

INFLUENZA DEI FATTORI DELL'AMBIENTE SULLA RISPOSTA DELLA PIANTA, E CARATTERISTICHE DELL'UVA DELLA CV TANNAT PRODOTTA IN VIGNETI DI TRE ZONE CLIMATICHE DELL'URUGUAY

**M. Ferrer⁽¹⁾; G. González Neves^(1,2); G. Camussi⁽¹⁾; G. Echeverria⁽¹⁾, R. Avondet⁽¹⁾
M. Fourment⁽¹⁾; J. Salvarrey⁽¹⁾; A. Montaña⁽¹⁾; G. Favre⁽¹⁾**

¹- Facultad de Agronomía-Montevideo, Uruguay ²- Instituto Nacional Vitivinicultura-
Uruguay

E-mail: mferrer@fagro.edu.uy

RIASSUNTO

Valorizzare la tipicità dell'uva può rinforzare significativamente la competitività della filiera, visto che contribuisce alla produzione di un vino caratteristico, e perciò, unico. Questo lavoro tende a caratterizzare la materia prima, uva, attraverso indicatori che esprimano gli effetti dell'ambiente. La ricerca si è svolta, durante il 2008 e 2009, su 4 vigneti di aziende site in 3 regioni climatiche viticole diverse dell'Uruguay, con piante della cv Tannat; i terreni hanno simili capacità di ritenzione idrica. Attraverso l'analisi dei dati climatici, della risposta della pianta e della composizione dell'uva, si cerca di stabilire quali sono le variabili più influite da ogni zona di produzione, in modo di approfondire quali sono le specificità e potenzialità dei vini di queste zone. I fattori che permettono discriminare le zone sono, a scala climatica: bilancio idrico e domanda idrica durante maturazione, le piogge secondo le fasi, i gradi giorno della maturazione. Rispetto alla risposta della pianta, Superficie fogliare esposta e durata della fase di maturazione (in giorni giuliani), sono i fattori più importanti, seguiti dal Potenziale idrico a fioritura e resa per ettaro. Rispetto alla composizione dell'uva, i fattori più importanti sono contenuto zuccherino e acido malico, seguiti dal potenziale antocianico e acido tartarico. Questi fattori hanno separato statisticamente le zone, indipendentemente dall'effetto anno. Si può concludere che la risposta della pianta e la composizione dell'uva sono fortemente influite dall'ambiente. Di questo, i principali elementi influenzanti sono stati lo stato di offerta idrica e le temperature durante la fase di maturazione.

PAROLE CHIAVE

Tannat – zonificazione- caratteristiche dell'uva

ABSTRACT

Grape typicity valorization can significantly enhance viticultural sector competitiveness to the extent that contributes to the development of a wine so distinctive and unique. This work leads to the characterization of the grapes through indicators expressing environmental effects. This research was carried out during 2008 and 2009 in 4 Tannat cultivar vineyards, in 3 different climatic regions of Uruguay; soil water reserve capacity was similar. By means of climate data, and berry composition and physiological plant response indicators analysis, it was established which were the most influential variables giving specificity and potential of wine in each production area.

Climatic factors allowing discrimination of those areas were: water balance during berry ripening, rain amount by crop phenological stages, degree days during ripening.

Referring to plant response: exposed leaf surface and ripening phase duration (in Julian days) were the most important factors followed by predawn leaf water potential at flowering phase, and berry yield. With regard to berry composition the most important factors were sugars and malic acid contents followed by anthocyanic potential and tartaric acid content. These factors could statistically separate the grape growing areas independently of the year effect. We conclude that plant response and berry composition were strongly influenced by the environment. From this the main factors were water supply and temperature during ripening phase.

