaliteitsrassen gericht op de export nam toe met de malbec als grote aanjager. De toegankelijke wijnen van malbec met een goede prijs-kwaliteitsverhouding bleken zeer succesvol in buitenlandse markten, vooral in de VS. Geïnspireerd door het succes van Nappa Valley wilde pionier Nicolás Catena wijnen gaan maken van internationale allure. Hij durfde als één van de pioniers grootschalig te investeren in de hoger gelegen wijngaarden van Mendoza. Zijn focus lag eigenlijk op chardonnay en cabernet sauvignon maar al snel bleek dat vooral de malbec uit de hoger gelegen wijngaarden een kwaliteitssprong maakte. Belangrijke andere belangrijke pioniers in deze fase waren Paul Hobbs (ex-Catena), Santiago Achaval, Susana Balbo en later Catena's dochter Laura (Mount, 2012).

Sindsdien hebben grote wijnproducenten van buitenlandse origine Mendoza ontdekt en de malbec herontdekt. Bodegas als Salentein, Ortega Fournier, Lurton en het Clos de los Siete project van Michel Rolland zijn hiervan belangrijke voorbeelden. In de research van malbec en bestudering van het terroir speelt Catena nog steeds een voortrekkersrol zoals ook te zien is in het onderzoek in paragraaf 4.6 (Catena, 2010).

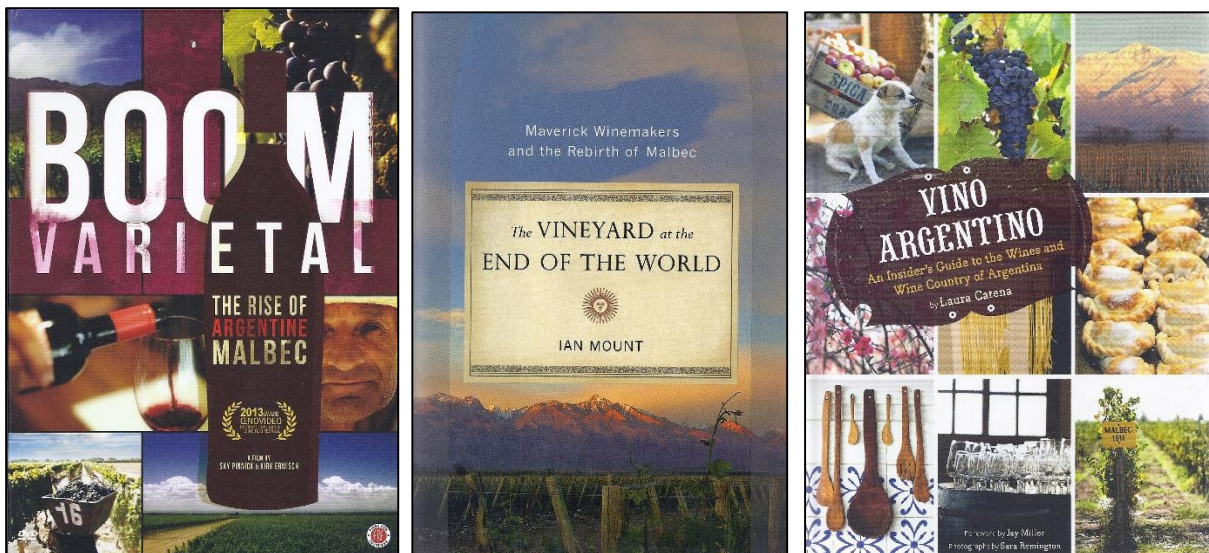
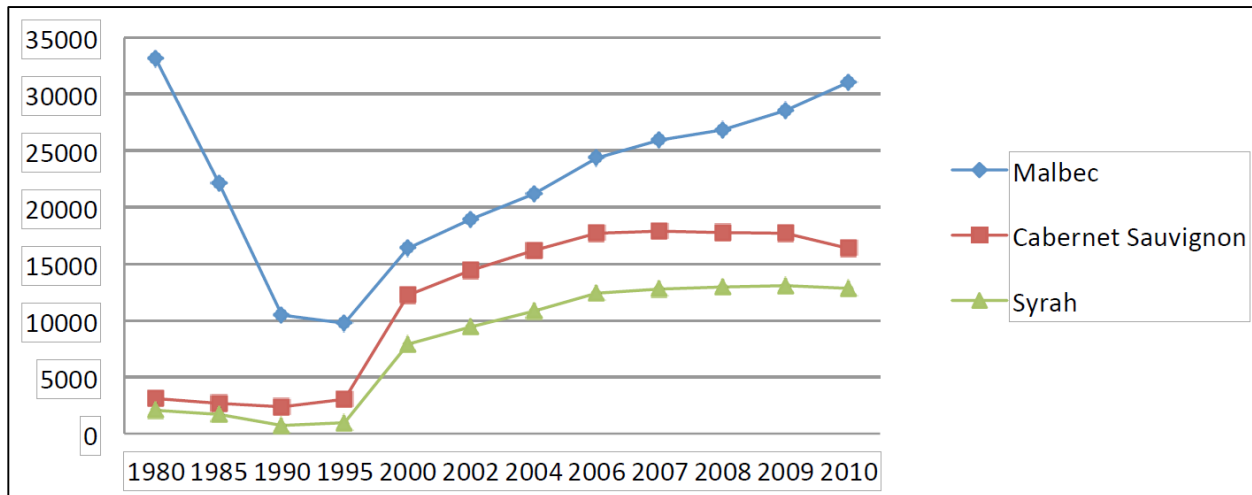


Foto 3.1 Een film en twee boeken over de opkomst ofwel de hergeboorte van malbec in Argentinië.

Malbec het meest aangeplante ras in Argentinië

Sinds 2011 is malbec het meest aangeplante druivenras in Argentinië met 31.047 ha en het ras wordt nu gezien als het embleem van de Argentijnse wijnbouw met Mendoza als belangrijkste herkomstgebied. Meer over de historie en de positie van Argentinië als wijnland is terug te vinden in Bijlage I: Argentinië wijnland.



Grafiek 3.1 Trends in de aanplant in hectares van de voornaamste drie blauwe druivenrassen in Argentinië in de periode 1980-2010 (bron INV).



Foto 3.2 Malbecwijngaard uit 2006 van Cuvelier Los Andes in Valle de Uco in het Clos de los Siete project.

3.2 Malbec in Argentinië: wijnbouwtechnisch

3.2.1 Smaaktypering Argentijnse malbec

Malbecwijnen uit Argentinië staan bekend om hun diepe kleur, intense smaak van donker fruit met geuren van donker fruit en soms viooltjes en in een range van stijlen van zacht en fruitig tot meer gestructureerd en complex met rijpingspotentieel (Robinson J. H., 2012). Malbecwijnen zijn er dus in diverse stijlen afhankelijk van plek van herkomst, gebruikte kloon, snoei- en geleidingswijze, rendement, oogstmoment, gebruikte gisten, type maceratie, houtrijping en flesrijping.



Foto 3.3 Malbec: detail blad en tros. Bron: website Cahors.

3.2.2 Kloon en onderstok

In Argentinië staat malbec meestal op de eigen wortelstok, tenzij de bodem specifieke problemen kent zoals het vóórkomen van nematoden (rondwormen die plantenziektes kunnen veroorzaken) of zoutophopingen. In die gevallen wordt een onderstok gekozen die meer bescherming biedt. Door massale selectie zijn klonen ontstaan die zeer goed aangepast zijn aan de specifieke natuurlijke omstandigheden. Op diverse locaties komen nog zeer oude stokken voor (relatief veel uit 1930) die op eigen wortels staan en nu misschien meer origineel zijn dan de huidige Franse varianten. Zo wordt nu zelfs in Frankrijk geëxperimenteerd met oude, uit Argentinië afkomstige, klonen.

De trossen van de in Argentinië gebruikte klonen zijn verschillend van de Franse verwanten met kleinere druiven in dichtere en kleinere trossen. Hieruit zou men kunnen afleiden dat de stokken die ooit door Pouget en de latere Franse immigranten zijn meegebracht, unieke klonen waren die nu in Frankrijk zijn verdwenen door vorst en door de phylloxera-plaag aan het einde van de 19^e eeuw (Robinson J. H., 2012). Tegenwoordig zijn deze klonen ook weer door mutatie en selectie aangepast aan het Argentijnse terroir.

3.2.3 Wijnbouwaspecten en vinificatie

De malbecdruif staat bekend om zijn vroege uitlopen (*precocité*) en groeikracht. De rijpingsduur is gemiddeld tot laat, ongeveer tussen merlot en cabernet sauvignon in. In Mendoza wordt malbec geoogst tussen eind maart en begin april. Qua ziektes is malbec gevoelig voor *coulure* maar dat is door de klonale selectie wel afgenomen. De plant is kwetsbaar voor vroege vorst, excoorse (*dead arm disease*) en bladspringers.

In de nieuwere wijngaarden is de opbindwijze meestal gebaseerd op *Vertical Shoot Positioning* op basis van een cordon (stiftsnoei) en een plantdichtheid van 4.000/ha. In de oudere wijngaarden vindt men vaak een lage loofwand op basis van *Guyot* (met een legger) met een hogere plantdichtheid van 5.500/ha.

Het *Pergola*-systeem met lage plantdichtheid vinden we vooral in de meer op productie gerichte wijngaarden in Mendoza Este.

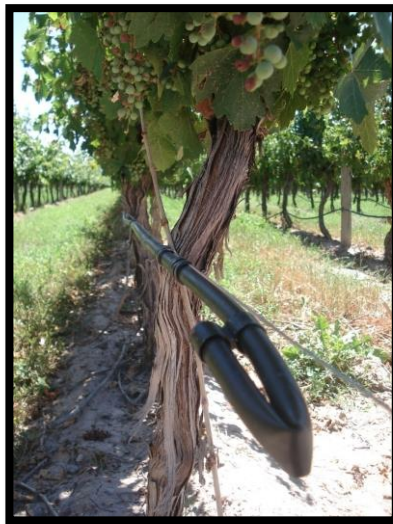
Het rendement is sterk afhankelijk van gebruikte kloon en de nagestreefde kwaliteit. Als plafond wordt wel 10.000 kg/ha gehanteerd. Daarboven verliezen de wijnen aan concentratie en krijgen vegetale kenmerken. Als uitgangspunt laat men de druiven rijpen tot circa 24 Brix (circa 14,5% potentieel alcohol). De irrigatie zal altijd beperkt moeten zijn in verband met de groeikracht. Tevéél irrigatie levert teveel blad en productie van mindere kwaliteit. Na de *véraison* wordt deze meestal sterk beperkt of beëindigd. De vinificatie van de malbec is klassiek met vaak lange houtrijping voor de wijnstijlen met veel structuur.



Foto 3.4 Malbec: voor- en achterkant van het blad Bron: website UC Davis.



a. hagelnet



b. druppelirrigatie



c. vuurpot tegen vorst

Foto 3.5 Typisch voor de wijnbouw in Mendoza: **a.** het “hagelnet” als bescherming tegen vaak voorkomende hagel in de oogsttijd, **b.** druppelirrigatie tegen droogte en **c.** het aansteken van vuurpotten ter bescherming van de plant tegen vroege vorst. Bron: eigen foto's.

3.3 De wijnbouwregio's van Argentinië

Wijnland Argentinië

Argentinië is het grootste wijnproducerende land van Zuid-Amerika en sinds eind 90-er jaren met een sterke groei in export. Met een productie van 15.5 miljoen hl in 2011 is Argentinië de 5^e wijnproducent in de wereld. Het wijngaardareaal in 2012 omvatte 221.000 hectares (Bron: INV).

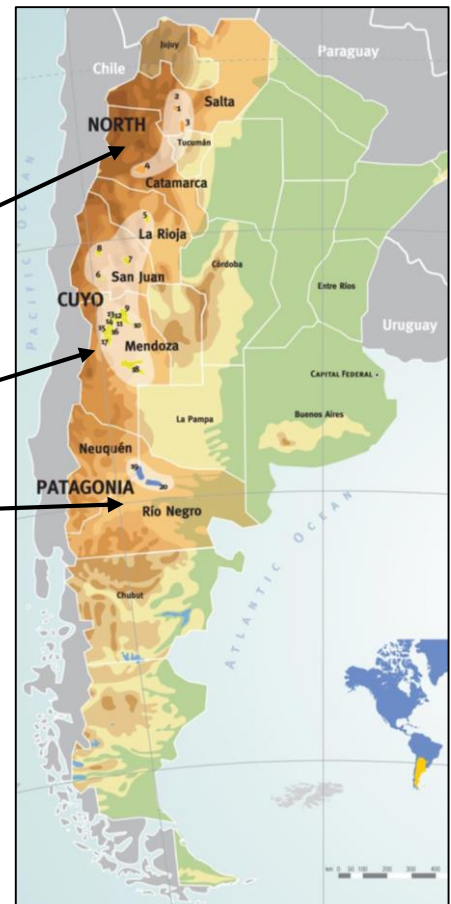
De belangrijkste wijnbouwregio's

De Argentijnse wijnproductie is verdeeld over zeventien provincies, waarvan zeven van substantieel belang:

- **noord:** Salta, Catamarca en La Ríoja;
- **midden:** in Cuyo: Mendoza en San Juan;
- **zuid:** in Patagonia: Río Negro en Neuquén.

Dominantie van de wijnregio Mendoza

Het wijnbouwgebied in Mendoza domineert de wijnbouw in Argentinië met veruit het grootste wijngaardoppervlak en de grootste wijnproductie. Ruim 86% van alle Argentijnse malbec bevindt zich in Mendoza. Deze wijnregio staat dus centraal in deze literatuurstudie naar het effect van het terroir op de malbec. Meer informatie over Argentinië en de wijnregio's is te vinden in Bijlage I: Argentinië wijnland.



Figuur 3.1 De wijnregio's van Argentinië
Bron: Wines of Argentina

In onderstaande tabel 3.2 vinden we de wijngaardaanplant van de zeven grotere provincies terug.

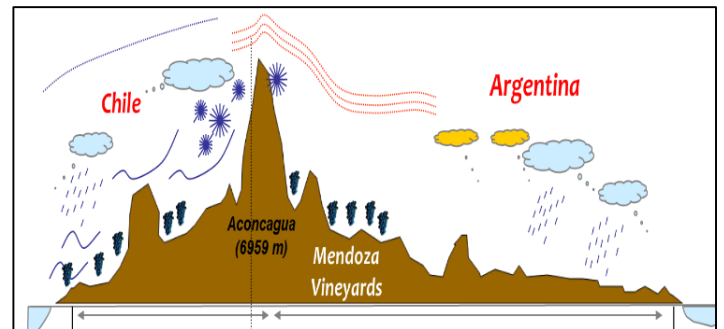
Wijnregio	totaal aanplant ha	aandeel totaal %	malbec ha	aandeel malbec %
Mendoza	157.201	71%	29.281	86%
San Juan	47.386	21%	1.970	6%
Salta	2.650	1%	781	2%
Neuquén	1.683	1%	600	2%
La Ríoja	7.136	3%	530	2%
Río Negro	1.673	1%	327	1%
Catamarca	2.631	1%	230	1%
Overig	822	0%	55	0%
Totaal	221.181	100%	33.864	100%

Tabel 3.2. Wijngaardaanplant per provincie in Argentinië. Bron: INV 2012

3.4 De wijnregio Mendoza

3.4.1 Ligging

De wijnregio Mendoza ligt op de uitlopers aan de oostkant van het Andesgebergte tussen de 33^e en 35^e breedtegraad. De afscherming door de Andes zorgt voor een continentaal en zeer droog klimaat. De neerslag is zo beperkt dat de wijngaarden moeten worden geïrrigeerd. De grotere wijngaarden liggen op hoogtes variërend van 550 meter in het oosten tot 1.350 meter in het westen dicht tegen het hooggebergte aan. Er zijn enkele kleinere wijngaarden tot op een hoogte van 1.450 meter.



Figuur 3.2 Ligging wijnregio Mendoza.

Kenmerkend voor het mesoklimaat zijn de grote temperatuurverschillen, veroorzaakt door de verschillen in hoogte en het grote temperatuurverschil tussen dag en nacht. Door de lage luchtvochtigheid heeft de wijnbouw weinig last van schimmelziektes, wat extra gunstig is voor malbec. Details over het mesoklimaat in de wijnbouwzones worden besproken in 3.5.1 en in Bijlage I: Argentinië: wijnland en haar wijnbouwregio's.

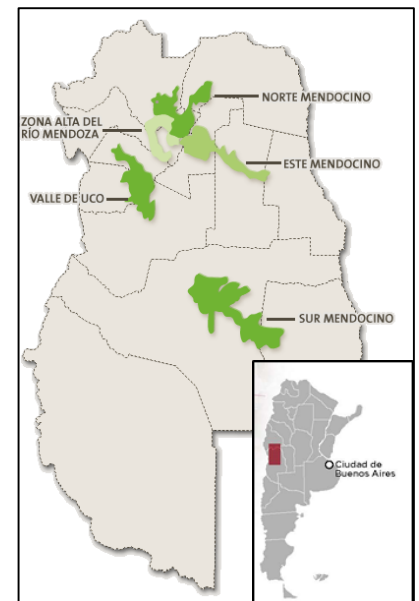
3.4.2 De wijnbouwzones in de regio Mendoza

Mendoza wordt als wijnprovincie verdeeld in vijf geografisch verspreide wijnbouwzones. Dicht bij de stad Mendoza liggen Zona Alta del Río Mendoza, Mendoza Norte en Mendoza Este en meer op afstand in het zuidwesten Valle de Uco en verder in het zuiden Mendoza Sur.

In figuur 3.3 een overzichtskaart van de ligging van de gebieden in de provincie Mendoza. Van Mendoza Norte naar Mendoza Sur is circa 200 km.

De omvang van de vijf zones qua wijngaardareaal in hectares en het aandeel van de malbec aanplant per zone wordt weergegeven in tabel 3.3.

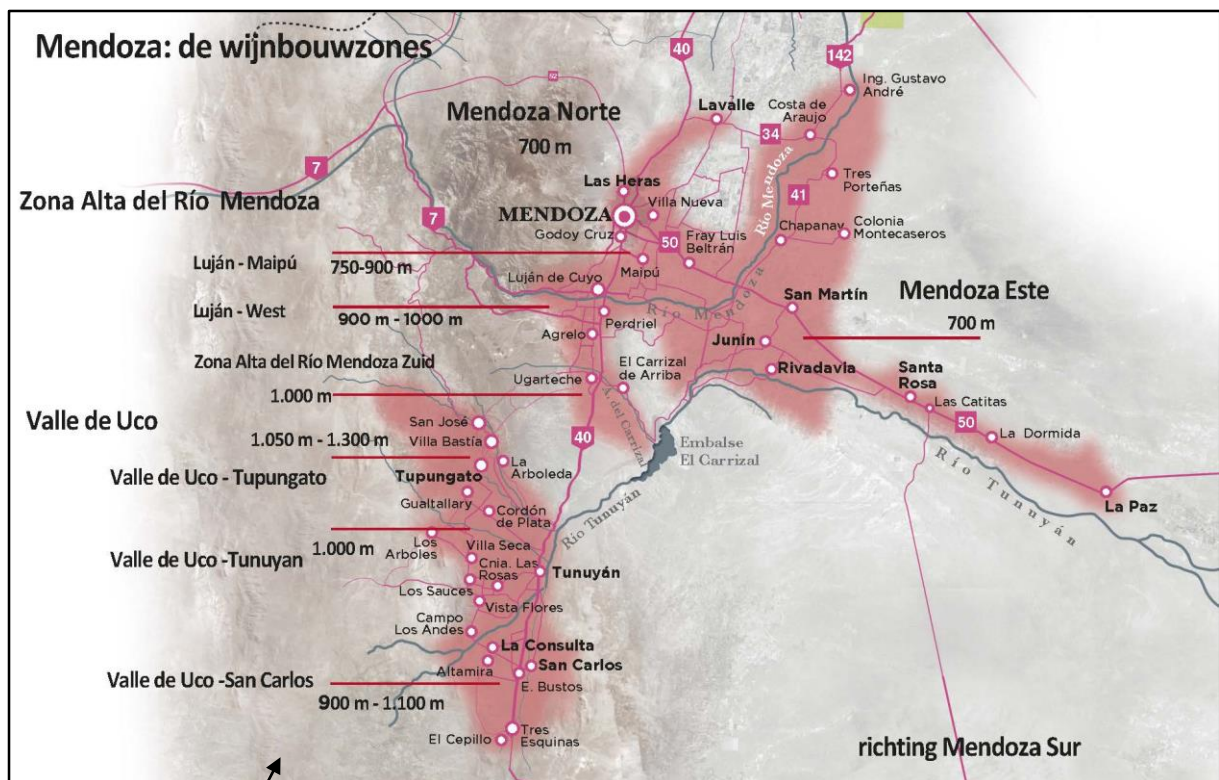
In figuur 3.4. zien we de wijnbouwzones met de belangrijkste subzones en hun hoogteligging. In de volgende paragraaf worden de zones kort bespreken en gewogen op hun relevantie voor dit onderzoek.



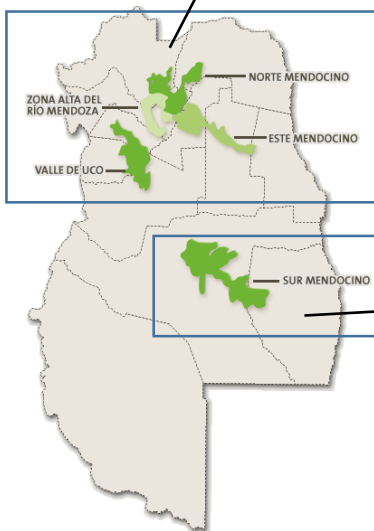
Figuur 3.3 Wijnregio Mendoza

wijnbouwzones in Mendoza	totaal aanplant ha	aandeel in totaal	malbec ha	aandeel in malbec
Zona Alta del Río Mendoza	27.069	18%	10.088	37%
Valle de Uco	24.189	16%	10.502	38%
Mendoza Este	68.076	44%	4.432	16%
Mendoza Sur	18.743	12%	1.735	6%
Mendoza Norte	16.166	10%	685	2%
Mendoza Totaal	154.243	100%	27.442	100%

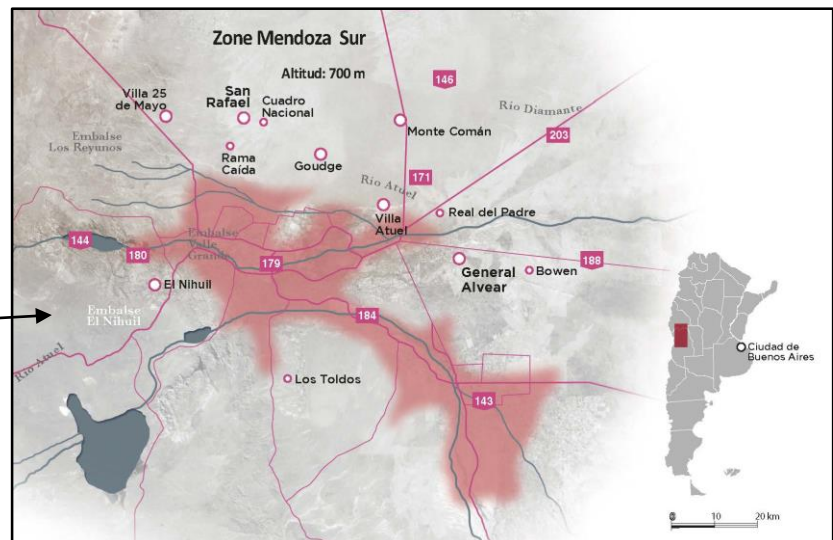
Tabel 3.3 Wijngaardoppervlakte en aandeel malbec per zone binnen Mendoza. Bron: INV 2011.



Wijnbouwzones: Mendoza Norte, Zona Alta del Río Mendoza, Mendoza Este en Valle de Uco



Provincie Mendoza



Wijnbouwzone: Mendoza Sur

Figuur 3.4 Detailkaarten van de 5 wijnbouwzones in Mendoza.

3.4.3 Relevantie van de vijf wijnbouwzones voor malbec

De zones worden in deze paragraaf kort besproken en er wordt bekeken hoe relevant deze zones zijn voor dit literatuuronderzoek. De meest relevante zones maken deel uit van de literatuurstudie en worden in het vervolg in 3.4.4. in detail besproken.

Zona Alta del Río Mendoza en Valle de Uco

Deze twee wijnbouwgebieden met hooggelegen wijngaarden zijn te typeren als de kwalitatief belangrijkste zones in Mendoza. Qua omvang van de aanplant van malbec van elk ruim 10.000 ha zijn ze vergelijkbaar en samen maar liefst goed voor 75% van de totale malbecaanplant in Mendoza. De Zona Alta del Río Mendoza is van oudsher de vestigingsplek van veel beroemde bodega's maar wordt nu qua malbecaanplant overvleugeld door Valle de Uco, waar de wijnbouw nog elk jaar stevig groeit.

De meeste bodega's bezitten tegenwoordig wijngaarden in beide gebieden waarbij de wijngaarden in Valle de Uco deels nog jong zijn vanwege de nog beschikbare ruimte. Niet alleen een noodzaak tot uitbreiding was de reden, men werd ook aangetrokken door de specifieke omstandigheden in het hoger gelegen Uco die, zoals in de praktijk werd aangetoond, een ander type malbec oplevert.

In dit onderzoek wordt juist gezocht naar de wijnbouwtechnische onderbouwing van deze verschillen en is het dus belangrijk deze twee zones (en soms nog onderverdeeld in subzones) onder de loep te nemen.

Mendoza Este

Deze relatief laag gelegen zone, tussen de 650 en 750m, ten oosten van Mendoza is kwantitatief de grootste wijnbouwzone met 44% van het wijnbouwoppervlak in Mendoza en door de hoge rendementen aldaar een nog hoger productievolume.

Deze zone wordt nog gedomineerd door de traditionele roze rassen (29 %) voornamelijk criolla en er vindt veel productie van kwalitatief eenvoudige wijn en most plaats. Het gebied kent een kleiner areaal van malbec (circa 4.400 ha) dan eerstgenoemde zones, maar door het hogere rendement toch een flinke wijnproductie van malbec.

Interessant voor dit literatuuronderzoek is de invloed van het warme klimaat en de relatief lage hoogteligging op de malbec uit dit wijnbouwgebied.

Mendoza Norte en Mendoza Sur

Deze uiterst noordelijk en zuidelijk gelegen zones zijn relatief kleine wijnbouwgebieden en kennen ook een klein aandeel van malbec. De wijnbouwzone Mendoza Norte heeft een relatief lage hoogteligging, van rond de 700 m, is warm en qua natuurlijke omstandigheden vergelijkbaar met Mendoza Este.

Mendoza Sur is ook relatief laaggelegen, maar door de zuidelijke ligging iets koeler en daardoor net iets warmer dan Zone Alta del Río Mendoza. Vanwege hun relatief kleine malbecaanplant en de enigszins vergelijkbare natuurlijke omstandigheden met Mendoza Este zijn deze zones vaak ook niet betrokken in gedetailleerde terroironderzoeken inzake malbec. Deze gebieden zullen dan ook geen onderzoeksobject vormen van dit onderzoek.

Keuze relevante zones

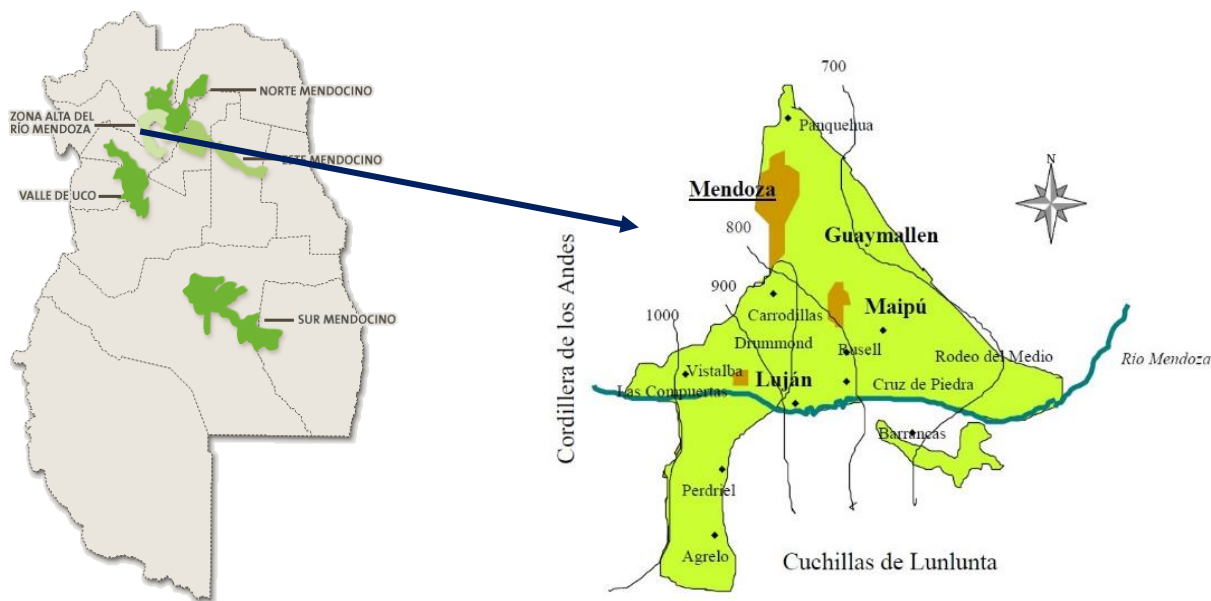
Dit onderzoek richt zich dan ook op de drie voor de malbecwijn meest relevante zones: **Zona Alta del Río Mendoza, Valle de Uco en Mendoza Este**. De zones Mendoza Norte en Mendoza Sur worden wel in detail besproken in bijlage I: Argentinië: wijnland en haar wijnbouwregio's.

3.5 De belangrijkste wijnbouwzones voor malbec in Mendoza

3.5.1 Zona Alta del Río Mendoza

Locatie

Deze zone genoemd naar het hogere deel van de oevers van de Mendozarivier, ligt rondom de stad Mendoza en omvat de wijngebieden van de departementen Luján de Cuyo en Maipú en delen van de departementen Guaymallén en Las Heras (zie figuur 3.5). De plaats Luján de Cuyo is het hart van deze zone. Oostelijk van Luján de Cuyo ligt de lagergelegen subzone Maipú met Lunlunta en Barrancas als belangrijkste wijngaarden. Westelijk en zuidelijk van Luján de hoger gelegen wijngaarden van Mayor Drummond, Vistalba, Las Compuertas en meer zuidelijk Perdriel en Agrelo en het nog iets hogere Alto Agrelo.



Figuur 3.5 Zona Alta del Río Mendoza

Deze zone geldt historisch als de belangrijkste, ook wel “La Primera Zona” genoemd, omdat dit ook de eerste grote wijnbouwzone van Mendoza was, vlakbij de rivier Mendoza. Het gebied ligt dicht tegen Mendoza-stad aan en lijdt onder de uitbreiding van de stad.

Van oudsher een zone van hoge kwaliteitswijnen die internationaal veel bekendheid genieten. Hier bevinden zich dan ook bijna alle klassieke wijnhuizen van Mendoza. Vaak hebben deze wijnhuizen ook wijngaarden in andere zones zoals Valle de Uco of Este en betrekken ook druiven van kwekers die zelf geen wijn maken.

Deze zone en Valle de Uco zijn zeer in trek bij buitenlandse investeerders, die hier sinds 1990 massaal wijngaarden kochten en ook bodega’s bouwden. De beperkte omvang van de wijngaarden en de gemiddeld hogere leeftijd van de wijnstokken, maken wijnbouw op kleine schaal hier mogelijk. De omstandigheden in dit gebied maken het mogelijk om wijnen met veel kleur, tannines en rijpingspotentieel te produceren.

Wijnbouwklimaat

Deze zone bevindt zich op 33° ZB en heeft een gemiddelde jaartemperatuur van 15°C en een warm en droog klimaat met circa 250 mm neerslag per jaar. Klimaatrisico’s zijn hier vorst in het voorjaar en hagel in het naseizoen. De relatief koele nachten dragen bij aan het behoud van aroma’s en zuren in de wijnen.

De bodem bestaat uit alluviale terrassen met zand, klei en veel grind of met grotere keien. Een dergelijke bodem is goed doordringbaar voor wortels en water. We vinden hier veel rolkeien op verschillende diepte zoals onderzocht door Romanella in 1957 (Catania, 2010).

De herkomstgebieden op grotere hoogte zoals Vistalba, Las Compuertas, Perdriel en Alto Agrelo zijn relatief minder warm. In de minder hoog gelegen wijngaarden neemt de temperatuur snel toe, wat betekent dat gebieden op korte afstand van elkaar (niet meer dan 20 km) sterk kunnen verschillen. Grofweg betekent 100 meter hoger een afname van de Huglin-index met ca. 100.

Het wijnbouwklimaat wordt beschreven aan de hand van het *Geoviticulture Multicriteria Climatic Classification Systeem (GMCC-systeem)*, dat door Tonnetto en Carbonneau (Tonietto J. C., 2004) is ontwikkeld om het wijnbouwklimaat in de wijn producerende regio's te karakteriseren. Het GMCC-systeem wordt uitgebreid besproken in bijlage III: Classificatie Wijnbouwklimaat.

In de belangrijke subzone Luján de Cuyo gelden de volgende waarden in het GMCC-systeem:

Zona Alta del Río Mendoza Luján de Cuyo 921m	waarde (1998-2004)	klasse	beschrijving
Huglin Index	2.499	HI+2	warm
Koude Nachten Index	12,6	CI+1	koele nachten
Droogte-index	-86	DI+1	gematigd droog

Tabel 3.4 De waarden in het GMCC-systeem voor Zona Alta del Río Mendoza, Luján de Cuyo.

