

G.E.S.CO.

Groupe Européen d'étude des Systèmes de Conduite de la Vigne



COMPTE RENDU N° 6
REIMS 14-16 Avril 1993

C.I.V.C. - MUMM PERRIER-JOUET

RÉSULTATS ECOPHYSIOLOGIQUES DE LA VIGNE AU PORTUGAL. ASPECTS HYDRIQUES

R. CASTRO*, C. LOPES*, P. CLÍMACO** M.M. CHAVES*

* Instituto Superior de Agronomia. Tapada da Ajuda 1399, Lisboa Codex.

** Estação Vitivinícola Nacional. Dois Portos, 2575 Runa.

1- INTRODUCTION

Dans la vigne au Portugal les effets provoqués par le stress hydrique et les températures élevées se superposent fréquemment sur les effets dûs aux systèmes de conduite (Chaves & Pereira, 1987; Chaves & Rodrigues, 1987; Clímaco et al., 1991; Lopes & Castro, 1992). Bien que la vigne ait une capacité pour survivre dans des conditions de sécheresse (Champagnol, 1984) les échanges gazeux, la croissance et la maturation des baies peuvent être affectés. Le niveau auquel ces processus sont affectés dépend, parmi d'autres facteurs, de l'intensité du stress (Williams & Matthews, 1990), de l'époque où il se révèle (Smart & Coombe, 1983) et aussi du cépage (Düring & Klingenmeyr, 1987; Regina & Carbonneau, 1992).

Dans ce travail nous avons observé l'effet de la disponibilité hydrique du sol sur les échanges gazeux et l'état hydrique des plantes en deux cépages - Fernão Pires (B) et Periquita (N) - cultivés en trois terroirs situés dans la région agricole "Ribatejo et Oeste".

2- MATERIEL ET MÉTHODES

Les essais appartiennent au réseau d'études sur les systèmes de conduite de la vigne au Portugal (Castro, 1989). Les mesures de potentiel hydrique foliaire (Ψ) et de la photosynthèse nette (A) ont été effectuées sur des feuilles adultes bien exposées, choisies dans le strate supérieur de végétation, au moyen d'une chambre à pression et d'un IRGA (LCA-2 et LCA-3; ADC), respectivement.

2.1- Éssai à Lisbonne - Tapada da Ajuda

L'essai est localisé à Lisbonne (38° 42' N) et le vignoble a été planté en 1985 avec le cépage 'Fernão Pires' sur 99R dans un sol argileux non calcaire de basalte. La description plus détaillée a été déjà faite dans un article récent (Lopes & Castro, 1992). Dans ce travail on ne présente que les résultats d'une étude sur l'alimentation en eau réalisé en 1992, dans le système cordon de Royat unilatéral avec une hauteur de tronc de 0.50 m, un écartement de 2.8 x 1.1 m et une charge moyenne de 39000 yeux par hectare. On a irrigué en tenant compte le potentiel hydrique foliaire de base, en ne le laissant pas baisser au-dessous de c.a. -0.2 MPa. On a fait quatre irrigations de 50 mm chacune, la première trois semaines avant la véraison et la dernière deux semaines après la véraison.

2.2- Éssai à Santarém

L'essai est établi dans un vignoble agé de neuf ans avec le cépage 'Periquita' (N) sur SO4 dans un sol d'alluvion. L'objectif principal de cet essai est l'étude de l'adaptation des systèmes de conduite à la vendange mécanique. Ici on présente seulement les résultats de la modalité traditionnelle de l'exploitation: cordon Royat bilatéral, végétation ascendente monoplan rogné, avec une hauteur de pallissage de 0.60 m, un écartement de 2.8 x 1.3 m, une charge moyenne de 57700 yeux par hectare et une hauteur de tronc de 0.60 m.

2.3- Éssai à Dois Portos

Il s'agit d'un essai d'adaptation des cépages et porte-greffes mis en place en 1990, en sol franc argileux et calcaire. Le système de conduite se caractérise par la taille en Guyot double, végétation ascendente monoplan avec une hauteur de palissage de 1.0 m et une charge moyenne de 47600 yeux par hectare. L'hauteur du tronc est de 0.50 m et l'écartement de 2.8 x 1.2 m. Dans ce travail on ne présente que quelques résultats relatives au cépage 'Periquita' greffé sur SO4.