KEY WORDS

Tannat – zonification- grapes characteristics

INTRODUZIONE

Uruguay, sito in Sudamerica tra i paralleli 30 e 35 di latitudine Sud, coltiva la vite come parte sostanziale della sua cultura e tradizione, visto che venne introdotta già dai primi conquistatori, nel XVI secolo. Il vero sviluppo commerciale arriverà però solo verso 1870, grazie ai visionari imprenditori P. Harriague e F. Vidiella, responsabili dell'introduzione delle cultivar *Tannat* e *Folle noir*. Da allora, e dopo varie crisi (politiche, economiche, filossera, ecc), la viticoltura, sotto l'amorevole cura degli emigrati italiani alle origini del secolo XX, si sviluppa fino a soddisfare i fabbisogni di consumo di tutta la popolazione. Oggi la viticoltura rappresenta il 14 % dell'ingresso lordo della produzione agricola, dove l'80 % delle aziende è inferiore ai 5 ettari. L'85 % della superficie vitata si concentra nella regione sud, con un clima viticolo IH3 IF2 IS1 (temperato, le notti temperate, moderata siccità), Ferrer (2007) dove il 46 % della superficie di vitigni rossi corrisponde alle varietà Tannat, Merlot e Cabernet Sauvignon, per la produzione di vini rossi e rosati. I vini a base di Tannat sono l'insegna del vino uruguayano nel mondo. La cv Tannat è bene adatta alle condizioni di produzione, ed il suo potenziale enologico è interessante per l'elaborazione di vini originali e tipici, in base ai contenuti equilibrati in antociani, tannini, zuccheri e acidità (González-Neves *et al.*, 2002, 2004a e b, 2006).

Benché la superficie vitata sia scarsa, il paese possiede una filiera viticola forte, con base tecnica proveniente dalla ricerca, e che produce vini pregiati, conosciuti nel mondo.

Il concetto di tipicità nel vino è legato alle varietà coltivate, al territorio e alle condizioni climatiche ed edafiche delle zone di produzione, che influiscono sulla composizione dell'uva e la risposta della pianta all'ambiente. (Caló *et al.*, 1996 ; Tesic *et al.*, 2001).

La determinazione spaziale delle temperature è di utilità per descrivere e capire il comportamento della vite in rapporto alla tipicità dell'uva (effetto "sito"); è stato provato da vari ricercatori che la durata delle fasi fenologiche ed il metabolismo della bacca sono sensibili alla variazione diurna e notturna della temperatura, e che alte temperature sono associate ad alti tassi di maturazione. Temperature superiori ai 37°C impediscono la maturazione perché inibiscono l'accumulo zuccherino. Il calo dell'acidità è più forte a 35° che a 25°C, e bassi contenuti in acido malico vengono riscontrati con alte temperature, a causa di una accrescita della respirazione. Questa riduzione del malico agisce direttamente sull'elevazione del pH del vino. (Bergquist *et*

al., 2001, Cohen, 2007). Vari autori affermano che gli ambienti a clima caldo con alta luminosità, provocano: un effetto negativo sul contenuto in antociani, bassa acidità dovuta a perdite di acido malico, ridotte dimensioni delle bacche, in tanto che il contenuto zuccherino non è significativamente diverso in paragone con un clima meno caldo. Il fattore del suolo che più influisce sulle piante, è la propria capacità di riserva di acqua disponibile, la quale, assieme alla risultante della domanda e offerta atmosferiche, stabilisce lo stato di idratazione della pianta. I fattori della pianta più sensibili allo stato di idratazione sono: le dimensioni delle bacche (Ojeda *et al.*, 2002), la velocità di maturazione, (Van Leeuwen *et al.*, 2003), l'accumulo zuccherino e la degradazione degli acidi, in particolare il malico (Rouchaud 2003; Koundouras *et al.*, 2006; Mattheus e Kriedeman, 2005), la durata del ciclo vegetativo e l'espressione vegetativa (Cortellet *et al.*, 2007; Poni *et al.*, 2009; Taylor *et al.*, 2010). Vari autori riportano che le piante sottoposte a valori di potenziale idrico fogliare di base di $-0,5$ Mpa, considerato uno stress idrico severo, diminuiscono l'accumulo zuccherino e manifestano un blocco del processo di maturazione dell'uva rispetto a piante senza restrizione idrica (Roby *et al.*, 2004). Dry e Lovers (1998), suggeriscono che per ogni situazione produttiva si può stabilire un bilancio ottimale tra l'accrescimento vegetativo, la resa e la composizione delle uve, e che questo bilancio è determinato dallo stato di idratazione della pianta. Cortellet *et al.*, (2007) hanno paragonato ceppi vigorosi e meno, secondo l'Indice di vigoria, e segnalano che le piante con forte vigoria hanno peso più basso delle bacche, meno produzione per ceppo, contenuto zuccherino e antociani, e acidità più alta rispetto alle piante meno vigorose. Questa risposta delle piante è spiegata dalle condizioni microclimatiche negative che provocano eccessiva vigoria.

