

INFLUENCE DE LA SUPPRESSION DES ENTRE-CŒURS DE SOUCHES DE VIGNE SUR LE MICROCLIMAT LUMINEUX ET LA RECOLTE

C. SCHNEIDER

Institut National de la Recherche Agronomique
Station de Recherches Viticoles
Centre de Recherches de Colmar, 68000 Colmar (France)

INTRODUCTION

Sous les conditions climatiques des vignobles septentrionaux, l'arrêt de croissance de la vigne a lieu bien après le mois d'août, souvent au moment des vendanges.

Compte tenu des palissages habituels, ceci oblige à rogner la vigne assez sévèrement, et donne lieu à un développement très important des entre-cœurs ou rameaux anticipés, dont le départ est encore accentué par le rognage lui-même.

Nous avons voulu mesurer la part de surface foliaire représentée par les entre-cœurs, et apprécier son influence sur le microclimat lumineux des souches, afin d'évaluer les répercussions d'une suppression totale de cette part de surface foliaire sur la récolte.

MATERIEL ET METHODES

I — LA PARCELLE D'ESSAI

Elle est située dans la « Hardt » de Colmar, vignoble installé sur le cône de déjection de la Fecht, jouissant d'un mésoclimat très favorable. Le sol d'origine alluviale est fertile, filtrant et se réchauffe vite.

Les souches sont conduites de façon traditionnelle : taille à longs-bois arqués, palissage vertical des rameaux sur fils de fer, écimage qui conserve une hauteur de feuillage de 1,20 m environ. Les écartements sont de 1,45 m x 1,25 m (5 517 souches/hectare) et la charge en bourgeons de 8-10 yeux/m².

Notre étude a porté sur 4 cépages largement représentés dans le vignoble alsacien : Gewurztraminer, Riesling, Sylvaner et Pinot blanc, greffés sur SO4.

Nous appellerons par la suite les souches dont on a supprimé les entre-cœurs « traitées » par opposition aux souches « témoins » qui n'ont

subi aucune manipulation. L'essai comprenait au total 8 parcelles élémentaires de cinq souches chacune, soit une parcelle « traitée » et une « témoin » pour chaque cépage.

II — SUPPRESSION DES ENTRE-CŒURS

Elle est intervenue une semaine après la nouaison (fin juillet) ceci dans le but de ne pas influencer le déroulement de la floraison et d'éviter des différences de potentiel de production dues à un taux de nouaison différent selon le traitement.

La totalité des entre-cœurs des souches « traitées » fut donc supprimée manuellement à cette date en prenant soin de ne pas blesser les feuilles du rameau. Par la suite d'autres passages furent nécessaires pour enlever les entre-cœurs qui continuaient à se former sur les rameaux en croissance, jusqu'à l'écimage au mois d'août.

III — LES MESURES EFFECTUEES

a) **Mesure de la surface foliaire d'une souche**

Elle est notée de la façon suivante : pour deux rameaux représentatifs de la vigueur moyenne de la souche, la surface foliaire des feuilles principales est obtenue en appliquant la méthode d'échantillonnage proposée par CARBONNEAU (1976 b). La surface foliaire des entre-cœurs est évaluée en multipliant leur nombre par la surface foliaire de l'entre-cœur moyen du rameau, choisi visuellement, celle-ci étant déterminée en mesurant toutes ses feuilles. On obtient ainsi la surface foliaire moyenne d'un rameau d'une souche qui, multipliée par le nombre de rameaux, donne la surface foliaire totale de la souche. L'aire d'une feuille est déterminée d'après la corrélation existant entre cette surface et le paramètre « ΣL_2 », somme des longueurs des deux premières nervures latérales (CARBONNEAU, 1976 a).

La meilleure corrélation fut obtenue avec un ajustement du type $\text{aire} = a(\Sigma L_2)^b$, dont nous avons déterminé les coefficients pour les 4 cépages concernés.