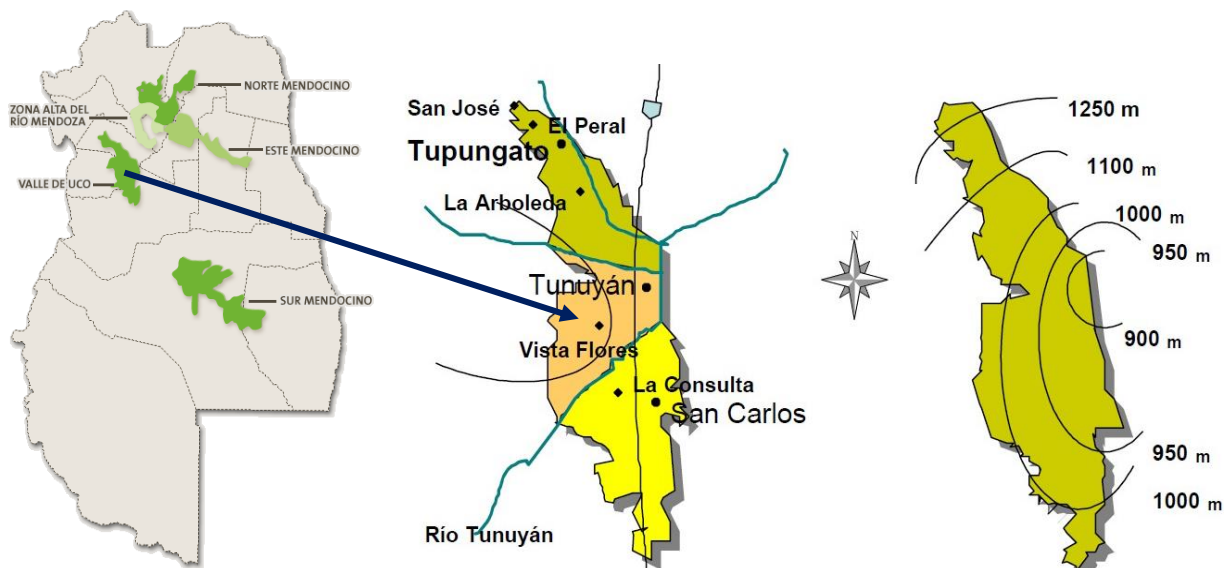
De wijnbouwzone **Zone Alta del Río Mendoza** met als meetpunt de subzone Luján de Cuyo kan aldus worden getypeerd als warm met koele nachten en matig droog. Internationaal vergelijkbaar met Utiel-Requena en Somontano in Spanje en Douro in Portugal.



Foto 3.6 Wijngaard in Lulunta, Luján de Cuyo, met de “Pedemonte” op de achtergrond. Bron: eigen foto.

3.5.2 Valle de Uco (Uco Vallei)

Valle de Uco kent de hoogste groei van het wijngaardareal in de laatste 10 jaar, voornamelijk voor de productie van kwaliteitswijn van blauwe rassen (aandeel 80%), hoofdzakelijk malbec. Dit gebied ligt circa 100 km ten zuidwesten van de stad Mendoza en is gelegen tussen 33,5° en 34° ZB. Hier vindt men de hoogstgelegen wijngaarden in Mendoza tot circa 1.350 m met uitzonderingen tot wel 1.450 m boven de zeespiegel. Hier komen in de praktijk betere rode en witte wijn vandaan, gekenmerkt door een lang bewaarpotentieel. De subzones Tupungato, Tunuyán en San Carlos liggen in dit gebied.



Figuur 3.6 Valle de Uco met de drie subzones Tupungato, Tunuyán en San Carlos en de hoogteligging.

Wijnbouwklimaat

De hoogteligging zorgt voor een lagere gemiddelde temperatuur en dus ook een lagere Huglin-index; opvallend zijn ook de koude nachten. De gemiddelde jaartemperatuur bedraagt 14,2 °C en het verschil tussen dag- en nachttemperatuur kan meer dan 15°C zijn. De typische hoogtes van de wijngaarden lopen van 900 m nabij de stad Tunuyán tot 1.350 m in de wijngaarden van Gualtallary bij Tupungato. Nog extremer qua klimaat zijn de wijngaarden tegen de uitlopers van de Andes zoals bijvoorbeeld de wijngaard San Pablo van Bodegas Salentein die op circa 1.450 m ligt en zodanig koel is dat alleen Pinot Noir en Chardonnay hier afdoende kunnen rijpen. De bodem bestaat hier in het algemeen uit alluviale terrassen met zand, klei, kalksteen en typische grote rolkeien. Deze bodem is goed doordringbaar voor wortels en water.

In de subzone **Tupungato** (El Peral), gelden de volgende waarden in het GMCC-systeem:

Valle de Uco Tupungato 1074 m	Waarde (1998-2004)	klasse	beschrijving
Huglin Index	2.287	HI+1	gematigd warm
Koude Nachten Index	11,2	CI+2	zeer koude nachten
Droogte-index	-75	DI+1	matige droogte

Tabel 3.5 De waarden van de klimaatindices in het GMCC-systeem voor Tupungato, Valle de Uco.

In de subzone Tupungato bevinden zich de volgende herkomstgebieden: San José, El Peral, La Arboleda, Villa Bastías en Ancón. In het centrale deel van de Uco vallei vinden we de subzone **Tunuyán** (ook wel Uco Center genoemd) met als herkomstgebieden: Vista Flores, Los Arboles en Villa Seca. Hier bevinden zich ook de hooggelegen wijngaarden van Bodegas als Salentein, Andeluna en Clos de Los Siete.

In het zuiden vinden we het departement **San Carlos** met als herkomstgebieden: Eugenio Bustos, La Consulta en de beroemde wijngaarden bij **Altamira**, waar de laatste jaren veel nieuwe wijngaarden zijn aangelegd.

In de subzone **San Carlos** gelden de volgende waarden in het GMCC-systeem:

Valle de Uco San Carlos 940m	Waarde (1998-2004)	klasse	Beschrijving
Huglin Index	2.506	HI+2	warm
Koude Nachten Index	10	CI+2	zeer koude nachten
Droogte-index	-85	DI+1	gemiddeld droog

Tabel 3.6 De waarden van de klimaatindices in het GMCC-systeem voor San Carlos, Valle de Uco.

Hierbij valt op dat San Carlos iets warmer is dan Tupungato, door de minder hoge ligging, maar met nog koudere nachten.

De wijnbouwzone **Valle de Uco** met als subzones Tupungato, Tunuyán en San Carlos kunnen aldus worden getypeerd als gematigd warm tot warm, zeer koele nachten en matige droogte. De relatief lagere Huglin- en Koude Nachtenindex is het gevolg van de hogere ligging van Valle de Uco.

Internationaal is deze wijnbouwzone enigszins vergelijkbaar met Bierzo (Castilla y León) in Spanje en de warmere delen van de Valle de Cachapoal en Maule in Chili. Qua temperatuur en droogte enigszins met Montélimar (Rhône) in Frankrijk. Toch maken de koude nachten en de temperatuurverdeling over de dag maken deze zone volledig uniek.



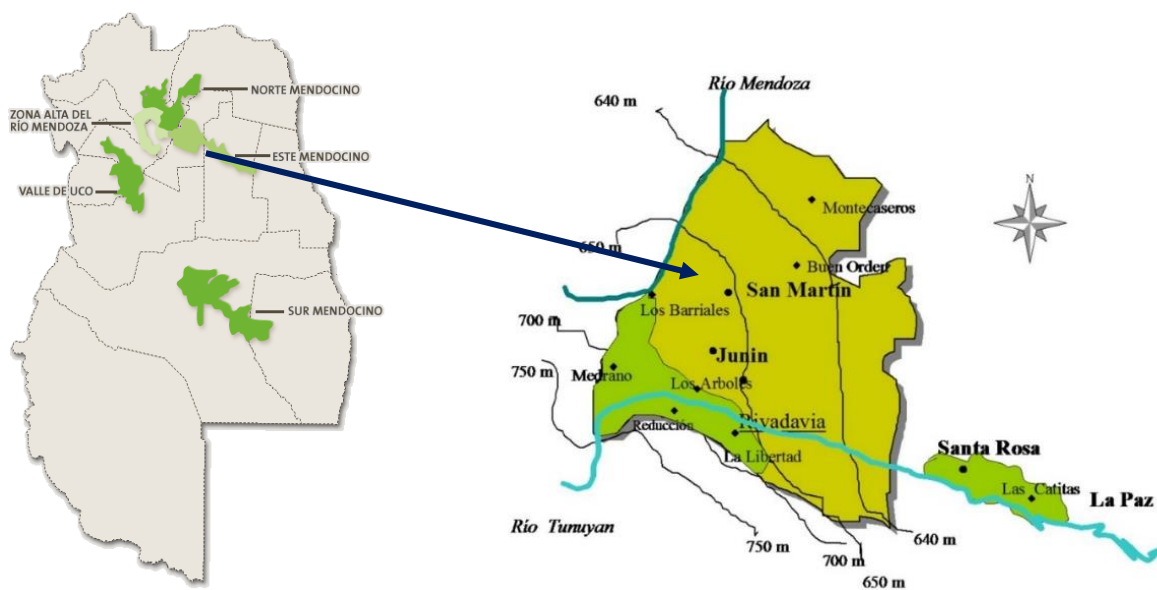
Foto 3.7 De top wijngaard Adrianna van Catena in Gualtallary op 1.350 m nabij Tupungato met de bergtoppen van “El Cordon del Plata” (6.000 m.) op de achtergrond. Bron: eigen foto.

3.5.3 Mendoza Este (Oost-Mendoza)

Gezien de wijngaardomvang van 68.000 ha (INV 2011) en het aantal wijnproducenten dat hier is gevestigd, is deze regio duidelijk de grootste wijnbouwzone van de Provincie Mendoza. Gelegen op ongeveer 33° ZB maken de departementen Junin, Rivadavia, San Martín, La Paz en Santa Rosa deel uit van deze wijnbouwzone. Naast wijnbouw kenmerkt dit gebied zich door olijven- en honingproductie.

Het wijngaardareaal is de laatste jaren iets teruggelopen van 73.000 ha in 2007 naar 68.000 ha in 2011. Deze regio kent een grote spreiding in druivenrassen. Een groot deel van het areaal, meer dan 40%, wordt gebruikt voor de traditionele roze rassen zoals de criolla grande, cereza en de moscatel rosado.

De belangrijkste blauwe druivenrassen en hun aandeel in het wijngaardareaal zijn bonarda (11%), malbec (6%), syrah en cabernet sauvignon, beide rond de 5 % en nog kleinere aandelen van sangiovese en tempranillo. Qua witte rassen staat hier voornamelijk pedro giménez (8%) en ugni blanc aangeplant.



Figuur 3.6 De wijnbouwzone Mendoza Este.

Wijnbouwklimaat

De hoogteligging varieert hier van 650 tot 750 meter boven de zeespiegel. In tegenstelling tot de andere zones daalt de temperatuur hier 's nacht zelden tot minder dan 15 °C. De subzones gelegen rondom de stad Mendoza bezitten niet de bodemcapaciteit om goed water af te voeren, terwijl de meest oostelijke delen van de regio (Santa Rosa en Rivadavia), met een typisch woestijnachtige bodem van zand, geen water vasthouden. Als gevolg van het woestijnklimaat lopen de temperaturen ook zeer uiteen.

De diepe bodems zijn het gevolg van erosie door wind en bevatten veel zand en kalksteen, zijn rijk aan kalium met hier en daar veel zoute plekken. De diepe bodems met veel zand, waar veel geïrrigeerd moet worden omdat water erg snel weg loopt, zijn van mindere kwaliteit. Ook vinden we hier en daar minder goed doorlaatbare bodems met blokkades door klei- en siltlagen waardoor water en wortels te veel aan de oppervlakte blijven. Ook dient men hier rekening te houden met zoutophopingen die slecht voor de plant kunnen zijn.

Herkomstbenamingen

De belangrijkste indeling in subzones volgt de indeling in de departementen: Rivadavia, Junin en San Martín.

In de belangrijkste **subzone San Martin** gelden de volgende waarden in het GMCC-systeem:

Zone Oost-Mendoza San Martin 653 m	waarde (1998-2004)	klasse	beschrijving
Huglin Index	2.877	HI+2	warm, tegen zeer warm aan
Koude Nachten Index	14,3	CI-1	gematigde nachten
Droogte-index	-150	DI+2	zeer droog

Tabel 3.7 De waarden van de klimaatindices in het GMCC-systeem voor San Martin, Mendoza Este.

De wijnbouwzone **Mendoza Este** met subzones **San Martin** en **Junin** is aldus te typeren als warm tot zeer warm met gematigde nachten en zeer droog. Internationaal enigszins vergelijkbaar met Murcia en Extremadura in Spanje. Opvallend zijn ook hier de relatief koele nachten met een hoge Huglin-index.



Foto 3.8 Mendoza Este: een productieve wijngaard in Rivadavia. Bron: Bodega Lanzarini.

4 Resultaten

4.1 Introductie onderzoekstechnieken

Om op wetenschappelijke wijze de karakteristieken vast te stellen van de monsterwijnen, werden door de onderzoekers verschillende technieken gebruikt, al of niet gecombineerd. De wijnkwaliteit kan namelijk worden beoordeeld door sensorische en chemische analyses die bestaan uit metingen van de chemische basisparameters, de aromacomponenten en de fenolische componenten. Hierna volgt een kort overzicht van de gebruikte methodes met hun specifieke kenmerken en ook de beperkingen.

4.1.1 Sensorisch onderzoek

Sensorische evaluatie is gedefinieerd als een wetenschappelijke methode, gebruikt om de reacties op producten zoals waargenomen door de zintuigen voor zicht, geur, aanraking, smaak en gehoor op te roepen, te meten, te analyseren en te interpreteren. (Lawless, 2010)

Van alle dranken is wijn één van de meest complexe. Die complexiteit heeft onderzoekers wel doen zeggen dat zelfs de meest geavanceerde chemische analyse, nu niet, en misschien wel nooit, de subtiele smaken en geuren kan verklaren waardoor de ene wijn verschilt van de ander.

Al in 1952, werd de complexiteit van sensorische analyse vastgesteld door Baker en Amerine (Baker G.A., 1953). Deze auteurs concludeerden echter dat uiteindelijk de meeste onderzoekers sensorisch proeven toch accepteren als laatste houvast, ondanks het feit dat de vaststelling en toepassing van organoleptische normen voor verschillende proevers uiterst moeilijk is en de ruisfactor (beïnvloeding door de omstandigheden tijdens de proeverij) altijd lastig is te onderdrukken.

Als gevolg hiervan wordt sensorische analyse als een fundamentele techniek gezien, maar moeten de resultaten altijd in de juiste context worden geplaatst om misinterpretatie te voorkomen.

In ieder geval worden bij wetenschappelijke sensorische onderzoeken de resultaten zo objectief mogelijk gehouden door de juiste omstandigheden te creëren zoals het aantal monsters, geteste en goed opgeleide proevers, geconditioneerde proefruimte etc. Daarnaast worden de proefresultaten, net als bij chemische analyse altijd statistisch getest op hun significantie en dus relevantie.

4.1.2 Chemische analyse in componenten

Er zijn verschillende redenen om wijnen chemisch te analyseren zoals: kwaliteitscontrole, procesverbetering, blending, exportcertificatie en het voldoen aan de eisen inzake wijnwetgeving.

Afhankelijk van het doel maakt men onderscheid tussen metingen van:

1. Chemische basismetingen voor wijn;
2. Aromacomponenten zoals: de terpenen, norisoprenoïden, thiolen en pyrazines;
3. Fenolische componenten van belang voor de kleur, smaakbeleving (astringentie, body), specifieke gezondheidsaspecten en de stabiliteit van de wijn. Belangrijk hierbij zijn de polyfenolen zoals de anthocyanen, tannines en diverse antioxidanten.

4.1.2.1 Chemische basismetingen voor wijn

Een wijnmaker meet vrijwel altijd tijdens het vinificatieproces een aantal chemische parameters zoals het (rest-)suikergehalte, de zuurgehalten, pH, alcoholpercentage, totaal phenolgehalte, zwaveldioxide-gehalte van de druiven en daarvan gemaakte wijnen. Indien hij niet over alle meetinstrumenten beschikt stuurt hij meestal monsters ter analyse naar een geavanceerd wijnlaboratorium.

De belangrijkste componenten die voorkomen in aanzienlijke hoeveelheden en gevolgen hebben voor de sensorische beleving zijn: ethanol (alcohol), organische zuren, restsuiker, glycerol, fenolische componenten, ethylacetaat, acetaldehyde (Filipello, 1955). Veel van deze componenten zijn geproduceerd door gisten of bacteriën en zijn het gevolg van vinificatieprocessen.

De wijnmaker volgt de kwalitatieve ontwikkeling van de wijn eventueel met zijn adviserende oenoloog meestal door eigen sensorisch onderzoek, door de wijnen in ontwikkeling voortdurend te ruiken en te proeven. Er zijn echter nog vele componenten aanwezig in kleine concentraties die een zeer belangrijk effect hebben op de wijntypiciteit en kwaliteitsbeleving.

Bij wetenschappelijk onderzoek of bij een uitgebreide kwaliteitscontrole waarbij men over geavanceerde meetapparatuur beschikt, gaat men dan ook een stap verder en worden ook de aroma's en de fenolische componenten in detail gemeten.

4.1.2.2 Aromacomponenten onderzoek

Deze volatiele componenten die in nauwelijks traceerbare hoeveelheden voorkomen in aroma's die de wijn afgeeft, worden steeds beter meetbaar al wordt hun invloed op de sensorische waarneming vaak nog niet volledig begrepen. De uiteindelijk waargenomen aroma's van een wijn zijn meer dan de som van de componenten. Er zijn aromacomponenten die elkaar onderling versterken maar ook die elkaar onderdrukken: dit wordt wel het matrixeffect genoemd.

De laatste jaren wordt het door middel van nieuwe technieken mogelijk om aromastoffen te identificeren en meer kennis te verzamelen door deze metingen te koppelen aan sensorisch onderzoek. Hieruit blijkt ook dat het terroir, de plek van herkomst van invloed kan zijn op de waargenomen aroma's en de sensorische eigenschappen van de wijn. Een mooi voorbeeld is het onderzoek Andrea Bauer met als mentor prof. Ulrich Fischer inzake Rieslingwijnen (Fischer, 2011).

In het onderzoek naar de invloed van de herkomst op de typiciteit van de wijn van de malbec wordt de nadruk gelegd op de primaire aromagroepen die in de druif worden opgebouwd en dus niet het gevolg zijn van de vinificatie en rijping van de wijn. Belangrijk zijn hierbij de terpenen, norisoprenoïden, thiolen en de pyrazines. De belangrijkste primaire aroma's van malbec worden kort besproken in Bijlage V.

Een goed literatuuroverzicht met een samenvatting van de laatste research inzake de invloed van de chemische componenten van de wijn en hun sensorische eigenschappen kan worden gevonden in de thesis van Remedios R. Villamor van de University of Western Australia (Villamor, 2012).

4.1.2.3 Fenolenonderzoek

De fenolische componenten geven de wijn kleur, body, structuur en astringentie en kunnen ook een bittere smaak afgeven. Ook kunnen ze door hun werking als antioxidant een belangrijke bijdrage leveren aan de stabiliteit en het rijpingspotentieel van een wijn en ook worden hier positieve gezondheidsaspecten aan toegekend.

De fenolen komen voor in alle organen van de plant in verschillende chemische structuren en spelen aldus een belangrijke rol in de kwaliteit. Elk druivenras heeft een specifieke fenolische samenstelling maar ze is sterk geconditioneerd door agronomische en ecologische factoren. Malbec is een druif die al vanouds bekend staat om zijn intense kleur (*“de zwarte wijnen van Cahors”*) en tannines, vandaar dat de fenolische samenstelling een belangrijk aspect is.

De druivenstok en vooral de druif synthetiseren polyfenolen in reactie op een stressvolle situatie, zoals ultraviolette straling of temperatuurschommelingen, de aanval van een schimmel, het gebrek aan water. De wijze waarop deze stoffen vervolgens worden omgezet tijdens vinificatie en bij de rijping heeft een grote invloed op het karakter van de wijn. Hierdoor zijn de polyfenolen dan ook echt “markers” voor terroirexpressie.

De bekendste fenolen zijn de anthocyanen en de tannines verantwoordelijk voor de kleur en de structuur van de wijn ofwel de stroefheid (astringentie). De fenolische verbindingen zijn onderverdeeld in flavonoïden en niet-flavonoïden. In de eerste groep vallen de fenolische zuren en de stilbenen. In de tweede groep onderscheiden we de flavanolen, de anthocyanen en de tannines. Binnen elk van deze groepen zijn er stoffen van oenologisch en organoleptisch belang.

De belangrijkste fenolische componenten van de wijn worden in meer detail beschreven in bijlage V.

4.2 Bespreking bestudeerde onderzoeksprojecten

De onderzoeksprojecten (zie tabel 4.1) die in het kader van deze onderzoek zijn bestudeerd hadden als doel om significante verschillen vast te stellen in sensorische eigenschappen, de chemische basisparameters, aroma's en de fenolische componenten en die te relateren aan de plek waar de malbec vandaan kwam.

Meetset

Vanuit research van andere wijnen en druiven weet men steeds beter welke componenten in de wijn gevoelig zijn voor veranderingen in het terroir. Om te weten of de veranderingen in chemische componenten ook leiden tot verschillen in de menselijke waarneming is sensorisch onderzoek essentieel.

Aangezien het potentieel aantal te meten parameters en aromatische en fenolische componenten dusdanig groot is, dient men bij elk onderzoek te kiezen voor een bepaald beperkte meetset. Pas na afloop kan worden bepaald in hoeverre de gemeten componenten al of niet relevant waren voor sensorische verschillen in de wijn.

Voortschrijdend inzicht

Bij dit soort onderzoeken is er dan ook sprake van een voortschrijdend inzicht: men weet steeds beter welke componenten wel of niet relevant zijn en zo past men bij ieder vervolgonderzoek de “meetset” aan. Daarnaast maakt technologische ontwikkeling het mogelijk om steeds meer componenten te meten, ook als die in zeer kleine hoeveelheden voorkomen. Deze ontwikkelingen spelen ook in het onderzoek naar malbecwijnen. In dit literatuuronderzoek zijn de bestudeerde onderzoeken dan ook in historisch perspectief geplaatst en gefaseerd weergegeven, waarbij de meeste aandacht uitgaat naar de meest recente onderzoeken.

4.3 Fasering onderzoek malbec uit Mendoza

De gekozen fasering bestaat uit vier volgtijdelijke fasen van onderzoek. In elke fase wordt er weer een sprong voorwaarts gemaakt qua meettechnieken, aantal en type monsters en metingen en verbeteren. Ook verbeteren vaak de condities van het onderzoek en kan zo de invloed van het terroir zo zuiver mogelijk worden gemeten.

De fasering ziet er als volgt uit:

- **Fase 1: sensorische onderzoeken in relatie tot herkomst**

In deze periode van 2006 tot 2010 was het onderzoek gericht op de sensorische kenmerken per wijnbouwzone in Argentinië, waarin vier zones in Mendoza waren betrokken. Ook vond een beperkt aroma-onderzoek van malbecwijnen plaats. Het betreft hier weliswaar grofmazig onderzoek, maar wel de eerste fundamentele aanzet. In paragraaf 4.4 worden deze onderzoeken kort geanalyseerd. Een meer gedetailleerde bespreking van deze onderzoeken is terug te vinden in bijlage IV.4

- **Fase 2: aroma- en fenolenonderzoek in relatie tot herkomst**

In de periode 2010-2011 heeft belangrijk onderzoek plaatsgevonden van de aroma's en fenolische componenten van wijnen afkomstig van verschillende plekken in de belangrijkste wijnbouwzones in Mendoza. In paragraaf 4.5 worden deze onderzoeken besproken, gewogen en geduid. Een meer gedetailleerde bespreking van deze onderzoeken is terug te vinden in bijlage IV.5

- **Fase 3: integraal onderzoek van malbec in Mendoza en de Verenigde Staten**

Sinds 2010 werd er door Catena in samenwerking met de University of California in Davis (UC Davis) in de Verenigde Staten (VS) een integraal wetenschappelijk onderzoek gedaan: zowel onderzoek van aroma's en fenolen als sensorisch onderzoek maakte hier deel van uit. Hiertoe worden speciaal voor het onderzoek op uniforme wijze wijnen gemaakt. In dit onderzoek lag de nadruk op wijnen van diverse subzones in Mendoza en in de VS. In paragraaf 4.6 wordt dit onderzoek besproken, gewogen en geduid. Een nog iets meer gedetailleerde bespreking van deze onderzoeken is terug te vinden in bijlage IV.6

- **Fase 4: jaarlijks aromacomponenten en sensorisch onderzoek van malbec van drie hoogtes**

Dit jaarlijkse onderzoek van Salentein betreft wijnen en druiven uit hun eigen wijngaarden in Valle de Uco, afkomstig van drie verschillende hoogtes. In paragraaf 4.7 wordt dit onderzoek besproken, gewogen en geduid. Een nog iets meer gedetailleerde bespreking van deze onderzoeken is terug te vinden in bijlage IV.7

In **tabel 4.1** zijn de bestudeerde onderzoeken schematisch opgenomen. De onderzoeken en met hun relevante resultaten en beperkingen worden in het vervolg kort besproken.

malbec onderzoek	fase 1			fase 2		fase 3		fase 4
	1	2	3	4	5	6	7	
Nr.	2008	2010	2011	2010	2014	2013	sinds 2011	sensorisch en aroma-onderzoek in relatie tot hoogte
Jaar	2008	2010	2011	2010	2014	2013	sinds 2011	sensorisch en aroma-onderzoek in relatie tot hoogte
onderzoeker	M. Goldner & M. Zamora	A. Aruani e.a.	V. Jofré	M. Fanzone	H. Heymann	F. Buscema	J. Galante	
instituut/producent	Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Católica Argentina (UCA)	Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV)	Universidad Nacional de San Luis	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)	University of California Davis Catena, Mendoza	University of California Davis Catena, Mendoza	Centro de Aromas y Sabores DICTUC, Chile Salentein, Mendoza	
type monsters	malbecwijnen	malbecwijnen	malbecwijnen	malbecwijnen	malbecwijnen	malbecwijnen	malbecdruiven en -wijnen	
aantal en type monsterwijnen	56 experimenteel	32 commerciële wijnen	30 experimenteel 17 commercieel	61 commercieel na malo	26 experimenteel (Mendoza)	26 experimenteel (Mendoza)	3 experimentele wijnen Laag-Midden-Hoog	
herkomst	4 zones in Mendoza 3 overige regio's	4 zones in Mendoza 4 overige regio's	4 subzones Mendoza	11 subzones Mendoza	4 subzones Mendoza 5 regio's California	4 subzones Mendoza 5 regio's California	3 wijngaarden in Valle de Uco	
wijnjaar	2004	2008-2009	2009	2007	2010	2010	2011-2014-lopend	
type onderzoek	sensorisch chemische parameters aromacomponenten	sensorisch	chemische parameters aromacomponenten	chemische parameters fenolische componenten	sensorisch chemische parameters aromacomponenten	chemische parameters fenolische componenten	sensorisch aromacomponenten met olfactometrie	
bron	proefschrift 2 publicaties	publicatie	proefschrift	proefschrift 3 publicaties	proefschrift publicatie	afstudeerscriptie	beschikbaar gesteld materiaal Interview José Galante	
samenvatting in uitgebreid in	4.4.1 Bijlage IV.1	4.4.1 Bijlage IV.1	4.5.1 Bijlage IV.5.1	4.5.2 Bijlage IV.5.2	4.6.1 Bijlage IV.6.1	4.6.2 Bijlage IV.6.2	4.7.1 Bijlage IV.7.1	

Tabel 4.1 Overzicht en fasering van de bestudeerde onderzoeken van malbec in Mendoza

4.4 Fase 1 Sensorische onderzoeken van malbec uit Mendoza

4.4.1 Onderzoek door M.C. Goldner in 2008

In 2008 promoveerde M.C. Goldner op een onderzoek naar de sensorische en fysisch-chemische karakteristiek van malbec- en chardonnaywijnen uit verschillende wijnregio's in Argentinië.

Dit leidde tot een publicatie samen met M. Zamora in het *Journal of Sensory Studies* (Goldner M. C., 2007). Dit onderzoek met ook nog een aantal andere bevindingen wordt uitgebreid besproken in Bijlage IV.1.1

Historisch gezien is dit het eerste sensorische onderzoek en aroma-onderzoek van malbecs uit diverse wijnbouwzones binnen Mendoza. Voor het eerst werden hierbij statistisch significante sensorische verschillen tussen malbecwijnen uit deze zones aangetoond. De resultaten staan in tabel 4.4.1. Een statistisch significant verschil op basis van de aromametingen tussen de drie wijnbouwzones in Mendoza en ook andere regio's in Argentinië kon niet worden vastgesteld. Een verklaring kan zijn dat verschillen in terroir zich meer uiten door verschillen in de primaire aroma's zoals terpenen, norisoprenoïden en thiolen, die niet waren opgenomen in de beperkte meetset. In deze meetset lag de nadruk op de fruitige esters. Dit is dan ook aanleiding geweest tot een meer uitgebreide meetset in de hierop volgende aroma-onderzoeken.

4.4.2 Onderzoek Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV) door A.C. Aruani e.a.

In 2010 publiceerde het Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV) een onderzoek door haar medewerkers onder leiding van A.C. Aruani. Zij onderzochten 32 commerciële malbecs van representatieve bodega's uit 8 wijnbouwgebieden in Argentinië, waaronder vier uit Mendoza. Ook hier werden statistisch significante sensorische verschillen tussen de wijnen afkomstig uit de wijnbouwzones in Mendoza aangetoond. In tabel 4.2 worden de resultaten van beide onderzoeken samengevat.

Sensorisch onderzoek	M.C. Goldner	INV door A.C. Aruani e.a.
monsters	56 experimentele monsters van commerciële bodega's zonder houtopvoeding -wijnen uit 2004	32 commerciële wijnmonsters van representatieve bodega's uit 2008 & 2009
algemene typering malbec	pruim ++	pruim ++, body ++
Valle de Uco	zoet + floraal + fruit +++ (rood, citrus, gestoofd)	astringentie ++ floraal ++ rood fruit ++
Zona Alta del Río Mendoza	bitter + astringentie + fruit + (rood)	astringentie + rood fruit +
Mendoza Este	zoet + floraal + fruit + (gestoofd fruit)	floraal ++ rood fruit +

Tabel 4.2 Resultaten van de eerste sensorische onderzoeken van malbec uit diverse zones in Mendoza.

Relevante bevindingen

Hoewel nog beperkt van opzet geven beide onderzoeken wel een eerste indruk van regionale sensorische verschillen van de malbecwijnen, die elkaar deels ondersteunen.

4.5 Fase 2 Aromacomponenten- en fenolenonderzoek van malbec uit Mendoza

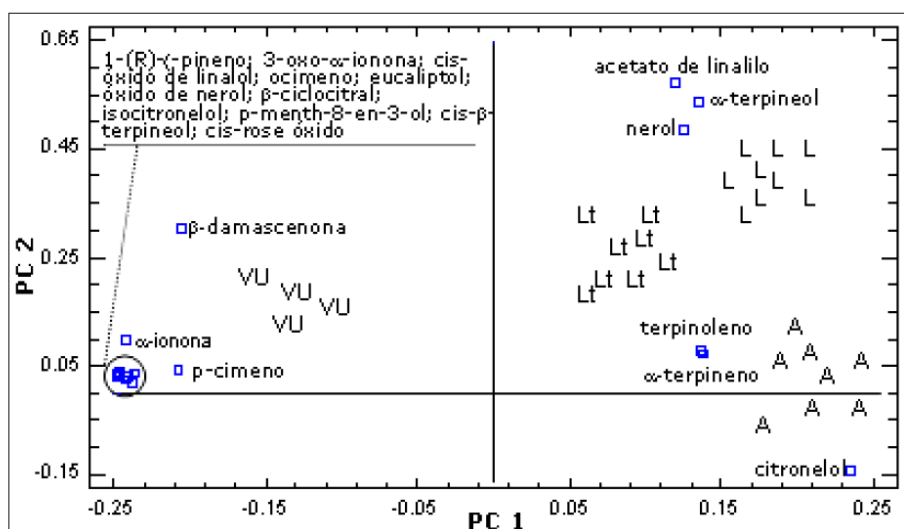
4.5.1 De aroma's van malbec uit verschillende zones in Mendoza

Viviana Jofré, werkzaam bij het Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), promoveerde tot doctor in de Chemie op een proefschrift inzake het gebruik van chromatografisch onderzoek van wijn (Jofré, 2011). Relevant voor deze scriptie is haar onderzoek van 56 aromacomponenten van malbecwijnen uit vier verschillende subzones in Mendoza toegepast op 28 experimentele monsters van malbecwijnen. Uit Zona Alta del Río Mendoza: de 3 subzones Luján de Cuyo (L), Lunlunta(Lt) en Agrelo(A) en monsters uit Valle de Uco (VU) zonder specificatie van de subzone. Het werken met zowel experimenteel gemaakte en commerciële wijnen, de brede meetset van zowel primaire als secundaire aroma's maken dit onderzoek zeer relevant.

Relevante resultaten

Relatie specifieke aroma's en herkomst

Door middel van een *Principal Component Analysis* (uitleg zie bijlage VII Statistische begrippen) werden de statistisch significante verschillen in de aroma's en hun intensiteit zichtbaar gemaakt. Hierbij bleek dat de monsterwijnen onderscheidend in 4 groepen konden worden ingedeeld, bepaald door de plek van herkomst. In grafiek 4.3 wordt duidelijk dat de wijnen uit Valle de Uco (VU) andere aroma's hebben dan de wijnen uit de andere zones.



Zonas agroecológicas de Mendoza: L Luján de Cuyo, Lt Lunlunta, A Agrelo, VU Valle de Uco.

Grafiek 4.3 Principal Component Analysis van de aroma's per herkomstgebied. Bron: (Jofré, 2011).

Vaststellen herkomst van commerciële wijnen

Vervolgens werd een lineair model met 11 voorspellende aroma's als variabelen ontworpen. Met behulp van dit model kon door de meting van de aroma's van 17 later gekochte commerciële malbecwijnen de herkomst worden vastgesteld. Dit lukte voor alle wijnen en bewees dat elke wijnbouwzone een specifiek aromaprofiel kan hebben en daarmee dat de wijnen van deze herkomstgebieden terroirkenmerken kunnen vertonen.

Specifieke aroma's en hun intensiteit bleken gerelateerd aan de herkomst binnen Mendoza. De aroma's van de wijnen uit de regio Valle de Uco verschillen het meest van die uit Zona Alta del Río Mendoza. De hoge concentraties van aroma's uit de groep van de norisoprenoïden en van de terpeen cis-rose oxide (floraal) in de wijnen uit Valle de Uco zijn opvallend.

Beperking: Als beperking geldt wellicht het beperkte aantal monsters en het aantal onderzochte gebieden. Zo ontbraken helaas de wijnen uit Mendoza Este.