Questo lavoro analizza la risposta della pianta e la composizione dell'uva della cv Tannat di diverse zone viticole dell'Uruguay, delimitate in base alla zonazione climatica viticola (Ferrer, 2007). Si vuole anche determinare quali indicatori siano più adatti a spiegare il comportamento della vite nelle diverse situazioni pedoclimatiche delle regioni sotto studio.

MATERIALI E METODI

La prova è stata condotta tra gli anni 2008 e 2009 su piante della cv Tannat innestate su SO4, allevate a spalliera, site in vigneti in produzione in tre zone climatiche viticole diverse: IH5IF2IS1 (Nord, Salto: corrisponde a un clima caldo, notti temperate e siccità moderata), IH4IF1IS1 (Nordovest, Colonia e San José, corrisponde a un clima caldo, notti calde, siccità moderata), IH3IF2IS1 (Sud, Canelones, corrisponde a un clima temperato, notti temperate, siccità moderata), definite secondo la metodologia CCM (Tonietto e Carbonneau 2004), modificato da Ferrer (2007) per l'Uruguay.

I suoli corrispondono, secondo la classificazione USDA, adattata all'Uruguay da Duran *et al.*, (2005), a: Brunosoles Subeutricos (Udolls) e Eutricos e Argisoles (Udalfs), tutti con una capacità di riserva idrica media.

I dati climatici, ottenuti da centrali meteorologiche valide secondo la normativa OMM, sono stati usati per calcolare: i bilanci idrici decadici, la somma termica in base 10 (°C), il numero di giorni da novembre a raccolta con temperature superiori ai 30°C, l'umidità relativa media di gennaio e febbraio (%). L'unità sperimentale è costituita da 20 piante per ogni vigneto (sito o regione). Lo stato idrico della pianta è stato determinato in 3 momenti durante il ciclo vegeto-riproduttivo (fioritura, invaiatura e raccolta) attraverso il potenziale idrico fogliare di base, secondo la metodologia stabilita da Scholander *et al.*, (1965) per la sua camera a pressione. Alla raccolta

tecnologica é stato valutato il peso di uva per ceppo, e sulle stesse piante, in inverno, peso del legno dell'anno (o peso di potatura). Su 10 piante é stata stimata la superficie fogliare esposta potenziale (SFEP) secondo il metodo di Carbonneau (1995). Per ogni anno é stato calcolata la durata in giorni della fase di maturazione. Indicatori fisiologici considerati: a) Indice di Ravaz: $IR = \text{Peso della raccolta (kg)} / \text{Peso del legno potato (kg)}$, b) Indice del Potenziale di Fotosintesi netta: $IPF = \text{SFEP (m}^2\text{)} / \text{Produzione di Frutta (kg)}$. Per determinare la composizione dell'uva, seguendo la procedura proposta da Carbonneau et al (1991), su ogni parcella é stato prelevato un campione doppio di 250 bacche, una volta alla settimana, dall'invaiaitura fino alla raccolta. Su questi campioni sono stati registrati peso e composizione: solidi solubili per rifrattometria, acidit  totale titolabile, pH (seguendo il protocollo proposto dall'OIV, 2007). Il potenziale polifenolico é stato stimato su un campione di uva, usando uno spettrofotometro Shimadzu UV-1240 MINI, seguendo la procedura di Glories e Augustin (1993), e il calcolo degli indici proposti da Gonzalez Neves (2005). Gli acidi organici sono stati identificati e quantificati con HPLC, su campioni surgelati. Tutte le analisi statistiche sono state fatte con il software INFOSTAT® 2009: l'analisi di varianza e prova delle medie ($\alpha = 0.05$) Tukey, r di Pearson, l'analisi discriminante multivariata, analisi dei componenti principali.

