

Variabilité de l'efficacité intrinsèque de l'utilisation de l'eau (WUEi) chez huit cépages rouges cultivés dans le centre de la péninsule ibérique lors d'un millésime atypique.

Variability in intrinsic water use efficiency (WUEi) of eight red varieties grown in the center of the Iberian Peninsula during an atypical vintage year.

Jesús MARTÍNEZ GASCUEÑA* et Juan Luis CHACÓN VOZMEDIANO

Instituto de la Vid y del Vino de Castilla-La Mancha (IVICAM).
Ctra. de Albacete, s/n. 13700 Tomelloso (Ciudad Real), Spain.

*Corresponding author: jmartinezg@jccm.es Tel. 926 508 060, Fax 926 512 610,

Abstract

The study was performed in the summer of 2007, the point of confluence of a rather atypical vintage year in the area with abnormally low temperatures after a very humid spring. The experiment was carried out in a fully productive vineyard with espalier cultivation and different varieties in one of the largest *terroirs* of La Mancha (region in the center of Spain). Eight red varieties, i.e., five traditional varieties of the region (Tempranillo, Garnacha Tinta, Bobal, Tinto Velasco and Moravia Agria) and three international varieties (Merlot, Syrah and Cabernet Sauvignon), were studied.

Daily monitoring of the gas exchange was performed with a portable infrared gas exchange system at different development stages (closure of the bunches, veraison and maturity). The recorded measurements allowed to determine, for each studied variety, the values of net photosynthesis (A_N), stomatal conductance (g_s) and transpiration (E) as well as to calculate intrinsic water use efficiency (WUEi).

The results showed significant differences between varieties as far as the gas exchange parameters are concerned. Bobal, Moravia Agria and Cabernet Sauvignon showed rather high assimilation rates (A_N) during the day, usually above the rest. In turn, the WUEi proved that the Garnacha Tinta and Tempranillo varieties belong to the most efficient group under moderate water stress conditions.

Keywords: varieties, intrinsic water use efficiency, photosynthesis, *Vitis vinífera*.

Introduction

Les caractéristiques des terroirs du centre de la Péninsule Ibérique sont souvent imprégnés par un fort déficit pluviométrique estival à côté d'hautes températures, ce qui amène sévères contraintes hydriques aux vignobles.

Si les prédictions sur le changement climatique s'accomplissent, l'eau sera une ressource de plus en plus limitée: à la diminution des précipitations il faudra ajouter l'augmentation de la demande atmosphérique. C'est pour cela qu'il semble très important la compréhension des bases physiologiques de l'adaptation des différents cépages au déficit hydrique dans le but de prévoir les changes dans l'encépagement en accord aux caractéristiques des terroirs. (Ojeda *et al.*, 2005).

À l'heure actuel l'encépagement de la région est composé d'un ensemble de cépages où coexistent quelques-uns régionaux traditionnels avec d'autres étrangers. Les cépages originaires de zones climatique différents ont des comportements stomatiques différentes afin d'adapter la photosynthèse aux conditions de l'environnement (Bota *et al.*, 2005). Dans des circonstances de contrainte hydrique, la démarche de la photosynthèse peut être affectée, en diminuant voie fermeture des stomas (Flexas *et al.*, 1999) et en permettant une meilleure utilisation de l'eau. L'efficacité intrinsèque d'utilisation de l'eau (WUEi), exprimée comme le quotient entre l'assimilation nette (A_N) et la conductance stomatique (g_s) donne une bonne estimation de l'exploitation de l'eau de la part des végétaux.

Notre travail n'est qu'une première prise de contact pour mieux comprendre les mécanismes d'adaptation des différents cépages aux caractéristiques de nos terroirs.

Matériel et méthode

Conditions du milieu et matériel végétal

L'expérience a eu lieu dans un vignoble en pleine production, cultivé avec différents cépages et situé dans le domaine de l'Instituto de la Vid y del Vino de Castilla-La Mancha (IVICAM). La plantation de la parcelle avec le porte-greffe 110-R remonte à l'année 2002: les 2.222 pieds/ha se repartent à raison de 1,5 m en rangs de 3 m, orientés 30° N / 210° S. Greffée en 2003, la vigne est palissée en double cordon de Royat et taillée à 6 coursons de 2 oeils. Pour le maintien de la culture, il y a un système d'irrigation de goutte à goutte avec 2 goutteurs par souche.

La parcelle est située dans la plaine qui conforme l'éventail alluvial de l'haute Guadiana, endroit sur lequel se sont largement développés des calcisols pétriques avec encroûtements de calcaire (horizonts Km) au dessous de 35-40 cm. de profondeur.