4.5.2 De fenolische componenten van malbec uit verschillende zones in Mendoza

Martin Leandro Fanzone, onderzoeker bij de INTA promoveerde op diverse onderzoeken van de fenolische componenten van malbec uit Mendoza. Hij onderzocht 61 malbecs afkomstig uit 11 verschillende subzones in Mendoza (Fanzone, Peña-Neira, Jofré, Assof, & Zamora, 2010, 58). Er werden 44 verschillende fenolische componenten geïdentificeerd, waargenomen en getotaliseerd waaronder: de fenolische zuren, de stilbenen (alleen trans-resveratrol), individuele anthocyanen en het totaal aan tannines.

Relevante resultaten

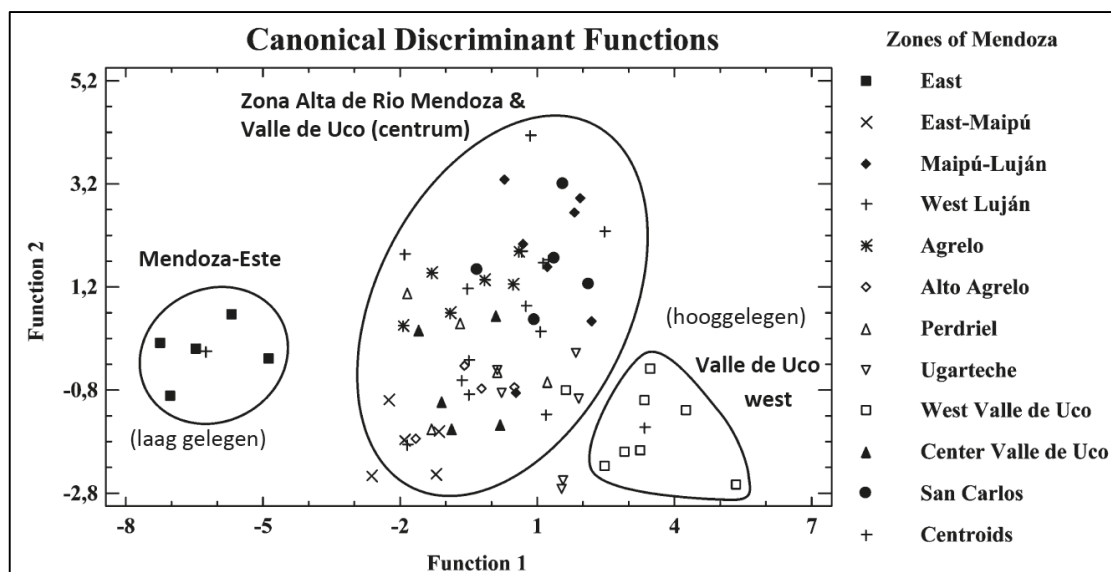
Verband tussen plek van herkomst en totaal aan fenolische componenten

Belangrijkste bevinding was dat er hogere gehalten zijn van het totaal aan fenolen, de anthocyanen en hun afgeleide componenten, de stilbenen en de flavanolen in de malbecs van de hogergelegen subzones, zoals in Alto Agrelo in de Zona Alta del Río Mendoza en alle subzones in Valle de Uco.

Nr.	subzone	Wijnbouwzone in Mendoza	Hoogte (m)	Totaal Anthocyanen (mg/l malvidine-glucoside)	Totaal Fenolen (galluszuur eq. mg /l)
1	East	Zone Mendoza Este	650	261.1 ± 61.1 a	1932.0 ± 357.3 a
2	East Maipú	Zone Mendoza Este	750	462.8 ± 94.2 ab	2170.8 ± 404.5 a
3	Maipú Luján	Zone Alta del Río Mendoza	910	575.6 ± 130.1 bc	2801.2 ± 438.3 ab
4	West Luján	Zone Alta del Río Mendoza	1000	631.3 ± 96.1 bc	2924.5 ± 232.1 ab
5	Agrelo	Zone Alta del Río Mendoza	970	566.8 ± 123.6 bc	2430.0 ± 355.5 a
6	Alto Agrelo	Zone Alta del Río Mendoza	1100	656.9 ± 201.3 bc	3175.3 ± 539.1 ab
7	Perdriel	Zone Alta del Río Mendoza	940	534.5 ± 165.2 abc	2722.9 ± 744.6 ab
8	Ugarteche	Zone Alta del Río Mendoza	900	619.8 ± 99.4 bc	2797.8 ± 411.3 ab
9	West Valle de Uco	Zone Valle de Uco	1450	802.8 ± 213.6 c	3506.8 ± 1080.1 b
10	Center Valle de Uco	Zone Valle de Uco	1050	608.8 ± 58.0 bc	2947.9 ± 481.2 ab
11	San Carlos	Zone Valle de Uco	1100	614.1 ± 185.0 bc	2947.9 ± 481.2 ab

Tabel 4.3 Totaal polyfenolen in de malbecwijnen afkomstig uit diverse subzones in Mendoza

Bron (Fanzone, Peña-Neira, Jofré, Assof, & Zamora, 2010, 58)



Grafiek 4.4 Distributie van de wijnmonsters op basis van fenolische samenstelling

(Fanzone, Peña-Neira, Jofré, Assof, & Zamora, 2010, 58)

Verschillen tussen wijnbouwzones gegroepeerd op basis van het fenolisch profiel

Ook bleek het mogelijk om op basis van gemeten fenolische zuren, flavanolen, flavonolen, dihydroflavonolen en anthocyanen bleek het mogelijk om door toepassing van een verschillenanalyse wijnen te groeperen in drie groepen: die van Mendoza Este, die van Zona Alta de Rio Mendoza en het laaggelegen deel van Valle de Uco en die van het Valle de Uco Alta ofwel het hoger gelegen deel van Valle de Uco. De resultaten zijn te zien in grafiek 4.4. Het fenolisch profiel bleek aldus nauw gerelateerd aan de hoogteligging.

Vaststellen herkomst commerciële wijnen

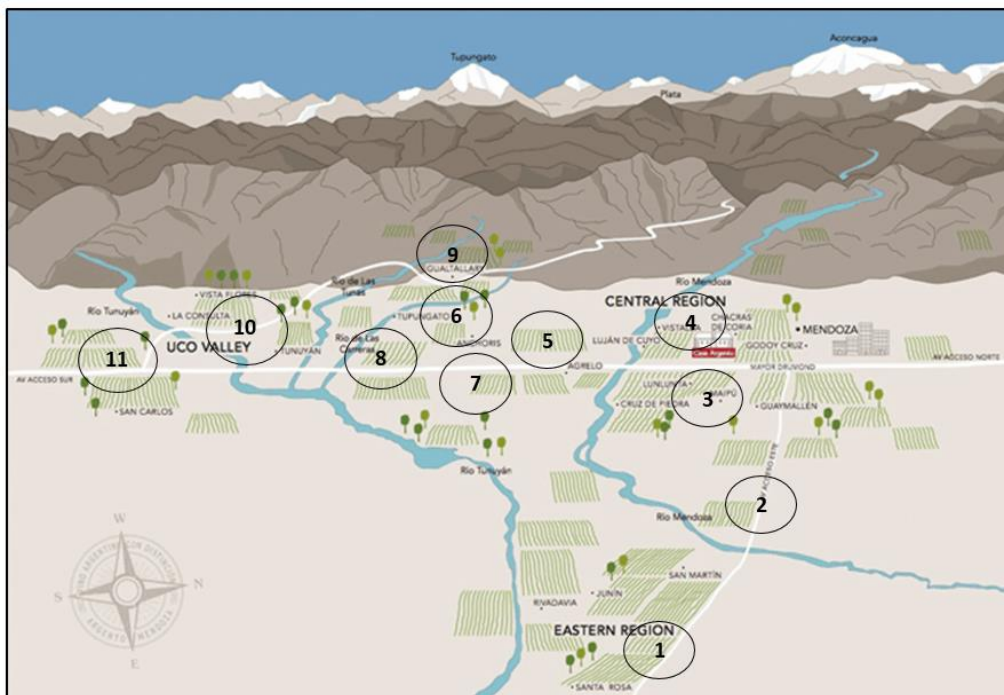
Ook was het hier mogelijk om van een groep gekochte commerciële malbecwijnen van twee verschillende oogstjaren de plek van herkomst vast te stellen. In dit onderzoek werd dus voor de eerste keer een verband aangetoond tussen de fenolische componenten van een malbecwijn en de (sub-)zone ofwel de plek waar de wijn in Mendoza vandaan kwam. Het hoge gehalte aan polyfenolen, zeker uit de hoger gelegen subzones, is een onderscheidende en daarmee zeer belangrijke component gebleken voor malbec in Mendoza. Deze resultaten tonen het effect aan van de plek van herkomst, waarbij de hoogteligging de meest onderscheidende terroirfactor is.

Verschillen tussen subzones

Qua subzones onderscheidt zich vooral het westelijk (hoge) deel nabij Tupungato van zone Valle de Uco zich met een specifieke samenstelling van polyfenolen en een hoog totaal polyfenolgehalte. De zone Mendoza Este kent kenmerkt zich juist door een laag polyfenolgehalte. De wijnen uit de hogere zones in Zona Alta del Río Mendoza zoals Alto Agrelo en de wijnen uit het hooggelegen westelijk deel van Valle de Uco (meer specifiek Tupungato) hebben daardoor een fenolgehalte dat ze zeer geschikt maakt voor malbecs met een groot rijpingspotentieel. In Fanzone's onderzoek bleek tevens dat wijnen met een hoog gehalte van polyfenolen ook in de markt hoger worden gewaardeerd.

Beperkingen

Een beperking van dit onderzoek was dat alleen commerciële wijnen onderzocht werden, waarbij dus de manier van wijn maken en wijnbouw niet gestandaardiseerd waren, wat de uitkomsten enigszins kan beïnvloeden. Daarentegen zijn dit soort wijnen natuurlijk wel representatief voor wat de consument uiteindelijk ervaart.



Figuur 4.2 De meetpunten uit tabel 4.3 in kaart gebracht: zoals ① Mendoza Este en ⑨ West Valle de Uco

4.6 Fase 3 Integraal onderzoek malbec uit Mendoza en de Verenigde Staten

4.6.1 Opzet onderzoek van Catena en UC Davis

In 2011 werden voor een ambitieus onderzoeksproject 26 malbecwijnmonsters op gestandaardiseerde manier gemaakt afkomstig van 26 wijngaarden uit 4 subzones van Mendoza. Ook werd in de VS op de *University of California in Davis* (UC Davis) een aantal malbecwijnmonsters gemaakt afkomstig van plekken in Californië en Washington State. Dit onderzoek heeft geresulteerd in twee afstudeerscripties en een wetenschappelijke publicatie in *Food Chemistry* (King E. S., 2014), door een groep van onderzoekers van de *UC Davis, departement Viticulture* onder leiding van Hildegard Heymann.

Centraal stonden de sensorische verschillen per zone en subzone, gekoppeld aan de chemische en aroma-samenstelling. Voor dit literatuuronderzoek ligt de focus alleen op de verschillen van de malbec uit de plekken in Mendoza. Hierbij een overzicht van alle locaties in Mendoza. In al deze wijngaarden stond malbec op de eigen wortelstok (niet geënt dus) en was er sprake van *vertical shoot positioning* (VSP).

Subzone	Aantal	Gradendagen ¹ zie bijlage IV.6	Neerslag (mm)	Hoogte (m)	Jaar van aanplant	Dichtheid	Irrigatie- methode	Snoeiwijze
Zona Alta del Río Mendoza								
Luján de Cuyo	4	1782	193	964–1.022	1950–1960	1.8 x 1	vloed	legger
Maipú	2	1606	980	930–931	1930–1960	1.8 x 1.25	vloed	legger
Valle de Uco								
San Carlos	11	1360–1921	173–177	999–1.096	1930–2005	1.9–2 x 1–1.25	vloed/druppel	legger/ stift
Tupungato	9	1555	1.234	1234–1.354	1950–1998	2 x 1–1.25	vloed/ druppel	legger

Tabel 4.4 Overzicht van de wijngaarden in Mendoza (Buscema, 2012).

4.6.2 Sensorisch en chemisch aroma-onderzoek

Aromacomponentenonderzoek

Bij 48 van de 60 gemeten aroma's werden wel significante verschillen per subzone in Mendoza gevonden. De metingen waren helaas niet beschikbaar, maar bij combinatie met het sensorische onderzoek wordt hierin meer inzicht gegeven.

Sensorisch onderzoek

Op basis van een *Descriptive Analysis* (beschrijvende analyse) werden de wijnen door een getraind wijnpanel op basis van een set van 16 aroma's en zeven smaak- en mondgevoelomschrijvingen beoordeeld.

De aroma's in volgorde van de gemiddeld waargenomen intensiteit voor de 26 wijnmonsters uit Mendoza waren: alcohol, donker fruit, rood fruit, gedroogd fruit, hout, floraal, *volatiele zuren*, *aards*, soja, kruidig, specerij, *chocolade*, zwarte peper, fris groen, *gekookt vegetaal* en anijs. De gebruikte smaakomschrijvingen met hun gemiddelde score: *zoet*, bitter, zuur en zout en de mondgevoelomschrijvingen: stroef, viscoos en *heet*. De cursief weergegeven omschrijvingen waren onderscheidend en zijn dus van belang om de sensorische verschillen tussen de subzones te duiden. De waardes zijn terug te vinden in tabel 4.5.

Mendoza Subzones	Aroma attributes															
	Dark fruit	Red fruit	Dried fruit	Floral	Fresh green	Cooked vegetal	Earthy	Soy	Cho- colate	Wood	Spice	Black pepper	Volatile acidity	Ethanol	Herbal ^b	Anise ^b
Average	2.29	1.93	1.93	1.58	1.09	1.07	1.39	1.28	1.19	1.61	1.21	1.16	1.41	3.09	1.24	0.77
Luján	2.28	2.08	2.00	1.61	1.16	0.84	1.27	1.14	1.01	1.60	1.15	1.25	1.27	2.98	1.33	0.80
Maipú	1.89	2.16	1.69	1.45	1.01	1.01	1.59	1.30	1.01	1.52	1.23	0.97	1.23	3.56	1.07	0.81
San Carlos	2.34	1.82	2.07	1.55	1.07	0.90	1.22	1.27	1.44	1.53	1.20	1.11	1.68	3.09	1.14	0.77
Tupungato	2.32	1.95	1.78	1.63	1.11	1.38	1.61	1.35	1.00	1.74	1.24	1.24	1.18	3.03	1.37	0.76
Taste and mouthfeel attributes																
	Sweet	Bitter	Acidic	Salty		Astringent	Viscous	Hot ^b								
Average	2.02	2.06	3.10	1.46		3.29	2.11	3.28	^a Average sensory data for each country.							
Luján	1.82	2.15	2.79	1.37		3.37	1.89	3.01	^b Rated in descriptive analysis of Mendoza Malbec wines only.							
Maipú	2.36	2.06	3.30	1.88		3.07	2.55	3.79								
San Carlos	1.84	2.02	3.10	1.44		3.39	2.10	3.15								
Tupungato	2.26	2.06	3.19	1.42		3.18	2.13	3.45								

Tabel 4.5 Resultaten sensorische analyse (King E. S., 2012).

Sensorische verschillen tussen malbecwijnen uit de subzones in Mendoza

Op basis van het sensorisch onderzoek konden er geen significante verschillen tussen de 4 subzones als geheel binnen Mendoza worden vastgesteld. De wijnen konden wel individueel worden getypeerd op significante verschillende aroma's en smaakomschrijvingen.

Opvallend was het heterogene karakter van de wijnmonsters uit Valle de Uco vooral in de subzones San Carlos. De wijnen uit Zona Alta del Río Mendoza, Maipú en Luján vertoonden een meer homogeen en gebalanceerd sensorisch beeld. De relatief laag gelegen subzone Maipú onderscheidde zich nog het meest van de andere subzones. Als groep onderscheiden de wijnen uit Mendoza zich overigens duidelijk van de wijnen uit de VS.

Valle de Uco

Subzone Tupungato: hoogst op zoet en heet qua smaak. Deels ook gebalanceerd rond de beschrijvingen hout, zout, zwarte peper en kruidig.

Subzone San Carlos: een groep hoog scoorde op chocolade, gedroogd fruit, volatiele zuren en zuur en een ander deel vrij gebalanceerd was.

Zone Alta del Río Mendoza

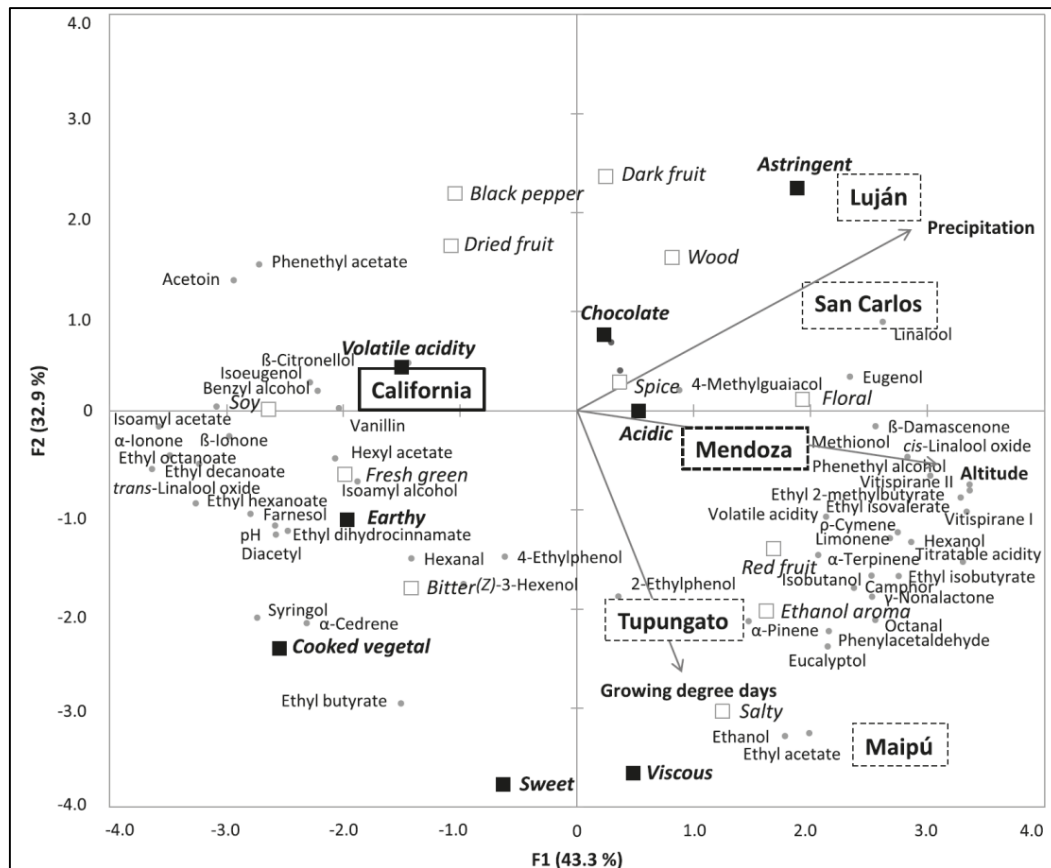
Subzone Maipú: hoogst op gekookt vegetaal, zwarte peper, alcohol en zoet in de mond.

Subzone Luján: zeer gebalanceerd, zoutig, meer fruit en iets floraal. Opvallend is ook dat wijnen van plekken met oudere stokken meer gebalanceerd scoren die van jonge stokken.

Combinatie van sensorisch onderzoek en het aromacomponentenonderzoek

Door middel van een *Generalized Procrustes Analysis* (uitleg zie bijlage VII), weergegeven in grafiek 4.7 kunnen verbanden inzichtelijk worden gemaakt tussen het onderzoek van de aroma's en het sensorisch onderzoek.

De significante omschrijvingen (zwart gedrukt) bepalen de spreiding van de subzones in het diagram. De chemische componenten die dicht bij een sensorische omschrijving staan hebben daar een positieve correlatie mee. Voor de Californische wijnen is alleen de gemiddelde positie weergegeven.



Grafiek 4.7 *Generalized Procrustes Analysis* combinatie van sensorische en aroma-onderzoek.
Bron: (King E. S., 2012)

De terroirfactor hoogte

In het GPA-diagram wordt ook een verband gelegd met de terroirfactoren hoogte (*altitude*). Hoogte blijkt positief gecorreleerd aan alcohol, meetbaar zuur en negatief met pH. Een verklaring is dat hoogte de temperatuur matigt en er sprake is van een uiteindelijk langere en meer effectieve rijping is. De lagere temperatuur, ook 's nachts, leidt tot meer zuurbewoud en dus een lagere pH.

In het GPA-diagram bevinden de aroma's "floraal" en "rood fruit" zich nabij de subzones op grotere hoogte, dus dicht bij de subzones uit Valle de Uco. In de buurt van deze twee subzones en vooral bij Tupungato zijn de vele meer complexe aroma's gegroepeerd in het diagram. Hieruit blijkt dat de factor hoogte wellicht meer onderscheidend is dan de herkomst op basis van de huidige geografische zonering.

Beperkingen

Het aromacomponentenonderzoek en de analyse hiervan was slechts beperkt uitgewerkt in de publicaties en de achterliggende data waren niet beschikbaar om zelf te analyseren.

4.6.3 Fenolenonderzoek

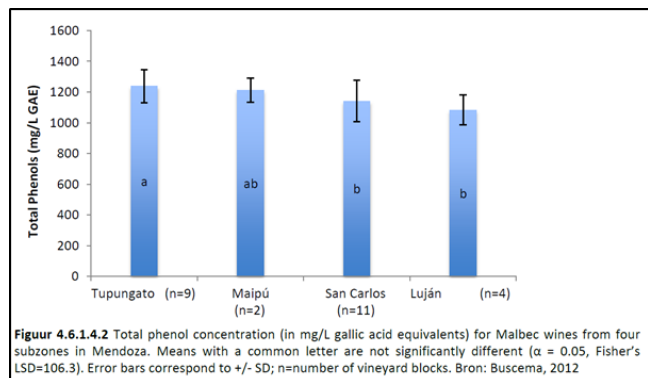
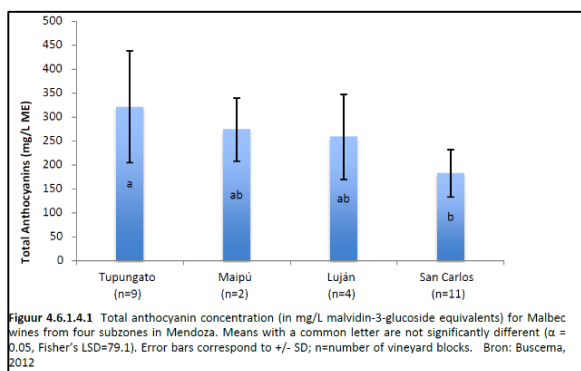
Uniform gemaakte wijnmonsters

Fernando Buscema, hoofd research bij Catena, onderzocht de 26 wijnmonsters op de volgende fenolische componenten: monomere anthocyanen en fenolische componenten met een laag moleculair gewicht. Het onderzoek was gericht op het gecombineerde profiel. Onderscheidend in dit onderzoek ten opzichte van het onderzoek van Fanzone uit fase II (zie 4.5.2) is dat nu met speciaal op uniforme wijze geprepareerde jonge wijnmonsters wordt gemeten in plaats van commerciële wijnen. Gezien het grote invloed van de vinificatie (o.a. extractiemethode, fermentatie-temperatuur) op de fenolische samenstelling van de wijn is de uniformiteit van dit proces een belangrijke verbetering in dit onderzoek. De resultaten zullen beter inzicht geven in de invloed van de plek van herkomst op de fenolische samenstelling.

Meting monomere anthocyanen

De monomere anthocyanen, deze bestaan uit enkelvoudige eenheden, zijn in de druif en jonge wijn aanwezig en zijn de bouwstoffen voor de kleur van de wijn. Door processen als co-pigmentatie, polymerisatie met tannines en onder invloed van de pH wordt de kleur van de wijn bepaald en gestabiliseerd.

De belangrijkste monomere anthocyanen in de onderzochte malbec uit Mendoza was malvidine-3-glucoside goed voor circa 50% van de aanwezige anthocyanen. De wijnen uit Tupungato hadden de hoogste concentratie van anthocyanen. (zie grafiek 4.8)



Grafiek 4.8 Totaal anthocyanen- en fenolengehalte van de malbecwijnen uit de verschillende zones. Bron: (Buscema, 2012)

Meting van de fenolische componenten met een laag moleculair gewicht

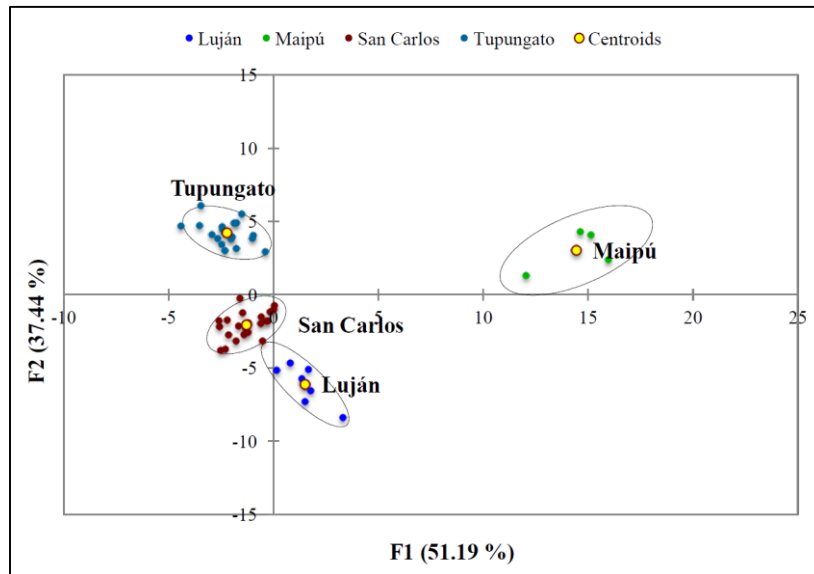
Dit betreft de monomere fenolen die geen anthocyanen zijn. Voornaamste componenten die in de malbec monsters werden gemeten zijn van de fenolische zuren: galluszuur en syringisch zuur, van de flavanolen: quercetine en myrcetine en van de tannines: catechine en epicatechine. Op basis van alléén deze componenten onderscheidde alleen de subzone Maipú zich van de andere drie subzones.

Totaal fenolengehalte

Als de metingen worden gecombineerd blijkt Tupungato de hoogste fenolenconcentratie te hebben, significant verschillend van San Carlos en Luján (zie onderstaande grafiek). Opvallend is de hoge concentratie in Maipú, ondanks de iets lagere ligging.

Vergelijking fenolische profielen

De fenolische profielen van de vier subzones bleken in een canonieke variatie analyse significant verschillend te zijn. Het relatief laag gelegen Maipú is het meest afwijkend qua fenolische samenstelling.



Grafiek 4.10 Canonieke variatie analyse van de fenolische profielen van de wijnmonsters uit verschillende subzones. Bron: (Buscema, 2012)

Relevante resultaten

Dit onderzoek toont duidelijke verschillen aan in de fenolische samenstelling van de wijnmonsters van de vier verschillende subzones en sluit daarmee aan op het onderzoek in fase II van Fanzone.

De subzone Tupungato kende duidelijk de wijnen met de hoogste concentratie van fenolen vooral de anthocyanen. De oorzaak van de verschillen is, net als al eerder geconcludeerd bij Fanzone, verschillen in hoogtelegging en daardoor UV-licht en temperatuur en langere rijpingsduur. Recent onderzoek van Berli bevestigt dit hoogte effect op de opbouw van verschillende polyfenolen (Berli, et al., 2008, 56).

Het toont ook aan dat Valle de Uco met daarin de subzones Tupungato en San Carlos geen uniform terroir vormt, maar dat de verschillende hoogtelegging binnen deze vallei verantwoordelijk is voor grote verschillen tussen de malbecwijnen.



Foto 4.1 Zon en wolken boven Valle de Uco. Bron: Wines of Argentina.

4.7 Fase 4 Jaarlijks sensorisch en aroma-onderzoek van malbec van drie hoogtes

4.7 Onderzoek Salentein

Een onderzoeksteam bij Bodegas Salentein onder leiding van wijnmaker José Galante bestudeert sinds 2011 jaarlijks de sensorische verschillen en de gemeten aromacomponenten in hun malbecdruiven en -wijnen op drie verschillende hoogtes (laag 1.050m, midden 1.200m en hoog 1.350m) in hun dicht bij elkaar gelegen wijngaarden in Valle de Uco. Hier worden elk jaar speciale monsterwijnen op uniforme wijze gemaakt op grote schaal met gebruik van geselecteerde gisten en met standaard correctie op sulfiet.

De chemische analyse van de druiven en wijnen en de sensorische research wordt in Chili uitgevoerd door het *Centro de Aromas y Sabores DICTUC*, een filiaal van de *Pontificia Universidad Católica de Chile* in Santiago de Chili.

Een belangrijk nieuw aspect in dit onderzoek is dat het gedurende meerdere oogstjaren plaatsvindt, zodat ook de invloed van het seizoen in de resultaten kan worden vastgesteld, wat bij alle eerder besproken onderzoeken niet gebeurd is. Voor dit literatuuronderzoek is gebruik gemaakt van gepresenteerde resultaten van de oogstjaren 2011 en 2012 die door Salentein beschikbaar waren gesteld.

Metingen malbecdruiven

In de druiven van malbec monsters werden van de primaire aroma's terpenen, thiolen en norisoprenoïden aangetroffen, maar er werden geen pyrazines aangetroffen. Dit sluit aan bij eerder aromatisch onderzoek in fase 2.

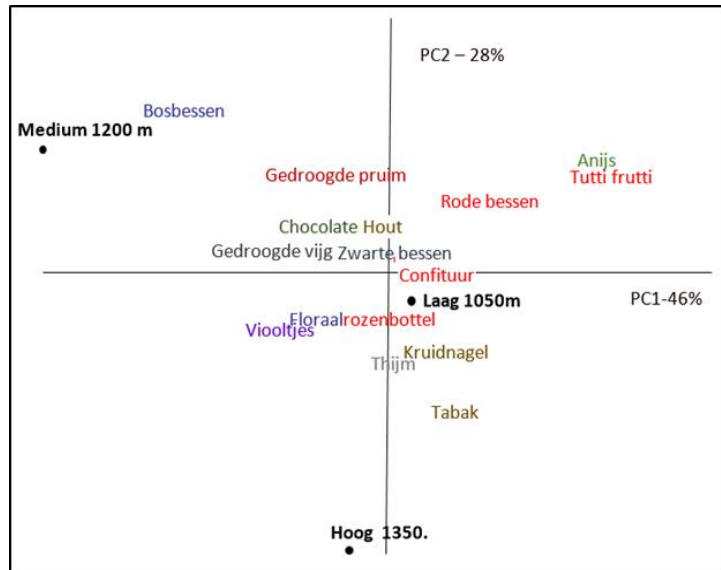
Norisoprenoïden gekoppeld aan hoogte

In de hoog gelegen wijngaard werd een hogere concentratie aan norisoprenoïden gevonden die verantwoordelijk zijn voor complexe aroma's: floraal voornamelijk viooltjes, vijgen, tabak, gedroogd fruit. Dit onderzoek is in een lijn met het eerdere aromaonderzoek van Jofré (fase 2) en Catena (fase 3) dat wijnen van hogere wijngaarden meer van deze aroma's bevatten. Hierbij denken we vooral aan de hogergelegen wijngaarden in Valle de Uco.

De olfactometrie, waarbij tijdens de aromametingen gelijktijdig ook de aroma's door de onderzoekers worden geroken, toonde aan dat de wijnen van de hogere wijngaarden minder vegetale en fris groene aroma's hadden. Ook trof men in deze wijnen minder zwavelachtige en chemische aroma's aan.

Sensorisch onderzoek

Bij vergelijking van de wijn in een professioneel proefpanel binnen Salentein worden de wijnen van grote hoogte gekarakteriseerd met floraal, mint en specerijen en tabak. Zoals hieronder weergegeven in de *Principal Component Analysis* van dit onderzoek. Hierbij dient steeds te worden gezegd dat "laag" zich nog steeds op 1.050 m bevindt, dus op het al hoge deel van Valle de Uco



Grafiek 4.12 Sensorisch profiel van de malbecwijnen van drie hoogtes (Bron: Salentein).

Het is de bedoeling dit onderzoek de komende jaren voort te zetten met extra aandacht voor: de thiolen die een opvallende rol spelen in de rosé van malbec, de ontwikkeling van de norisoprenoïden en thiolen in de gebottelde rode wijn, de chemische identificatie van een aantal positieve aromacomponenten en natuurlijk de veranderingen per seizoen.

Beperkingen

Dit onderzoek is nog niet verwerkt tot wetenschappelijke publicaties of studies. De conclusies zijn gebaseerd op de verstrekte informatie en een interview met de wijnmaker José Galante in 2012.



Foto 4.2 De wijngaard La Pampa Estate van Salentein op 1.350 m. Bron: Salentein

5 Conclusies en discussie

5.1 De centrale onderzoeksvraag beantwoord

De centrale onderzoeksvraag van dit literatuuronderzoek luidt:

“Kunnen de in de bestudeerde wetenschappelijke onderzoeken aangetoonde verschillen, qua gemeten aroma’s en fenolische componenten en qua sensorische eigenschappen, in de malbecwijnen afkomstig uit verschillende wijnbouwzones in Mendoza eenduidig worden gerelateerd aan hun herkomst ofwel het terroir?”

In fase 1 werden in periode 2004-2010 door Goldner en het INV door Aruani statistisch significante sensorische verschillen aangetoond tussen malbecwijnen afkomstig uit de wijnbouwzones Zona Alta del Río Mendoza, Valle de Uco en Mendoza Este.

In fase 2 werd door Jofré en Fanzone voor het eerst op basis van de aroma’s en de fenolen significante verschillen aangetoond tussen malbecs afkomstig van verschillende zones en subzones in Mendoza. Hierbij werd deels met commerciële wijnen gewerkt en deels specifiek voor het onderzoek gemaakte wijnen. Het onderzoek van Jofré inzake de aroma’s betrof vier subzones gelegen in de wijnbouwzones Zona Alta del Río Mendoza en Valle de Uco; het onderzoek van Fanzone inzake de fenolische componenten was breder van opzet met elf subzones in de drie wijnbouwzones van Mendoza.