RISULTATI E DISCUSSIONE

1. Analisi delle variabili climatiche

L'analisi discriminante dei fattori del clima, mostra che le zone sotto studio si separano in modo indipendente dall'effetto anno, dove il bilancio offerta/domanda idrica é la componente di maggior peso relativo, seguita dalle piogge durante il periodo pi  intenso di crescita vegetativa, in accordo con Tesic *et al.*, (2002). Tra le componenti termiche del clima, la pi  importante é stata la somma termica in base 10 della fase di maturazione (GG10 Gennaio-Raccolta)

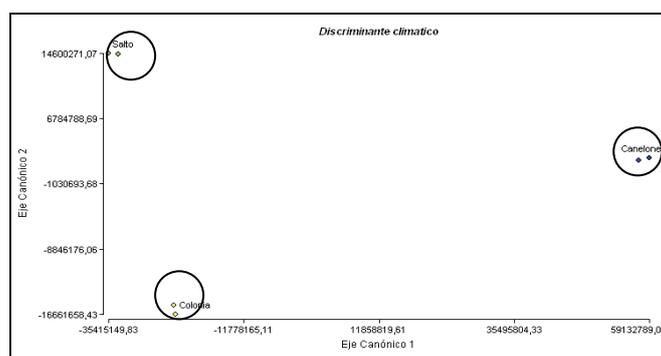


Fig. N  1: Analisi discriminante delle zone secondo le variabili climatiche

Tab. N  1: variabili climatiche delle zone sotto studio

Variabili	Salto	Colonia	Canelones
Accumulo di pioggia durante il ciclo (mm) (1972-2000)	722 A	523.3B	522B
Accumulo di pioggia durante il ciclo (mm) .2008	704	499.6	592.2
Accumulo di pioggia durante il ciclo (mm) 2009	381.5	526.7	257.9
<i>Media</i>	<i>542.8 A</i>	<i>513.2 A</i>	<i>425.1 A</i>
Pioggia periodo di maturazione (mm) (1972-2000)	248	172.6	187.5

Pioggia periodo di maturazione (mm) 2008	195.1	149.9	190.4
Pioggia periodo di maturazione (mm) 2009	153.5	309.2	166.1
<i>Media</i>	174.3 A	229.6 A	178.3 A
Pioggia periodo di germogliamento (Set - Ott) (mm) 2008	371.2	285.2	326.6
Pioggia periodo di germogliamento (Set - Ott) (mm) 2009	183	52.2	73.9
<i>Media</i>	277.1 A	168.7 A	200.3 A
Pioggia fioritura-allegagione (Nov – Dic) (mm) 2008	137.7	64.5	75.2
Pioggia fioritura-allegagione (Nov – Dic) (mm) 2009	45	143.6	39.6
<i>Media</i>	91.4 A	104.1 A	57.4 A
Bilancio idrico maturazione (mm) 2008	-113.0	-120.6	15.6
Bilancio idrico maturazione (mm) 2009	-174.4	-154.7	-80.2
<i>Media (deficit)</i>	-143.7 A	-137.7 A	-32.3 A
GG10 Gennaio-Raccolta (G-R) 2008	876	845	936
GG10 Gennaio-Raccolta (G-R) 2009	629	654	733
<i>Media</i>	752.5 B	749.5 B	834.5 A

Numeri seguiti da lettere diverse. indicano differenze significative per p=0.05. Tukey

2. Analisi della risposta della pianta

L'analisi discriminante della risposta della pianta é consistente con quello climatico. nel senso che separa le zone fuori dall'effetto anno. La superficie fogliare a ettaro. ed il numero di giorni giuliani da gennaio a raccolta. sono le componenti di maggior peso relativo. seguite dal potenziale idrico fogliare di base (ψ) a fioritura. e la resa a ettaro. La superficie fogliare risponde alle condizioni termiche ed idriche dell'ambiente attraverso l'accrescimento vegetativo che serve a differenziare le zone (pioggia durante germogliamento ($r=0.89$ $p=0.01$) e Temperatura massima di gennaio ($r= 0.75$ $p= 0.03$). mentre il numero di giorni da gennaio a raccolta risponde all'accumulo dei GG10 G-R ($r= 0.83$ $p =0.03$).

Si può affermare che Canelones ha un potenziale di produzione superiore alle altre zone. e la più bassa variazione annua. (vedi Tab N° 2 e 3.e Fig. N° 2.).