L'étude a été réalisée pendant l'été 2007, point de confluence d'un millésime assez atypique dans l'endroit, écoulé avec des températures anormalement fraîches après un printemps très humide. La pluviométrie printanière a atteint les 215,5 mm (seulement 100,6 mm pendant le printemps 2006) et l'évapotranspiration de référence (ET₀) du 1er avril au 30 septembre les 955 mm. (1056 mm en 2006). Les températures ont été de 33,65 °C en juillet et de 32,01 °C en août pour les maxima moyens (2 °C au dessous de l'année précédente) et de 16,1 °C et 16,05 °C respectivement pour les minima moyens (3° C au dessous de l'année 2006).

Huit cépages rouges dont cinq régionaux traditionnels (Tempranillo, Garnacha Tinta, Bobal, Tinto Velasco et Moravia Agria) et trois internationaux (Merlot, Syrah et Cabernet Sauvignon) ont été comparés.

Mesure des échanges gazeux

Des suivis journaliers des échanges gazeux ont été effectués avec un analyseur d'échanges gazeux portable (LI-6400, Li-Cor Inc., Nebraska, USA) à différents stades de développement de la culture (fermeture de la grappe, véraison et maturité). Les mesures ont permis de déterminer, sur chaque un des cépages étudiés, les valeurs de photosynthèse nette (A_N), de conductance stomatique (g_s) et de transpiration (E) et aussi de calculer l'efficacité intrinsèque d'utilisation de l'eau (WUE_i).

Les mesures ont été effectuées le 10 juillet, 2 août et 6 septembre, sur 4 souches de chaque cépage. 16 déterminations au total pour cépage comportant 4 feuilles sélectionnées des 4 souches: des feuilles adultes de rameaux principaux situées dans la zone médiane du rameau (6^{ème}-10^{ème} rang d'insertion foliaire) et toujours appartenant à la face illuminée de l'espalier. Chaque série journalière a comporté mesures au matin, à midi et l'après-midi (8 a.m, 12 a.m. et 3 p.m. heure solaire, à peu près).

Les conditions environnementales (luminosité, température, humidité relative) ont été légèrement différents selon la date de mesure et l'heure du jour. Pourtant, seulement dans la dernière mesure, faite le 6 septembre, il y a eu des conditions hydriques limitantes (contrainte hydrique moyenne-forte). D'une autre côté, pour maintenir les conditions de rayonnement pendant les séries, on a utilisé une chambre à fluorescence; cela a permis de fixer le rayonnement PPFD dedans la chambre à celui de l'extérieur (toujours à rayonnement saturant, au dessus de 1750 μmol photon m².s⁻¹).

Analyse des données

Le traitement des données a été effectué à l'aide du logiciel de statistique SPSS ver. 15.0

Pour tester les différences entre moyennes sur chaque ensemble de mesures on a utilisé l'analyse de la variance (ANOVA) et lorsque les différences entre les données des cépages existaient, les moyennes ont été séparées par le test de Duncan au seuil de probabilité de 5% (p<0.05).

Résultats et discussion

On a choisi les données du 10 juillet (lors de la fermeture de la grappe à peu près) faites à midi et celles du 2 août (vers la véraison) faites au matin. Les conditions hydriques de la parcelle y étaient de déficit très modérée, légèrement plus faible le matin du jeudi 2 août, des conditions semblables a celles

des vignobles irrigés. La température des feuilles sélectionnées ont été comparables pendant la durée des mesures: $\pm 2^\circ\text{C}$ autour des 30°C tous les deux jours.

La fermeture des stomas n'est pas en relation linéaire avec la photosynthèse: celle-ci descend rapidement pour conductances stomatiques de moins de $0,1 \text{ mol H}_2\text{O m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, tandis que au dessus de ce valeur-là elle monte d'une façon plus soutenue, décrivant alors une courbe asymptotique (Flexas *et al.*, 1999, Gomez-del-Campo *et al.*, 2004). Nous avons recours à ces dernières données qui correspondent à des conditions de contrainte hydrique nulle ou très modérée (Fig.1), en représentant uniquement la courbe générique. Pourtant, même lorsque l'état hydrique des plantes n'est pas limitante, il y a des différences dans le rapport A_N/g_s entre cépages (courbes non montrées).

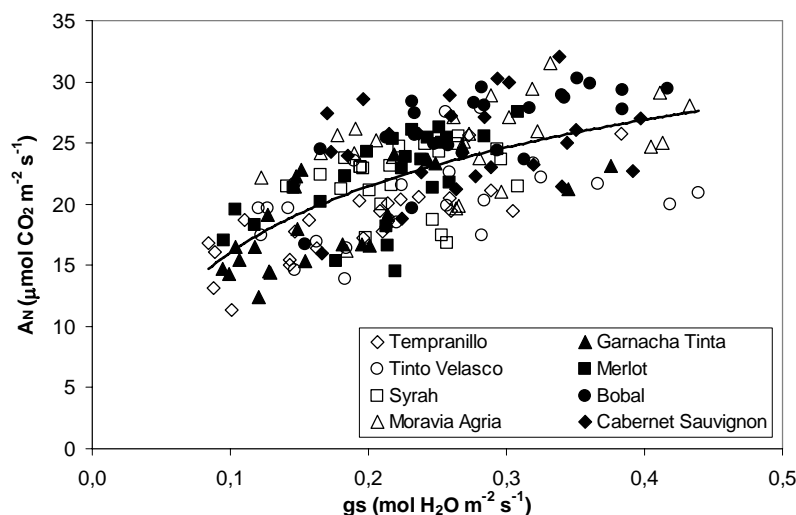


Figure 1 Relation générique entre l'assimilation nette (A_N) et la conductance stomatique (g_s) pour l'ensemble des données des 8 cépages

Les conductances stomatiques (g_s) des feuilles de Bobal, Moravia Agria et Cabernet Sauvignon ont été, en général, supérieures au reste des cépages, ainsi que leur taux d'assimilation nette (A_N). En conséquence, les valeurs d'efficacité intrinsèque pour l'utilisation de l'eau (WUE_i) ont été inférieures à celles des autres cépages. Les feuilles de ces trois cépages (Fig. 2-a) ont présenté une réponse de type anisohydrique ou *optimiste*, en conservant ouvertures stomatiques élevées pour maintenir les échanges gazeux.

Au contraire, les feuilles des variétés Garnacha Tinta, Tempranillo et, à une moindre échelle, Tinto Velasco ont montré une plus forte sensibilité stomatique (Fig. 2-c): leurs réponses ont été plus de type isohydrique, dit *pessimiste*, privilégiant l'économie en eau aux dépens des processus d'assimilation de CO_2 .

Les feuilles des cépages Syrah et Merlot ont eu un comportement intermédiaire à peu près (Fig. 2b). Bien que les valeurs de conductance stomatique n'aient jamais dépassé les $0,3 \text{ mol H}_2\text{O m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$, leurs niveaux de WUE_i ont été semblables à ceux du deuxième groupe pour le rang de conductances entre 0.2 et 0.3, et se sont placés près de ceux du premier au fur et à mesure que la conductance stomatique diminuait.

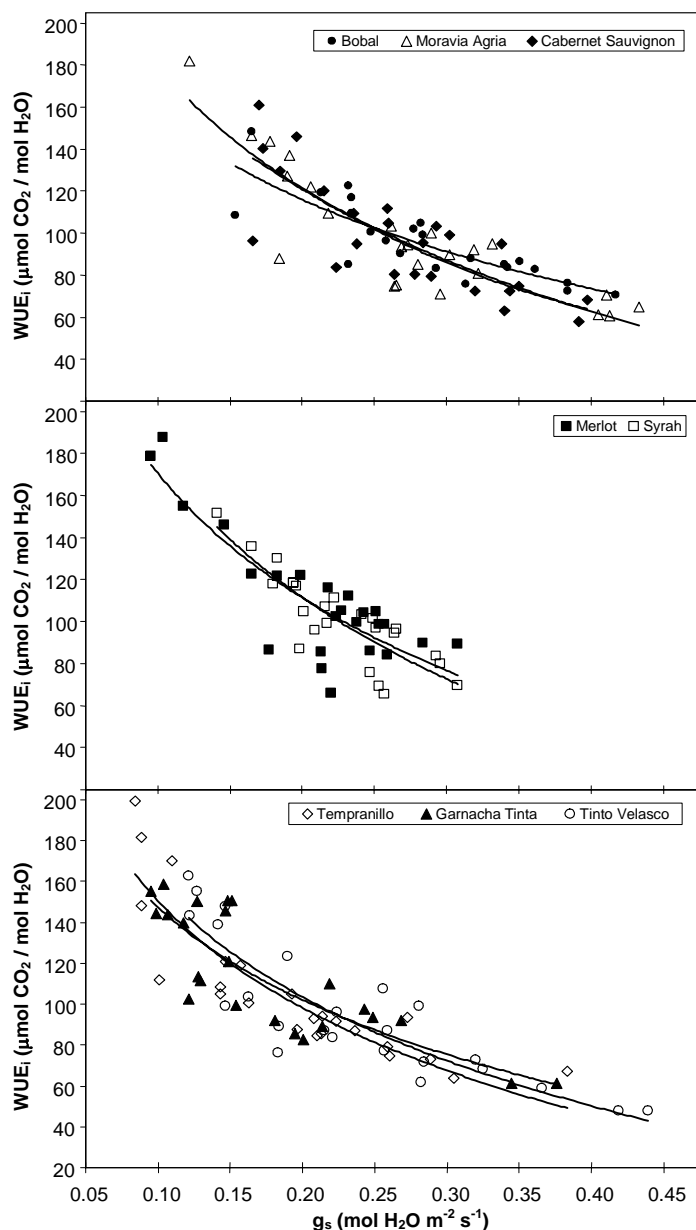


Figure 2-a, 2-b et 2-c, (de haut en bas) Relation entre l'efficacité intrinsèque de l'utilisation de l'eau (WUE_i) et la conductance stomatique (g_s) pour chacun des 8 cépages. Les lignes représentent des ajustements logarithmiques du type ($Y=a-bLnx$) par cépage.