Malbecwijnen konden hierbij op basis van hun fenolisch en aromaprofiel worden herleid naar hun herkomst, waarmee de invloed van het terroir op deze malbecwijnen werd aangetoond. Opvallend was dat de hoogteligging hierin steeds de belangrijkste terroirfactor bleek: Malbecwijnen van hoger gelegen subzones hadden typische aroma’s en hogere polyfenolengehaltes.

In fase 3 vond onderzoek plaats van malbecs van speciaal uitgezochte wijngaardpercelen waarvan de wijnen op uniforme manier waren gevinifieerd. De 26 wijnmonsters kwamen van verschillende percelen uit vier subzones: Luján en Maipú uit de wijnbouwzone Zona Alta del Río Mendoza en Tupungato en San Carlos uit de wijnbouwzone Valle de Uco.

In het chemisch aroma-onderzoek werden significante verschillen per subzone gevonden en ook sensorisch waren er onderscheidende verschillen tussen de aroma- en smaakomschrijvingen. Tussen de gekozen subzones als geheel kon er echter geen beduidend sensorieel verschil worden gegeven, wellicht omdat de gekozen percelen in Maipú en Luján dicht bij elkaar lagen en de malbecs uit vooral San Carlos heterogene resultaten gaven. De wijnen konden echter wel getypeerd worden aan de hand van de significant verschillende omschrijvingen.

Het fenolisch onderzoek gaf ook beduidende verschillen tussen de wijnen uit de verschillende subzones en sluit daarmee aan bij het onderzoek uit fase 2, maar nu voor uniform gemaakte wijnmonsters. Ook hier bleek de hoogteligging een bepalende terroirfactor.

In fase 4 wordt onderzoek gedaan naar malbecwijnen en-druiven afkomstig van drie percelen van verschillende hoogtes in de wijngaarden van Salentein in Valle de Uco. Hierbij kwamen ook duidelijke verschillen in de aroma’s en sensorische eigenschappen naar voren. Hiermee wordt alweer duidelijk aangetoond dat de terroirfactor hoogteligging zeer belangrijk is en dat deze in alle belangrijke wijnbouwzones in Mendoza een bepalende rol speelt.

Natuurlijk waren er beperkingen in dit soort onderzoeken, maar er is zoveel als mogelijk conform het ceteris paribus principe gemeten, vooral in fases 2,3 en 4.

De bevindingen van de diverse onderzoeken ondersteunen elkaar vaak, zowel bij het onderzoek van commerciële malbecs als bij experimentele wijnen. Een enkele keer zijn onderzoeken deels in tegenspraak, maar dit is vaak verklaarbaar door leemtes in de opzet, verschillende afbakeningen van het terroir en soms beperkingen in de meetopzet.

Volgens mij is er een duidelijke rode lijn in alle onderzoeken te herkennen en concluderend kan ik de centrale onderzoeksvraag als volgt beantwoorden:

Op basis van de bestudeerde wetenschappelijk onderzoeken kan ik concluderen dat malbecwijnen afkomstig uit verschillende wijnbouwzones in Mendoza sensorisch en qua aromacomponenten en fenolische samenstelling van elkaar verschillen. Deze verschillen zijn in hoge mate eenduidig gerelateerd aan hun herkomst en dus het terroir. De belangrijkste bepalende terroirfactor blijkt de hoogteligging te zijn.

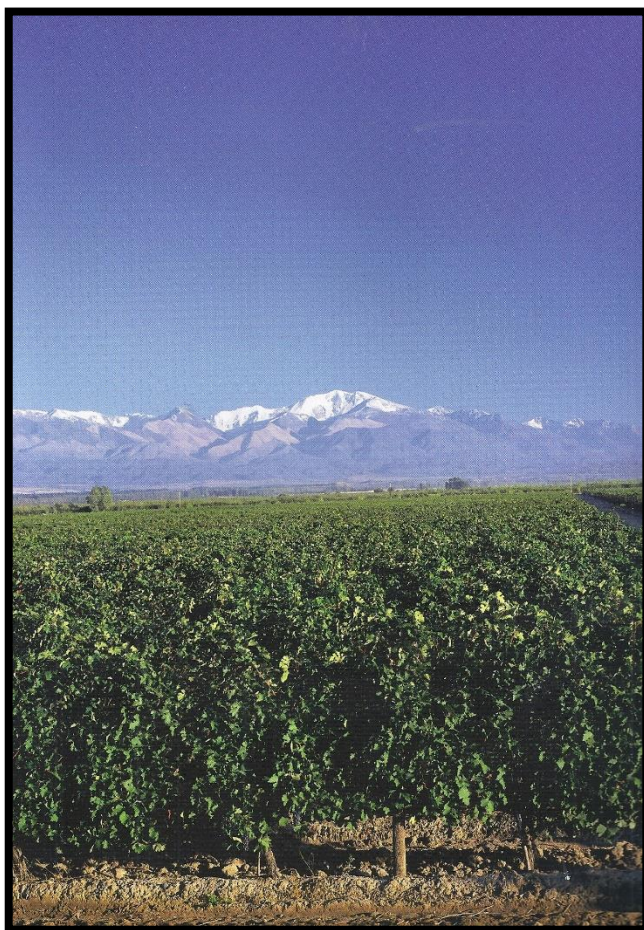


Foto 5.1 De hoogteligging in Mendoza: de meest bepalende terroirfactor. Bron: foto van Sara Matthews.

5.2 Verklarende terroirfactoren

5.2.1 Hoogteligging

Nu duidelijk aangetoond is dat de herkomst van de malbecwijnen gevolgen heeft voor hun smaakprofiel, de aromacomponenten en de fenolische samenstelling, volgt hier een korte inventarisatie van de terroirfactoren die deze verschillen kunnen verklaren. Gezien de complexiteit en de interactie van de verschillende factoren ligt de focus hierbij op de belangrijkste bewezen inzichten, zonder hierbij volledig te willen en kunnen zijn.

Uit de research van Salentein en Fanzone blijkt dat de hoogteligging van de wijngaarden een zeer bepalende factor is wat betreft de ontwikkeling van aroma's en polyfenolen en ook de invloed op temperatuur. Het hoogte-effect is tweeërlei: enerzijds leidt een hogere ligging tot lagere temperaturen, waardoor het ook langer duurt voor de druiven rijp worden. Anderzijds neemt op hoogte ook de intensiteit van het zonlicht toe.

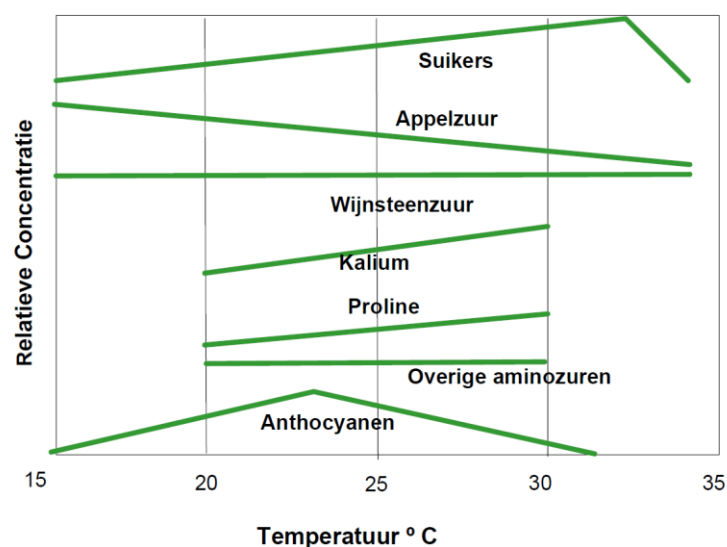
5.2.2 Temperatuureffect van hoogteligging

Temperatuur in absolute zin

De temperatuur verschilt sterk tussen de wijnbouwzones en zelfs subzones als gevolg van de hoogte en is daarmee de belangrijkste klimaatfactor die de samenstelling van de wijn en de most beïnvloedt.

In het algemeen wordt verondersteld dat de temperatuur een 0,6 tot 0,8 °C daalt bij een toename in hoogte van 100 meter. De literatuur (Jackson, 2008) geeft 0,6°C aan, maar Laura Catena vermeldt in haar boek voor de zeer droge lucht in Mendoza maar liefst een daling van 1°C per 100 meter (Catena, 2010).

Dit effect is terug te zien in de Huglin-index, maar ook de Koude Nachten Index voor de hoger gelegen gebieden. De effecten van de gemiddelde maximumtemperatuur gedurende de rijpingsmaanden op een aantal belangrijke componenten van de wijn wordt weergegeven in grafiek 5.1.



Grafiek 5.1 Effect van de temperatuur op de componenten van wijn. Bron: (Catania, 2010)

De opbouw van anthocyanen is duidelijk temperatuurgevoelig met temperaturen tussen 17-25 °C als optimaal en boven 35 °C een blokkade.

Temperatuuramplitude

Naast de absolute temperatuur speelt ook de temperatuuramplitude (gemeten met de Koude Nachten index) een grote rol: een groot verschil tussen dag- en nachttemperatuur zorgt in het algemeen voor meer kleur en aroma's in de druiven. (Tonietto J. C., 2004) .

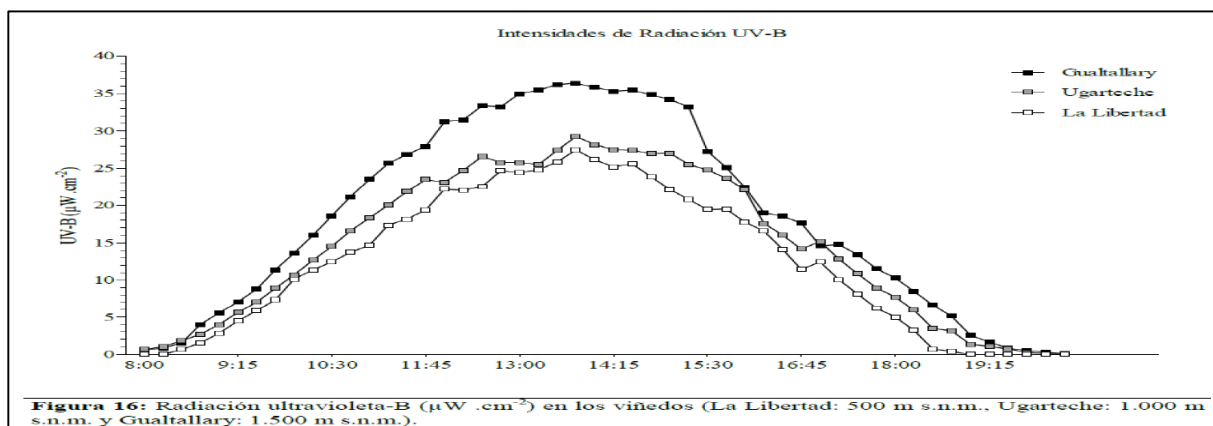
Dit strookt met de waarnemingen in het onderzoek: hoogte geeft afkoeling en optimaliseert de hoeveelheid anthocyanen in wijnbouwzones in Valle de Uco.

In het laaggelegen Mendoza Este is het veel warmer en dit beperkt de opbouw van anthocyanen.

5.2.3 Licht

De intensiteit en de samenstelling van het zonlicht heeft invloed op de malbecwijnen afkomstig van wijngaarden van verschillende hoogte, al zijn de achterliggende processen vrij complex. De lichtintensiteit neemt toe met de hoogte, maar ook door ligging op een helling en door de juiste oriëntatie op het licht. Het licht beïnvloedt in belangrijke mate de enzymatische processen die zorgdragen voor de biosynthese van secundaire componenten in de wijnstok en druiven die erg belangrijk zijn voor het sensorisch profiel van de wijn. Belangrijk zijn hierbij de fenolische componenten en de aromacomponenten.

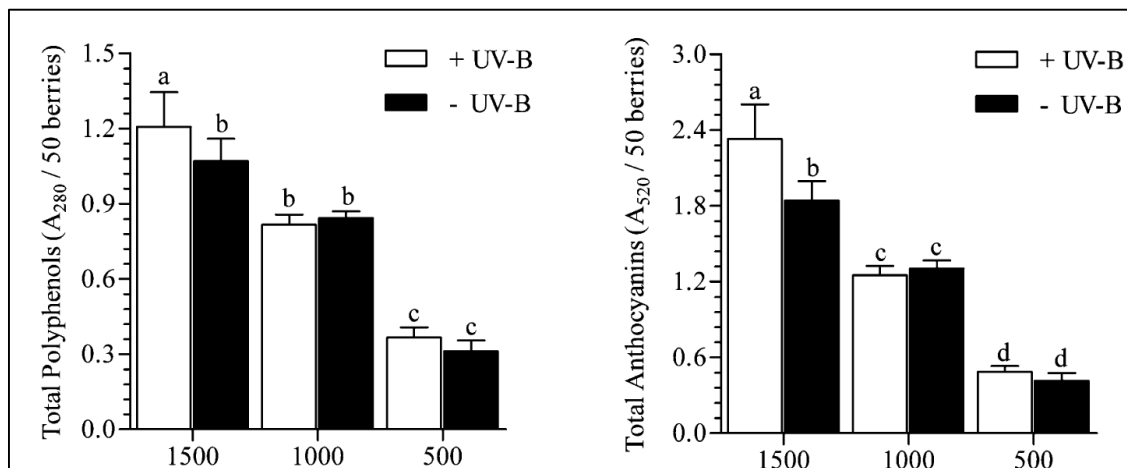
In onderstaande grafiek, afkomstig uit onderzoek bij Catena inzake de invloed van trosdunning blijkt duidelijk dat de intensiteit van het UV-licht op 1.500 m (Gualtallary-Valle de Uco), 1.000 m (Ugarteche, Zona Alta del Río Mendoza) en 500 m (La Libertad, Mendoza Este) duidelijk verschilt gedurende de dag.



Grafiek 5.2.1 De intensiteit van UV-B gedurende de dag op drie hoogtes. Bron: Catena research (Virgillito, 2012)

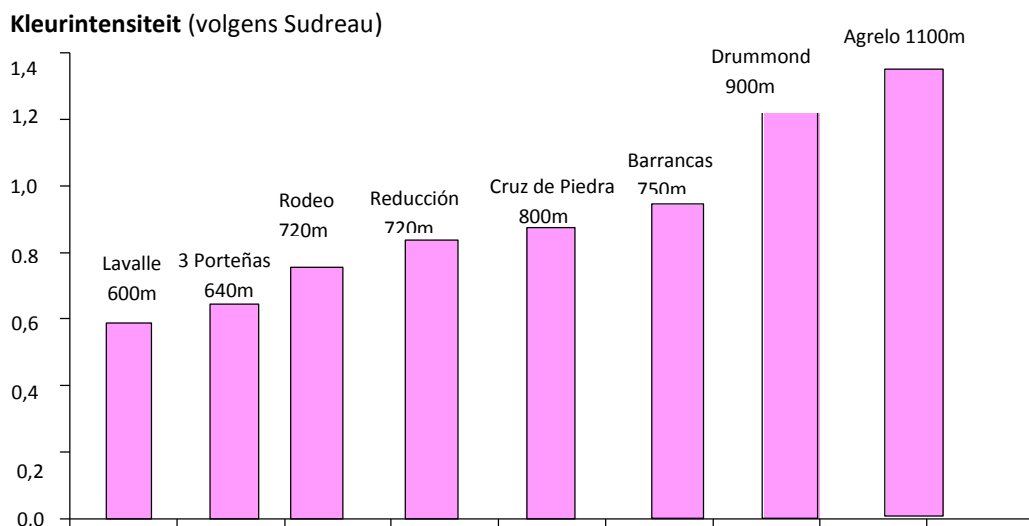
In een onderzoek van Frederico Berli (Berli, et al., 2008, 56) van druiven van de malbec van drie hoogtes werd duidelijk aangetoond dat de polyfenolen en anthocyanen concentraties beïnvloed werden door de hoogte van de wijngaard en het UV-licht daar.

In onderstaande grafieken zijn de concentraties van deze componenten gemeten in wijngaarden van resp. 1.500 m (Gualtallary-Valle de Uco), 1.000 m (Ugarteche, Zona Alta del Río Mendoza) en 500 m (La Libertad, Mendoza Este). Dit bevestigt het beeld uit de bestudeerde onderzoeken. De witte balkjes geven de normale scores weer. Bij de “- UV-B” meting in het zwart werd het zonlicht enigszins afgeschermd.



Grafiek 5.2.2 Hoogteligging: invloed op fenolen en anthocyanen. Bron (Berli, et al., 2008, 56)

Uit onderzoek van Catania (Catania, 2010) in grafiek 5. 3 blijkt dat de hoge concentraties in polyfenolen en anthocyanen leidt tot een hoge kleurintensiteit van malbec.



Grafiek 5.2.2 Hoogteligging: invloed op kleurintensiteit van malbec (Catania, 2010).

Invloed licht op aroma's

Zonlicht, vooral de UV-B portie, stimuleert de aanmaak van carotenoïden, die dienen als antioxidanten, die in vegetatieve periode bladgroen beschermen. (Steel and Keller, 2000). Tijdens rijpingsfase worden ze overbodig en langzaam afgebroken tot allerlei aromatische componenten of hun voorlopers. De meest relevante hiervan zijn de norisoprenoïden zoals: 3-oxo-7,8-dihydro- α -ionol (floraal), β -damascenone en vitispiraan (Marais, Van Wyk et al, 1992; Baumes et al, 2002). Dit verklaart de typische aanwezigheid van deze norisoprenoïden met hun florale aroma's in de wijnen van grote hoogte.

Temperatuureffect van licht

Zonlicht dat niet wordt gebruikt voor de fotosynthese zal ook het bladoppervlak en de druiven opwarmen. Hierdoor kan het hoogte-effect op temperatuur deels worden teniet gedaan.

5.2.3 Nader te onderzoeken terroirfactoren

Gezien de complexiteit van dit onderwerp en de interactie van factoren zijn alle waargenomen verschillen wel aannemelijk te maken maar nog niet volledig te verklaren.

Detailonderzoek wijnbouwklimaat

Het onderzoek van Hunter en Bonnardot (Bonnardot, 2011) voor een aantal wijnbouwzones in Zuid-Afrika, toonde aan dat het belangrijk is voor de typering van het wijnbouwklimaat in een wijnbouwzone, ook rekening te houden met optimale condities voor fotosynthese en met de stressperiodes in zeer warme wijnbouwzones waardoor in de plant de fotosynthese blokkeert.

Ook de rol van een grote temperatuuramplitude werd in dit onderzoek meegenomen. Een dergelijk onderzoek zou in Mendoza ook meer inzicht kunnen geven in het specifieke mesoklimaat per wijnbouwzone of zelfs binnen een wijngaard op verschillende hoogtes.

Bodem

Ook de rol van bodem en irrigatie is een belangrijke factor die nader onderzocht dient te worden, maar zoals eerder aangegeven in deze scriptie niet nader aan de orde komt.

Klimaatverandering

De impact van de klimaatverandering lijkt in Mendoza minder groot dan in het meer marginale klimaat van Europa. Toch maakt zich men zich wel degelijk zorgen zoals bleek uit groots opgezette enquête onder wijnproducenten.

Niet alleen temperatuur, maar ook meer droogte, gebrek aan irrigatiewater en de toename van onweer met hagelbuien zijn zorgpunten. Een meer gedetailleerde studie zou ook meer inzicht kunnen geven in de ontwikkeling binnen Mendoza.

5.3 Typering malbecs uit wijnbouw(sub-)zones in Mendoza

Inleiding

In deze paragraaf worden de resultaten uit de bestudeerde onderzoeken geïnterpreteerd om zo tot een concrete typering van malbecwijnen per subzone te komen. Vanwege het feit dat er discrepanties zijn tussen onderzoeken worden hierbij keuzes gemaakt gebaseerd op de eigen inschatting van onderzoeksresultaten. Kortom hier volgt een persoonlijke interpretatie van de bestudeerde data.

5.3.1 Mendoza Este

De warmste en meest laag gelegen zone produceert volgens Goldner malbecs die getypeerd worden door een rijkdom aan gestoofd fruit, zoete en florale tonen, maar met minder lengte en structuur. Uit Fanzone's metingen hadden deze wijnen de laagste gehalten aan anthocyanen en fenolen, wat ook duidt op minder structuur en kleur. Dit gebied geldt dan ook als productiegebied gekenmerkt door relatief hoge rendementen en toegankelijke wijnen van basiskwaliteit, iets dat past bij het waargenomen smaakprofiel.

5.3.2 Zona Alta del Río Mendoza

Een positief beeld qua kwaliteit met een vrij homogeen karakter bij de malbecwijnen uit deze zone, waarbij naast veel fruit de structuurkenmerken als lengte, astringentie en bitter opvallen. Ook werd geconstateerd dat de wijnen uit Luján en Maipú, die gemiddeld van oudere stokken komen, meer uniform en gebalanceerd waren.

Enkele subzones zijn beter te typeren doordat er specifiek onderzoek naar is verricht:

Subzone Maipú

Lage zone (meer oostelijk) : peper, alcohol, iets minder fruit, rond en rijk, minder structuur.

Lunlunta (dichtbij Luján): homogeen en met een goede balans. Veel oudere wijnstokken.

Subzone West-Luján

Hogere deel o.a. met Vistalba, Las Compuertas: hoog in fruit, iets meer floraal en goede structuur en balans.

Subzone Alto Agrelo

Hooggelegen deel: hoog gehalte aan anthocyanen en fenolen door hoge ligging, waardoor meer kleur en structuur. Deze subzone ligt dichtbij Tupungato in Valle de Uco en benadert ook de stijl van die zone.

5.3.3 Valle de Uco

Binnen deze hooggelegen wijnbouwzone dient duidelijk onderscheid te worden gemaakt voor de wijnen uit de subzone Tupungato en de subzone San Carlos en zelfs binnen de subzone Tunuyán. Dit lijkt vooral door de factor hoogte bepaald.

Subzone Tupungato

In deze hoogstgelegen subzone met wijngaarden tot ca 1.450 m zoals Gualtallary en El Peral hebben de malbecs de hoogste gehalten aan anthocyanen en fenolische componenten en ook typische aroma's. Een rijke structuur qua kleur, body ook alcohol, wat ook iets zoets geeft. Gecombineerd met donker fruit, soja en wat aardsheid en met typisch florale aroma's. Kortom vrij krachtige en complexe malbec met goede structuur en dus rijpingspotentieel, zeker die van de hoogste wijngaarden.

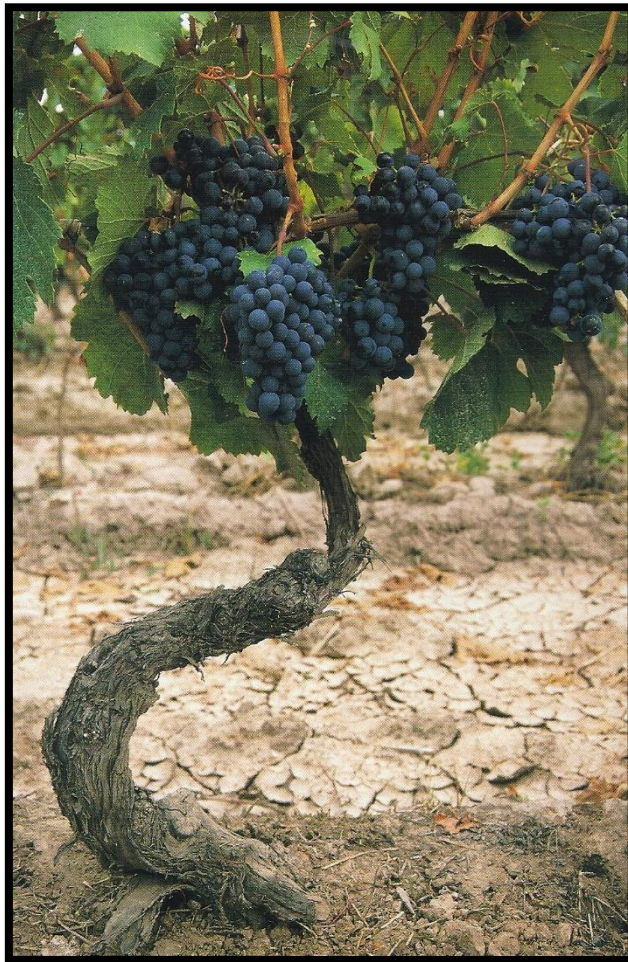
Subzone San Carlos

De malbecs uit deze zone zijn meer heterogeen wat verklaard kan worden uit de diverse hoogtes van 900 m tot 1.100 m (nabij Altamira) in dit gebied en ook de verschillende leeftijd van de wijnstokken. Deels getypeerd met donker fruit, chocolade, gedroogd fruit en iets meer zuren en wat astringent. Een ander deel vrij gebalanceerd. Redelijk rijk aan fenolen, maar minder anthocyanen. Rijke wijn, maar met iets minder complexiteit en rijpingscapaciteit dan die van Tupungato.

Subzone Tunuyán

Over de malbecs uit deze subzone is er relatief weinig onderzoeksmateriaal om deze sensorisch te vergelijken met de andere subzones. Op basis van de onderzoeken van Fanzone (in fase 2) en Salentein (in fase 4) kan wel enige typering plaatsvinden. De wijngaard van Salentein ligt in het westelijke hoge deel van deze subzone, dat ook wel Valle de Uco West of **“Alto Valle de Uco”** genoemd zou kunnen worden. Dit hogere deel van de wijngaarden (hoger dan 1.250 m) valt qua natuurlijke omstandigheden en wijntypering het best te vergelijken met Tupungato. In de metingen van Salentein worden ze getypeerd door florale tonen, mint, specerijen en tabak. Typisch is de aanwezigheid van de norisoprenoïden (o.a. α -ionone) net als in Tupungato. Het relatief lagere deel (1.050 m) heeft meer overeenkomsten met het nabijgelegen San Carlos.

In tabel 5.3.1 is deze interpretatie schematisch samengevat.



Figuur 5.3.1 Zestig jaar oude malbec wijnstok in Lunlunta in de subzone Maipú.
Bron: foto van Sara Matthews.

wijnbouwzone in Mendoza Argentinië	subzone	hoogte (in meter)	wijnbouwklimaat (GMCC-systeem)	sensorische typering
Valle de Uco	Tupungato en Alto Valle de Uco	1.200 - 1.450	gematigd warm zeer koude nachten	Donker fruit, floraal, tabak, aards, specerijen, zoet. Rijk aan kleur, body en structuur. Complexiteit. Rijpsingspotentieel.
	Tunuyán	950-1.050	warm zeer koude nachten	Heterogeen. Donker en gedroogd fruit, chocolade.
	San Carlos	950-1.100	warm zeer koude nachten	Deels ook met meer zuren en meer astringentie. Rijpsingspotentieel
Zona Alta del Río Mendoza	Alto Agrelo	1.100m	warm (zeer) koude nachten	Hoog in fruit, iets floraal. Goede structuur en balans Meer body en kleur. Rijpsingspotentieel
	West-Luján	900-1.100	warm koele nachten	Hoog in fruit, iets floraal. Goede structuur en balans. Rijpsingspotentieel Wijn van oude stokken meer homogeen en gebalanceerd
	Maipú	750-900	warm koele nachten	Meer rood dan donker fruit. Peper, alcohol, rond en rijk en iets minder structuur Wijn van oude stokken meer homogeen en gebalanceerd
Mendoza Este	Mendoza Este	650-750	gematigde nachten zeer warm	Gestooft fruit, zoet, alcohol Toegankelijk, minder structuur

Tabel 5.3.1 Sensorische typering malbecwijnen per subzone in Mendoza Argentinië .

5.4 Belang typering malbec voor herkomstbescherming in Mendoza

Wettelijke herkomstbescherming

Voor Argentijnse wijnen bestaat er sinds het einde van de jaren 90 van de vorige eeuw wijnwetgeving inzake de geografische herkomst van wijnen. De belangrijkste wet *Ley 25.163* uit 1999 regelt de bescherming van de benaming van oorsprong, de "*Denominación de Origen Controlada (DOC)*" en die van de geografische aanduiding "*Indicación Geográfica (IG)*" voor kwaliteitswijnen en de bescherming van "*Indicación de Procedencia*" (IP) voor tafelwijn.

Op dit moment zijn er maar liefst 86 IG's en 2 DOC's (voor Luján de Cuyo en San Rafael) die naast elkaar bestaan in Argentinië. Op de binnenlandse markt, hebben deze eerstgenoemde aanduidingen nog maar weinig erkenning van de consument gekregen, terwijl de laatste twee pas recent wat aandacht van de consument krijgen.

In de internationale context is het gebruik van dit systeem zeer beperkt omdat Argentinië geen bilaterale of multilaterale overeenkomsten voor de erkenning van geografische indicaties heeft ondertekend. Ondanks dit gebruiken veel bodega's toch niet-beschermden geografische namen op hun wijnetiketten als een kwaliteitskenmerk. Zoals al besproken in de inleiding van deze studie, blijkt zo'n kenmerk vooral in de Nieuwe Wijnwereld voornamelijk in de Verenigde Staten van extra waarde omdat de consument bereid is hiervoor een extra prijspremie te betalen. Zo ook voor de vermelding van een wijngaard. (Defrancesco, Orrego, & Gennari, 2012).

Uit deze literatuurstudie blijkt dat er duidelijke verschillen zijn tussen malbecs afkomstig van de diverse wijnbouwzones. De uitdaging is nu om deze typiciteit ofwel terroirkenmerken in het systeem van geografische indicaties te integreren. Hierbij lijkt de huidige indeling in geografische indicaties, die grotendeels gebaseerd zijn op de indeling in departementen en districten, niet erg geschikt. Bijvoorbeeld in de wijnbouwzone Valle de Uco en zelfs binnen subzones zoals San Carlos bestaan er grote verschillen qua typiciteit.

Zonering op hoogte

In Chili is bijvoorbeeld een zonering ingevoerd in drie grote zones: *Costa, Entre Cordilleras en Andes*. Een soortgelijke opzet zou wellicht ook binnen Mendoza toepasbaar kunnen zijn met laaggelegen zones (650-850m), gemiddeld hooggelegen zones (850-1.050m) en hooggelegen zones (1.050-1.400m).

De vraag hierbij is of een dergelijke grofmazige classificatie op hoogte of een meer fijnmazige classificatie op wijngaardniveau (single vineyard) soelaas kan bieden. Dit zal men in Mendoza gezamenlijk (overheid, producenten) moeten gaan oppakken om tot een duidelijker wijnaanbod te komen.

Assemblage

Belangrijk is ook het feit dat veel bodega's voor hun topwijnen *blends* maken van malbecwijnen van verschillende wijnbouwzones om zo, net als in Bordeaux (hoewel daar met verschillende rassen), tot een optimale compositie te komen.

In Mendoza worden dan wijnen van hetzelfde ras uit verschillende gebieden gebruikt waarbij de ene wijn zorgt voor structuur en de ander voor meer fruit of specifieke aroma's. Veel voorkomend is een blend van malbecwijnen uit een hooggelegen wijngaard in Valle de Uco met een malbecwijn uit de oudere wijngaarden rond Luján de Cuyo. Ook voor het goed kenmerken van de stijl van de *blends* is de herkomst en typering van de malbecwijnen die erin zijn verwerkt toch ook van groot belang.

6 Bronvermeldingen en bibliografie

- Anderson, K. a. (2013 December). *Database of Regional, National and Global Winegrape Bearing Areas by Variety, 2000 and 2010*, Wine Economics Research Centre. Adelaide, Australia: Wine Economics Research Centre University of Adelaide .
- Aruani, A. C., Quini, C. I., Ortiz, H., Videla, R., Murgo, M., & Prieto, S. (2012, 10). Argentinean commercial Malbec wines: Regional sensory profiles. *Observatorio Vitivinicola Argentino*, 1-9.
- Baker G.A., A. M. (1953). Organoleptic ratings of wines estimated from analytical data. *Food Research*. 1953, 18 , 381-389.
- Berli, F., D'Angelo, J., Cavagnaro, B., Bottini, R., Wuilloud, R., & Silva, M. F. (2008, 56). Phenolic composition in grape (*Vitis vinifera* L. cv. Malbec) ripenend with different solar UV-B radiation levels by capillary zone electrophoresis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2892-2898.
- Bonnardot, J. J. (2011). Suitability of Some Climatic Parameters for Grapevine Cultivation in South Africa, with Focus on Key Physiological Processes. *South African Journal of Enology & Viticulture*, Vol. 32, no 1, 137-154.
- Buscema, F. G. (2012). *Phenolic Composition of Malbec: A Comparative Study between Argentina and The United States* . Davis, USA: University of California.
- Catania, C. A. (2010). *La Interpretación Sensorial del Vino*. Mendoza, Argentina: Andina Sur “Caviar Bleu”,.
- Catena, L. (2010). *Vino Argentino, An insider's guide to the wines and wine country of Argentina*. San Francisco, California, USA: Chronicle Books LLC.
- Cavagnaro, J. B. (2006). Argentinean cultivars of *Vitis vinifera* grow better than European ones when cultured in vitro under salinity. *Bio cell* 30, 1-7.
- Daniels, L. (2011). Wijnaroma's en hun herkomst. *Perswijn*.
- Defrancesco, E., Orrego, J. E., & Gennari, A. (2012). Would "New World" wines benefit from protected geographical indications in international markets? The case of Argentinian Malbec. *Wine Economics and Policy* 1, 63-72.
- Di Paola-Naranjo, R. D., Baroni, M. V., Podio, N. S., Rubinstein, H. R., Fabani, M. P., Badini, R. G., . . . Wunderlin, D. A. (2011, 59). Fingerprints for main varieties of Argentinean wines: terroir differentiation by inorganic, organic, and stable isotopic analyses coupled to chemometrics. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 7854-7865.
- Escudero, A. C. (2007). Analytical characterization of the aroma of five premium red wines. Insights into the role of odor families and the concept of fruitiness of wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55, 4501 - 4510.
- Fanzone, M., Peña-Neira, A., Jofré, V., Assof, M., & Zamora, F. (2010, 58). Phenolic characterization of Malbec wines from Mendoza province (Argentina). *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 2388-2397.
- Fanzone, M., Peña-Niera, A., Gil, M., Jofré, V., Assof, M., & Zamora, F. (2012, 45). Impact of phenolic and polysaccharidic composition on commercial value of Argentinean Malbec and Cabernet Sauvignon wines. *Food Research International*, 402-414.