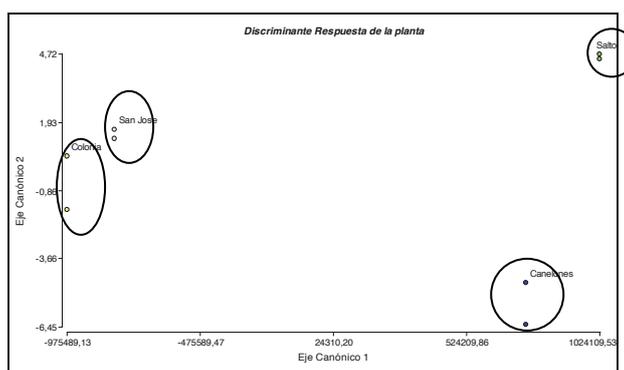


Fig. N°2: Analisi discriminante della risposta della pianta

Tab. N° 2: Risposta della pianta nelle zone studiate

Risposta produttiva della pianta	Salto	Colonia	Canelones	San José
Resa in uva (k/ettaro) 2008	14.500	13.370	21.770	9.890
Resa in uva (k/ettaro) 2009	16.850	15.000	20.870	12.150
<i>Media</i>	15.680 B	14.190 BC	21.320A	11.020C
Peso della bacca (g) 2008	1.28	1.72	1.53	1.12
Peso della bacca (g) 2009	1.39	1.20	1.36	1.02

<i>Media</i>	1.46 A	1.45 A	1.34 A	1.08 B
Espressione Vegetativa				
SFEp (m ² /ettaro) 2008	5982	6115	5654	4340
SFEp (m ² /ettaro) 2009	5515	4987	4391	4050
<i>Media</i>	5748 ns	5551	5022	4169
N° giorni gennaio-raccolta (giorni giuliani) 2008	56	65	76	63
N° giorni gennaio-raccolta (giorni giuliani) 2009	40	49	58	48
<i>Media</i>	48 B	57 AB	67 A	55.5AB

Numeri seguiti da lettere diverse. indicano differenze significative per p=0.05. Tukey

Tab. N° 3: Potenziale fogliare di base secondo anno e regione

Risposta idrica della pianta	Salto	Colonia	Canelones	San José
Ψ fioritura (bar) 2008	-1.30 B	-1.82 A	-1.70 A	-0.96 C
Ψ fioritura (bar) 2009	-0.91c	- 3.40 a	-3.40 a	-2.60 b
<i>Media</i>	-1.12 b	-2.81 a	-2.52 a	-1.78 b
Ψ invaiatura (bar) 2008	-4.59 A	-4.46 A	-2.47 B	-2.82 B
Ψ invaiatura (bar) 2009	-5.58 a	-6.80 a	-3.70 b	-3.30 b
<i>Media</i>	-5.09 a	-5.38 a	-3.11b	-3.00 b
Ψ raccolta (bar) 2008	-3.89 A	-3.38 B	-2.15 C	-2.14 C
Ψ raccolta (bar) 2009	- 2.20 c	- 4.80 a	-1.55 c	-3.10 b
<i>Media</i>	-3.15 b	-4.01 a	-1.93 c	-2.57 bc

Ψ potenziale idrico di base. Numeri seguiti da lettere diverse. indicano differenze significative per p=0.05. Tukey; anno 2008 maiuscole. 2009.minuscole. per la media dei due anni. lettere in grassetto minuscole

Lo stato fenologico e la regione segnalano differenze significative che spiegano la risposta idrica della pianta e differenze a livello dello stress. e degli itinerari idrici. (vedi tab. N°3). La media in fioritura. segnala assenza di restrizione idrica a Salto (0 a 1.5) e leve per le altre regioni. Questa situazione spiega che non si siano trovate differenze nel peso medio delle bacche. d'accordo con Ojeda *et al.*, (2002). L'analisi singolo dell'anno. ci mostra che le dimensioni delle bacche nel 2009 sono minori. nelle regioni dove i valori del Ψ a fioritura arrivarono a livelli di restrizione moderata (1.5 a 3 bar) a forte (3 a 5 bar). L'espressione vegetativa non é stata influenzata dai valori di stress idrico avuti a fioritura. d'accordo con Poni *et al.*,(2009). Taylor *et al.*,(2010). La durata della fase di maturazione valutata in giorni giuliani da gennaio a raccolta. é legata al Ψ (PIB) ($r=0.69$ $p= 0.06$). in coincidenza con Van Leeuwen *et al.*, (2003).

3. Analisi della composizione dell'uva¹

Anche il discriminante della composizione separa le zone. come riscontrato per l'analisi climatico e la risposta della pianta all'ambiente. Il contenuto di zucchero e di acido malico sono i fattori di maggior peso relativo. seguiti dal potenziale totale in antociani. e l'acido tartarico(fig N°3).