L'évaluation des paramètres liés aux échanges gazeux montre que les taux de photosynthèse ont été très élevés, au moins jusqu'aux débuts de l'après-midi, en correspondance avec les bonnes caractéristiques du millésime. Pourtant, il y a eu des remarquables différences entre cépages (Tableau 1) qui ont été aussi observés pour leur comportement stomatique. Il en résulte que les niveaux d'efficacité WUE_i sont restés assez hauts. A notre avis, les mesures effectués à midi, le 10 juillet, seraient celles qu'entraînent le mieux la représentation des particulières conditions de l'été 2007. À ce moment-là, avec une contrainte hydrique très modérée, les variétés Garnacha tinta et Tempranillo ont été les plus efficaces du point de vue de l'utilisation de l'eau suivies de près par Tinto Velasco et Merlot.

Cépage	10-Juillet-2007			2-Août-2007		
	A _N (CO ₂) μmol m ² s ⁻¹ Sig **	g _s (H ₂ O) mol m ² s ⁻¹ Sig *	WUEi μmol/mol Sig *	A _N (CO ₂) μmol m ² s ⁻¹ Sig **	g _s (H ₂ O) mol m ² s ⁻¹ Sig **	WUEi μmol/mol Sig *
Tempranillo	19,30 a	0,139 a	161,5 c	19,11 a	0,217 ab	94,3 ab
Garnacha Tinta	21,40 ab	0,143 a	149,5 c	18,60 a	0,189 a	110,7 ab
Tinto Velasco	24,20 bc	0,201 ab	129,2 ab	20,36 a	0,258 bc	90,1 a
Merlot	23,45 abc	0,197 ab	128,2 ab	23,07 b	0,216 ab	113,4 c
Syrah	24,25 bc	0,250 c	98,5 a	22,85 b	0,218 ab	108,6 ab
Bobal	27,03 c	0,241 c	112,5 a	27,63 c	0,312 c	90,7 a
Moravia Agria	27,40 c	0,267 c	105,5 a	25,84 c	0,282 c	102,3 ab
Cabernet Sauvignon	27,60 c	0,263 c	105,7 a	25,74 c	0,278 c	99,6 ab

Tableau 1 Valeurs moyennes de photosynthèse nette (AN), conductance stomatique (gs) et d'efficacité intrinsèque d'utilisation de l'eau (WUEi) pour l'ensemble des 8 cépages en absence de contrainte hydrique (2-août) et avec un déficit très modérée (10-juillet). Le

Conclusions

Les résultats de cette étude démontrent la variabilité des paramètres de l'échange gazeux en feuilles de différents cépages, même sous conditions de déficit hydrique modéré. Cette variabilité s'est traduite en des différences remarquables dans l'efficacité intrinsèque pour l'utilisation de l'eau (WUEi) mesurée en identiques circonstances pour tous les cépages, semblables à celles d'un vignoble commercial.

Des études comme celui-ci permettront établir les bases pour mieux adapter la sélection des cépages aux conditions environnementales des terroirs et, en tout cas, en région chaude, pour ajuster l'irrigation de façon à atteindre un compromis entre le binôme quantité-qualité et les dépenses d'eau.

Références bibliographiques

- BOTA J., FLEXAS J. and MEDRANO H. 2001. Genetic variability of photosynthesis and water use in Balearic grapevine cultivars. *Annals of Applied Biology* **138**: 353-361.
- FLEXAS, J., ESCALONA, M., and MEDRANO, H. (1999). Down-regulation of photosynthesis by drought under field conditions in grapevine leaves. *Australian Journal of Plant Physiology*, **26**, 421-433.
- GOMEZ-DEL-CAMPO M., BAEZA P., RUIZ C. and LISSARRAGUE JR. 2004. Water-stress induced physiological changes in leaves of four container-grown grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.). *Vitis* **43** (2): 99-
- OJEDA H., LEBON E, DEIS L., VITA F. et CARBONNEAU A. 2005. Régulation stomatique de cépages méditerranéens en situation de déficit hydrique dans le sud de La France. Résultats préliminaires. Proceedings XIV International Symposium of GESCO, Geisenheim, Germany, 581-587.
- SCHULTZ HR. 1996. Water relations and photosynthetic responses of two grapevine cultivars of different geographical origin during water stress. *Acta Horticulturae* **427**: 251-266