- Fanzone, M., Zamora, F., Jofré, V., Assof, M., & Peña-Niera, A. (2011, 59). Phenolic composition of Malbec grape skins and seeds from Valle de Uco (Mendoza, Argentina) during ripening. Effect of cluster thinning. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 6120-6136.
- Fanzone, M., Zamora, F., Jofré, V., Assof, M., Gomez-Cordoves, C., & Peña-Niera, A. (2012, 92). Phenolic characterisation of red wines from different grape varieties cultivated in Mendoza province (Argentina). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 704-718.
- Fischer, U. ., (2011). Authentication of Different Terroirs of German Riesling Applying Sensory and Flavor Analysis. *Progress in Authentication of Food and Wine* (pp. Progress in Authentication of Food and Wine Chapter 9, 131-149). American Chemical Society.
- Galante, J., Garcia, G., & Cabeza, J. (2012). Huella aromatica del malbec de altura. *Malbec al Mundo* (pp. 1-26). Mendoza: Bodega Salentein.
- Goldner, M. C. (2007). Sensory characterization of vitis vinifera cv. Malbec wines from seven viticulture regions of Argentina. *Journal of Sensory Studies Vol 22*.
- Goldner, M. C., di Leo Lira, P., van Baren, C., & Bandoni, A. (2011, No 1). Influence of Polyphenol Levels on the perception of aroma in Vitis vinifera cv. Malbec wine. *South African Journal of Enology and Viticulture*, 21-27.
- Gonzalez Neves, G. (2006). *Evolution de la composition du raisin au cours de la maturation*. Spanje: Master Vintage, Universidad de Valencia.
- Jackson, R. S. (2008). *Wine Science, Principles and Applications, 3rd edition*. Burlington, USA: Academic Press, Elsevier.
- Jofré, V. P. (2011, Augustus). Determinación de compuestos azufrados en uvas y vinos (Mendoza, Argentina) mediante cromatografía de gases-espectrometría de masas y electroforesis capilar asociadas a metodologías analíticas de extracción y preconcentración. *Thesis*. San Luis, Argentina: Universidad Nacional de San Luis.
- King, E. S. (2012). Characterizing the Chemical and Sensory Profiles of United States Cabernet Sauvignon Wines. *AMERICAN JOURNAL OF ENOLOGY AND VITICULTURE*, 63, 451A.
- King, E. S. (2014). Regional sensory and chemical characteristics of Malbec wines from Mendoza and California. *Food Chemistry* 143, 256-267.
- King, E. S., Stoumen, M., Buscema, F., Hjelmeland, A. K., Ebeler, S. E., Heymann, H., & Boulton, R. B. (2014). Regional sensory and chemical characteristic of Malbec wines from Mendoza and California. *Food Chemistry* 143, 256-267.
- Lawless, H. T. (2010). *Sensory Evaluation of Food. Principles and Practices. Second ed. Food Science Text Series*. New York, USA: Springer Science+Business.
- Mount, I. (2012). *The Vineyard at the End of the World - Maverick Winemakers and the Rebirth of Malbec* . New York, USA: W.W. Norton & Company.
- Pineau, B. B.-C. (2009). Examples of Perceptive Interactions Involved in Specific “Red-” and “Black-berry” Aromas in Red Wines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57, 3702-3708.
- Polaskova, P. ., (2008). Wine flavor: chemistry in a glass. *Royal Society of Chemistry, Journal*, 2478–2489.

- Polaskova, P., Herszage, J., & Ebeler, S. E. (2008, 37). Wine flavor: chemistry in a glass. *Chemical Society Reviews*, 2478-2489.
- Ribereau-Gayon, P. . (2006). *Handbook of Enology Volume 1 The Microbiology of Wine and Vinifications 2nd Edition*. Chichester, Susses, England: John Wiley & Sons.
- Robinson, A. L. (2011, juni). Environmental influences on grape aroma potential. *Thesis*. Australia: School of Pharmacy, Murdoch University.
- Robinson, J. H. (2012). Cot. In J. H. Jancis Robinson, *Wine Grapes: A complete guide to 1,368 vine varieties, including their origins and flavours* (pp. 272-274). London, England: Penguin Books.
- Stoumen, M. (2013). *Sensory Profiles of Malbec Wines from Argentina and the USA*. California USA: UC Davis.
- Tao, Y., & Zhang, L. (2010). Intensity prediction of typical aroma characters of Cabernet Sauvignon wine in Changli County (China). *Food Science and Technology* 43, 1550-1556.
- Tonietto, J. .-M. (2012). *Clima, Zonificación Y Tipicidad Del Vino En Regiones Vitivinícolas Iberoamericanas*. Madrid: C Y T E D.
- Tonietto, J. C. (2004). A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agricultural and Forestry Meteorology*, 81-97.
- Vilanova, M., Genisheva, Z., Masa, A., & Oliveira, J. M. (2010). Correlation between volatile composition and sensory properties in Spanish Albariño wines. *Microchemical Journal* 95, 240-246.
- Villamor, R. R. (2012, Mei). The impact of wine components on the chemical and sensory properties of wines. Washington, Verenige Staten: Washington State University.
- Virgillito, P. . (2012). Efecto del deshoje sobre la concentración de antocianos y taninos en uvas y vinos cv. Malbec de finca Adrianna y Nicasia realizado durante tres temporadas. Mendoza.
- www.vignevin.com/linstitut.html. (2014). Opgehaald van Association d'Expérimentation de la Ferme Départementale d'Anglars-Juillac (Lot) : <http://www.ferme-departementale-vindecachors.com/>

Geraadpleegde websites:

Wines of Argentina: www.winesofargentina.com

Instituto Nacional De Vitivinicultura (INV): www.inv.gov.ar



Figuur I.1 Overzichtskaart Argentinië. Bron: Wines of Argentina.

I Argentinië: wijnland en haar wijnbouwregio's

I.1 Argentinië en haar wijnregio's

Argentinië is het belangrijkste wijnproducerende land van Zuid-Amerika en sinds eind jaren '90 een dynamische wijnland in de wijnwereld: vooral de groei van de aanplant van kwaliteitsrassen, in het bijzonder malbec, is opvallend. Daarentegen neemt het areaal van de kwalitatief mindere roze rassen sterk af. In 2012 bedroeg het geschatte wijngaard areaal 221.000 hectares. Met een geschatte productie van bijna 15 miljoen hl in 2013 is Argentinië de 5^e wijnproducent in de wereld. (Bron: OIV)

De Argentijnse wijnproductie is verdeeld over 17 provincies. De belangrijkste wijnregio's zijn terug te vinden in onderstaande tabel, waarbij onmiddellijk opvalt dat meer dan 70% van de wijngaarden en meer dan 75% van de wijnproductie in Mendoza plaatsvindt.

Als men Mendoza en het nabijgelegen San Juan samenvoegt is meer dan 92% van de wijngaarden en van de wijnproductie in deze twee regio's geconcentreerd. In Mendoza ligt de focus op kwaliteitswijn en export, vandaar de focus op Mendoza in dit literatuuronderzoek.

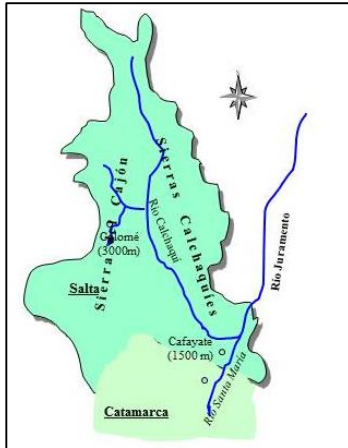
Regio	wijngaard- oppervlak in ha	aandeel in wijngaardoppervlak	wijnproductie 2011 in hl	aandeel in wijnproductie 2011
Salta	2552	1,20%	219.136	1,4%
Catamarca	2539	1,20%	90.925	0,6%
Tucumán	78	0,04%	4.094	0,0%
La Rioja	7067	3,20%	649.334	4,2%
San Juan	47.227	21,70%	2.636.567	17,0%
Mendoza	154.214	70,80%	11.696.463	75,6%
Neuquén	1656	0,80%	99.073	0,6%
Río Negro	1733	0,80%	59.714	0,4%
La Pampa	211	0,10%	3.075	0,0%
Overige	473	0,16%	14.121	0,1%
Totaal	217.750	100,00%	15.472.635	100,0%

Tabel I.1 Overzicht wijnregio's in kengetallen 2011 Bron: INV 2011.

Overigens worden deze wijngaarden niet alleen voor de productie van wijn en most gebruikt. Ongeveer 8% (circa 17.000 ha) werd in 2011 gebruikt voor de productie van tafeldruiven en rozijnen. Aldus resteert er ruim 200.000 ha voor de productie van wijn en most. Om een compleet beeld te hebben van Argentinië als wijnland zullen we de belangrijkste regio's van noord naar zuid behandelen.

I.2 Noord Argentinië: Salta, Catamarca & Tucumán

De belangrijkste wijnbouwzone voor kwaliteitswijn is Salta met 2.600 ha aan wijngaarden, waarvan twee derde met blauwe rassen en eendere met witte rassen is beplant. In Catamarca wordt minder kwaliteitswijn geproduceerd, deels door het gebruik van veel roze rassen, maar ook door veel productie van tafeldruiven. Tucumán is de kleinste wijnbouwzone met slechts 82 ha wijngaardareaal.



In Salta (Cafayate) wordt het wijnbouwklimaat als volgt getypeerd in het GMCC-systeem:

Salta Cafayate 1.680m	waarde (1998-2004)	klasse	beschrijving
Huglin Index	2.793	HI+2	Warm
Koude Nachten Index	13,9	CI+1	Koele nachten
Droogte-index	onbekend	onbekend	onbekend

Figuur I.1 Salta

Tabel I.2 Salta in het GMCC-systeem

I.2.1 Salta

Het meest noordelijke en dus warmste wijngebied op 25° ZB kenmerkt zich door wijnbouw op grote hoogte vanaf zo'n 1500 m. Het belangrijkste herkomstgebied is Cafayate.

Wijnbouwklimaat

Ondanks de warmte op deze lage breedtegraad zorgt de hoogteligging en het grote verschil in dag- en nachttemperatuur ervoor dat de druiven hun aroma's en een goede zuurgraad behouden. Een extreem maar heel mooi voorbeeld zijn de wijngaarden van Bodega Colomé op zo'n 2.400 m, maar zelfs met een wijngaard op circa 3.150 m.

Veel bodega's uit Mendoza bezitten ook hier wijngaarden waarop vooral het druivenras torrontés staat. Deze unieke witte wijn kenmerkt zich door zijn met typische muskaatachtige en bloemige aroma's. Rode wijnen zijn vooral gemaakt van de malbec, maar ook de cabernet sauvignon waarin de vegetale aroma's van groene paprika zijn te ontdekken. Door de grote hoogte en koele nachten worden druiven niet overrijp.

I.3 Midden Argentinië: La Rioja en Cuyo: Mendoza & San Juan

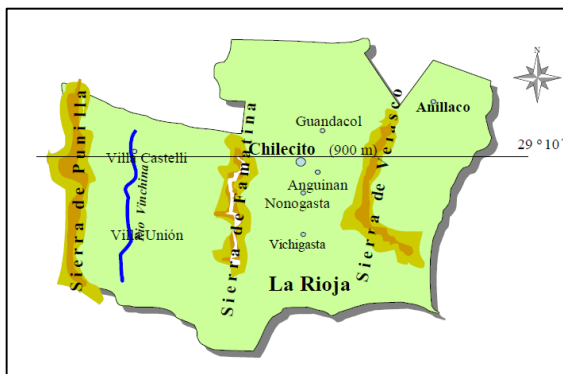
Natuurlijk vormt het wijnbouwgebied van Mendoza met een zestal subzones het hart van de wijnbouw in Argentinië. In deze scriptie wordt de Mendoza met de drie centrale subzones Zona del Alta Río Mendoza, Valle de Uco en Mendoza Este, uitgebreid besproken in hoofdstuk 3. In deze bijlage volgt een overzicht de wijnbouwzones van La Rioja en San Juan en de twee kleinere wijnbouwsubzones in Mendoza: Mendoza Norte en Mendoza Sur. Overigens vormen Mendoza en San Juan vormen samen de regio Cuyo.

I.3.1 La Rioja

Deze regio van ongeveer 7.000 ha ligt in het noorden op de 29^e breedtegraad op ongeveer 900 m hoogte in het vrij heuvelachtige binnenland. De aanplant wordt voor wit druiven vooral gedomineerd door de torrontés ríojano: een kruising van de muscat d' alexandrie en criolla chica (mission). De blauwe druivenaanplant bestaat overwegend uit bonarda, cabernet sauvignon en syrah.

Wijnbouw klimaat

In Chilecito als voorbeeld, gelden de volgende waarden in het GMCC-systeem:



Figuur I.2 La Rioja

La Rioja Chilecito 1.146m	waarde (1998-2004)	klasse	beschrijving
Huglin Index	3042	HI+3	Zeer warm
Koude Nachten Index	13,9	CI-1	Gematigde nachten
Droogte-index	-128	DI+2	Zeer droog

Tabel I.3 La Rioja in het GMCC-systeem

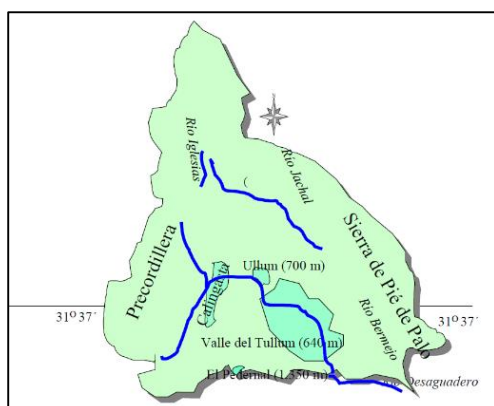
Een zeer warm gebied dus dat wijnen produceert met rijke rijpe aroma's, maar zijn beperkingen heeft in zuren en frisheid en in rijpingspotentieel.

I.3.2 San Juan

Na Mendoza is San Juan de grootste wijnregio van Argentinië met 47.000 ha aan wijngaardareaal. In dit zeer warme gebied kent men een hoge productie met ook veel roze rassen voor de productie van most en ook tafeldruiven. Voor kwaliteitswijn resteren ruim 15.000 ha, waarvan circa 10.000 ha aanplant van blauwe rassen en ruim 5.000 ha voor witte rassen.

Wijnbouwklimaat

Met Pocito in Valle de Tulum als voorbeeld, gelden de volgende waarden in het GMCC-systeem:



Figuur I.3 San Juan Tabel I.4 San Juan in het GMCC-systeem

San Juan Valle de Tulum 615 m	waarde (1998-2004)	klasse	beschrijving
Huglin Index	3192	HI+3	Zeer warm
Koude Nachten Index	15,3	CI-1	Gematigde nachten
Droogte-index	-276	DI+2	Zeer tot extreem droog

Het zeer warme klimaat is geschikt voor een hoge productie en eenvoudige basiswijn. Natuurlijk zijn er uitzonderingen zoals in El Pederal waar men op grote hoogte tot circa 1.350m wel goede kwaliteitswijn kan maken.

Druivenrassen

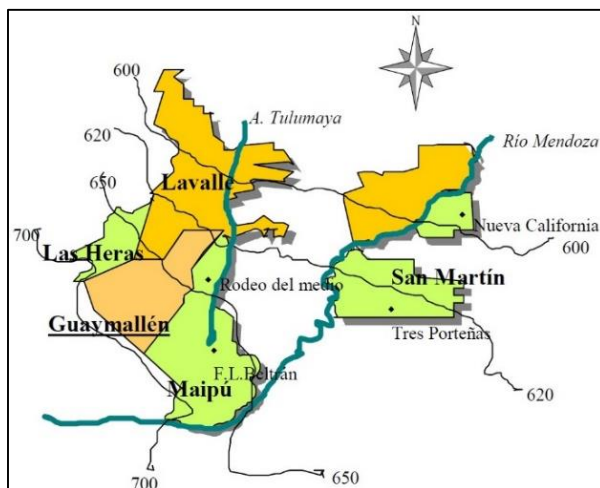
Qua blauwe rassen staat hier veel syrah (sinds 1980 aangeplant), gevolgd door bonarda, malbec (bijna 2.000 ha in 2012 nog steeds iets groeiende) en cabernet sauvignon. Bij de witte rassen vooral nog veel Pedro gimenez (2.500 ha) en in mindere mate tarrantés rójano. Het witte ras dat nog groeit qua aanplant is de chardonnay met in 2012 ongeveer 760 ha.

1.3.3 Mendoza Norte

Met ruim 16.000 ha een middelgroot, maar als subzone van Mendoza relatief klein, maar wel productief gebied. Het is de laagstgelegen subzone rond de stad Mendoza en wordt geïrrigeerd door de rivier Mendoza. Lavalle en een delen van Maipú, Guaymallén, Las Heras en San Martin behoren tot dit gebied.

Wijnbouwklimaat

In Las Heras als voorbeeld, gelden de volgende waarden in het GMCC-systeem:



Mendoza Norte Las Heras 777m	waarde (1998-2004)	klasse	beschrijving
Huglin Index	2901	HI+2	Warm, bijna zeer warm
Koude Nachten Index	15,2	CI-1	Gematigde nachten
Droogte-index	-186	DI+2	Zeer droog

Figuur I.4 Mendoza Norte

Tabel I.5 Mendoza Norte in het GMCC-systeem

Het is een redelijk vlak gebied met dus weinig hellingen. De hoogte varieert hier van 600 tot 700 meter en de gemiddelde temperatuur in de warmste maand is 25,4 C en in de koudste maand 7,2 C. Er zijn circa 200 vorstvrije dagen wat een enorm lang seizoen impliceert, waardoor veel fruit kan rijpen.

Druivenrassen

Qua blauwe variëteiten (in totaal 40% van de aanplant) staat hier vooral bonarda (14%), cabernet sauvignon, en de syrah en relatief weinig malbec. Traditioneel ook hier nog veel roze rassen (29 %) alhoewel op hun retour. Qua wit (circa 16%) staat in deze subzone veel pedro gimenez, ugni blanc en tarrantés. De overige aanplant betreft tafeldruiven.

Indeling herkomstgebieden

In het departement Maipú: Fray Luis Beltrán, Rodeo del Medio en San Roque. In het departement San Martín: Nueva California, El Central, El Divisadero en Tres Porteñas. In het departement Lavalle: Costa de Araujo, Gustavo Andrés en Lavalle. In het departement Guaymallén: Bermejo, Corralitos en Km 11. In het departement Las Heras: nabij het vliegveld El Plumerillo en El Algarrobal.

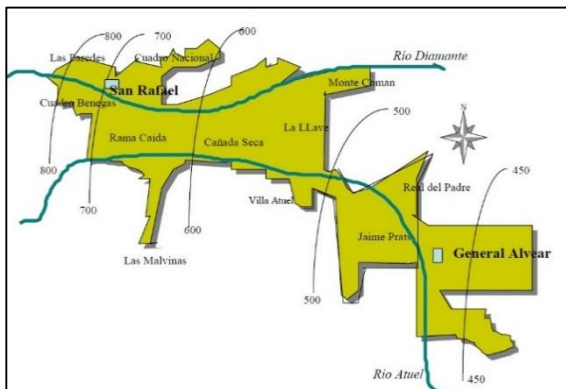
I.3.4 Mendoza Sur

Deze wijnbouwzone ligt ongeveer 250 km ten zuiden van de stad Mendoza tussen de 34,5° en 35° ZB. Deze middelgrote zone neemt de laatste 10 jaar wat af in omvang en omvat nu circa 18.750 ha in de departementen van San Rafael en General Alvear. Ook hier staan nog veel traditionele roze druivenrassen voor de lokale consumptie die op hun retour zijn. Opvallend is dat veel bodega's hier ook mousserende wijnen maken.

Er zijn circa 200 bodega's met als beroemde namen bijvoorbeeld: Casa Bianchi, Algodón en de bekende producent van mousserende wijnen Mumm.

Wijnbouwklimaat

In San Rafael als voorbeeld, gelden de volgende waarden in het GMCC-systeem:



Mendoza Sur San Rafael 748m	waarde (1970- 2004)	klasse	beschrijving
Huglin Index	2586	HI+2	Warm
Koude Nachten Index	15,2	CI+1	Koele nachten
Droogte-index	-92	DI-2	Gemiddeld droog

Figuur I.5 Mendoza Sur

Tabel I.6 Mendoza Sur in het GMCC-systeem

De hoogte varieert hier van 450 tot 800 meter boven zeeniveau, met gemiddeld 1% hellingsgraad. Irrigatie vindt plaats met water uit de rivieren Atuel en Diamante. De temperaturen kunnen binnen deze regio sterk variëren: zo is de gemiddelde temperatuur in januari in het hoger gelegen Cuadro Benegas (San Rafael) 22,3°C en in Carmensa (General Alvear) 24,4°C. Probleem van de regio is de kwetsbaarheid als gevolg van vorst in het voorjaar en hagel in het najaar.

Druivenrassen

Naast de traditionele roze rassen die circa 43% van de productie voor hun rekening nemen vinden we hier 40% blauwe rassen waarvan bonarda, cabernet sauvignon, malbec en syrah de grootste aandelen hebben. Voor de kleine witte wijnproductie staat hier voornamelijk pedro gimenez en chenin blanc en tevens wat chardonnay aangeplant.

Indeling herkomstgebieden

In het departement San Rafael: Las Paredes, Cuadro Benegas, El Cerrito, Capital, Cuadro Nacional, Monte Coman, La Llave, Goudge, Rama Caída, Cañada Seca, Las Malvinas, Villa Atuel, Real del Padre en Jaime Prats. In het departement General Alvear: General Alvear en Carmensa.

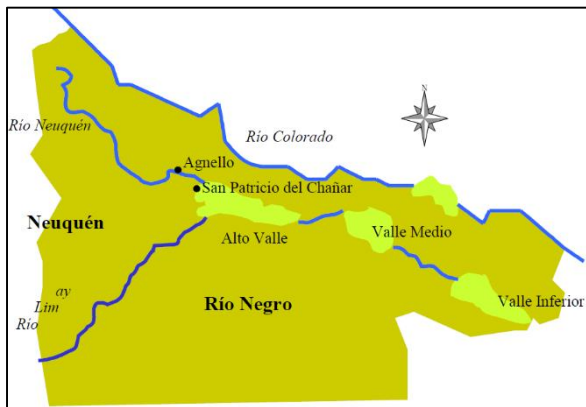
I.4 Zuid Argentinië: Patagonia met Río Negro en Neuquén

I.4.1 Valles de Río Negro en Región de Neuquén

Deze wijnbouwzones bevinden zich in het zuiden van het land, in Patagonia op de 39^e breedtegraad. Hier vloeien de rivieren Neuquén en Limay samen in de Río Negro. Deze gebieden omvatten circa 3.400 ha wijngaarden waarvan 70% voor blauwe rassen en 30% voor witte rassen. Het is het meest zuidelijke wijngebied ligt op een relatief geringe hoogte van zo'n 300 m.

Wijnbouwklimaat

Met General Roca in Río Negro als voorbeeld, geldende volgende waarden in het GMCC-systeem:



Figuur I.5. Río Negro en Neuquén

Río Negro General Roca 242 m	waarde (1923- 1987)	klasse	beschrijving
Huglin Index	2566	HI+2	Warm
Koude Nachten Index	8,9	CI+2	Zeer koele nachten
Droogte-index	-129	DI+2.	Zeer droog

Tabel I.7 Río Negro en Neuquén in het GMCC-systeem

Dit impliceert een continentaal klimaat, droog met een zeer grote temperatuuramplitude. Hoewel koeler door de zuidelijke ligging blijkt dit volgens de Huglin Index toch een warm gebied mede dankzij de relatief lage ligging.

Druivenrassen

De relatief iets minder warme condities en de koude nachten maken dit gebied geschikt voor witte rassen zoals chardonnay, sauvignon blanc, riesling, semillon en zelfs gewürztraminer. Bij de rode wijnen kunnen merlot en pinot noir maar ook malbec tot een goede expressie komen. Gezien het feit dat de aanplant vooral in Neuquén nog jong is, is het potentieel nog niet goed in te schatten.

II De wijn in Argentinië: historie en evolutie

II.1 Historie

Begin wijnbouw

In de 16e eeuw begint de wijnbouw in Argentinië, nadat eerder de Spaanse kolonisten de *vitis vinifera* op het Amerikaanse continent introduceerden. De eerste wijnstokken arriveerden waarschijnlijk via vier verschillende wegen. De eerste aanplant kwam direct uit Spanje en werd rond 1541 aangeplant langs de Atlantische kust en de rivier Río de la Plata maar had weinig succes vanwege de voor wijnbouw matige condities aldaar.

Een jaar later werden zaden van gedroogde druiven gebruikt in de huidige wijnregio's ten oosten van de Andes, deze waren meegebracht door een expeditie uit Peru. Een andere expeditie vanuit Peru bracht in 1550 ook wijnstokken naar Argentinië. De laatste en meest belangrijke aanplant kwam vanuit Chili, in 1556, twee jaar nadat de wijnstokken aldaar al waren geïntroduceerd in Valle Central.

Net zoals in andere koloniale landen speelde de katholieke kerk een belangrijke rol omdat missionarissen en priesters de wijn nodig hadden voor de Heilige mis. Ofschoon Argentinië zowel vanuit het westen als het oosten werd bevolkt, bleek het gebied aan de voet van de Andes, waar Jezuïtische missieposten werden gesticht, het meest geschikt voor wijnbouw. De wijnbouw werd daar geholpen door de goede natuurlijke omstandigheden qua klimaat en bodem.

De eerste wijngaard waarvan het bestaan is vastgelegd werd aangeplant in Santiago del Estero in 1557. Later, in 1561, werd de stad Mendoza gesticht. Tussen 1569 en 1589 werden ten noorden van de stad Mendoza in de provincie San Juan de eerste wijngaarden voor commerciële wijnproductie aangeplant.

Eerste bloeiperiode 1850-1920

Nadat Argentinië in 1816 werd bevrijd uit de koloniale Spaanse overheersing door Generaal San Martín, kwam er een forse instroom van Europese immigranten op gang. Tussen 1850 en 1880 expandeerde Argentijnse economie door de uitbreiding van het spoorwegnetwerk en de ontwikkeling van Patagonia. De ontwikkeling van het land via landbouw en veehouderij zorgde voor een toestroom van immigranten uit vooral Zuid-Europa, wat ook het startpunt was voor de ontwikkeling van de wijnbouw.

Op 17 april 1853 brak er een nieuw tijdperk aan voor de Argentijnse wijnindustrie. Domingo Faustino Sarmiento, toekomstig president gaf de Franse bodemexpert, Michel Aimé Pouget opdracht om een selectie te maken van Franse wijnstokken die op Argentijnse bodem zouden kunnen gedijen. Tevens vroeg hij Pouget om in Argentinië een technisch instituut voor wijnbouw op te zetten om door middel van educatie en research de Argentijnse wijnbouw verder vorm te geven. De wijnbouwschool kreeg de naam "*Quinta Agronómica*." Hier arriveerden onder andere de eerste malbecstokken, die vervolgens zorgvuldig werden onderzocht. Niet lang daarna werd Sarmiento benoemd als president van Argentinië en onder zijn bewind floreerde de Argentijnse wijnindustrie, zo ook malbec.

In 1885 werd de spoorverbinding tussen Buenos Aires en Mendoza voltooid, waardoor het belang van de wijngebieden langs de Andes verder toenam. De overheid reguleerde het watergebruik en zette een special afdeling voor irrigatie op, stimuleerde de ontwikkeling van de wijnbouw ook door kredieten. Hierdoor verbeterde de landbouwinfrastructuur en groeide het wijnbouwareaal van 2.000 ha in 1873 naar ruim 10.000 ha in 1893.

Rond 1900 kwam een volgende golf immigranten, velen uit wijnlanden als Italië, Spanje en Frankrijk. Zij brachten ook andere druivenrassen mee en hun kennis en ervaring in de wijnbouw en het wijn maken.

De oude koloniale wijnbouwmethodes verdwenen, behalve het historische en noodzakelijke irrigatiesysteem, nog opgezet door de Inca's. Door een effectief gebruik van dammen en irrigatiekanalen en de kennis om

wijnen te maken die geschikt waren voor langdurig transport naar het oosten (voornamelijk Buenos Aires) werd een basis gelegd voor een grootschalige wijnproductie voor de binnenlandse markt. Begin 1900 was het wijngaard areaal dan ook al gegroeid naar 210.000 hectares. In de jaren twintig van de vorige eeuw was Argentinië het 8^e rijkste land ter wereld geworden.

Economische teruggang

Helaas sleepte de grote wereldwijde economische depressie van de jaren dertig Argentinië mee in de crisis wat leidde tot een grote neergang in buitenlandse investeringen en dalende prijzen voor de export van basisproducten.

De grote landeigenaren vormden evenwel een rijke bovenklasse die vaak hun kapitaal overzee bracht, maar onder de onderbetaalde en rechteloze, stedelijke bevolking ontstond grote onrust. In 1943 kwam Juan Domingo Perón aan de macht met beloften van snelle industrialisatie, betere werkomstandigheden voor arbeiders en door de staat georganiseerde en gecontroleerde vakbonden. Er volgde een opleving van korte duur, maar in het midden van de jaren vijftig werden Perón en zijn ambitieuze en charismatische vrouw Eva afgezet door de militairen. Van toen af aan raakte de economie door een opeenvolging van opportunistische militaire regeringen in een negatieve spiraal. In de jaren zestig en zeventig was Argentinië verworpen tot een bureaucratisch land met wijdverspreide corruptie en veel sociale en politieke onrust. Argentinië raakte ook meer en meer internationaal geïsoleerd.

Daling van de wijnconsumptie en van de aanplant malbec

De grootschalige wijnindustrie was in die tijd stevig gegroeid en voorzag goed in de grote vraag en distribueerde de wijn naar de steden in het hele land. De meeste producenten waren tevreden met het leveren van goedkope, rustieke tafelwijn voor de binnenlandse markt met een ongekennde wijnconsumptie: in de late jaren zestig en de vroege jaren zeventig, dronken de Argentijnen circa 90 liter wijn per jaar per hoofd van de bevolking.

Vanaf eind jaren zeventig kwam echter de klad in de enorme wijnconsumptie: frisdrank en bier nemen een deel van de markt over en de wijnconsumptie daalt naar 55 liters per capita in 1991. De gevolgen bleven niet uit: door een drastisch rooiplan liep het Argentijnse wijnbouw areaal terug van 314.000 ha in het begin van de jaren 80 tot 205.000 ha in 1993.

De slechte wijnmarkt met te lage prijzen, ging ook ten koste van de in de jaren zestig veel aangeplante malbec: het areaal ging van circa 57.000 ha in 1966 naar minder dan 10.000 hectares in 1990, toen, zoals zo vaak, pas het hoge potentieel van deze druif duidelijk werd. Door de hyperinflatie die opliep tot wel 1000% begin jaren tachtig en de teruglopend binnenlandse vraag kende de wijnindustrie een chronisch gebrek aan investeringen.

Economisch herstel wijnmarkt

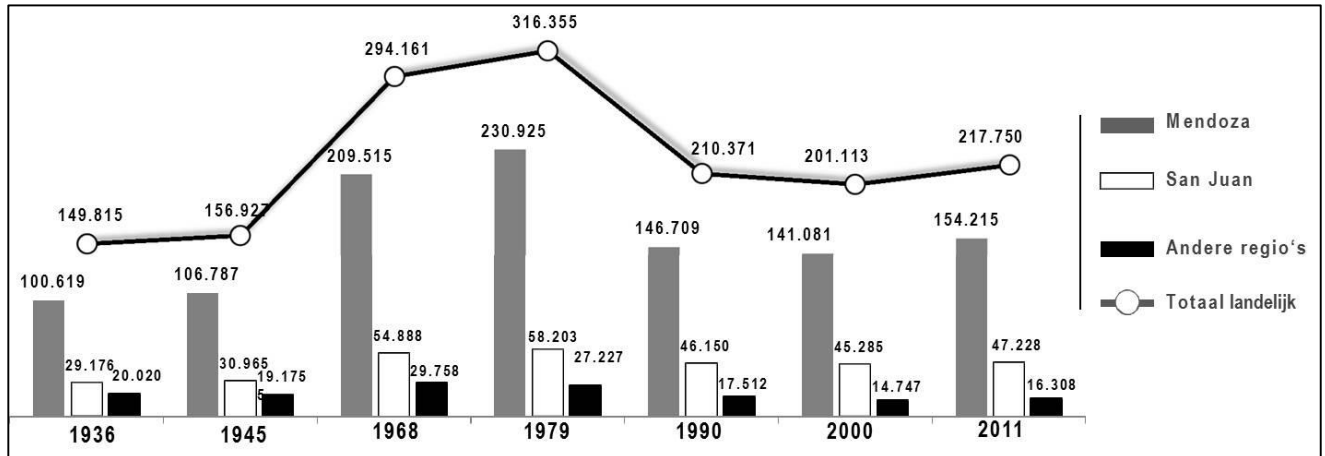
Gelukkig keerde het tij en begon er eind jaren tachtig, begin jaren negentig een nieuwe periode voor de Argentijnse wijnbouw. De militaire dictatuur van de junta wordt omgeruild voor een democratie en Argentinië keerde terug in de globale markt. De dramatische terugval van de binnenlandse wijnconsumptie en de behoefte van het land aan buitenlandse deviezen leidden bij de meer vooruitstrevende producenten tot een focus op hogere kwaliteit en voor de export gemaakte wijnen. Geholpen door politieke en economische stabiliteit, die decennia lang was verdwenen, groeide het vertrouwen en werd er weer geïnvesteerd in de wijnsector.

Nieuwe lokale en buitenlandse investeerders investeerden in nieuwe technologie, in wijnstokselectie, de ontwikkeling van veelbelovende wijngaarden zoals in Valle de Uco in Mendoza. Men ging voor hogere kwaliteit, betere marketing met vooral een goede prijs-kwaliteitverhouding in de internationale wijnmarkt.

II.2 Huidige situatie & toekomstperspectief

Terugkeer van de groei sinds 2000

In dertig jaar tijd is de hele Argentijnse wijnsector dus veranderd: van een productie van 20 miljoen hl in de jaren zeventig tot circa 12.5 miljoen hl. in 2000. In deze eeuw is productie weer langzaam gegroeid tot circa 15 miljoen hl in 2013, waarbij vooral de export een drijvende factor is geworden.