3-RÉSULTATS

3.1. Éssai à Lisbonne - Tapada da Ajuda

L'évolution saisonnière du potentiel hydrique foliaire de base (Ψ_b) en 1992, dans le traitement non irrigué (NI) est semblable à celle observée au même essai pendant les trois années précédentes (Lopes & Castro 1992). À la véraison les souches NI présentent déjà un Ψ_b bas (-0.5 MPa) et pendant la maturation il baisse encore à c.a. de -0.7 MPa. Dans le traitement irrigué (I) après la dernière irrigation, deux semaines après la véraison, le Ψ_b atteint -0.33 MPa, 42 jours après la véraison (Fig.1).

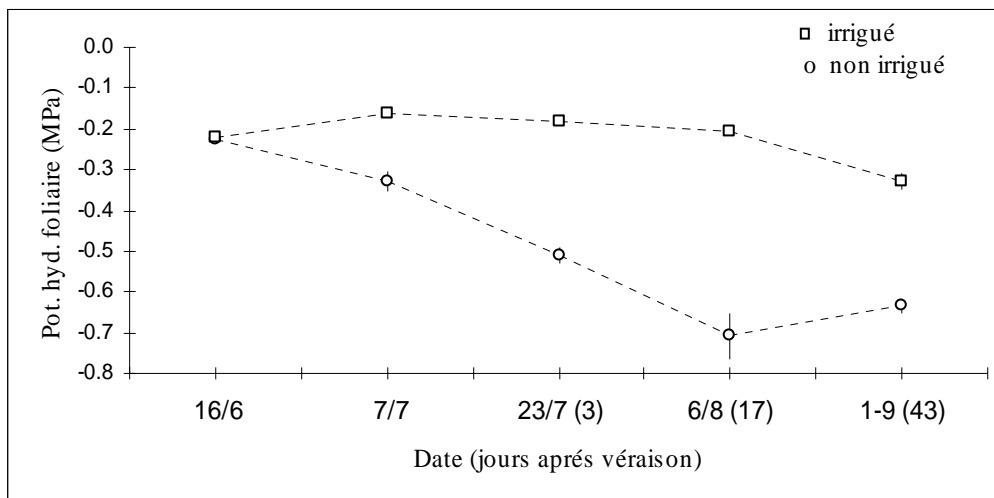


Fig. 1- Évolution saisonnière du potentiel hydrique foliaire de base cv. Fernão Pires, en 1992. Moyennes \pm s.d. de 4 feuilles par traitement.

Toutefois, pendant la maturation, quand les températures sont élevées, les potentiels hydriques foliaires (Ψ) à midi, sont semblables dans les deux traitements, ce qui s'explique par une forte réduction de la transpiration induite par la fermeture des stomates dans les souches NI (Tableau 1). Par conséquence, la température des feuilles (T_f) dans ces souches est supérieure à la température de l'air (T_a).

Deux semaines après la véraison la cinétique journalière de la photosynthèse (A) montre une différence très nette entre traitements. Pendant que les souches (I) présentent une A journalière qui varie entre 9.8 et 5.7 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, les souches NI ont des valeurs de A proches de zéro pendant toute la journée. La réduction de la photosynthèse observée dans les plantes NI se doit essentiellement à la diminution de la conductance stomatique (g_s) qui atteint des chiffres c.a. cinq fois plus bas que dans les souches I.

En ce qui concerne les résultats agronomiques on vérifie que la surface foliaire total des souches I est supérieure à des souches NI (11.0 ± 1.0 vs. $6.9 \pm 1.6 \text{ m}^2/\text{souche}$), supériorité due à un plus grand nombre de feuilles perdues à la base des sarments des souches NI et à la plus grande surface foliaire des

Tableau 1. Cinétique journalière de la radiation photosynthétiquement active (PAR), température de l'air (Ta) et de la feuille (Tf), transpiration (E) et conductance stomatique (gs) dans la cv. 'Fernão Pires', 2 semaines après la véraison. Moyennes et s. d. de 4 feuilles par traitement.