¹ le piante del sito Canelones non verranno considerate in questo analisi perché nel 2008 non sono arrivate a maturazione completa, il mosto ha avuto un pH di 3.24.

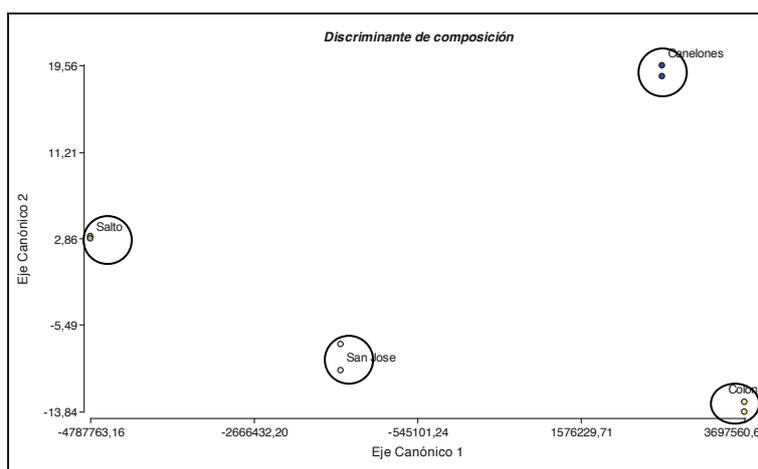


Figura N° 3: analisi discriminante della composizione dell' uva secondo le zone

Tab. N° 4: Composizione dell' uva secondo la zona

	Canelones	Colonia	Salto	San José
Zuccheri (g/L)	224 A	184B	197B	212A
Zuccheri per bacca (g)	0.27 A	0.18 B	0.21B	0.17B
Accumulo zuccherino (mg/bacca/giorno)	2.74A	0.58B	0.44B	2.68A
pH	3.40B	3.32B	3.57A	3.30B
Acidità Totale (g H2SO4/L)	3.90A	4.18A	3.28B	3.71AB
Perdita di Acidità Totale (mg/bacca/giorno)	-0.116B	-0.230C	-0.120B	-0.080 A
Ac. malico (meq/L)	22.40A	22.05A	9.70B	8.54B
Ac.tartarico (meq/L)	29.33B	43.33A	34.13B	42.0A
Malico/Tartarico M/T	0.763A	0.517AB	0.284B	0.203B
ApH1 (mg/L)	2033B	2065A	1820D	1914C
Antociani per bacca (mg/)	2.84 A	2.28B	2.19B	1.79C
A280 (ua)	63.3	58.7	57.4	71.5

Numeri seguiti da lettere diverse, indicano differenze significative per $p=0.05$. Tukey

Il contenuto zuccherino del mosto, la concentrazione di zuccheri nella bacca e l'accumulo giornaliero, rispondono alla forte restrizione idrica sofferta a Salto e Colonia, che ha bloccato la maturazione. Questo si vede aggravato a San José dalla forte esposizione al sole dei grappoli per perdita di foglie, d'accordo con Roby *et al.*, (2004) (Tab. N°4).

La velocità di maturazione, misurata attraverso il calo di acidità, è influita dallo stato di idratazione della pianta. I risultati ottenuti mostrano che le restrizioni idriche, valutate attraverso il bilancio idrico correlato con l'acidità totale (Bilancio idrico $r=0.79$ $p=0.06$) ed il potenziale idrico di base correlata con il malico. ($r = -0.78$ $p = 0.12$) e con il tartarico. ($r = -0.91$ $p= 0.09$), hanno influenza negativa sul contenuto di acidi; ciò, provocherebbe un'accelerazione del processo di maturazione, d'accordo con Rouchaud (2003); Van Leeuwen *et al.*, (2003), e Koundouras *et al.*, (2006). Le alte temperature favoriscono la perdita di acidità totale (GG10 G-R. $r = -0.93$ $p= 0.003$), particolarmente a causa della respirazione dell'acido malico, con un rapporto negativo con i gradi-giorno (GG10 G-R $r = -0.73$ $p= 0.07$). Queste temperature sarebbero responsabili delle differenze nel pH (GG10 G-R $r= 0.89$ $p= 0.003$), registrate tra le zone, d'accordo con Bergquist *et al.*, (2001), Mattheus e Kriedeman (2005), e Cohen. (2007). Gli antociani totali sono stati diversi a livello statistico tra le zone, i valori più alti sono stati ottenuti a Colonia, mentre Canelones e Salto hanno registrato quelli più bassi (1820 mg/L). Quando l'analisi di antociani viene riferito al contenuto nelle bacche, allora Canelones assume la cifra più alta, a sua volta diversa a livello statistico

dalle altre zone. La concentrazione di questi composti ha un rapporto negativo con la Temperatura massima (TM $r = -0.80$ $p = 0.02$), e positivo con la temperatura notturna ($r = 0.82$ $p = 0.01$). in corrispondenza con i valori ottenuti in ognuna delle regioni. Salto ha spiccate condizioni di clima caldo: temperature massime a gennaio di 32.8°C (superano in 3°C le altre zone) e notturne di 18.2 °C (superano in 0.4 e 1.7 °C Colonia e Canelones rispettivamente). Questo comportamento é d'accordo con vari autori: Haselgrove *et al.*, (2000). Spayd *et al.*, (2002). Downey *et al.*, (2004). Anche gli indicatori della risposta della pianta sono consistenti con la composizione dell'uva: l'acidità, attraverso la relazione M/T che divide le zone é correlata positivamente con la resa per unità di superficie ($r=0.82$ $p= 0.02$) o l'Indice di Ravaz ($r=0.93$ $p= 0.07$). In genere, piante con molta produzione o non equilibrate hanno alti contenuti di acidi, come si é riscontrato a Canelones, d'accordo con Dry e Lovers (1998) e Cortellet *et al.*, (2007). La acidità alta a Colonia si spiega per un alto contenuto in acido tartarico, che é piú stabile durante il processo di maturazione. Le rese all'ettaro mostrano correlazioni negative ($r= -0.71$ $p= 0.05$) con il contenuto in antociani totali e la superficie fogliare con l'accumulo giornaliero di zuccheri ($r = -0.93$ $p=0.07$). Una superficie evaporante piú grande, favorisce la restrizione idrica, con conseguenze dirette sulla fotosintesi, come riscontrato a Salto e Colonia.

CONCLUSIONI

Si può concludere che la risposta della pianta e la composizione dell'uva sono fortemente influenzate dall'ambiente. Di questo, i principali elementi influenzanti sono stati lo stato di offerta idrica e le temperature durante la fase di maturazione.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano le aziende dove sono state condotte le prove: Stagnari, Deicas, Bernardi, Daghero, Baccino.

BIBLIOGRAFIA

- Bergqvist J.; Dokoozlian N. and Ebisuda N. 2001. Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. *Am. J. Enol. Vitic.* 52:1-6.
- Calò A.; Tomasi D.; Crespan M.; Costacurta A. 1996. Relationship between environmental factors and dynamics of growth and composition of grapevine. *Acta Hort.* 427. 217-231
- Cohen S., 2007 Assessing the Impact of Temperature on Grape Phenolic Metabolism Thesis of Masters of Science in Food Science and Technology 107p
- Cortellet J.; Halbleib M.; Gallagher A. Righetti T.; Kennedy J. 2007. Influence of Vine Vigor on Grape (*Vitis vinifera* L. Cv. Pinot Noir) Anthocyanin Concentration and Composition in Fruit. *J. Agric. Food Chem.* 55. 6575-6584
- Downey M. O.; Harvey J. S.; Robinson S. P. 2004 The effect of bunch shading on berry development and flavonoid accumulation in Shiraz grapes. *Aust. J. Gra Wine Res.* 10. 55-73.
- Dry P.R.; Loveys B.R. 1998 Factors influencing grapevine vigour and the potential for control with partial rootzone drying Australian Society of Viticulture and Oenology
- Ferrer M. 2007 Etude du climat des régions viticoles de l'Uruguay, des variations climatiques et de l'interaction apportée par le microclimat et l'écophysiologie des systèmes de conduite Espalier et Lyre sur Merlot. Thèse Doctorat Ecole Nationale Supérieure Agronomique – Université de Montpellier II -France 360pp
- González-Neves G.; Gil. G.; Ferrer M. 2002. Effect of different vineyard treatments on the phenolic contents in Tannat (*Vitis vinifera* L.) grapes and their respective wines. *Food Science Technology Int.* 8 (5): 315-321.
- González-Neves G.; Charamelo D.; Balado J.; Barreiro. L.; Bochicchio. R.; Gatto. G.; Gil. G.; Tessore A.; Carbonneau A.; Moutounet M. 2004a. Phenolic potential of Tannat. Cabernet-Sauvignon and Merlot grapes and their correspondence with wine composition. *Analytica Chimica Acta* 513 (1): 191-196.

10. González-Neves G.; Barreiro L.; Gil G.; Franco J.; Ferrer. M.; Carbonneau A.; Moutounet M. 2004b. Anthocyanic composition of Tannat grapes from the South region of Uruguay. *Analytica Chimica Acta* 513 (1): 197-202.
11. González-Neves G.; Gil G.; Barreiro L.; Ferrer M.; Franco J. 2006. Composición fenólica de las uvas de las principales variedades tintas de *Vitis vinifera* cultivadas en Uruguay. *Agrociencia* X (2): 1-14
12. Haselgrove L.; Botting D.; van Heeswijk R.; 19. Høj P. B.; Dry P. R.; Ford C.; Iland P. G. 2000 Canopy microclimate and berry composition: The effect of bunch exposure on the phenolic composition of *Vitis Vinifera* L. cv Shiraz grape berries. *Aust. J. Grape Wine Res.* 6. 141-149.
13. Koundouras S.; Marinos. V.; Gkoulioti. A.; Kotseridis Y.; VanLeeuwen C. 2006. Influence of 21. vineyard location and vinewater status on fruit maturation of non-irrigated cv. Agiorgitiko (*Vitis vinifera* L.): effects on wine phenolic and aroma components. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54. 5077-5086
14. Mattheus M.A.; Kriedeman P.E. 2005 Water deficit. yield. and berry size as factors for composition and sensory attributes of red wine ASVO Proceedings 46-54
15. Mori K.. N.; Goto-Yamamoto 2007. "Effect of high temperature on anthocyanin composition and 23. transcription of flavonoid hydroxylase genes in Pinot noir grapes (*Vitis vinifera*). *J. Hort. Sci. Biotech.* 82: 199-206
16. Ojeda H.; Andary C.; Kraeva E.; Carbonneau A.; Deloire A. 2002 Influence of pre- and post- 24. véraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* cv 'Shiraz'. *Am. J. Enol. Vitic.* 53. 261-267.
17. Poni S.; Bernizzoni F.; Civardi. S.; Gatti M.; Porro D.; Camin F. 2009 Performance and water-use efficiency (single-leaf vs. whole-canopy) of well-watered and half-stressed split-root Lambrusco grapevines grown in Po Valley (Italy). *Agriculture. Ecosystems and Environment* 129. 97-106
18. Roby G.; Harbetson J.F.; Adams D.A.; Matthews M.A. 2004 Berry size and vine water deficits as factors in winegrape composition: anthocyanins and tannins. *Aust. J. Grape Wine Res.* 10. 100-107.
- Rouchaud. E. 2003 Caractérisation de la notion de typicité a travers l'expression de facteurs écologiques. *Wine internet Technical Journal* n°16
- Spayd S.E.; Tarara J.M.; Mee D.L.; Ferguson J.C. 2002. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv Merlot berries. *Am. J. Enol. Vitic.* 53(3) 171-182.
- Taylor J.A.; Acevedo-Opazo C.; Ojeda. H.; Tisseyre B. 2010 Identification and significance of sources of spatial variation in grapevine water status. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 16. 218-226.
22. Tesic D.; Woolley D.J.; Hewett E.W.; Martin D.J. 2002 Environmental effects on cv Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) grown in Hawke's Bay. New Zealand. 1. Phenology and characterisation of viticultural Aust. *J. Grape and Wine Rech.* Volume 8. 11 15 - 26
- Tonietto, J.; Carbonneau, A. 2004. A multicriteria climatic classification system for grape-growing regions worldwide. *Agric. Fort. Meto.* 124, 81-97
- Van Leeuwen C.; Tregoat O.; Chone X.; Jaeck M-E.; Rabusseau S. ; Gaudillere J.P. 2003 Le suivi du regime hydrique de la vigne et son incidence sur la maturation du raisin. *Bulletin de l'OIV* 76 867-868. 367-379.