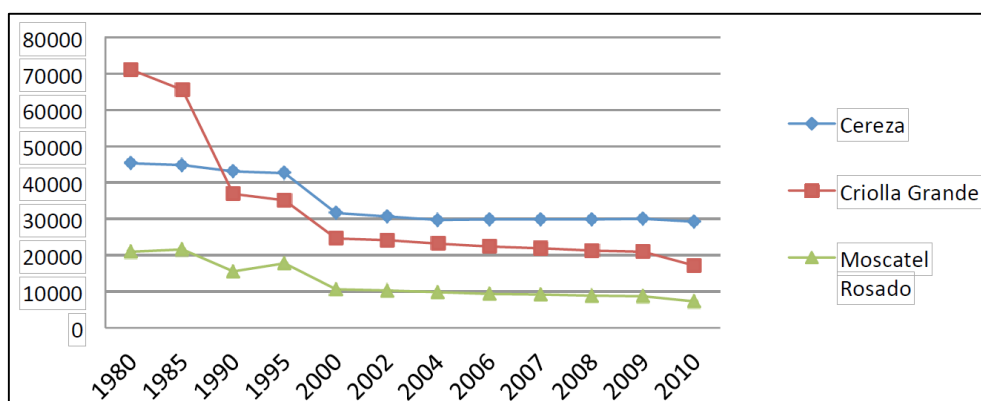
Figuur II.1 Ontwikkeling wijnbouwareaal Argentinië in hectares (bron: INV)

Zoals te zien in figuur II.1. is het wijngaardareaal gegroeid naar bijna 218.000 ha in 2011. Hiervan wordt een deel aangewend voor tafeldruiven en rozijnen en resteert er 201.000 ha voor wijn- en de laatste 10 jaar ook toegenomen mostproductie.

Roze rassen: deels gerooid, deels aangewend voor mostproductie

De roze druiven die werden gebruikt voor productie van de traditionele basiswijn worden nu vaak gebruikt voor de productie van most voor fruitsappen of als suikervervanger. Overheidsregulering heeft dit gestimuleerd, waardoor de overproductie van wijn werd voorkomen.

Het aandeel van deze aanplant bedroeg in 2011 nog altijd 34,3 % ofwel zo'n 69.000 ha voor het grootste deel bestaande uit cereza, criolla grande en moscatel rosado. Het aandeel van deze drie rassen in de totale aanplant is de laatste 30 jaar sterk teruggelopen tot respectievelijk 14%, 9% en 3 % van de totale aanplant.



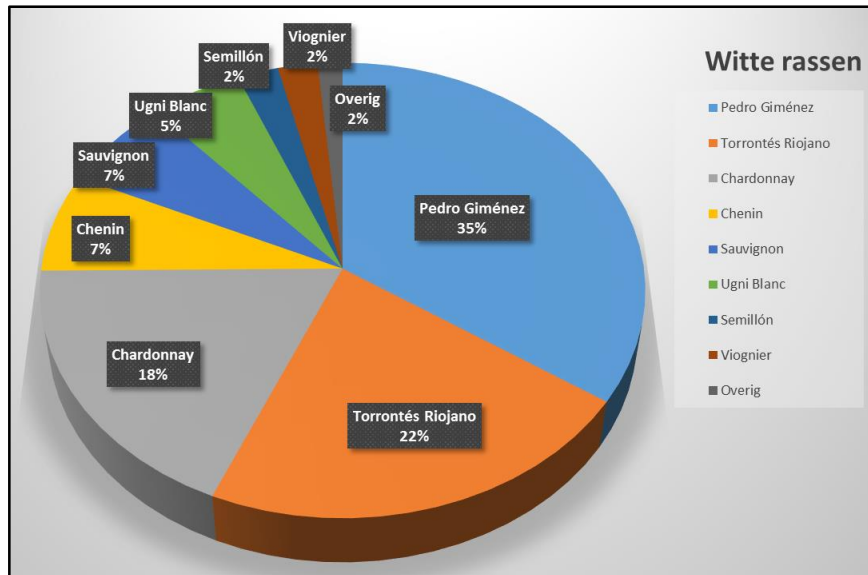
Figuur II.2 Terugval in de aanplant van de roze druivenrassen in ha (bron INV).

Omslag naar druivenrassen van hoge kwaliteit

De focus en de groei ligt nu bij de kwaliteitswijnen van internationale druivenrassen die nu met 132.000 ha (2011) ruim 65% van de totale aanplant ten behoeve van wijn- en mostproductie voor hun rekening nemen. Deze rassen worden nu ook al veel gebruikt voor het merendeel van de wijn voor de lokale markt.

Witte rassen

De aanplant van witte rassen loopt nog steeds terug voornamelijk de pedro gimenez en de chenin blanc. Nu is circa 26,5%, ruim 65.000 ha, van de aanplant van witte kwaliteitsrassen. Opvallend is in deze eeuw de gestage groei van chardonnay, een beperkte groei van sauvignon blanc en een stabilisatie en een kwalitatieve herwaardering van de torrontés riojano.

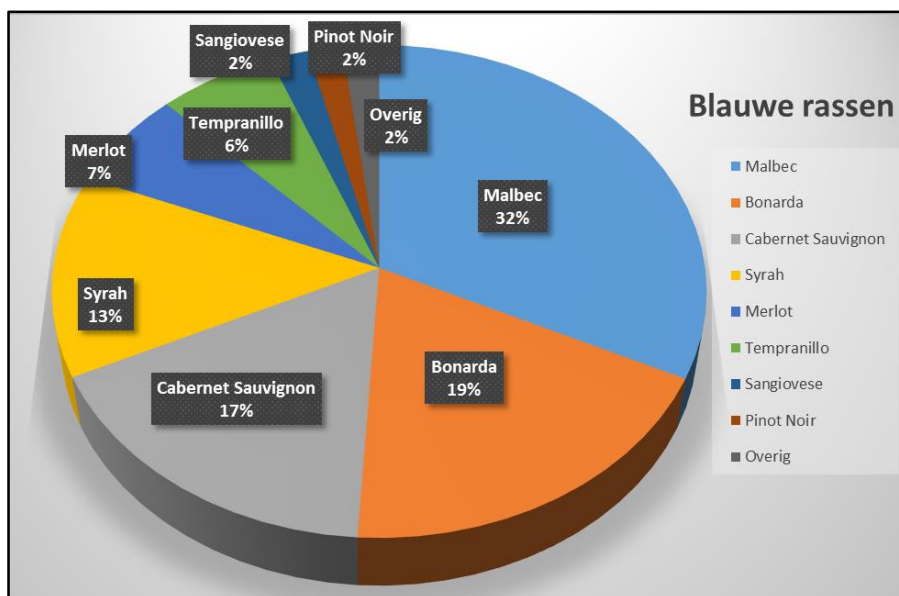


Figuur II.3 Huidige aandelen per ras in de aanplant van witte druivenrassen (bron: INV 2011).

Blauwe rassen

De trend bij de blauwe rassen is dat malbec de grote groeier is en blijft. De aanplant van cabernet sauvignon en syrah stabiliseert zich na een forse groei sinds 1995. Opvallend lijkt ook dat bonarda in het kielzog van malbec een kleine revival meemaakt en zich gaat profileren als het tweede klassieke rode ras van Argentinië.

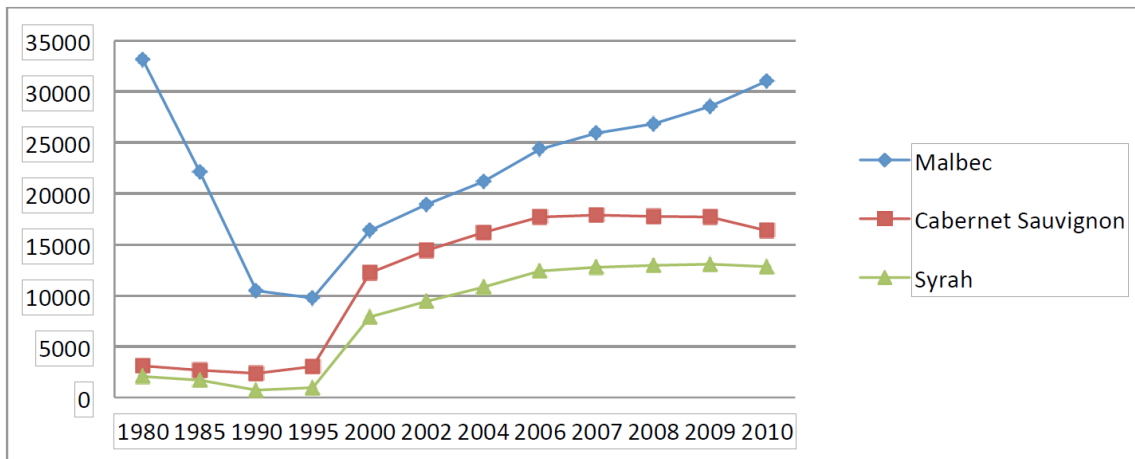
De huidige verdeling (INV 2011) van de aanplant geeft het volgende beeld:



Figuur II.4 Huidige aandelen per ras in de aanplant van blauwe druivenrassen (bron: INV 2011).

II.3 Trend: malbec als het embleem van kwaliteitswijn

In de transformatie van Argentinië van een op het binnenland gerichte producent van eenvoudige wijn naar een exporterend wijnland van wijnen met een goede prijs-kwaliteitsverhouding speelt de malbec een hoofdrol. Sinds 2011 malbec dan ook het meest aangeplante druivenras is met 31.047 ha. In 2012 zelfs tot 33.886 ha: een verdubbeling dus sinds 2000 en een verdrievoudiging sinds 1990.



Figuur II.5 Trends in de aanplant in hectares van de voornaamste drie blauwe rassen (bron: INV).



Foto II.1 Historische beelden van de wijnbouw in Mendoza (bron: Wines of Argentina).

III Classificatie Wijnbouwklimaat

III.1 Geoviticulture Multicriteria Climate Classification System

Klimaat is een van de belangrijkste factoren in de wijnbouw in de verschillende regio's van de wereld en beïnvloedt de karakteristieken van de druif en de wijn. Wijnbouw vindt plaats in vele verschillende klimaten. Het *Geoviticulture Multicriteria Climatic Classification* (GMCC) System is ontwikkeld om het wijnbouwklimaat in de wijnproducerende regio's te karakteriseren.

De basis van het systeem werd ontworpen door J. Tonietto & A. Carbonneau (Tonietto J. C., 2004). Door het gebruik van drie verschillende wijnbouwtechnische indices geeft het GMCC System een beter inzicht in de effecten van het klimaat op het gebruik van rassen, kwaliteit van de druiven (suiker, zuren, kleur, aroma's) en de invloed van het klimaat op de typiciteit van de wijnen.

Aan de hand van dit systeem is een wereldwijde database gemaakt van alle wijnbouwklimateen. Ook is wereldwijd een groot aantal onderzoekers aan de slag gegaan en hebben de resultaten per wijnregio gekoppeld aan een sensorieel profiel van de typische wijnen aldaar. De volgende landen waren hierbij betrokken: Argentinië, Bolivia, Brazilië, Chili, Cuba, Spanje, México, Peru, Portugal en Uruguay. De resultaten zijn vastgelegd in het handboek *"Clima, Zonificación Y Tipicidad Del Vino En Regiones Vitivinícolas Iberoamericanas"*. (Tonietto J. , -M., 2012)

III.2 Klimaat-indices in het GMCC-systeem

De drie gebruikte klimaatindices zijn de aan de temperatuur gerelateerde indices: *Heliothermal Index* (HI) en de *Cold Night Index* (CI) en de op neerslag gerichte *Dryness Index* (DI).

III.2.1 Heliothermische Index van Huglin

Deze index, ontworpen door de Fransman Huglin in 1978, schat in hoeveel warmte van de zon kan worden verkregen gedurende het groeiseizoen. Uitgaande van het feit dat het metabolisme van de plant actief wordt boven de 10 °C. De index corrigeert ook voor de invloed van het toenemen van de daglengte bij hogere breedtegraden. De Huglin Index (als HI afgekort) wordt ook gezien als een maat voor de warmtebehoefte van druivenrassen en de het potentiële suikergehalte van de druiven.

Berekening: de Heliothermische Index van Huglin wordt als volgt berekend:

$$HI = \sum_{1\text{ oct}}^{31\text{ mrt}} \frac{(T - 10) + (Tx - 10)}{2} \times d$$

Op het Zuidelijk halfrond is deze gebaseerd op de 6-maandsperiode van 1 oktober tot 31 maart, waarbij **T** de gemiddelde luchttemperatuur is (in °C) en **Tx** de maximale luchttemperatuur is (°C).

Op het Noordelijk halfrond loopt de meetperiode van 1 april tot 30 september.

De "**d**" is de daglengte coëfficiënt, die varieert van 1.02 tot 1.06 tussen de 40° en 50° breedtegraad. Zie tabel 1. De index wordt berekend op basis van maandelijkse gemiddelden.

Breedtegraad	Daglengthe coëfficiënt (d)
≤ 40°00'	1.00
40°01' - 42°00'	1.02
42°01' - 44°00'	1.03
44°01' - 46°00'	1.04
46°01' - 48°00'	1.05
48°01' - 50°00'	1.06

Tabel III.1 De daglengthe coëfficiënt (d) voor de HI index, afhankelijk van de breedtegraad.

III.2.2 *Cold Night Index* ofwel Koude Nachten index

Deze Koude Nachten Index in het Engels afgekort als CI is een wijnbouwtechnische klimaat index die ontwikkeld is om de nachtelijke condities in te schatten tijdens de rijpingsperiode. (Tonietto, 1999; Tonietto & Carbonneau, 2004). Door de minimumtemperatuur te gebruiken, dient deze index als een indicatie van een regio's potentie ten aanzien van secundaire metabolieten zoals de polyfenolen, aroma's, en kleurstoffen in de druiven en de wijn.

Berekening: op het zuidelijk halfrond gelijk aan de gemiddelde dagelijkse minimum temperatuur in de maand maart in °C, op het noordelijk halfrond gelijk aan de gemiddelde dagelijkse minimum temperatuur in de maand september in °C.

III.2.3 *Dryness Index* ofwel Droogte-index

De Dryness Index (DI) geeft informatie over de watervoorziening in een regio, die sterk gerelateerd is aan de kwaliteit van de druiven en de wijn. De DI is afgeleid van de potentiële waterbalans van de bodem van Riou. De index houdt rekening met de klimaatafhankelijke vraag van een standaard wijngaard, de verdamping van de kale bodem en de regenval zonder aftrek door drainage of afloop. Hierdoor geeft de index een beeld van de beschikbaarheid van water in de bodem, afhankelijk van de droogte van een regio.

Berekening: $W = W_o + P - T_v - E_s$

W is de schatting van de waterreserve in de bodem aan het eind van een gegeven periode. **W_o** is de beginwaarde van de bruikbare waterreserve waarde wortels gebruik van kunnen maken. **P** is de neerslag (*precipitation*). **T_v** is de potentiële transpiratie in de wijngaard en **E_s** is de directe verdamping vanaf het bodemoppervlak gedurende de periode.

De Dryness index (DI) wordt berekend gedurende een periode van 6 maanden, die gelijk is als die van de HI berekening. De waarden van **W** op het begin en eind tijdstip en de begin en eind datum worden weergegeven in Tabel III.2.

Tabel III.2 Periodes voor de berekening van de DI en de waarde van W

Moment	Datum op Halfrond		Waarde van W
	Noordelijk	Zuidelijk	
Begindatum	1 april	1 oktober	W = start Wo reserve
Einddatum	30 september	31 maart	W = DI

De waardes van Tv en Es gebruikt voor het vaststellen van W worden maandelijks als volgt berekend:

$$Tv = PET \cdot k$$

Waarbij **PET** het maandelijks totaal van de potentiële evapotranspiratie is (de som van verdamping en van transpiratie door planten), berekend volgens de *Penman*-methode en "**k**" de coëfficiënt is van de zonnestraalabsorptie door de wijnstok die gerelateerd is aan de transpiratie en afhangt van de wijngaard-inrichting.

$$Es = PET \cdot (1 - k) \cdot J_{Pm} / N$$

Waarbij **N** het aantal dagen van de maand is, **J_{Pm}** het aantal dagen met effectieve verdamping van de bodem per maand. Om J_{Pm} te schatten gebruiken we de neerslag per maand in mm/5; J_{Pm} mag niet hoger zijn dan het aantal dagen per maand.

Voor "**k**" worden de volgende waarden gehanteerd:

Op het zuidelijk halfrond: k = 0.1 in oktober, 0.3 in november en 0.5 van december tot maart.

Op het noordelijk halfrond: k = 0.1 in april, 0.3 in mei en 0.5 van juni tot september.

W kan negatief zijn en daarmee het potentieel watertekort aangeven, maar kan niet groter zijn dan Wo.

De index wordt maand voor maand berekend op basis van de maandelijks waarden van P, PET, Tv en Es.

De DI is uiteindelijk de waarde van W verkregen op de einddatum verkregen volgens bovenstaande regels en uitgaande van een startwaarde van Wo = 200 mm.

III.2.4 Het GMCC-systeem gebruikt voor een aantal bekende wijngebieden

De berekende indices in tabel III.4 zijn berekend met historische data, gebaseerd op langjarige gemiddelden. De huidige trend is dat de HI langzaam oploopt als gevolg van klimaatverandering. Zo bedroeg de HI in het jaar van de “*canicule*” 2003 in Bordeaux rond 2.550 t.o.v. 1.995 in de periode 1986-1995.

Index	Wijnbouwklimaat klasse	Afkorting	Klasse Interval	
Huglin index, HI	Zeer warm	HI + 3	>3000	
	Warm	HI + 2	>2400	≤3000
	Gematigd warm	HI + 1	>2100	≤2400
	Gematigd	HI - 1	>1800	≤2100
	Koel	HI - 2	>1500	≤1800
	Zeer Koel	HI - 3	≤1500	
Koude Nachten index, CI (°C)	Zeer koele nachten	CI + 2	≤12	
	Koele nachten	CI + 1	>12	≤14
	Gematigde warme nachten	CI - 1	>14	≤18
	Warme nachten	CI - 2	>18	
Droogte index, DI (mm)	Zeer droog	DI + 2	≤ -100	
	Matig droog	DI + 1	> -100	≤50
	Half vochtig	DI - 1	>50	≤150
	Vochtig	DI - 2	>150	

Tabel III.3 Wijnbouwklimaatclassificatie in het GMCC-systeem

Voorbeelden:	hoogte	HI	CI	DI	Klasse		
Champagne (Reims) (1986-1995)	91m	1511	9.6	145	HI-2	CI+2	DI-1
Bourgogne (Mâcon) (1986-1995)	216m	1801	11.4	160	HI-1	CI+2	DI-2
Bordeaux (1986-1995)	47m	1995	12.9	147	HI-1	CI+1	DI-1
Mendoza- Valle de Uco (1998-2004)	1074m	2287	11.2	-75	HI+1	CI+2	DI+1
Languedoc (Montpellier)	3m	2336	15.2	-50	HI+1	CI-1	DI+1
Mendoza- Este (1998-2004)	653m	2766	13.6	-155	HI+2	CI+1	DI+2

Tabel III.4 Voorbeelden van wijnbouwgebieden en hun wijnbouwklimaatclassificatie in het GMCC-systeem

III.2.5 Toepassing in Mendoza en vaststelling van het sensorisch profiel

De waarden in het GMCC-systeem van de besproken wijnbouwzones in Mendoza zijn:

Zone	Huglin index (1998-2004)	Koude Nachten index	Droogte-index
Valle de Uco Tupungato 1.074 m	2287	11,2	-75
Zona Alta del Río Mendoza Luján de Cuyo 921m	2499	12,6	-86
Mendoza Este San Martin 653 m	2877	14,3	-150

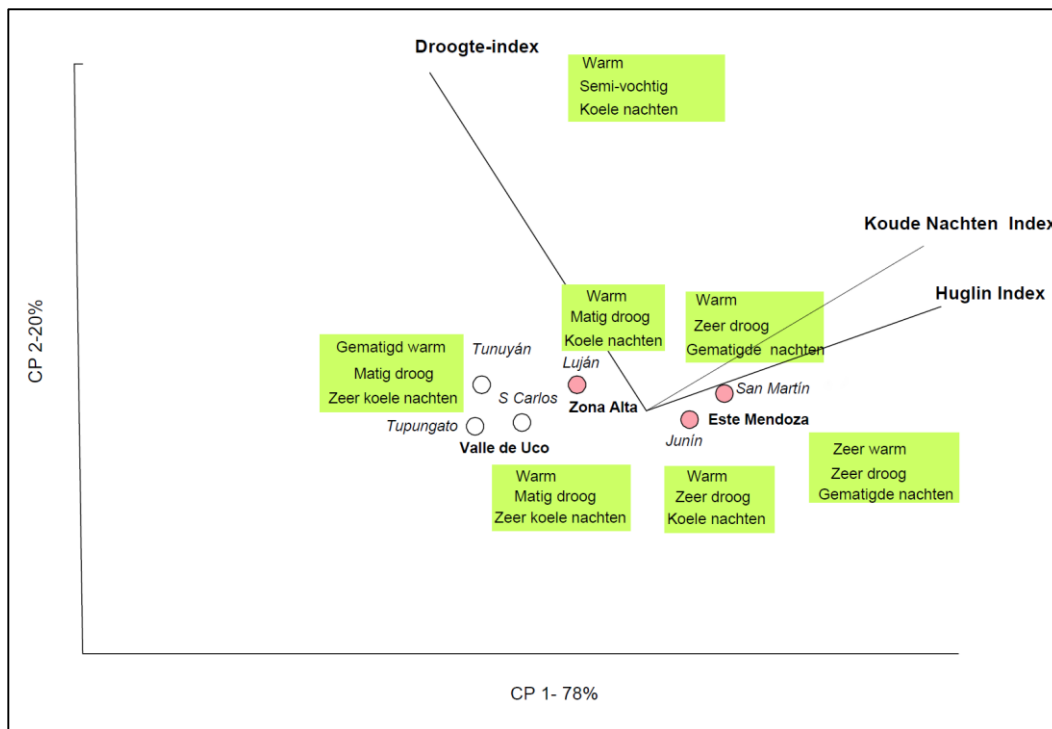
Tabel III.5 Vergelijking van de wijnbouwklimaatindices van de drie belangrijkste wijnbouwzones in Mendoza.

In grafiek III.1 op de volgende pagina zijn op basis van een *Principal Component Analysis* deze meetpunten in kaart gebracht en zijn er clusters ontstaan met aan elkaar gerelateerde eigenschappen.

De wijnbouwzone **Zone Alta del Río Mendoza** met als meetpunt de subzone Luján de Cuyo vinden we in het midden van de grafiek en die kan worden getypeerd als warm met koele nachten en matig droog. Internationaal vergelijkbaar met Utiel-Requena en Somontano in Spanje en Douro in Portugal.

De wijnbouwzone **Valle de Uco** met als subzones Tupungato, Tunuyán en San Carlos, links in de grafiek, kunnen aldus worden getypeerd als gematigd warm tot warm, zeer koele nachten en matige droogte. De relatief lagere Huglin- en Koude Nachtenindex is het gevolg van de hogere ligging van Valle de Uco. Internationaal is deze wijnbouwzone enigszins vergelijkbaar met Bierzo (Castilla y León) in Spanje en de warmere delen van de Valle de Cachapoal en Maule in Chili. Qua temperatuur en droogte enigszins met Montélimar (Rhône) in Frankrijk. Toch maken de koude nachten en de temperatuurverdeling over de dag maken deze zone volledig uniek.

De wijnbouwzone **Mendoza Este** vinden we rechts in de grafiek met als meetpunten de subzones San Martin en Junin. Ze zijn te typeren als warm tot zeer warm met gematigde nachten en zeer droog. Internationaal enigszins vergelijkbaar met Murcia en Extremadura in Spanje.



Grafiek III.1 Classificatie van wijnbouwzones in het GMCC-systeem (Tonietto J. ,.-M., 2012).

Sensorische profielen

In het researchproject van Tonnieto e.a. zijn de wijnen ook per zone sensorisch getypeerd. Het betreft voor de gebieden “typerende wijnen”, maar de monsters zijn niet nader gespecificeerd dus voor dit literatuuronderzoek over malbec niet relevant.



Figuur III.1 Sensorische profielen van de drie wijnbouwzones in Mendoza (Tonietto J. ,.-M., 2012).

Uit deze profielen valt af te lezen dat de wijnen uit de beduidend koelere zones Valle de Uco en Zona Alta del Río Mendoza rijker zijn aan kleur, body, fruitige aroma's en tannines, een langere afdronk hebben en meer zuren vergeleken met de wijn uit de zeer warme zone Mendoza Este. De wijnen uit Mendoza Este zijn lichter van kleur, minder complex en volgens Tonnieto meer geschikt voor snelle consumptie. De basiskwaliteit komt meer uit Mendoza Este komt en de hogere kwaliteit uit Valle de Uco en Zona Alta del Río Mendoza.

IV Bestudeerde onderzoeken in detail

IV.1 Fase 1 Sensorische onderzoeken

IV.1.1 Sensorisch onderzoek van malbec in Argentinië door M.C. Goldner

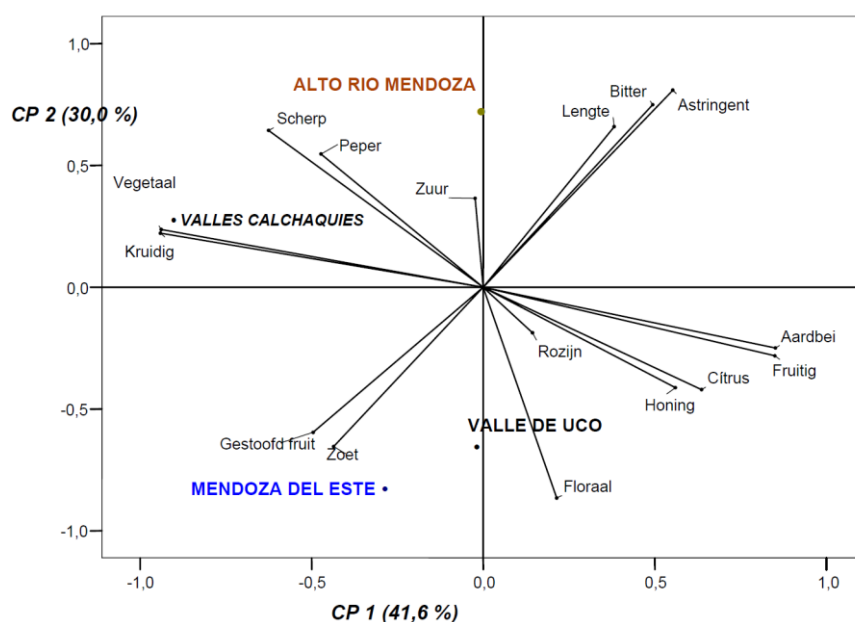
Maria Goldner promoveerde in 2008 op haar proefschrift: *“Caracterización sensorial y físicoquímica de vinos Chardonnay y Malbec de distintas regiones vitivinícolas argentinas”* uit 2008. Een onderzoek naar de sensorische en fysisch-chemische karakteristiek van malbec- en chardonnaywijnen uit verschillende wijnregio's in Argentinië. Dit leidde tot een publicatie in de *Journal of Sensory Studies* (Goldner M. C., 2007).

Bemonstering

In dit onderzoek werden 56 monsters onderzocht van “niet-commerciële” malbecs van het oogstjaar 2004 uit zeven verschillende zones in Argentinië. Uit Mendoza: Zona Alta del Río Mendoza, Valle de Uco, Mendoza Este en Mendoza Sur. Uit Patagonia: Neuquén en Río Negro. Uit Salta: Valles Calchaquies. Ook San Juan uit Cuyo was een van de onderzochte zones. Met niet-commerciële wijnen bedoelt men monsters uit de vaten van verschillende bodega's die net gevinifieerd zijn zonder verdere opvoeding. Er is dus geen sprake van uniform onderhouden wijngaarden, wel van een uniform vinificatieprotocol, maar uitgevoerd door de verschillende bodega's.

Sensorische karakterisering malbec uit de drie wijnbouwzones in Mendoza

Op basis van de volgende fysisch-chemische componenten: alcoholgehalte, zuurgraad, dichtheid, viscositeit, restsuiker, droogextract, pH en totaal polyfenolen werd een statistische analyse gemaakt en gekoppeld aan sensorisch onderzoek. Ondanks het beperkte aantal parameters en de hoge onderliggende correlatie hier tussen kwamen er significante verschillen uit. Zie grafiek IV.1. De malbec uit Mendoza del Este en Valle de Uco werden getypeerd door gestoofd fruit en zoetheid. De wijnen uit Valle de Uco werden meer floraal en fruitig gevonden. De wijnen uit de Zona Alta del Río Mendoza kenmerkten zich door meer zuren, wat meer peper, scherp, zowel meer bitter als lengte en iets minder fruitig.



Grafiek IV.1 Sensorisch profiel niet-commerciële malbecs uit 2004 uit 3 zones van Mendoza (M.C. Goldner, 2008). De toegepaste *Principal Component Analyse* wordt toegelicht in bijlage VII.

Analytisch aromaonderzoek van malbecs uit de drie wijnbouwzones in Mendoza

De focus van dit onderzoek lag op net gevinifieerde wijnen (geen druiven). De meetset betrof 17 aroma's: voornamelijk secundaire aroma's uit de groep van de hogere alcoholen en hun esters en slechts één enkel primair aroma in de vorm van een norisoprenoïde.

De belangrijkste componenten in alle wijnen bleken isoamylalcohol en ethylacetaat, andere alcoholen en een aantal fruitige esters zoals isoamylacetaat. In tegenstelling tot bij de sensorische benadering konden nu statistisch geen significante verschillen tussen de zones worden vastgesteld. Malbec werd getypeerd als een fruitige op secundaire aroma's gebaseerde wijn met verrijking door de geur van de norisoprenoïde vitispiraan uit de druif.

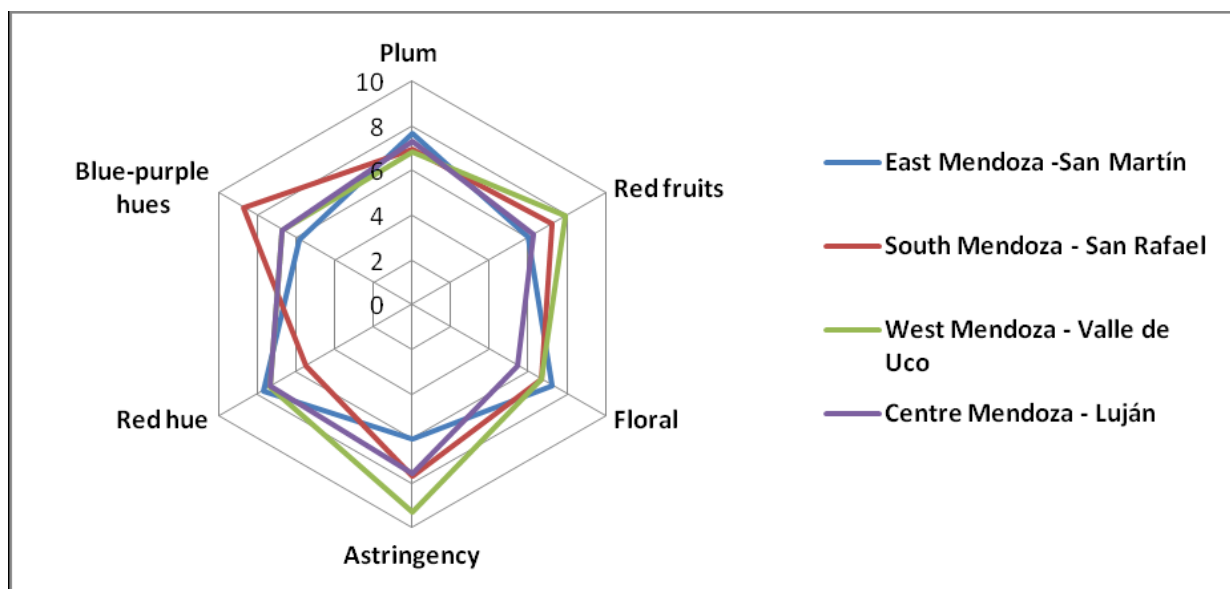
Onderzoek op de invloed van alcohol en polyfenolen op sensorische waarneming

In haar proefschrift deed Maria Goldner ook onderzoek naar de invloed van het alcoholgehalte en later in 2010 met dezelfde dataset het gehalte aan polyfenolen op de sensorische waarneming. Haar conclusies waren dat bij hogere alcoholgehalten (boven 14,5%) de waarneming van de volatiele componenten negatief wordt beïnvloed. Ook bij hogere polyfenolenconcentraties (boven de 4,5 g/L) is gebleken dat de fruitaroma's minder sterk worden waargenomen (Goldner, di Leo Lira, van Baren, & Bandoni, 2011, No 1).

IV.1.2 Sensorische onderzoek malbec in Argentinië door het INV (Aruani e.a.)

In 2010 publiceerde het Instituto Nacional de Vitivinicultura (INV) een onderzoek door haar medewerkers onder leiding van A.C. Aruani. Zij onderzochten 32 commerciële malbecs van representatieve bodega's uit 8 wijnbouwgebieden in Argentinië, waaronder vier uit Mendoza. Ook hier werden statistisch significante sensorische verschillen tussen de wijnen afkomstig uit de wijnbouwzones in Mendoza aangetoond.

De resultaten zijn voor de zones in Mendoza zijn samengevat in onderstaande grafiek IV.2



Grafiek IV.2 Sensorisch profiel commerciële malbecs uit 2008-2009 uit 4 zones van Mendoza

Bron: (Aruani, et al., 2012, 10).

IV.5 Fase 2 Aroma- en fenolenonderzoek

IV.5.1 Aromacomponenten in malbec uit verschillende zones in Mendoza

Viviana Jofré, werkzaam bij INTA, promoveerde tot doctor in de Chemie op de Universidad Nacional de San Luis op de *Facultad de Química, Bioquímica y Farmacia* op haar proefschrift over het gebruik van chromatografisch onderzoek van wijn (Jofré, 2011). Een deel van haar onderzoek betrof de aromacomponenten van malbecwijnen uit vier verschillende subzones in Mendoza: Luján de Cuyo, Agrelo, Lunlunta en Valle de Uco.

In totaal werden 56 volatiele stoffen die boven de wijn hangen, geëxtraheerd en geconcentreerd en vervolgens gaschromatografisch geanalyseerd. Het betrof primaire aroma's zoals terpenen (21) en norisoprenoïden (4) en de tijdens de fermentatie ontstane secundaire aroma's zoals esters, alcoholen en organische zuren.

Dit aromaonderzoek werd toegepast op 17 experimentele monsters van malbecwijnen, gevinifieerd met druiven afkomstig uit vier verschillende subzones in Mendoza. Uit de **Zona Alta del Río Mendoza**: de 3 subzones Luján de Cuyo, Lunlunta en Agrelo en monsters uit **Valle de Uco** zonder specificatie van subzones.