Traitement	Heure	PAR ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	Ta ($^{\circ}\text{C}$)	Tf ($^{\circ}\text{C}$)	E ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	gs ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)
Non Irrigué	10:00	1443 \pm 91	31.7 \pm 0.3	33.9 \pm 0.5	0.83 \pm 0.1	16.5 \pm 2.4
Irrigué	10:00	1558 \pm 40	30.9 \pm 0.5	31.7 \pm 0.3	4.43 \pm 0.5	123.5 \pm 15.6
Non Irrigué	14:00	1033 \pm 34	35.0 \pm 0.2	36.3 \pm 0.3	1.12 \pm 0.5	20.4 \pm 9.2
Irrigué	14:00	1100 \pm 51	34.4 \pm 0.1	34.6 \pm 0.2	4.08 \pm 0.4	92.6 \pm 12.5
Non Irrigué	18:00	1133 \pm 110	31.7 \pm 0.1	33.3 \pm 0.4	0.89 \pm 0.3	18.9 \pm 7.6
Irrigué	18:00	1105 \pm 92	31.4 \pm 0.1	31.9 \pm 0.2	3.19 \pm 0.3	80.5 \pm 8.4

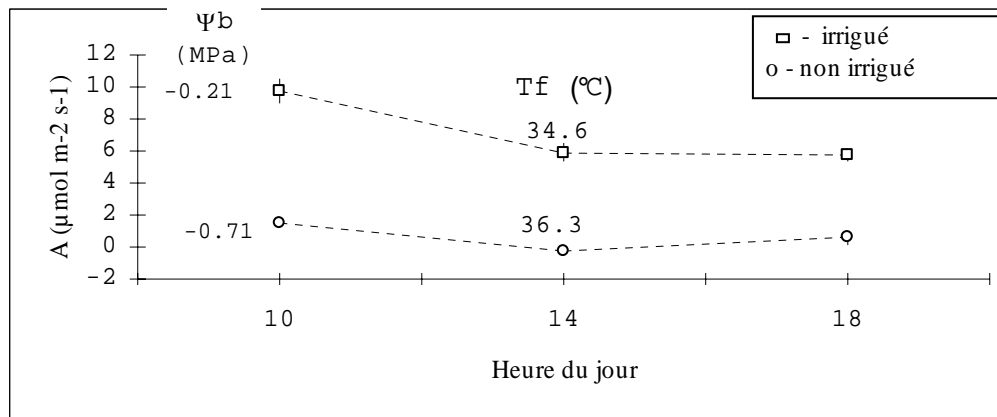


Fig. 2- Évolution journalière de la photosynthèse 2 semaines après la véraison cv. 'Fernão Pires', en 1992. Moyennes \pm s.d. de 4 feuilles par traitement. Tf - température de la feuille; Ψ_b - potentiel hydrique foliaire de base.

entre-coeurs des souches I (6.0 ± 1.0 vs. 3.2 ± 1.2 m^2 /souche). Le rendement et le poids des bois des souches I sont aussi supérieurs tandis que la teneur en sucre n'est pas significativement différente. Par contre l'acidité total a augmentée dans les souches I (Tableau 2).

Tableau 2- Influence de l'irrigation sur le rendement, poids moyenne de la grappe, poids du bois de taille et qualité du moût cv. 'F. Pires' en 1992.

Traitement	Rend (kg.m^{-2})	Poids grappe (g)	P. Bois (kg.m^{-2})	Sucre (g l^{-1})	Ac.Total (g.l^{-1} ac tart)	pH
Non irrigué	0.60 a	95.5 a	0.17 a	195.2 a	4.1 a	3.52 a
Irrigué	1.02 b	128.9 b	0.33 b	189.6 a	4.7 b	3.47 a

Note: En chaque colonne les chiffres suivis par la même lettre ne sont pas significativement différents au niveau de 0.05.