Les mesures ont été effectuées au début de septembre sur des rameaux écimés (15-20 feuilles/rameau).

b) **Détermination du microclimat lumineux des souches**

Cette mesure a été effectuée sur Riesling et Gewurztraminer uniquement.

Nous avons utilisé une cellule photoélectrique sensible aux radiations du visible (400-700 nm) pour mesurer l'éclairement (direct et diffus) reçu en divers points du couvert végétal. Les résultats sont exprimés en % de l'éclairement incident (cellule orientée vers le soleil) qui sert de réfé-

rence. La méthode utilisée (CARBONNEAU, 1980) consiste en la mesure de l'éclairement reçu par un échantillon de feuilles (200 mesures par parcelle élémentaire) décrivant l'ensemble du couvert végétal en hauteur et en épaisseur, la cellule étant placée au niveau du point pétiolaire, perpendiculairement au limbe sur sa face supérieure. Les mesures ont eu lieu autour de midi solaire, par ciel dégagé.

L'échantillonnage porte sur des feuilles aussi bien externes et bien exposées qu'internes et ombrées. Le pourcentage d'éclairement, moyenne des mesures effectuées, représente donc l'éclairement moyen du couvert exprimé en %.

c) **Appréciation de la récolte des souches**

La récolte a eu lieu le 6 octobre 1982. Pour chaque souche, nous avons noté la production par pesée des grappes, le nombre de grappes par comptage ; la récolte pesée était ensuite foulée afin de pouvoir prélever un échantillon de jus pour la détermination de la teneur en sucres et en acides.

Les dosages ont été effectués par un analyseur automatique à partir des échantillons de jus préalablement stabilisés.

RESULTATS

I — SURFACES FOLIAIRES DES SOUCHES

a) Surface moyenne d'une feuille en présence ou en absence d'entre-cœurs

Le tableau I fait apparaître que les feuilles principales des souches « traitées » sont plus grandes que les feuilles des souches « témoins », la différence étant de l'ordre de 10 cm². Mais ce gain de surface en l'absence d'entre-cœurs n'est significatif au seuil 5 % que pour le Sylvaner.

TABLEAU I

Surface moyenne d'une feuille du rameau principal en présence ou non d'entre-cœurs (en cm²)

(chaque moyenne porte sur 40-50 feuilles mesurées)

	Gewurztraminer	Riesling	Sylvaner	Pinot Blanc
"traité"	144	200	149	183
"témoin"	136	192	137	172

Nous pouvons également remarquer que Riesling et Pinot blanc ont des feuilles de grandes surfaces : 180-200 cm², alors que Gewurztraminer et Sylvaner ont des feuilles plus petites : 140 cm².

b) Nombre de rameaux par souche

La taille conserve un long bois arqué par souche, de même longueur pour les différents cépages étudiés. Mais, du fait de la différence de longueur des mérithalles entre cépages, le nombre de rameaux par souche ne fut pas le même pour les 4 variétés :

Gewurztraminer	:	13,9 rameaux/souche	
Sylvaner	:	13,4	
Pinot blanc	:	11,8	
Riesling	:	10,7	(moyennes sur 10 souches)

Ceci nous indique un niveau de charge de 6-8 rameaux/m² nettement inférieur à ce qui est couramment rencontré dans le vignoble.

c) Surface foliaire d'une souche

La première partie du tableau II indique que la surface foliaire moyenne d'une souche (feuilles principales uniquement) ne diffère guère d'un cépage à l'autre : 3 à 3,4 m²/souche. Il s'avère donc que la petite surface des feuilles de Gewurztraminer ou Sylvaner est compensée par un plus grand nombre de feuilles par rameau ainsi que de rameaux par souche ; et inversement pour le Riesling et le Pinot blanc.

La seconde partie du tableau montre que les entre-cœurs représentent une part très importante de la surface foliaire totale :

— le quart pour le Pinot blanc,

— près de la moitié pour les 3 autres cépages, soit environ 2,8 m²/souche.