De belangrijkste bevindingen per groep van aroma's:

Terpenen

Van de 21 gemeten terpenen bleken er slechts 3 boven de waarnemingsdrempel aanwezig te zijn. Dit betrof β -linalool (floraal, fruitig, muskaat) in alle wijnen; cis-rose oxide (floraal, vegetaal) alléén in Valle de Uco wijnen en citronellol (fris rozig) in alle wijnen, behalve Valle de Uco.

Norisoprenoïden

Alle 4 gemeten norisoprenoïden bleken aanwezig boven de proefdrempel in de wijnen uit Valle de Uco. Hiervan zijn de componenten 3-oxo- α -ionone (zwarte thee, fnesia, hout) en β -ciclocitral (tropisch, tabak) exclusief in Valle de Uco gevonden en de componenten α -ionone (bloemig, viooltjes) en β -damascenone (pruim, floraal, fruitig) in hoge mate in Valle de Uco en in mindere mate in de andere gebieden.

Hogere alcoholen

Van de negen gemeten hogere alcoholen waren de meest intense aroma's zoals fruitig, bloemig en "iets chemisch" afkomstig van benzylalcohol. In iets mindere mate waren de grassige en vegetale aroma's afkomstig van de alcoholen genaamd trans-3 hexen-1-ol en Z3-hexen-1-ol aanwezig.

Daarnaast waren de aroma's van rozen en honing veroorzaakt door 2-phenylethanol in alle wijnen duidelijk aanwezig en was het verschil in de gemeten hoeveelheid hiervan per herkomstgebied onderscheidend.

Esters

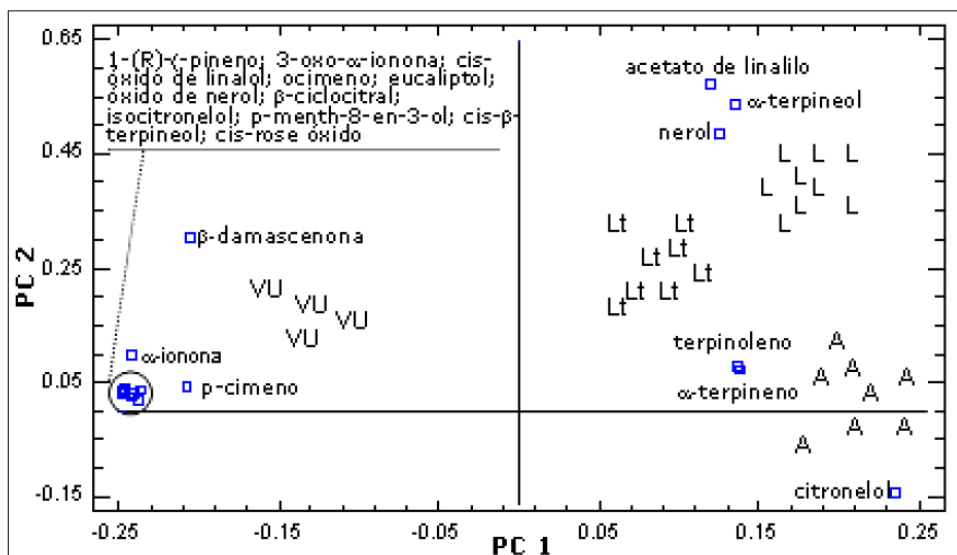
Van de 18 gemeten esters bleken er slechts 10 boven de waarnemingsdrempel aanwezig en dus bij te dragen aan de aroma's van de malbecwijn: vooral fruitige aroma's zoals ananas, banaan, groene appel, peer en aardbei en florale aroma's (roos, viooltjes). In de wijnen van de verschillende plekken bleken uiteindelijk vier esters significant in hoeveelheid te verschillen en ook boven de waarnemingsdrempel uit te komen. Alléén in de wijnen van Zona Alta del Río Mendoza (de subzones Luján de Cuyo en Lunlunta) kwamen de esters methyldecanoaat met vineuse aroma's van was en fruit en ethyloctonoaat met fruitaroma's van ananas en peer voor. In de wijnen uit Valle de Uco bleek statistisch significant minder te hebben van de ester methylbutanoaat met aroma's van appel, ananas en groen fruit en juist meer van de component ethylbutanoaat met fruitaroma's van aardbei.

Organische zuren

De vier gemeten componenten bleken alle onder de waarnemingsdrempel en vertoonde geen grote verschillen.

Resultaatanalyse van de metingen

Door middel van statistische analyse genoemd *Principal Component Analyse* (zie bijlage VII) worden de statistisch significante verschillen zichtbaar gemaakt. Hierbij bleek dat de monsterwijnen onderscheidend in 4 groepen konden worden ingedeeld, bepaald door de plek waarvan zij afkomstig waren. In grafiek 4.3 wordt duidelijk dat de wijnen uit Valle de Uco (VU) andere aroma's hebben dan de wijnen uit zone Alta del Río Mendoza uit de subzones Lunlunta (Lt), Agrelo (A) en Luján de Cuyo (L).



Zonas agroecológicas de Mendoza: L Luján de Cuyo, Lt Lunlunta, A Agrelo, VU Valle de Uco.

Grafiek IV.3 Principal Component Analysis van de aroma's in de malbec per herkomstgebied (Jofré, 2011).

Vaststellen van herkomst commerciële malbecwijnen op basis van typische aroma's

Vervolgens werd door toepassing van canonieke discriminantanalyse een lineair model met 11 voorspellende aroma's als variabelen ontworpen. Met behulp van dit model kon door de aroma's te meten van later gekochte commerciële malbecwijnen bepaald worden uit welke zones in Mendoza deze afkomstig waren. Dit lukte voor alle 17 wijnen en bewees dat elke wijnbouwzone een typisch aromaprofiel heeft en dat de wijnen typiciteit op basis van herkomst vertonen.

IV.5.2 De fenolische componenten in malbec uit verschillende zones in Mendoza

Onderzoek naar de fenolische componenten van malbecwijn door Fanzone

De studie van Jofré was gericht op de specifieke aroma's, maar voor een dieprode malbecwijn is de fenolische samenstelling ook zeer belangrijk voor zijn kwaliteit, door de directe gevolgen voor de kleur, de smaak en het ontwikkelingspotentieel. Gezien de complexiteit van de fenolische samenstelling van een wijn, door de complexe interacties tussen de fenolische componenten en de processen tijdens de rijping op de fles, worden alle details van deze processen nog door vele onderzoekers bestudeerd om hier meer inzicht in te krijgen.

Martin Leandro Fanzone, onderzoeker bij het Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), die in 2012 in Zaragoza, Spanje promoveerde op zijn proefschrift *“Caracterización de la composición fenólica de uvas y vinos de la variedad Malbec (Vitis vinifera L.): su relación con el origen geográfico, factores vitivinícolas y valor comercial”* en leverde een belangrijke bijdrage aan het onderzoek naar de fenolische componenten.

Hij onderzocht malbecwijnen van verschillende subzones in Mendoza. Het onderzoek van Fanzone leidde tot drie wetenschappelijke publicaties met de volgende onderwerpen:

1. Het aantonen van verschillen in fenolische componenten in malbecwijnen van verschillende geografische herkomst binnen Mendoza. Gepubliceerd in *Journal of Agriculture and Food Chemistry* (Fanzone, Peña-Neira, Jofré, Assof, & Zamora, 2010, 58) .
2. Inzicht verkrijgen in de specifieke fenolische kenmerken van malbec uit Mendoza en die te vergelijken met andere druivenrassen in Mendoza (Fanzone, et al., 2012, 92) .
3. De relatie tussen de fenolische karakteristiek van cabernet sauvignon- en malbecwijnen uit Mendoza en de commerciële waarde van de wijn (Fanzone, et al., 2012, 45).

Monsterwijnen

Voor het specifieke onderzoek naar de invloed van de plek dat werd gepubliceerd in 2010 in de *Journal of Agriculture and Food Chemistry* werd gebruik gemaakt van 61 commerciële malbecwijnen uit 2007, vlak na de malolactische gisting verkregen en gemaakt door 23 meewerkende bodega's. De wijnen waren afkomstig uit 11 verschillende subzones (zie tabel 4.3), die allen binnen de grenzen liggen van de zones Mendoza Este, Zone Alta del Río Mendoza en Valle de Uco.

Meetset

Er werden 44 verschillende fenolische componenten geïdentificeerd, waargenomen en getotaliseerd, waaronder: de fenolische zuren, de stilbenen (alleen trans-resveratrol), individuele anthocyanen en het totaal aan tannines. De conclusies van het onderzoek worden kort besproken op basis van relevantie voor de kennis van malbec uit Mendoza en het belang van de onderzoeksvraag van deze scriptie.

Fenolische kenmerken van malbec in Mendoza

De malbec uit Mendoza viel op door de hoge concentraties van de zogeheten dihydroflavonolen en van de anthocyanen. De groep van dihydroflavonolen vertegenwoordigde 30% van de fenolen (van de groep non-anthocyanen) in de druiven en 20% in de wijnen, wat geïnterpreteerd kan worden als een taxonomische karakteristiek van malbec.

Deze component zorgt voor een mogelijke versterking van de stabiliteit van de anthocyanen en een bijdrage aan de kleur van de wijnen van malbec. Op kwantitatief gebied, hebben de wijnen van malbec in Mendoza een hogere gehalte aan fenolische componenten dan de overige druivenrassen.

Aantonen verband tussen plek van herkomst en fenolische componenten

In dit onderzoek werd voor de eerste keer een verband vastgesteld tussen de geografische herkomst van de malbecwijnen en hun fenolische samenstelling. Belangrijkste bevinding was dat er hogere gehalten zijn van het totaal aan fenolen, de anthocyanen en hun afgeleide componenten, de stilbenen en de flavanolen in Malbecwijnen van de hoger gelegen subzones, zoals in Alto Agrelo in de Zona Alta del Río Mendoza en alle subzones in Valle de Uco.

In tabel IV.3 zijn de metingen van het totaal aan anthocyanen en het totaal aan fenolische componenten weergegeven, gemeten in de wijnen van 11 verschillende plekken binnen de bekende wijnbouwzones. Het contrast is het grootst en statistisch significant tussen malbecwijn uit het laagste meetpunt "1 East" in Mendoza Este op 650m en die met meetpunt "9 West Valle de Uco" nabij Tupungato op 1.450m.

Deze resultaten tonen het effect aan van de plek van herkomst ofwel het terroir. De hoogte van de plek zorgt voor andere omstandigheden qua zonlicht en temperatuur(-verschillen) en wellicht ook qua bodem die leiden tot een hogere enzymactiviteit en dat alles beïnvloedt de biosynthese van de fenolische componenten.

De wijnen uit de hogere zones in Zona Alta del Río Mendoza zoals Alto Agrelo en de wijnen uit het hooggelegen westelijk deel van Valle de Uco (meer specifiek Tupungato) hebben daardoor een fenolengehalte dat ze zeer geschikt maakt voor malbecwijnen met een groot rijpingspotentieel.

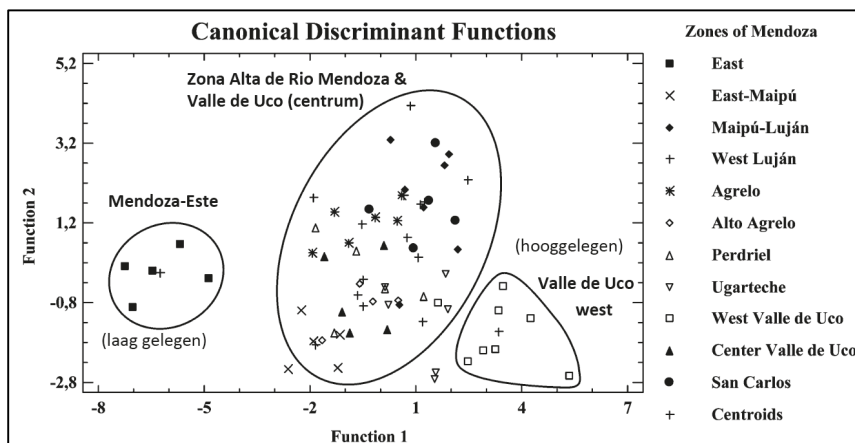
Nr.	subzone	Wijnbouwzone in Mendoza	Hoogte (m)	Totaal Anthocyanen (mg/L malvidine-glucoside)	Totaal Fenolen (galluszuur eq. mg /l)
1	East	Zone Mendoza Este	650	261.1 ± 61.1 a	1932.0 ± 357.3 a
2	East Maipú	Zone Mendoza Este	750	462.8 ± 94.2 ab	2170.8 ± 404.5 a
3	Maipú Luján	Zone Alta del Río Mendoza	910	575.6 ± 130.1 bc	2801.2 ± 438.3 ab
4	West Luján	Zone Alta del Río Mendoza	1000	631.3 ± 96.1 bc	2924.5 ± 232.1 ab
5	Agrelo	Zone Alta del Río Mendoza	970	566.8 ± 123.6 bc	2430.0 ± 355.5 a
6	Alto Agrelo	Zone Alta del Río Mendoza	1100	656.9 ± 201.3 bc	3175.3 ± 539.1 ab
7	Perdriel	Zone Alta del Río Mendoza	940	534.5 ± 165.2 abc	2722.9 ± 744.6 ab
8	Ugarteche	Zone Alta del Río Mendoza	900	619.8 ± 99.4 bc	2797.8 ± 411.3 ab
9	West Valle de Uco	Zone Valle de Uco	1450	802.8 ± 213.6 c	3506.8 ± 1080.1 b
10	Center Valle de Uco	Zone Valle de Uco	1050	608.8 ± 58.0 bc	2947.9 ± 481.2 ab
11	San Carlos	Zone Valle de Uco	1100	614.1 ± 185.0 bc	2947.9 ± 481.2 ab

Tabel IV.3 Totaal polyfenolen in de malbecwijnen afkomstig uit diverse subzones in Mendoza. Bron (Fanzone, Peña-Neira, Jofré, Assof, & Zamora, 2010, 58).

Fenolische componenten

Het onderzoek van Fanzone deed ook afzonderlijke metingen van de fenolische componenten. Op basis van gemeten fenolische zuren, flavanolen, flavonolen, dihydroflavonolen en anthocyanen bleek het mogelijk om door toepassing van een canonicke discriminantanalyse van een groep gekochte commerciële malbecs van twee verschillende oogstjaren de plek van herkomst vast te stellen.

In grafiek 4.4 is duidelijk dat in een verschillenanalyse van de fenolische samenstelling van malbecwijnen de zones Mendoza Este (650 m) en het hoge deel van Valle de Uco (1.450 m) het meest verschillen.



Grafiek IV.4 Distributie van de monsters op basis van resultaten (Fanzone, Peña-Neira, Jofré, Assof, & Zamora, 2010, 58)

Verband prijs van de wijn en fenolische concentratie

Fanzone heeft ook wijnen van malbec en cabernet sauvignon uit Mendoza van verschillende prijscategorieën vergeleken op basis van hun fenolische compositie. Er werden verschillen gevonden in de totale fenolische parameters, kleur componenten en het profiel van flavonoïden, en niet-flavonoïden en polysachariden. In het algemeen hadden de duurdere wijnen een hogere concentratie van al deze componenten. Deze resultaten bevestigen die van de sensorische analyse, waarbij de wijnen met hogere fenolenconcentraties hoger scoren.

IV.6 Fase 3 Integraal onderzoek malbec uit (sub-)zones in Mendoza en de VS

IV.6.1 Het onderzoek van Catena en UC Davis van malbec uit Mendoza en de VS.

In 2011 werden voor een ambitieus onderzoeksproject 26 monsters van malbec op gestandaardiseerde manier wijnen gemaakt afkomstig van 26 wijngaarden in 4 subzones van Mendoza. Ook werden in de VS op de *University of California, Davis* (UC Davis) op deze manier monsters van malbecwijn gemaakt afkomstig van wijngaarden in Californië en Washington State.

Dit onderzoek heeft geresulteerd in:

- een afstudeerscriptie betreffende het sensorische onderzoek van deze wijnen (uitgebreid met malbecwijnen uit Washington State) door Martha Stoumen (Stoumen, 2013);
- een wetenschappelijke publicatie in *Food Chemistry* (King E. S., 2014), door een groep van onderzoekers van de *UC Davis, departement Viticulture* onder leiding van Hildegarde Heymann.
- een afstudeerscriptie op UC Davis van Fernando Buscema, wijnmaker bij Catena, over de fenolische componenten (Buscema, 2012);

Centraal stonden de sensorische verschillen per zone en subzone gekoppeld aan de chemische en aroma-samenstelling. Voor dit literatuuronderzoek ligt de focus op de verschillen van de malbec wijnen afkomstig uit Mendoza. De verschillen met de wijnen uit Californië en Washington State worden alleen indien relevant weergegeven.

Hierbij een overzicht van alle plekken in Mendoza. Op al deze *plots* stond malbec op eigen wortels (niet geënt dus) en was er sprake van *vertical shoot positioning* (VSP).

Zone Subzone	Plekken	Graden -dagen	Neerslag (mm)	Hoogte (m)	Jaar aanplant	Dichtheid	Irrigatie methode	Snoei- wijze
Zona Alta del Río Mendoza								
Luján de Cuyo	4	1782a	193.0	964– 1022	1950– 1960	1.8 x 1	vloed	legger
Maipú	2	1606	980	930– 931	1930– 1960	1.8 x 1.25	vloed	legger
Valle de Uco								
San Carlos	11	1360 –1921	173–177	999– 1.096	1930– 2005	1.9–2 x 1–1.25	vloed/ druppel	stift/legger
Tupungato	9	1555	1.234	1234– 1354	1950– 1998	2 x 1–1.25	vloed/ druppel	legger

Tabel IV.4 Overzicht van de wijngaarden in Mendoza Bron: (Buscema, 2012)

Wijnmonsters

De wijnmonsters komen van 26 plekken waarbij dient te worden opgemerkt dat de subzone Luján en Maipú vrij dicht bij elkaar liggen qua wijnbouwklimaat. De plots in Maipú betreffen Lunlunta dat zeer dichtbij Luján ligt. In 2011 werden 26 malbec wijnen op een standaardwijze met dezelfde toegevoegde gist gemaakt. De wijnen ondergingen door toevoeging van melkzuurbacteriën de biologische zuuromzetting en geen zuurtoevoeging, houtopvoeding of filtratie. Binnen een jaar na botteling werden de wijnen geanalyseerd. Op deze manier werd de manier van wijn maken uniform, een belangrijke verbetering ten opzichte van vorige onderzoeken, om zo alleen de invloed van het terroir te kunnen vergelijken.

Meetset

Naast de standaard chemische parameters werden de wijnen op 60 aromatische componenten geanalyseerd, waarvan de selectie is gemaakt op basis van eerdere studies naar rode wijnen. Op dezelfde set wijnen zijn ook de fenolische componenten onderzocht door metingen met behulp van de SPME HPLC chromatografie waarbij de laaggewicht fenolische componenten (monomeren) werden bepaald.

IV.6.2 Resultaten sensorische en aromaonderzoek UC Davis-Catena

Chemische parameters

Het alcoholgehalte van malbec wijnen uit Mendoza lag gemiddeld op $15.6 \pm 1.1\%$ en hoger dan de wijnen uit California. In Mendoza had Luján het laagste alcoholgehalte en Maipú en Tupungato de hoogste rond 16%. De wijnen uit Mendoza hadden een hoger zuurgehalte (gem. 6.06 ± 0.65 g/L zuur) en ook een lagere pH (gem. pH 3.76 ± 1.08) dan de wijnen uit California.

De pH waarden waren het hoogst in Tupungato, waarvan drie wijnen pH waarden van boven de 4.0. Malbec wijnen uit Luján hadden de laagste zuurgehaltes en Maipú de hoogste. De hoogste was echter één wijn uit Tupungato met een zuurgehalte van meer dan 8.0 g/L. Eenvoudige conclusies zoals wijnen van grotere hoogte zoals die uit Tupungato hebben meer zuren gaan dus niet op. Dit was ook al in eerdere onderzoeken vastgesteld.

Aromacomponentenonderzoek

Zestig aroma's werden gemeten door middel van een geavanceerde gaschromatografie methode. Hiervan werden er elf niet aangetroffen. Vier hiervan, waarvan de bekendste geraniol, werden ook al niet in eerder onderzoek van cabernet sauvignon gevonden (King E. S., 2012). De overige zeven niet gevonden componenten betrof aan houtopvoeding gerelateerde componenten die logischerwijs ontbraken in de monsters die geen houtopvoeding hebben ondergaan.

Bij 48 gemeten aroma's werden wel significante verschillen per subzone gevonden. De metingen waren helaas niet beschikbaar, maar bij de analyse van de gecombineerde sensorische en aroma analyse zal hier meer inzicht in worden gegeven.

Sensorisch onderzoek

Op basis van een *Descriptive Analysis* (beschrijvende analyse) werden de wijnen door een getraind wijnpanel op basis van een set van 16 aroma's en zeven smaak- en mondgevoelomschrijvingen beoordeeld.

De aroma's in volgorde van de gemiddeld waargenomen intensiteit voor de 26 wijnmonsters uit Mendoza waren: alcohol, donker fruit, rood fruit, gedroogd fruit, hout, floraal, *volatiele zuren*, *aards*, soja, kruidig, specerij, *chocolade*, zwarte peper, fris groen, *gekookt vegetaal* en anijs.

De gebruikte smaakomschrijvingen met hun gemiddelde score: *zoet*, bitter, zuur en zout en de mondgevoel-omschrijvingen: stroef, viscoos en *heet*.

De cursief weergegeven omschrijvingen waren onderscheidend en zijn dus van belang om de sensorische verschillen tussen de subzones te duiden. De waardes zijn terug te vinden in tabel 4.5.

Mendoza Subzones	Aroma attributes															
	Dark fruit	Red fruit	Dried fruit	Floral	Fresh green	Cooked vegetal	Earthy	Soy	Cho- colate	Wood	Spice	Black pepper	Volatile acidity	Ethanol	Herbal ^b	Anise ^b
Average	2.29	1.93	1.93	1.58	1.09	1.07	1.39	1.28	1.19	1.61	1.21	1.16	1.41	3.09	1.24	0.77
Luján	2.28	2.08	2.00	1.61	1.16	0.84	1.27	1.14	1.01	1.60	1.15	1.25	1.27	2.98	1.33	0.80
Maipú	1.89	2.16	1.69	1.45	1.01	1.01	1.59	1.30	1.01	1.52	1.23	0.97	1.23	3.56	1.07	0.81
San Carlos	2.34	1.82	2.07	1.55	1.07	0.90	1.22	1.27	1.44	1.53	1.20	1.11	1.68	3.09	1.14	0.77
Tupungato	2.32	1.95	1.78	1.63	1.11	1.38	1.61	1.35	1.00	1.74	1.24	1.24	1.18	3.03	1.37	0.76
	Taste and mouthfeel attributes															
	Sweet	Bitter	Acidic	Salty	Astringent		Viscous	Hot ^b								
Average	2.02	2.06	3.10	1.46	3.29		2.11	3.28								
Luján	1.82	2.15	2.79	1.37	3.37		1.89	3.01								
Maipú	2.36	2.06	3.30	1.88	3.07		2.55	3.79								
San Carlos	1.84	2.02	3.10	1.44	3.39		2.10	3.15								
Tupungato	2.26	2.06	3.19	1.42	3.18		2.13	3.45								

^a Average sensory data for each country.
^b Rated in descriptive analysis of Mendoza Malbec wines only.

Tabel IV.5 Resultaten sensorische analyse (King E. S., 2012).

Verschillen in het sensorisch profiel tussen malbecwijnen uit de subzones in Mendoza:

Zone Valle de Uco

De wijnmonsters uit de subzone Tupungato waren enigszins heterogeen en scoorden het hoogst op zoet en heet qua smaak en iets hoger op gekookt vegetaal, aards, soja. Deels ook gebalanceerd rond de beschrijvingen hout, zout, zwarte peper en kruidig. Deze wijnen scoorden het laagst op volatiele zuren en chocolade aroma's. Opvallend is dat de wijnen uit hoger gelegen plekken iets hoger bij floraal en rood fruit liggen.

De wijnmonsters uit de subzone San Carlos waren zeer heterogeen waarbij een groep hoog scoorde op chocolade, gedroogd fruit, volatiele zuren en zuur en een ander deel vrij gebalanceerd was. De monsters scoorden laag op aardse aroma's.

Zone Alta del Río Mendoza

De wijnmonsters uit de beide subzones in deze zone waren het meest homogeen en gebalanceerd. Opgemerkt dient te worden dat de plots allemaal oudere wijnstokken betreffen (1930-1960) wat kennelijk leidt tot gebalanceerde scores.

De wijnmonsters uit de subzone Maipú scoorden het hoogst op gekookt vegetaal, zwarte peper, alcohol en zoet in de mond. Laag scoorden deze wijnen op gedroogd fruit en stroef.

De wijnmonsters uit de subzone Luján waren zeer gebalanceerd en worden beschreven met veel fruit, iets floraal. Iets hoger in peper en vegetaal. Laag in: gekookt vegetaal en soja aroma; Laag in zoete en zure smaak en heet mondgevoel en ietsje bitter.

In grafiek 4.5 en 4.6 zijn de 26 monsterwijnen weergegeven in een *Canonieke Variatie Analyse* van de wijnmonsters. Hierin zijn de subzones als groep apart gekleurd.

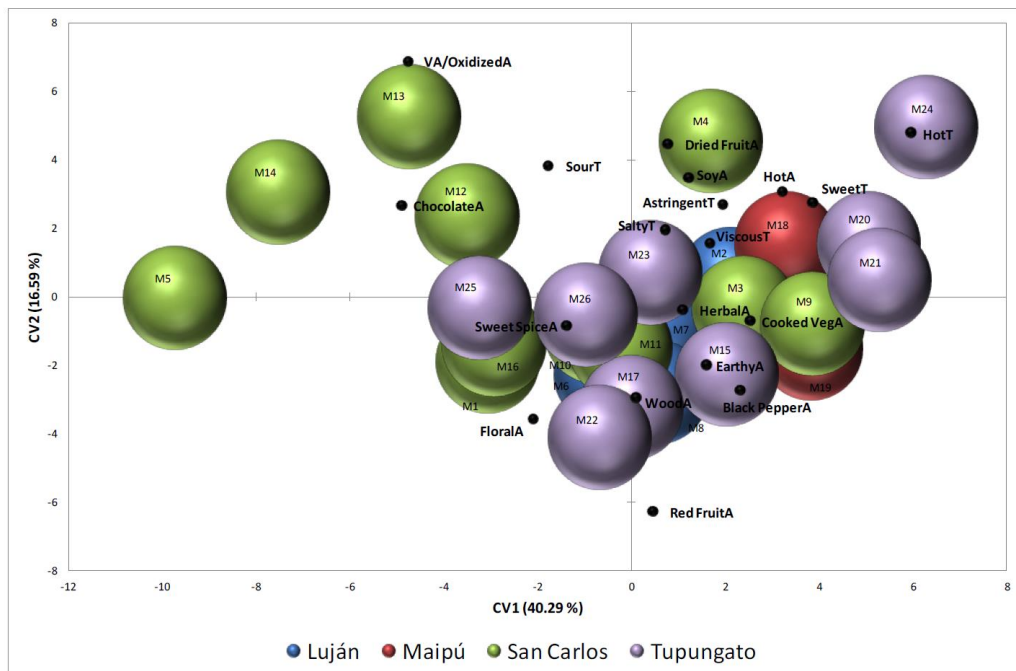


Figure 3.2.1. CVA using wine as qualitative variable. CV1 and CV2 represent 56.88% of the variance. Confidence ellipses coded by department and drawn at $\alpha=0.05$.

Grafiek IV.5 Canonieke variatie analyse (CVA) met wijn als kwalitatieve variabele (Stoumen, 2013).

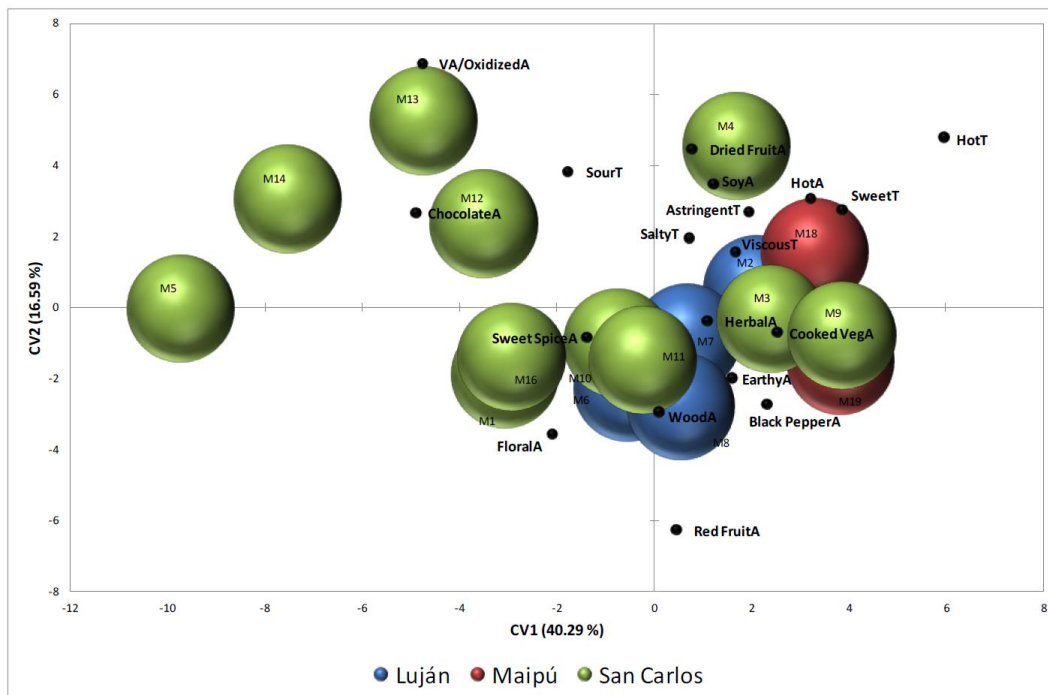


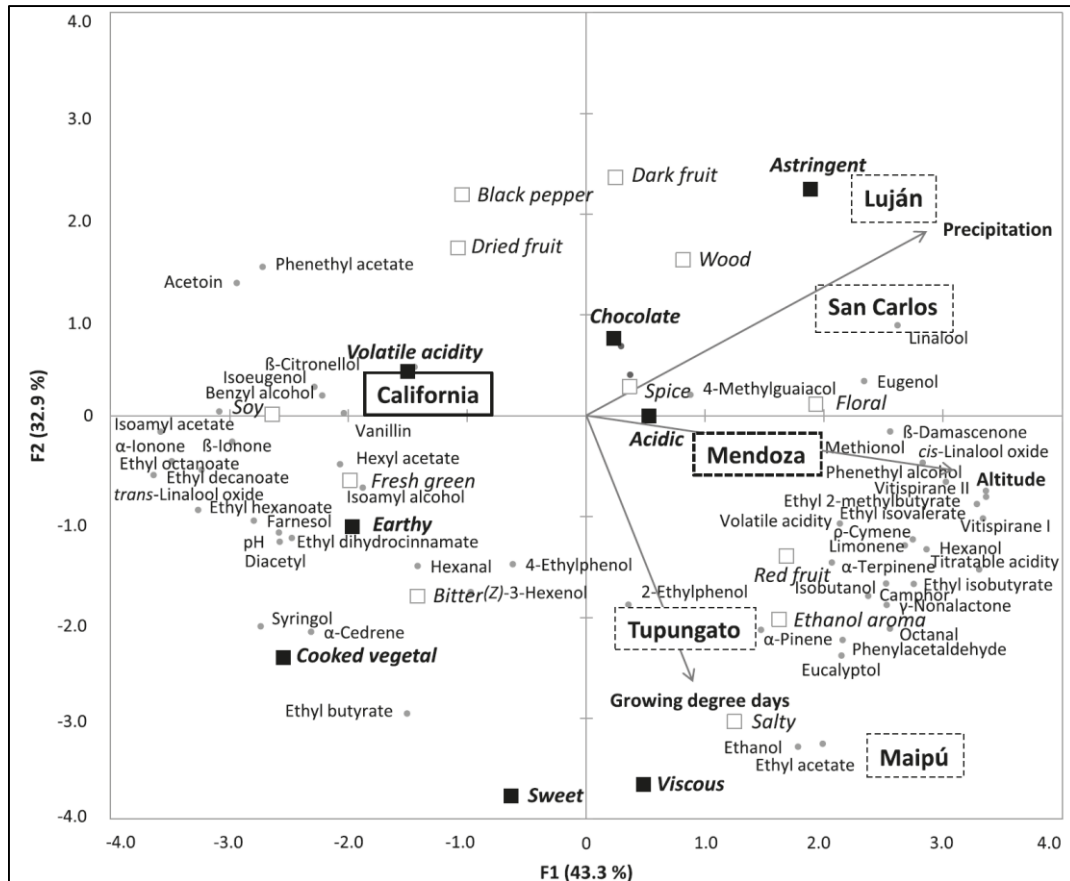
Figure 3.2.2. CVA using wine as qualitative variable. CV1 and CV2 represent 56.88% of the variance. Confidence ellipses coded by department and drawn at $\alpha=0.05$, however Tupungato is omitted to show more detail.

Grafiek IV.6 Canonieke variatie analyse (CVA) met wijn als kwalitatieve variabele (subzone Tupungato verwijderd). Bron (Stoumen, 2013)

Verschillenanalyse subzones Mendoza

Op basis van het sensorisch onderzoek konden er geen significante verschillen tussen deze subzones binnen Mendoza worden vastgesteld, wat verklaarbaar is door het heterogene karakter van de wijnmonsters binnen de subzones San Carlos en Tupungato. De subzone Maipú onderscheidt zich nog het meest van de andere subzones.

Combinatie van sensorisch onderzoek en het aroma-onderzoek



Grafiek IV.7 Generalized Procrustes Analysis combineert het sensorische en aroma-onderzoek. Bron: (King E. S., 2012)

Door middel van een *Generalized Procrustes Analysis*, weergegeven in grafiek 4.7 kunnen verbanden inzichtelijk worden gemaakt tussen het onderzoek van de aroma's en het sensorisch onderzoek. De significante omschrijvingen (zwart gedrukt) items bepalen de spreiding van de subzones in het diagram. De chemische componenten die dicht bij een sensorische attribuut staan hebben daar een positieve correlatie mee. Voor de Californische wijnen is alleen de gemiddelde positie weergegeven.