3.2. Essai à Santarém

Dans le cépage 'Periquita' à Santarém, pendant le premier mois de la maturation, le Ψ_b a varié entre -0.41 MPa, une semaine après la véraison (3 août) et -0.47 MPa, un mois après la véraison (Tableau 3). Dans cette dernière date (25 août) le potentiel hydrique minimum du jour atteint des chiffres très bas (-1.9 MPa). Par contre la photosynthèse se maintient entre 11.5 et 8.0 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Malgré la disponibilité hydrique plus favorable dans la première

Tableau 3 - Évolution du potentiel hydrique foliaire (Ψ), radiation photosynthétiquement active (PAR), température de l'air (T_a) et de la feuille (T_f), transpiration (E) et conductance stomatique (g_s) dans cv. 'Periquita' à Santarém, 9 et 30 jours après la véraison. Moyennes et s.d. de 9 feuilles.

Date	Heure	Ψ (MPa)	PAR ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	T_a ($^{\circ}\text{C}$)	T_f ($^{\circ}\text{C}$)	E ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	g_s ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
3/08/92	10:00	-1.33 ± 0.02	1760 ± 12	30.4 ± 0.4	31.7 ± 0.6	4.2 ± 0.4	122.0 ± 17.7
	14:00	-1.57 ± 0.02	1834 ± 22	39.2 ± 0.1	40.9 ± 0.2	3.7 ± 0.5	58.3 ± 8.8
	18:00	-1.42 ± 0.02	792 ± 26	28.6 ± 0.1	29.6 ± 0.2	1.6 ± 0.3	43.7 ± 10.1
25/08/92	10:00	-1.57 ± 0.03	1808 ± 17	27.3 ± 0.2	28.8 ± 0.3	3.8 ± 0.3	126.6 ± 11.5
	14:00	-1.91 ± 0.04	1849 ± 12	29.1 ± 0.1	31.0 ± 0.1	3.2 ± 0.3	85.8 ± 9.2
	18:00	-1.56 ± 0.02	1321 ± 36	26.3 ± 0.1	27.7 ± 0.1	2.1 ± 0.2	67.1 ± 7.7

semaine d'août, la température très élevée de cette journée a provoquée une réduction de la photosynthèse relativement à la journée plus fraîche à la fin du mois d'août (Fig. 3).

Au niveau agronomique on observe des chiffres élevés soit le rendement (1.6 kg.m^{-2}) soit la teneur en sucres (232.5 g.l^{-1}).

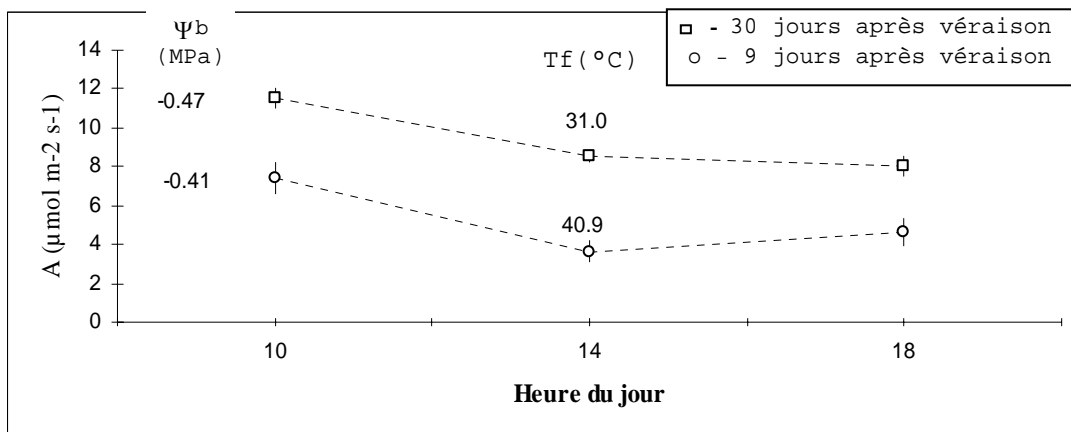


Fig. 3- Évolution journalière de la photosynthèse pendant la maturation cv. 'Periquita' à Santarém en 1992. Moyennes \pm s.d. de 9 feuilles. T_f - température de la feuille; Ψ_b - potentiel hydrique foliaire de base.

3.3. Éssai à Dois Portos

Les résultats obtenus dans le même cépage et porte-greffe (Periquita/SO4) à Dois Portos sont similaires aux observés à Santarém. On présente les résultats obtenus trois semaines après la véraison, où l'on observe un état hydrique des feuilles similaire (Fig. 4 et Tableau 4). Toutefois la photosynthèse présente des chiffres supérieurs.

Au niveau agronomique on observe une bonne teneur en sucre (210 g l^{-1}) et un rendement moyenne (0.76 kg. m^{-2}).

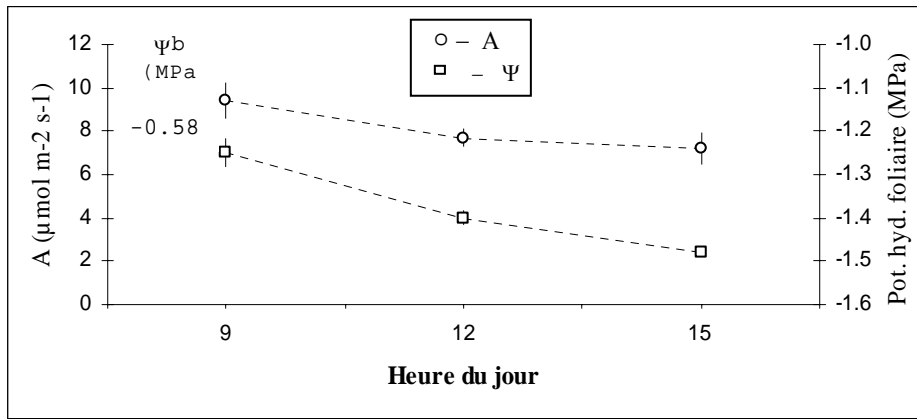


Fig. 4- Évolution journalière de la photosynthèse (A) et du potentiel hydrique foliaire (Ψ) cv. 'Periquita' à Dois Portos, 24 jours après la véraison (3/9/92). Moyennes et s.d. de 6 feuilles.

Tableau 4 - Évolution journalière de la radiation photosynthétiquement active (PAR), température de l'air (Ta) et de la feuille (Tf), transpiration (E) et conductance stomatique (gs) de la feuille dans la cv. 'Periquita' à Dois Portos, 24 jours après la véraison. Moyennes et s.d. de 6 feuilles.

Heure	PAR ($\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	Ta ($^{\circ}\text{C}$)	Tf ($^{\circ}\text{C}$)	E ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)	gs ($\text{mmol m}^{-2}\text{s}^{-1}$)
09:00	1115 ± 54	22.7 ± 0.2	23.3 ± 0.3	3.1 ± 0.2	210 ± 30.0
12:00	1338 ± 41	27.1 ± 0.1	27.7 ± 0.1	4.1 ± 0.2	210 ± 20.0
15:00	1495 ± 16	28.8 ± 0.1	30.1 ± 0.1	3.1 ± 0.2	110 ± 10.0

4- DISCUSSION

Quand la réserve hydrique du sol est insuffisante on observe un dessèchement au niveau des feuilles de la vigne qui se traduit par un abaissement du Ψ et aussi par une réduction significative de la photosynthèse. On souligne l'importance du Ψ_b comme indicateur des conditions hydriques du sol et de la plante. En effet le Ψ à midi peut être identique en conditions de disponibilités hydriques très différentes (voir fig. 2). En jours ensoleillés d'été on peut obtenir dans une plante bien irriguée un état hydrique similaire à une autre en stress hydrique à cause de la plus grande fermeture des stomates dans cette dernière. Cette fermeture peut être le résultat soit de la réponse des stomates à la production d'acide abscissique dans les racines qui se dessèchent (Düring & Loveys, 1982; Davies & Zhang, 1991), soit d'une réponse à l'augmentation du déficit de vapeur entre la feuille et l'air (Winkel & Rambal, 1990).

Pour l'interprétation de la réponse agronomique du cépage 'Fernão Pires' à l'addition de l'eau on doit tenir compte du fait que les plantes ont subi trois années de stress hydrique qui a provoqué une réduction progressive de leur vigueur (Lopes & Castro, 1992). Les souches NI, ainsi que dans les trois années précédentes, ont perdu précocement les feuilles de la base des sarments et, dans les feuilles restantes, la capacité photosynthétique a été très faible pendant toute la maturation. Toutefois l'addition d'eau a augmenté la capacité photosynthétique et l'a maintenue à de bons niveaux pendant la maturation ce qui a permis une récupération de la plante au niveau végétatif avec un bon rendement et qualité. L'obtention du même niveau de sucre s'explique par un effet de concentration étant le poids moyen de la grappe significativement inférieur comme résultat de la perte d'eau des baies dans les souches NI. L'acidité plus

élevée du moût issu des souches I est un effet typique de l'irrigation (Williams & Mathews, 1990) mais, dans ce cas, le niveau obtenu (4.7 g.l^{-1} en acide tartrique) est encore inférieur au optimum pour l'obtention d'un vin blanc sec et frais.

Le comportement physiologique du cépage 'Periquita', soit à Santarém soit à Dois Portos, confirme que le potentiel à midi n'est pas un bon indicateur du fonctionnement de la plante. En effet on observe une activité photosynthétique encore élevée même à des potentiels de -1.9 MPa (voir fig. 3). Un autre aspect à souligner c'est l'effet des températures élevées qui peut surpasser l'effet de l'état hydrique des tissus foliaires.

D'après nos résultats on peut dire que, au Portugal, chez la vigne, il y a fréquemment des situations de stress hydrique sévère mais ces situations peuvent avoir des effets agronomiques très différents en fonction des niveaux du potentiel hydrique foliaire de base aux alentours de la véraison et en fonction du cépage.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Castro, R. (1989). Sistemas de condução da vinha. Evolução, tendências actuais e estudos a decorrer em Portugal. *Ciênc. Téc. Vitiv.* 8(1-2): 37-54.
- Champagnol, F. (1984). *Elements de physiologie de la vigne et de viticulture general*. Montpellier, 354p.
- Chaves, M.M & Pereira, J.S. (1987). Influence de l'age des feuilles et des plans du feuillage sur la dynamique des échanges gazeux chez la variété de vigne 'Trincadeira preta'. In *Physiologie de la vigne*. OIV, Paris. 152-157.
- Chaves, M.M. & Rodrigues, M.L. (1987). Photosynthesis and water relations of grapevines growing in Portugal - response to environmental factors. Eds. J.D. Tenhunen *et al.*, *Plant Response to Stress*. Springer-Verlag. Berlin. NATO ASI Series, Vol. G15:379-391.
- Clímaco, P. ; Abrantes, M.L.; Castro, R.(1991). Influence du regime hydrique sur la production et la qualité du moût cv. 'Vital'. *Riv. Vitic. Enol.* 4:183-188.
- Davies, W. J. & Zhang, J. (1991). Root signals and the regulation of growth and development in drying soil. *Ann. Rev. Plant Phys. and Mol. Biol.* 42:55-76.
- Düring H. & B. R. Loveys 1982. Diurnal changes in water relations and abscisic acid in field grown *Vitis vinifera* cvs. I. Leaf water potential components and leaf conductance under humid temperate and semiarid conditions. *Vitis* 21, 223-232.
- Düring H. & Klingmeier, W. (1987). Stomatal control of water use efficiency in two *Vitis vinifera* cultivars. In *Physiologie de la vigne*. OIV, Paris. 179-184.
- Lopes, C. & Castro, R.(1992) Influence du stress hydrique sur l' evolution de la maturation du raisin cv.'Fernão Pires'. IV Symp. Phys. de la Vigne, Torino, (en pub.)
- Regina, M. A. & Carbonneau, A. (1992). Estudo do comportamento fisiológico de diferentes castas de *V. vinifera* L. em condições de stress hidrico. I Cong. Vinhos do Norte de Portugal, Porto (en pub.).
- Smart, R. E. & Coombe, B.G. (1983). Water relations of grapevines. In *Water deficits and plant growth*, vol. VII, Kozlowski ed. Academic Press, 137-196.
- Williams, L.E. & Matthews, M.A. (1990). Grapevine. Eds. B.A. Stewart & D.R. Nielsen *Irrigation of agricultural crops*. Madison, Wisconsin. 1019-1055.
- Winkel, T. & Rambal, S. (1990). Stomatal conductance of some grapevines growing in the field Dunder a mediterranean environment. *Agric. Forest Meteo.* 51:107-121.