Des résultats comparables furent obtenus par SCHOFFLING (1965) sur Riesling.

En cumulant, il ressort que le Sylvaner connu pour être peu vigoureux, a la surface foliaire totale la plus élevée : 6,3 m²/souche ; puis viennent le Gewurztraminer et le Riesling avec 5,6 m²/souche, alors que le Pinot blanc a la surface foliaire la plus faible avec 4,3 m²/souche.

Une extrapolation conduit aux valeurs suivantes (en m² de surface foliaire par hectare) :

Sylvaner	:	34 500
Gewurztraminer et Riesling	:	30 900
Pinot blanc	:	23 600

d) Calcul de l'index foliaire

Nous prendrons la définition suivante (CARBONNEAU, 1983) :

$$IF = \frac{(1 - T/D) \times S}{N \times (F/H)} = (2H + e) / H$$

H : hauteur de feuillage (m)

S : périmètre externe de la section du couvert ramené à 1 m de hauteur de feuillage. Dans le cas de sections rectangulaires de végétation, $S = (2H + e) / H$ (e : épaisseur du rideau de feuillage)

T : estimation des trous importants dans la végétation (0,10 m/souche)

D : distance de plantation sur le rang (1,25 m)

$\frac{T}{D} \times S$: surface externe du couvert par unité de longueur du couvert et de hauteur de feuillage

N : nombre de rameaux par unité de longueur (m⁻¹)

F : surface foliaire moyenne d'un rameau (m²)

IF représente simplement le rapport de la surface externe du couvert (exposée au rayonnement direct) à la surface réelle du feuillage.

En pratique il ne faudrait pas avoir $IF > 1$, car cela reviendrait à ne pas utiliser au maximum les possibilités offertes par le système de palissage.

TABLEAU III

Index foliaire des souches

	Gewurztraminer	Riesling	Sylvaner	Pinot Blanc
"traité"	1,06	0,96	1,04	0,96
"témoin"	0,57	0,57	0,51	0,75

Les chiffres regroupés dans le tableau III confirment les observations sur le terrain : voisin de 1 pour les souches « traitées » qui ont un feuillage bien aéré, l'index foliaire tombe à 0,5-0,6 pour les souches « témoins » qui présentent un rideau de feuillage beaucoup plus dense. Le Pinot blanc

témoin fait exception de par la faible proportion d'entre-cœurs, et occupe une place intermédiaire.

II — LE MICROCLIMAT LUMINEUX

Les mesures dont les résultats sont indiqués dans le tableau IV permettent de vérifier dans les faits ce que le calcul mathématique de l'index foliaire laissait prévoir : l'éclairement exprimé en % de la radiation incidente chute de 28 % à 18 % entre « traité » et « témoin ». Nous pouvons remarquer que la part de rayonnement perçue (exprimée en % de la radiation incidente) est représentée avec environ 5 % d'erreur par le produit « 29 x IF ». Ce coefficient est très proche de celui trouvé par CARBONNEAU (1980), pour des systèmes de conduites équivalents.

TABLEAU IV

Microclimat lumineux des feuilles
(exprimé en % de la radiation incidente)

	Gewurztraminer	Riesling
"traité"	28,7	27,9
"témoin"	17,9	17,9

La suppression des entre-cœurs a certes amputé d'une part importante la surface foliaire des souches concernées mais, en contrepartie, le feuillage restant en place a bénéficié d'un microclimat lumineux bien meilleur, la surface foliaire exposée/souche (surface foliaire x % éclairement) étant sensiblement la même pour les deux traitements (Tableau V).

TABLEAU V

Surface foliaire exposée d'une souche (en m²)

	Gewurztraminer	Riesling
"traité"	0,87	0,93
"témoin"	1,00	1,00

Au niveau des grappes, les différences d'éclairement sont encore plus marquées (Tableau VI).

TABLEAU VI

Microclimat lumineux des grappes
(exprimé en % de la radiation reçue
par un plan horizontal)

	Gewurztraminer	Riesling
"traité"	7,3	22,7
"témoin"	1,7	1,8

III — ASPECTS RELATIFS A LA RECOLTE

Nous supposerons que toutes les données peuvent être considérées comme issues de populations normales. Les conditions d'égalité de variance sont remplies pour les 3 variables : production, acidité totale et nombre de grappes/souche. Pour les sucres, l'échantillon Riesling témoin présente une variance faible alors que les échantillons Pinot blanc témoin et traité ont une variance forte. Du fait de l'égalité des effectifs de chaque échantillon, nous avons néanmoins appliqué globalement une analyse de la variance à 2 facteurs (cépage et traitement) aux données, pour les 4 variables. Les résultats sont regroupés dans les tableaux VII et VIII.

a) La production :

Il n'y a pas d'interaction cépage-traitement. Le facteur traitement n'a aucune action sur le rendement. Le facteur cépage, comme on pouvait s'y attendre est très important et oppose le Gewurztraminer et le Riesling au Pinot blanc et au Sylvaner plus productifs.

b) La richesse en sucres :

Là encore il n'y a pas d'interaction cépage-traitement et le facteur traitement n'a aucune action sur la richesse en sucres. Le facteur cépage, bien sûr, joue un rôle important et oppose cette fois-ci le Sylvaner aux trois autres cépages.

c) L'acidité totale :

En premier lieu, nous pouvons remarquer qu'il y a une interaction significative à 5 % entre cépage et traitement. Le facteur cépage fait apparaître l'opposition très tranchée entre le Riesling (cépage très acide) et les 3 autres cépages. De par la position particulière du Riesling vis-à-vis de cette variable et pour tenter d'expliquer l'interaction et l'effet traitement, nous avons effectué une analyse de variance sur les 3 autres cépages seulement.

TABLEAU VII

Variables agronomiques (Moyennes sur 5 souches)

	production (kg/souche)	Sucres du moût (g/l)	Acidité totale du moût en g H ₂ SO ₄ /l	Nombre de grappes par souche
GEWURZTRAMINER "traité"	2,88	194	5,6	33
"témoin"	2,60	210	6,0	39
RIESLING "traité"	3,18	190	8,7	34
"témoin"	2,34	194	9,4	29
SYLVANER "traité"	4,44	157	6,0	40
"témoin"	4,82	163	6,1	44
PINOT BLANC "traité"	3,54	206	6,3	22
"témoin"	4,88	179	6,1	35

Il apparaît alors qu'il n'y a plus aucune action significative des facteurs (cépage, traitement et interaction). Ceci confirme bien que le Riesling réagit différemment des autres cépages au traitement.

En effet, le Riesling traité accuse une baisse d'acidité sensible par rapport au témoin (0,7 g H₂SO₄ par litre) alors que les autres cépages ne réagissent presque pas au traitement. On peut remarquer que l'amélioration du microclimat lumineux a été particulièrement importante pour ce cépage (Tableau VI).

L'interaction cépage-traitement et l'effet traitement sont donc le seul fait du Riesling.

d) Nombre de grappes/souche :

L'interaction est essentiellement le fait du Pinot blanc, dont la parcelle témoin a porté nettement plus de grappes que la traitée. Il est possible que lors de la suppression des entre-cœurs, quelques jeunes grappes aient été blessées ou arrachées causant un léger biais pour ce cépage.

TABLEAU VIII

Résultats des analyses de la variance

Les lettres attenantes aux moyennes marginales indiquent un classement établi selon la méthode de la p.p.d.s. au seuil de signification du F.

Variables	Cépage Traitement	GW "traité"	RI "témoin"	SY	PB	F
production par souche		2,74 a	2,76 a	4,63 b	4,21 b	11,14**
		3,51	3,66			< 1
			interaction cépage-traitement			2,55 (NS)
sucres du moût		201,9 a	191,7 a	159,7 b	192,3 a	9,02**
		186,5	186,3			< 1
			interaction cépage-traitement			2,31 (NS)
acidité totale du moût		5,8 a	9,0 c	6,0 ab	6,2 b	194,84**
		6,6 a	6,9 b			4,92*
			interaction cépage-traitement			3,12*
nombre grappes par souche		36,3 a	31,6 a	42,0 b	28,4 a	7,75**
		32,4	36,7			3,99 (NS)
			interaction cépage-traitement			2,92*

DISCUSSION

De nombreux auteurs concluent de leurs travaux que production et richesse en sucres sont en corrélation positive avec la surface foliaire d'une souche, toute suppression de feuilles (BUTTROSE, 1966 - KIEWER, 1970 - KOBLET, 1964, 1969 - MAY, SHAULIS, ANTCLIFF, 1969 - NOVAK, 1959) ou d'entre-cœurs (KOBLET, 1969 - KOBLET et PERRET, 1971 - SCHOFFLING, 1965, 1967) entraînant une baisse de production ou de richesse en sucres des grappes.

Mais d'autres auteurs établissent que si la surface du feuillage restant en place est supérieure ou égale à un certain seuil, l'effet de la suppression est nul, voire bénéfique. Citons BECKER (1969), SCHOFFLING (1967), WEAVER (1963).

Nos résultats mettent en évidence que la suppression des entre-cœurs n'a eu aucun effet, ni sur la production ni sur la richesse en sucres des baies, et ce pour les 4 cépages étudiés. Il apparaît donc clairement que l'amélioration très sensible du microclimat lumineux des souches « traitées » a compensé la suppression d'organes assimilateurs et exportateurs que sont les entre-cœurs (KOBLET, 1969). Le paramètre « surface foliaire exposée » (produit entre la surface foliaire et le % d'éclairement) dont la valeur est très proche pour les deux traitements (Tableau V) permet en fin de compte d'expliquer de façon satisfaisante les résultats obtenus.

La petite différence de surface foliaire exposée existant néanmoins (+ 0,1 m² au profit des souches « témoins ») et qui n'a pas induit une production ou une richesse en sucres plus élevées, pourrait correspondre à la part nécessaire pour alimenter un grand nombre d'extrémités en croissance (chaque entre-cœur), concurrentes des baies pour la destination des assimilats. Il se pourrait également que le léger surplus de surface foliaire exposée des souches « témoins » ait été mis à contribution pour élaborer et entretenir la proportion de feuillage placée dans une ambiance lumineuse inférieure au point de compensation.

Notons que le bon comportement des souches « témoins » constitue une démonstration indirecte de la capacité des entre-cœurs à assimiler et exporter au même titre que les feuilles principales (KOBLET, 1969). En effet, ces organes, de par leur genèse placés en périphérie du couvert végétal, profitent de la meilleure exposition au détriment des feuilles principales plus ou moins reléguées à l'intérieur du couvert. Toute défaillance de leur part aurait eu une influence négative sur la récolte des souches « témoins », ce qui n'a pas été le cas. Les résultats obtenus confirment qu'une suppression de feuilles (d'entre-cœurs en l'occurrence) n'est pas dommageable si elle n'aboutit pas à diminuer la surface foliaire exposée ou à rendre l'index foliaire supérieur à 1.

L'action bénéfique d'une meilleure exposition du feuillage et des grappes apparaît dans cet essai en particulier pour le Riesling. L'acidité totale plus faible des raisins provenant des souches « traitées » indique une meilleure dégradation des acides, signe sous nos conditions d'une meilleure maturation.

BECKER (1983) remarque également la réaction marquée du Riesling à une plus ou moins bonne exposition du feuillage et des grappes en ce qui concerne l'acidité totale des moûts.

CONCLUSION

Cet essai a permis de mesurer la part importante de surface foliaire représentée par les entre-cœurs. Leur suppression, qui est compensée par une meilleure exposition du feuillage conservé, n'a eu globalement aucune influence sur la production et la richesse en sucres des baies des 4 cépages étudiés ; l'acidité semble être diminuée.

Il est ainsi mis en évidence que la seule mesure de la surface foliaire ne permet en définitive pas d'estimer le potentiel de production d'une souche ou d'une parcelle. Il faut à cette fin compléter cette mesure par le contrôle du microclimat lumineux ou par le calcul de l'index foliaire qui en est une estimation indirecte, pour aboutir au critère de « surface foliaire exposée ». Ce paramètre a une incidence positive essentielle sur la maturation des baies ; son apport est en particulier prépondérant par

rapport aux effets de concurrence induits par les extrémités de rameaux en croissance sur l'accumulation des sucres dans les baies.

Enfin, il est apparu que le microclimat lumineux avait à lui seul une action favorable sur la composition du raisin.

Manuscrit reçu le 6 février 1985 ; accepté pour publication le 15 mars 1985

RÉSUMÉ

Cet essai concerne les effets de la suppression continue, après la nouaison, des entre-cœurs de souches de vigne sur le microclimat lumineux et la récolte.

Il apparaît que l'amputation de la part importante de surface foliaire représentée par les entre-cœurs (1/4 à 1/2) est compensée par une meilleure exposition du feuillage conservé.

La production et la richesse en sucres des raisins ne sont pas influencées par le traitement alors que l'acidité totale semble plutôt diminuée.

En définitive, le facteur déterminant du potentiel de production de la vigne, notamment du taux de sucres des raisins est moins la surface totale du feuillage que la « surface foliaire exposée ».

SUMMARY

The purpose of this trial was to measure the effects of a continuous lateral shoots removing, after berry set, on grapevine microclimate and crop.

It was found that suppression of the lateral shoots which represent an important part of the leaf area (1/4 to 1/2) is balanced by a better exposure of the remaining foliage.

Yield and sugar content of the grapes were not affected by the handling whereas the total acidity seemed to be decreased.

Finally, it is less the total leaf area than the « exposed leaf area » which fixes the potentialities of grapevines especially the sugar content of the grapes.

ZUSAMMENFASSUNG

In diesem Versuch wurde der Einfluss einer laufenden Entfernung der Geiztriebe nach dem Berenansatz auf die Beleuchtung und die Ernte von Rebstöcken untersucht.

Es wurde festgestellt dass die Entfernung der Geiztriebe, die einem bedeutenden Teil der Blattfläche entsprechen (1/4 bis 1/2), durch eine bessere Beleuchtung der Haupttriebbätter ausgeglichen wird.

Ertrag und Zuckergehalt der Trauben wurden von der Behandlung nicht beeinflusst, der Säuregehalt dagegen scheinbar reduziert.

Es stellt sich heraus dass der Hauptfaktor der Leistungsfähigkeit der Rebe, besonders des Zuckergehaltes der Trauben, weniger die Gesamte als die « direktbeleuchtete Blattfläche » ist.

RESUMEN

Se han estudiado aquí los efectos de una poda de brotes anticipados, efectuada después del cuajado, sobre la calidad de la exposición al sol de la cepa y sobre el rendimiento de la vendimia.

Si se quita entre un 25 y 50 % de los brotes anticipados, el follaje que queda está expuesto mejor a la luz.

No se ha notado ninguna relación entre esta experiencia y la cantidad final de azúcares en las bayas. No obstante, se puede que haya una influencia en cuanto a la acidez.

Entonces, la superficie total del follaje expuesto al sol tiene mucho más importancia para la cepa que la cantidad de hojas, si se considera la composición química de las bayas.

RIASSUNTO

Questa prova riguarda gli effetti della soppressione continua, dopo l'allegagione, delle gemme pronte di ceppi di vite sul microclima luminoso ed il raccolto.

Viene osservato che l'amputazione della parte importante della superficie fogliare rappresentata da gemme pronte (1/4 a 1/2) é compensata da una migliore esposizione del fogliame conservato.

La produzione e la ricchezza in zuccheri dell'uva non sono influenzate dal trattamento mentre l'acidità totale sembra piuttosto abbassata.

In definitiva, il fattore determinante del potenziale di produzione della vite (soprattutto il percentuale di zuccheri dell'uva) é la « superficie fogliare esposta », e non la superficie totale del fogliame.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BECKER N.J., 1969. Beitrag zum Menge - Güte Problem im deutschen Weinbau. *Die Weinwissenschaft*, 24, 172-190.

BECKER N. et ZIMMERMANN H., 1983. Experimentellökologischer Versuch zum Einfluss der Lichtintensität und der Wasserversorgung auf Wachstum, Entwicklung und Ertragsbildung bei Topfbreben. *Die Weinwissenschaft*, 38, 219-259.

BUTTROSE M.S., 1966. The effect of reducing leaf area on the growth of roots, stems and berries of Gordo grapevines. *Vitis*, 5, 455-464.

CARBONNEAU A., 1976a. Principes et méthodes de mesure de la surface foliaire. Essai de caractérisation des types de feuilles dans le genre « *Vitis* ». *Ann. Amélior. Plantes*, 26(2), 327-343.

CARBONNEAU A., 1976b. Analyse de la croissance des feuilles du sarment de vigne : estimation de sa surface foliaire par échantillonnage. *Connaissance Vigne Vin*, 10, n° 2, 141-159.

- CARBONNEAU A., 1980. Recherche sur les systèmes de conduite de la vigne : Essai de maîtrise du microclimat et de la plante entière pour produire économiquement du raisin de qualité *Thèse Docteur Ingénieur*. Université de Bordeaux II.
- CARBONNEAU A., 1983. Méthodes de mesure simple de la surface foliaire exposée par hectare, élément déterminant du système de conduite de la vigne. *Connaissance Vigne Vin*, **17**, n° 4, 281-285.
- KLIEWER W.M., 1970. Effect of time and severity of defoliation on growth and composition of « Thompson Seedless » grapes. *Amer. J. Enol. Viticult.*, **21**, n° 1, 37-47.
- KOBLET W., 1964. Blattfläche und qualität. *Schweiz. Zeitchr. f. Obst- und Weinbau*, **73**, 543-547.
- KOBLET W., 1969. Wanderung von Assimilaten in Rebtrieben und Einfluss der Blattfläche auf Ertrag und Qualität der Trauben. *Die Weinwissenschaft* **24**, 277-319.
- KOBLET W. et PERRET P., 1971. Kohlehydratwanderung in Geiztrieben von Reben. *Die Weinwissenschaft* **26**, 202-211.
- MAY P., SHAULIS N.J. and ANTCLIFF A.J., 1969. The effect of controlled defoliation in the Sultana Vine. *Amer. J. Enol. Viticult.* **20**, n° 4, 237-250.
- NOVAK J., 1959. Der Einfluss einer verringerten Blattfläche auf Traubenertrag, sowie Zucker- und Säuregehalt des Weinmostes. *Die Weinwissenschaft*, **13**, 117-128.
- SCHOFFLING H., 1965. Der Einfluss der Haupttriebblätter und Geiztriebblätter auf die vegetativen und generativen leistungen der Sorte Riesling, klon 92 Geisenheim. *Die Weinwissenschaft*, **20**, 437-451.
- SCHOFFLING H., 1967. Qualität und Quantität des Traubenertrages in Abhängigkeit von der Assimilationsfläche der Blätter. *Weinberg und Keller*, **14**, 285-322.
- WEAVER R.J., 1963. Effect of leaf to fruit ratio on fruit quality and shoot development in « Carignane » and « Zinfandel » wine grapes. *Amer. J. Enol. Viticult.*, **14**, 1-12.