Interpretatie sensorisch verschil tussen malbecwijnen uit Mendoza en Californië:

De malbecwijnen uit Mendoza zijn in het GPA-diagram als groep duidelijk te onderscheiden van de Californië-groep: meer rood fruit, chocolade, een zoet en heet mondgevoel en meer complexiteit gezien het aantal beschrijvende omschrijvingen. De Californië-groep kende meer fris groene en vegetaal tonen, grapefruit, citrus en kunstmatig fruit aroma's en meer bitterheid.

Sensorische verschillen binnen Mendoza

De bevindingen van het najaarspanel 2011 ten aanzien van de wijnen uit verschillende subzones in Mendoza zijn dus wel relevant. Al moet misschien wel geconcludeerd worden dat de wijnen op dat moment nog niet een representatief beeld gaven voor hun ontwikkeling.

In het GPA-diagram bevinden de aroma's "floraal" en "rood fruit" zich nabij de subzones op grotere hoogte (*altitude*), dus dicht bij de subzones uit Valle de Uco. In de buurt van deze twee subzones en vooral bij Tupungato zijn de vele meer complexe aroma's gegroepeerd in het diagram.

Er blijken niet veel aromacomponenten te zijn die te relateren zijn aan "donker fruit". Eerder werd door Van Leeuwen e.a. (Pineau, 2009) al geconstateerd dat sommige aroma's meer worden veroorzaakt door een samenspel van componenten dan van een specifieke component.

Terroirfactoren

In het GPA-diagram wordt ook een verband gelegd met de terroirfactoren hoogte (*altitude*), warmte (*Growing Degree Days* ofwel *gradendagen*) en neerslag.

Hoogte was positief gecorreleerd aan alcohol, titreerbaar zuur en negatief met pH. Een verklaring is dat hoogte de temperatuur matigt en er sprake is van een uiteindelijk langere en meer effectieve rijping is. De lagere temperatuur, ook 's nachts, leidt tot meer zuurbehoud en dus een lagere pH.

Warmte werd gemeten op basis van gradendagen ofwel de Winkler-index

$$GDD = \sum_{1 \text{ oct}}^{30 \text{ april}} (T^{\circ}\text{gem.maand} - 10^{\circ}\text{C}) \times \text{dagen per maand}$$

Deze index meet de warmte-accumulatie net als de Huglin-index. Echter in de voor dit onderzoek geraadpleegde database (DACC) stonden zoveel fouten dat het moeilijk is om hieraan conclusies te kunnen verbinden. Een waarde van 1.360 (Tabel 4.4) in de subzone San Carlos lijkt niet aannemelijk.

Bodemzout

Deze factor is wellicht verantwoordelijk voor het smaakomschrijving "Zout", vooral in malbecwijnen uit Maipú. Dit kan een gevolg zijn van wijnbouw in bodems met een hoog zoutgehalte wat in Mendoza Este en dus ook het daar nabijgelegen Maipú kan voorkomen. Overigens is het bekend dat malbec een hoge zouttolerantie kent vergeleken met zowel chardonnay als cabernet sauvignon, wanneer deze werden in vitro getest onder zoute condities (Cavagnaro, 2006).

IV.6.3 Resultaten fenolenonderzoek UC Davis - Catena

Dit deel van het onderzoek is volledig beschreven in de 4.6.3

IV.7 Fase 4 Jaarlijks onderzoek malbecwijnen en -druiven van drie hoogtes

IV.7.1 Onderzoeksproject Salentein

Een onderzoeksteam bij Bodegas Salentein onder leiding van wijnmaker José Galante bestudeert sinds 2011 jaarlijks de sensorische en aromatische verschillen in hun malbecdruiven en -wijnen op drie verschillende hoogtes (laag 1.050m, midden 1.200m en hoog 1.350m) in hun eigen dicht bij elkaar gelegen wijngaarden in Valle de Uco.

Hier worden elk jaar speciale monsterwijnen op uniforme wijze gemaakt op grote schaal met gebruik van geselecteerde gisten en met standaard correctie op sulfiet. De chemische analyse van de druiven en wijnen en de sensorische research wordt in Chili uitgevoerd door het *Centro de Aromas y Sabores DICTUC*, een filiaal van de *Pontificia Universidad Católica de Chile* in Santiago de Chili.

Een belangrijk nieuw aspect in dit onderzoek is dat het gedurende meerdere oogstjaren plaatsvindt, zodat ook de invloed van het seizoen in de resultaten kan worden vastgesteld, wat bij alle eerder besproken onderzoeken niet gebeurd is. Voor dit literatuuronderzoek is gebruik gemaakt van gepresenteerde resultaten van de oogstjaren 2011 en 2012 die door Salentein beschikbaar waren gesteld.

Onderzoek aroma's

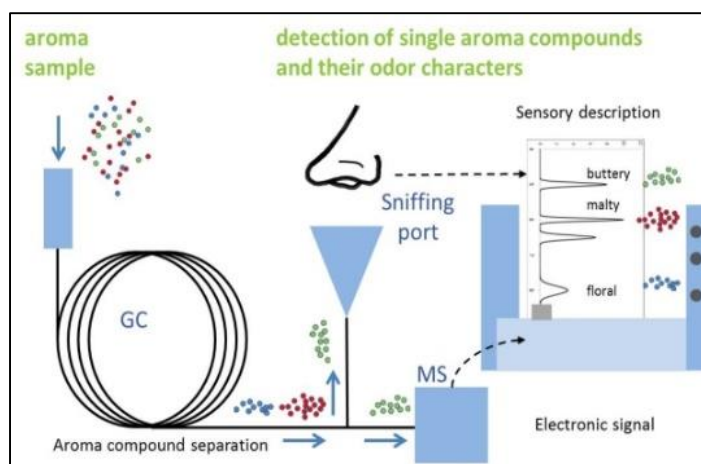
Malbecdruiven

In de druiven van malbec monsters werden van de primaire aroma's terpenen, thiolen en norisoprenoïden aangetroffen, maar er werden geen pyrazines aangetroffen. Dit sluit aan bij eerder onderzoek in fase 2. Wat betreft de thiolen werden alleen 4-mercapto-4-methyl-pentan-2-one (4MMP) en 3-mercaptohexan-1-ol (3MH), bekend van de cabernetdruiven, in zeer beperkte mate waargenomen en onder het waarnemingsniveau. De thiol 3-benzeenmethaanthiol (BMT) met aroma's beschreven als rokerig en vuursteen werd waargenomen in hoeveelheden die hoger lagen of gelijk waren aan die van andere bekende druivenrassen. Ook de voorlopers van deze aroma's zoals benzylalcohol en benzaldehyde werden ook teruggevonden in gebonden toestand in de druiven van malbec.

Hoewel de thiolen nauwelijks aanwezig zijn menen deze onderzoekers dat het toch belangrijk is de rol van deze componenten te bestuderen vanwege hun invloed op andere aromacomponenten zoals de pyrazines en wellicht ook anderen.

Wijnmonsters

Bij de malbecwijnen werd de *Gaschromatografie-olfactometrie* (GC-O) techniek gebruikt waarbij naast de analyse in de gaschromatograaf ook de passerende aroma's worden geroken door te ruiken in de *sniffer*.



Grafiek IV.11 De GC-O Methodiek

Norisoprenoïden

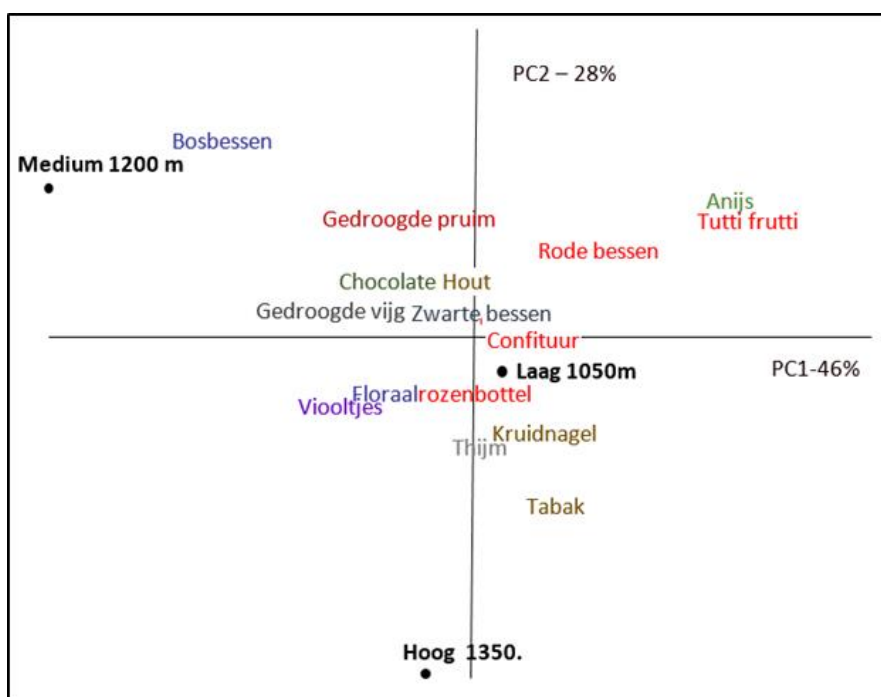
Tijdens de GC-O werden zeven van de zeventien chemisch geïdentificeerde norisoprenoïden sensorisch actief bevonden en kwantitatief verschillend afhankelijk van de hoogte van herkomst van de wijnmonsters. De norisoprenoïden werden sensorisch getypeerd met termen als floraal (viooltjes), fruitig, vijgen, gedroogde pruim, aalbes, thee en tabak. In het algemeen nam de concentratie toe bij wijnen uit de middelste en hoge zone.

Van de zeven waargenomen norisoprenoïden bij de GCO werd 3-oxo- α -ionol (vijgen, tabak, gedroogd fruit) en 3-oxo-7,8-dihydro- α -ionol (floraal) specifiek bij de wijnmonsters van grote hoogte waargenomen. Dit sluit aan op het aromacomponentenonderzoek van Jofré in fase 2 (paragraaf 4.5.1) die in Valle de Uco ook deze norisoprenoïden aantrof.

De olfactometrie toonde aan dat de wijnen van de hogere wijngaarden minder vegetale en fris groene aroma's hadden. Ook trof men in deze wijnen minder zwavelachtige en chemische aroma's aan.

Sensorisch onderzoek

Bij vergelijking van de wijn in een professioneel proefpanel binnen Salentein worden de wijnen van grote hoogte gekarakteriseerd met floraal, mint en specerijen en tabak. Zoals hieronder weergegeven in de *Principal Component Analyse* van dit onderzoek. Hierbij dient steeds te worden gezegd dat "laag" nog steeds op 1050 m, op het hogere deel van Valle de Uco.



Grafiek IV.12 Sensorisch profiel van de malbecwijnen van drie hoogtes (Bron: Salentein)

Toekomstig onderzoek

Het is de bedoeling dit onderzoek de komende jaren voort te zetten met extra aandacht voor: de thiolen die een opvallende rol spelen in de rosé van malbec, de ontwikkeling van de norisoprenoïden en thiolen in de gebottelde wijn, de chemische identificatie van een aantal positieve aromacomponenten en natuurlijk de veranderingen per seizoen.

V Belangrijkste primaire aroma's van malbec

Belangrijkste primaire aroma's van malbec

We kijken hier in eerste instantie naar de primaire componenten oftewel de componenten in de druif die verantwoordelijk zijn voor de specifieke aroma's van het druivenras malbec. Dit omdat er onderzoek is gedaan naar primaire aromatische componenten in de druif en in de wijn. Volgens het *Handbook of Enology* (Ribereau-Gayon, 2006) behoren tot de "*Varietal Aromas*": de terpenen, de norisoprenoïden, methoxypyrazinen en de volatiele zwavelhoudende componenten voornamelijk de thiolen.

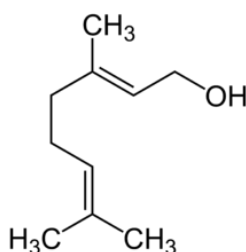
Tijdens de alcoholische en malolactische fermentatie, de lagering op hout, de rijping van de wijn in de fles ontstaan nog veel meer geur- en smaakstoffen en veranderen stoffen van karakter door het zuurgehalte, oxidatie etc. De resulterende aroma's worden vaak gekenmerkt als secundaire aroma's (gevormd tijdens de fermentatie) of tertiaire aroma's (in de rijpingsfase gevormd), al is het onderscheid soms lastig. Voorbeelden hiervan zijn de (hogere) alcoholen, de esters, vetzuren, aldehyden en volatiele fenolen. We bespreken nu alleen kort de primaire componenten die in dit literatuuronderzoek een belangrijke rol spelen.

V.1 Terpenen

We onderscheiden de monoterpenen (met 10 koolstofatomen ofwel C₁₀) en de sesquiterpenen ("de anderhalve terpenen" met 15 koolstofatomen ofwel C₁₅).

Monoterpenen

Deze organische verbindingen, bestaand uit twee isopreenmoleculen, zijn vooral typerend voor witte wijnen en verantwoordelijk voor de bloemenaroma's van variëteiten zoals gewürztraminer, muscat en riesling. Bekende monoterpenen zijn geraniol, linalool en nerol. Deze vaak als primair geclassificeerde aroma's zijn echter ook vaak gebonden aan suikermolecuul en komen bijvoorbeeld pas vrij tijdens koude inweking. Ze kunnen echter onder invloed van zuren en temperatuur ook transformaties ondergaan. Voor rode wijnen als malbec zijn deze minder relevant.



Figuur V.1 Geraniol

Sesquiterpenen

Deze groep is pas recent ontdekt in het wijnonderzoek en ook relevant voor blauwe druiven als de бага en de syrah. Rotundone is de peperige component die voornamelijk voorkomt bij syrah uit koele klimaten en ook aanwezig in kruiden als oregano en tijm.

Relevantie

Terpenen zijn wel aanwezig in malbec, zoals aangetoond in het onderzoek van Salentein besproken in paragraaf 4.7, maar ze spelen voor zover aangenomen geen bepalende of onderscheidende rol inzake de verschillen in het terroir.

V.2 Norisoprenoïden

De norisoprenoïden zijn verantwoordelijk voor een specifieke eigen bijdrage aan het aroma van de wijn maar kunnen ook andere aroma's onderdrukken dan wel versterken. Tijdens de groei van de bes ontstaan de carotenoïden toe, die net als de monoterpenen tot de terpenen behoren en druif en bladeren beschermen tegen bepaalde vormen van oxidatie en de fotosynthese bevorderen.

Tijdens de rijping verdwijnen ze echter en worden in toenemende concentratie de norisoprenoïden gevormd. Deze worden opgeslagen in verbinding met glucose en om geurig te worden, moet die verbinding worden verbroken. Zoals reeds aangegeven, gebeurt dat door toedoen van zuren en met behulp van enzymen tijdens de inweking en de vergisting, maar soms ook pas tijdens de rijping op de fles. Niet veel van de norisoprenoïden zijn erg bekend, maar hun specifieke geuren daarentegen wel:

β-damascenone: zeer aromatisch getypeerd met pruim, tropisch fruit en floraal. Het kan ook het vegetale aroma van bepaalde pyrazines onderdrukken en de bessige fruittonen in rode wijn versterken. Bronnen (Escudero, 2007) en (Pineau, 2009).

α-ionone: viooltjes, mild houtig.

3-oxo-α-ionol: thee, tabak, florale geur (fresia).

vitispiraan: kamfer, eucalyptus, chrysanten

1,1,6 trimethyl-1,2-dihydronaphtaleen (TDN): is verantwoordelijk voor de bekende petroleumgeur van bepaalde Rieslingwijnen dat bij hoge concentraties zelfs als afwijking kan worden beschouwd. Na enkele jaren van flesrijping kan de concentratie oplopen tot circa 40 *parts per billion* (ppb). Overigens blijkt dat TDN in riesling uit een warmer klimaat meer voorkomt.

Relevantie

Deze stoffen blijken in hoge concentraties in malbec voor te komen, waarbij de hoogte van de wijngaard tot verschillende concentraties leidt.

V.3 Pyrazines

Deze groep primaire aroma's worden ook wel de methoxypyrazinen genoemd, met isobutylmethoxy-pyrazine (IBMP) als belangrijkste. Dit zijn de bekende door de druif in de schil aangemaakte aromastoffen, die wijn een sterk vegetaal aroma geven, dat vaak wordt omschreven als "gemaaid gras" of "groene paprika". Een andere bekende vorm is 2-metoxy-3-isopropylpyrazine (IPMP) dat aroma's heeft van groene bonen en aards overkomt.

Het voorkomen van deze stoffen is sterk aan het type druivenras gebonden: ze komen vooral voor in cabernet sauvignon en cabernet franc, carmenère en sauvignon blanc, maar niet in pinot noir. Ook klimatologische omstandigheden en zaken als wijngaardmanagement zijn van invloed op het voorkomen van methoxypyrazinen. Naarmate de druif rijper wordt, neemt het gehalte aan methoxypyrazinen af.

Relevantie

Uit onderzoek van Fanzone in paragraaf 4.5.2 blijkt dat in malbec, die toch ook in gebieden wordt verbouwd waaruit de genoemde rassen komen, het gehalte aan pyrazines zeer laag is en onder de detectiedrempel. Het onderzoek van Salentein (zie paragraaf 4.7) bevestigt dit, ook op koelere plekken.

V.4 Zwavelhoudende componenten

Op zich worden deze zwavelhoudende verbindingen pas tijdens de alcoholische fermentatie gevormd en geurig. Ze worden meestal thiolen of mercaptanen genoemd en hebben aangename geuren, mits ze niet in te hoge concentraties in de wijn aanwezig zijn. Een extreem voorbeeld is de bekende rotte eierengeur van H_2S_2 .

De voorlopers van de 'positieve' thiolen zijn echter al aanwezig in de druiven: bepaalde zwavelhoudende -aminozuren, genaamd S-cysteïne. Deze thiolen zijn relatief laat, pas midden jaren negentig ontdekt, vooral bij onderzoek naar het aroma van sauvignon blanc en cabernet sauvignon. Hun aroma wordt dus niet alleen bepaald door methoxypyrazinen, maar zeker ook door deze thiolen (Daniels, 2011).

Het zijn vrij complexe verbindingen met zeer lange namen:

- 4-mercapto-4-methyl-pentan-2-one (4MMP): buxus, kattenpis, zwarte bessen
- 3-mercaptohexan-1-ol (3MH): grapefruit
- 3-mercaptohexyl acetaat (3MPA): passievrucht
- 3-benzeenmethaanthiol (BMT): rokerig, vuursteen

Deze componenten behoren tot de primaire aroma's. Er bestaan echter ook componenten die behoren tot de secundaire aroma's en zwavelhoudende componenten die tot de wijnfouten behoren.

Relevantie: genoemde componenten komen in beperkte mate voor in het aromaspectrum van malbec. Alleen BMT lijkt voor malbec enigszins relevant (zie paragraaf 4.7).

VI Belangrijkste fenolische componenten in wijn

VI.1 Rol polyfenolen in wijn

Polyfenolen zijn verantwoordelijk voor de kleur van rode wijnen en de stroefheid ofwel astringentie. Zij geven de wijn body en structuur en kunnen een bittere smaak afgeven. Ook geven ze de wijn rijpingspotentieel, door hun bescherming tegen oxidatie. Kenmerkend element in de opbouw van deze polyfenolen is het fenolmolecuul. Zij komen voor in alle organen van planten in verschillende vormen van chemische structuren en spelen een belangrijke rol in de kwaliteit.

Ze geven een duidelijker beeld van de ontwikkeling van de druif en de omstandigheden waar zij worden gevormd dan de groep van de aromastoffen en de methoden om de polyfenolen te meten zijn beter bekend zijn en meer wereldwijd verspreid.

Elk druivenras heeft een specifieke fenolische samenstelling, maar deze is sterk geconditioneerd door agronomische en ecologische factoren. De druivenstok en vooral de druif synthetiseren polyfenolen in reactie op een stressvolle situatie, zoals de aanval van een schimmel, het gebrek aan water (waterstress), ultraviolette straling of temperatuurschommelingen. Hierdoor kunnen zij worden gezien als belangrijke “markers” van het terroir.

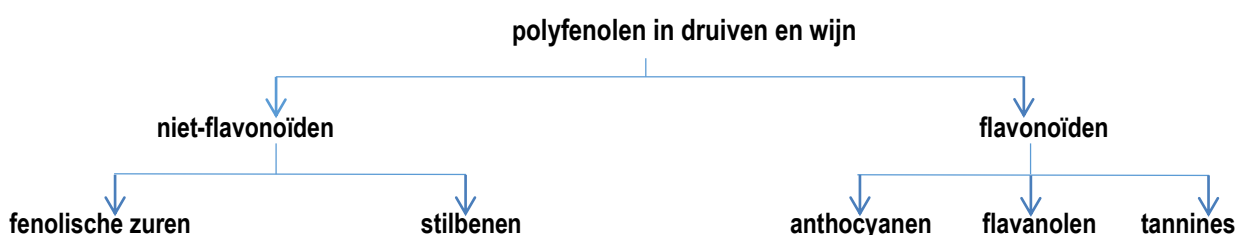
De wijze waarop deze stoffen worden omgezet tijdens vinificatie en bij de rijping heeft een grote invloed op het uiteindelijke karakter van de wijn, die dan ook in de loop der tijd veranderd.

Doelstellingen van de in dit literatuuronderzoek bestudeerde onderzoeken van Fanzone en Buscema waren om enerzijds meer te weten te komen over de specifieke fenolische samenstelling van malbec en anderzijds de invloed van de plek van herkomst op deze samenstelling te onderzoeken. Deze onderzoeken worden besproken in par 4.5.2 en 4.6.3 De metingen in de genoemde onderzoeken vond plaats op de druiven en jonge malbecwijnen.

VI.2 Onderverdeling polyfenolen

De fenolische verbindingen zijn onderverdeeld in flavonoïden en niet-flavonoïden

In de eerste groep vallen de fenolische zuren en de stilbenen. In de tweede groep onderscheiden we de flavanolen, de anthocyanen en de tannines. Binnen elk van deze groepen zijn er stoffen van oenologisch belang en organoleptisch belang.



Figuur VI.1 Overzicht fenolische componenten van de wijn

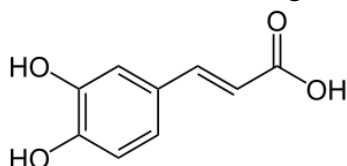
In het vervolg van deze bijlage worden al deze fenolische componenten kort besproken.

VI.3 Polyfenolen: de niet-flavonoïden

VI.3.1 Fenolische zuren

Kaneelzuren

Dit zijn voornamelijk de hydroxy-kaneelzuren in de vorm van esters met wijnsteenzuur. Deze komen voor in de schil en de pulp van de druif en nemen qua hoeveelheid af tijdens de rijping. In de wijn komen deze in vrije vorm voor door hydrolyse. Bekende vormen zijn het cafeïnezuur, het coumarinezuur en het ferulinezuur. Cafeïnezuur, een van de belangrijkste, reageert met een enzym en produceert dan componenten die op hun beurt andere stoffen kunnen oxideren. Hierdoor kan men de oxidatie van een wijn monitoren: weinig van dit zuur betekent dat de wijn een forse oxidatie heeft ondergaan.

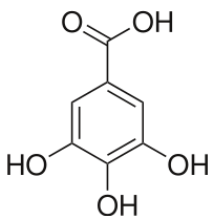


Figuur VI.2 Cafeïnezuur

De andere veel voorkomende zuren, het coumarinezuur en het ferulinezuur zijn belangrijk op organoleptisch niveau, aangezien deze primaire substraten zijn voor de productie van ethylfenolen (met sterke animale geuren), welke kunnen ontstaan door de actie van het gist uit het geslacht *Brettanomyces*. Hoewel er aan deze stoffen bittere smaken worden toegeschreven, vonden Verette en anderen geen verschillen tussen wijnen met de toevoeging van deze zuren en zonder deze toevoeging. Aan de andere kant, worden de ethylesters van deze zuren en die van de benzeenzuren bitter gevonden.

Benzoëzuren

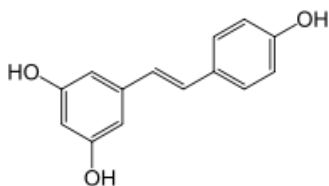
Belangrijk in de oenologie is vooral het galluszuur, die voorkomen in de pitten in de vorm van esters van procyanidinen (galocatechine en epigallocatechine). Het komt in de wijn voor als een ester en ook als een monomeer, en is in rode wijn één van de meest voorkomende in de orde van "honderden" mg/L. Ook komen volgende benzoëzuren voor: syringisch zuur en 4-hydroxybenzoëzuur.



Figuur VI.3 Galluszuur

VI.3.2 Stilbenen

Deze stoffen spelen een belangrijke rol in de weerstand van de bessen tegen schimmelinfecties. Ze bestaan uit twee fenolische ringen verbonden door een onverzadigde keten. Het is aanwezig in de schil en heeft een sterke werking als antioxidant. Tot nu toe is er geen directe invloed op smaak en geur bekend.

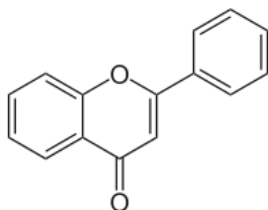


Figuur VI.4 Resveratrol

VI.4 Polyfenolen: flavonoïden

De flavonoïden zijn in de wijn zeer belangrijk vanwege hun hoofdrol op zintuiglijke niveau. Ze spelen een belangrijke rol in de plantenstofwisseling, voornamelijk als groeiregulatoren en bij de bescherming tegen ultraviolet licht, oxidatie en hitte. Door hun meestal bittere smaak helpen ze plantenetende insecten af te schrikken, maar omgekeerd helpen ze ook bij de bestuiving, door via de felle kleuren juist bepaalde insecten aan te trekken.

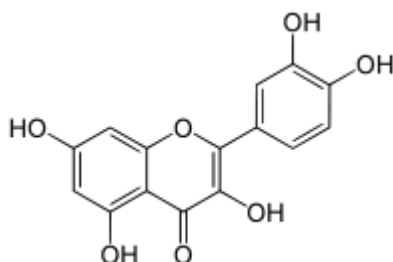
Ze zijn onderverdeeld in de **flavanolen**, de **anthocyanen** en de **tannines**. Het basis-molecuul van deze verbindingen heeft gemeenschappelijke kenmerken. Het bestaat uit een skelet van 15 fundamentele koolstofatomen. Ze worden gevormd door twee benzeenringen gekoppeld door een geoxideerde heterogene ring.



Figuur VI.5 Het skelet van de flavonoïden

VI.4.1 Flavanolen

De flavanolen bevinden zich in de schillen van blauwe en witte druiven en ook in de steeltjes. Ze zijn geel en kunnen in vrije vorm aanwezig zijn of gebonden met suikers. De hoeveelheden variëren van 10 tot 100 mg/L. De belangrijkste zijn de quercetine, afgeleid van quercetol, en myrcetine en kamferol afgeleid van de miricetol en typisch voor de blauwe druiven.



Figuur VI.6 De flavanol Quercetine

Ze worden gemaakt tijdens de groei van de bes en beschermen de plant tegen ultraviolette straling. De hoeveelheden variëren op basis van agronomische omstandigheden zoals de mate van blootstelling aan de zon en waterstress. Syrah druiven met trossen in de schaduw bleken veel minder van deze stoffen te bevatten. Deze stoffen hebben een bittere smaak en een lichte mate van astringentie en zijn goede vormers van copigmenten, belangrijk bij de kleurvorming.

VI.4.2 Anthocyanen

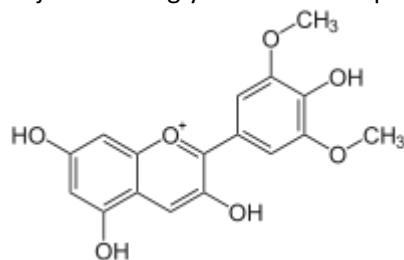
De anthocyanen (uit het Grieks anthos=bloem en kyanos=blauw) zijn wijd verspreid in de plantenwereld. Zij zijn verantwoordelijk voor de meeste rode kleuring van de planten en bloemen. Ze worden zichtbaar bij de blauwe druiven bij het begin van de *véraison*, wanneer de kleur omslaat van groen naar blauw. Ze bevinden zich in de vacuolen van cellen van de schil en in de eerste drie of vier lagen van de hypodermis. Ook vinden we ze in de pulp van zogenaamde “tenturiers” zoals bij de alicante bouschet.

Deze druivenrassen worden speciaal om de extra kleur verbouwd. Om kleurpigmentatie in de wijn te krijgen moet de most in contact met de schillen blijven om de anthocyanen te extraheren.

De anthocyanen die gevonden worden in druiven en wijn zijn: petunidine, peonidine, malvidine, cyanidine and delphinidine. De hoeveelheid en verhouding van de verschillende type anthocyanen is bepaald door het druivenras en de groeiomstandigheden. Door zijn chemische structuur levert malvidine de grootste bijdrage aan de rode kleur van wijnen.

Anthocyanen zijn meestal verantwoordelijk voor de kleur van rode druiven en jonge wijnen. In *Vitis Vinifera* rassen, zijn de anthocyanen aangetroffen als monoglycosides met malvidine-3-glucoside als het overvloedigste lid van deze groep. Dit geldt ook voor de malbec in Mendoza.

Ondanks hun belang is er geen directe relatie tussen de hoeveelheid van anthocyanen en de kleur die wordt weergegeven door een bepaalde wijn. Co-pigmentatie, pH en polymerisatie beïnvloeden de visuele weergave van deze pigmenten. Het proces van de co-pigmentatie dat verantwoordelijk is voor de verhoging van de absorptie in de jonge wijnen, bestaat uit de koppeling van anthocyaninglucosiden en bepaalde fenolen, voornamelijk flavonol glycosiden zoals quercetine-3-glucoside.



Figuur VI.7 De anthocyaan Malvidine

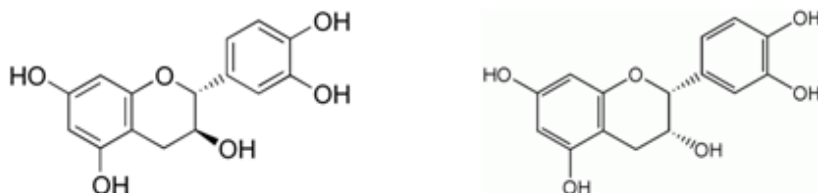
De functie van de anthocyanen wordt gezien als het absorberen van UV en zichtbaar licht, maar ook voor de aantrekkingskracht op vogels en insecten voor bevruchting en zaadverspreiding.

VI.4.3 Tannines

De groep van tannines bestaat uit de flavan-3-olen en de proanthocyanidinen. Er is een grote groep van tannines in de druif en de rode wijn geïdentificeerd waaronder de kleine oligomere (flavan-3-ol) monomeren: catechine, epicatechine als belangrijkste en de grote proanthocyanidinen polymeren, ook wel bekend als gecondenseerde tannines, waarvan wel 20 verschillende types geïdentificeerd zijn.

Ook kunnen door de houtopvoeding van de wijn zogenaamde hydroliseerbare tannines in de wijn terecht komen.

De functie van tannines ligt in hun bitterheid en astringentie waardoor ze planteneters en insecten kunnen weren.



Figuur VI.8 De belangrijkste bouwstenen van de tannines: links Catechine en rechts Epicatechine

VII Statistische begrippen-korte toelichting

Hoofddcomponentenanalyse

Hoofddcomponentenanalyse (*principal component analysis*) is een multivariate analysemethode in de statistiek om een grote hoeveelheid gegevens te beschrijven met een kleiner aantal relevante grootheden, de hoofddcomponenten of principale componenten. Men spreekt van datareductie, hoewel strikt genomen de gegevens niet gereduceerd zijn, maar alleen de beschrijving ervan. Als hoofddcomponenten berekent de methode de eigenvectoren van de covariantiematrix van de gegevens en kiest daaruit de belangrijkste. Deze eigenvectoren zijn de hoofddassen van de ellipsoïde die door de covariantiematrix wordt beschreven en die min of meer de "puntenwolk" van de data voorstelt.

Canonieke discriminatie analyse

Statistische analyse om data te groeperen aan de hand van de meest belangrijke onderscheidende factoren. Hiermee kan worden bepaald, door aan de hand van deze factoren te bekijken of een nieuw object bij een bepaalde groep hoort. Deze techniek werd gebruikt om van wijnmonsters aan de hand van aroma's of fenolische componenten de herkomst te herleiden.

Canonieke variantie analyse, een begrip uit de statistiek, vaak aangeduid als ANOVA (van het Engelse *Analysis of Variance*), is een toetsingsprocedure om na te gaan of de populatiegemiddelden van twee of meer groepen van elkaar verschillen.

Generalized procrustes analysis

Een statistische methode om de resultaten van testpanels te vergelijken, waarbij de panelleden vrij in de keuze zijn van hun woorden of omschrijvingen zoals vaak bij sensorisch onderzoek.



Foto VII.1 De hypermoderne bodega van O. Fournier in Valle de Uco

VIII Sensory Characterization Malbec in Mendoza (English)

Malbec wine from	subzone	altitude m.a.s.l.	climate (GMCC)	sensory characteristics
Valle de Uco	Tupungato	1200- 1450	temperate warm	Dark fruit, floral, tobacco, earthy, spices, sweet. Rich in colour, body and fine tannin structure. High complexity. Aging potential.
	Alto Valle de Uco		very cool nights	
	Tunuyán	950-1050	warm very cool nights	Dark and dried fruit, chocolate. Partially more acidity and astringency. Heterogenic Aging potential
	San Carlos	950-1000	warm very cool nights	
Zona Alta del Río Mendoza	Alto Agrelo	1100	warm (very) cool nights	Very fruity and a little floral. Well-structured and balanced. More body and colour compared with the other subzones in this zone. Aging potential
	West-Luján	900-1100	warm cool nights	Very fruity and a little floral. Well-structured and balanced. Aging potential. Especially wines from old vines very homogenous and balanced.
	Maipú	750-900	warm cool nights	More red than dark fruit. Pepper, alcohol, round and rich. Less structured. Especially wines from old vines very homogenous and balanced.
Mendoza Este	Mendoza Este	650-750	very warm temperate nights	Stewed fruit, sweet, alcoholic. Less structure, more easy to drink.

Tabel VIII.8 Sensory characterization Malbec per (sub) zone in Mendoza

Drukwerk mogelijk gemaakt door:

