

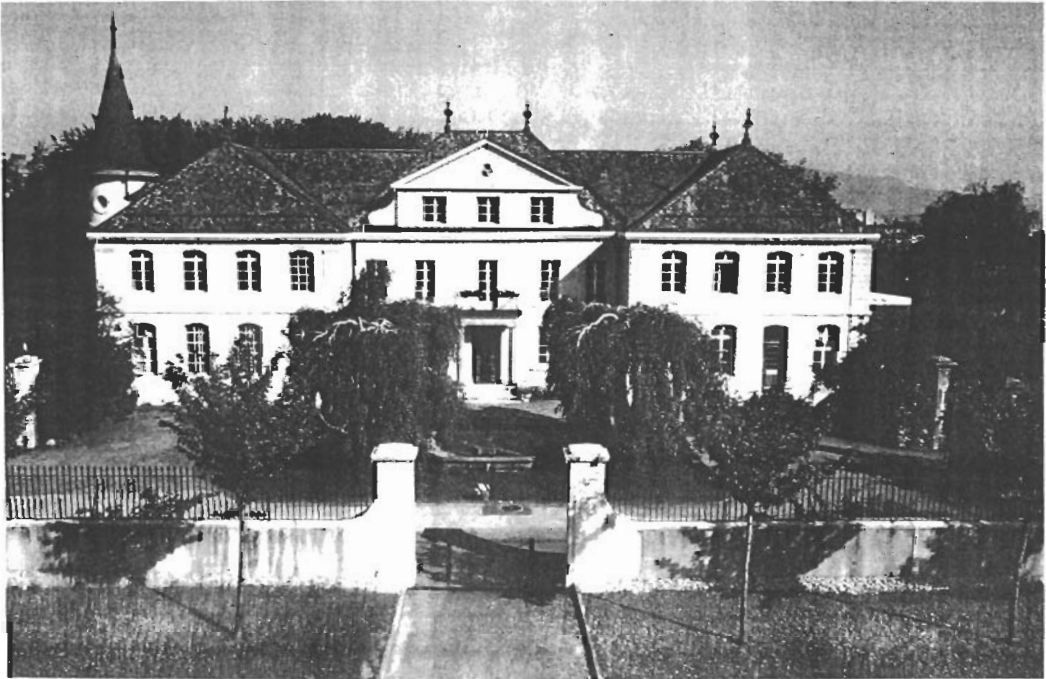
# GESCO

Groupe d'Etudes des Systèmes de  
Conduite de la Vigne

10<sup>èmes</sup> Journées

Changins - Suisse

26 - 28 mai 1998



## **Estimation de la surface foliaire principale et secondaire d'un sarment de vigne**

*C. M. A. Lopes et P. A. Pinto*

Departamento de Produção Agrícola e Animal. Instituto Superior de Agronomia. Tapada da Ajuda, 1399 Lisboa Codex

### **RÉSUMÉ**

Dans ce travail on présente des modèles empiriques pour estimer, de façon directe et non destructive, la surface foliaire principale et secondaire d'un sarment de vigne pour quatre cépages portugaises. La surface d'une feuille a été estimée avec un modèle basé sur la forte corrélation entre la somme des longueurs des deux premières nervures latérales et la surface foliaire. Pour l'estimative de la surface foliaire principale d'un sarment on a développé un modèle a partir d'une régression multiple de quatre variables explicatives: longueur du sarment, nombre de feuilles principales et surface foliaire de la feuille majeure et mineure. Pour la surface foliaire secondaire on propose un modèle similaire mais en considérant chaque entrecoeur comme une feuille composé. Ce modèle utilise comme variables explicatives le nombre de feuilles secondaires, le nombre d'entrecoeurs et la surface foliaire et nombre de feuilles de l'entrecoeur major et mineur. La surface foliaire de chacun de ces deux entrecoeurs est estimé avec un modèle similaire a celui proposé pour les feuilles principales mais sans la longueur du rameau. Ces modèles ont été validés avec des données indépendants d'un échantillon de sarments prélevés périodiquement dans la saison. D'après les bons résultats de la validation on peut dire que, avec ces modèles, on peut estimer rapidement la surface foliaire total d'un sarment, de façon non destructive et avec une bonne précision.

### **SUMMARY**

#### **Estimation of main and secondary leaf area of a vine shoot**

Empirical models for estimating, by non-destructive methods, main and secondary leaf area of a vine shoot of four Portuguese vine varieties are presented. The single leaf area is estimated by a model that uses the lengths of the two superior lateral leaf veins. For estimating each shoot main leaf area a four variable model is proposed: shoot length, main leaf number and area of the major and minor leaves. For the secondary shoot leaf area a similar model is proposed that considers each secondary shoot as a composed leaf. With the exception of shoot length, this model uses the same variables, plus the secondary shoot number and the leaf number of the major and minor secondary shoots. The leaf area of those two secondary shoots could be estimated with a similar model to that proposed for the main leaf area but without the shoot length. Those models were validated with an independent set of data periodically harvested along the season. Our results shows that with those models we could predict in a simple and accurate way the total vine shoot leaf area.

#### **1- Introduction**

Dans la plupart des études d'ecophysiologie de la vigne la détermination de la surface foliaire est indispensable pour bien comprendre les réponses de la plante. En plus de nous fournir une estimative de la vigueur, a partir de la quantification de la surface foliaire on peut déterminer plusieurs indices très importants pour évaluer le potentiel qualitatif des systèmes de conduite et des vignobles.

Les méthodes de mesure de la surface foliaire peuvent se diviser en directs et indirects. Les estimations indirectes, basées sur des mesures de la pénétration de la lumière dans le couvert (Grantz & Williams, 1993; Sommer & Lang, 1994; Ollat *et al*, 1995; Oliveira & Santos, 1995) exigent des appareils encore chers et peu répandus et des étalonnages fréquents, surtout pour les couverts discontinus comme celui de la vigne.

Les méthodes directes, basées sur des mesures d'un échantillon de feuilles, peuvent être destructives et non destructives. Les premiers, en plus de la destruction de la surface photosynthétique, ne permettant pas

d'accompagner l'évolution de la surface foliaire pendant le cycle végétatif sur la même plante. Les méthodes non destructives incluant l'utilisation de planimètres portables, appareils très chers et pas faciles d'utiliser en plein champ, et les modèles qui se basent sur des relations allométriques entre la surface foliaire et des paramètres mesurés directement sur les feuilles et/ou rameaux. Pour estimer la surface foliaire d'une feuille on peut utiliser la somme des longueurs des deux premières nervures latérales (Carbonneau, 1976 a), la longueur et/ou la largeur maximale de la feuille (Smith & Kliewer, 1984; Elsner & Jubb, 1988; Schultz, 1992) et le poids frais (Sepúlveda & Kliewer; 1983). Malgré la simplicité et bonne précision de ces méthodes, pour estimer la surface foliaire total d'un sarment il est encore nécessaire mesurer plusieurs feuilles, même si on utilise un échantillon comme proposé par Carbonneau (1976 b).

De façon à réduire le nombre de feuilles à mesurer Barbagallo *et al.* (1996) proposent un modèle empirique pour estimer la surface foliaire principale d'un sarment d'après la mesure de seulement trois feuilles, la majeure, la apical et une intermédiaire. Toutefois ce modèle ne permet pas d'estimer la surface foliaire secondaire qui, en certaines conditions, peut représenter une proportion important de la surface foliaire total du rameau. Pour résoudre ce problème Mabrouk et Carbonneau (1996) proposent une méthode basé sur des corrélations entre la surface foliaire total et la longueur totale du rameau principal et de ses entrecoeurs pour le cépage Merlot.

Dans ce travail on propose des modèles empiriques basées sur des mesures des paramètres de la feuille et du sarment, pour estimer de façon non destructive et avec un nombre réduit de mesures, la surface foliaire principale et secondaire d'un sarment de vigne pour quatre cépages portugaises.

## 2 - Matériel et méthodes

Pour la construction des modèles on a utilisé des données de quatre cépages: 2 blancs – 'Fernão Pires' et 'Vital' – et 2 rouges – 'Periquita' et 'Touriga Nacional'. Les données des cépages blancs ont été obtenus en 1992 dans un essai installé à Tapada da Ajuda, Lisboa (Lopes, 1994). Les données du cépage 'Periquita' ont été obtenus en 1992 dans un essai installé dans la région vitivinicole du Cartaxo (Silva, 1993) et ces du cépage 'Touriga Nacional' dans un essai installé dans la région Dão (Pedroso *et al.*, 1995). Dans toutes ces situations la végétation est ascendante et rogné après floraison.

Pour l'obtention du modèle de la surface foliaire unitaire on a utilisé la méthode proposé par Carbonneau (1976 a). On a obtenu une équation par cépage d'après un échantillon de 200 feuilles prélevés au hasard et sur les quelles on a mesuré la longueur des nervures et la surface foliaire réelle (Delta T Area Metter).

Les données utilisées pour les modèles qui estiment la surface foliaire d'un sarment ont été obtenus d'après un échantillon de 42 rameaux par cépage. Pendant le mois de Juillet (15 à 30 jours avant la véraison) pour chaque rameau on a fait les notations suivantes: longueur du rameau, nombre de feuilles principales et secondaires et longueur des deux premières nervures latérales de toutes les feuilles en excluant les jeunes feuilles avec un longueur de la nervure principale inférieur à 3 cm. Après la séparation des données des feuilles principales et secondaires on a essayé plusieurs corrélations et régressions multiples entre la surface foliaire total (variable dépendant) et plusieurs variables indépendants. Dans la plupart des situations, pour améliorer la qualité d'ajustement on a transformé les valeurs dans son logarithme naturel. A cause de la présence de beaucoup de sarments sans entrecoeurs, pour les modèles de la surface foliaire secondaire on a utilisé seulement 24 sarments par cépage. Les meilleures modèles ont été validés avec une série indépendant de données du cépage Periquita obtenus au Cartaxo sur 270 sarments prélevés périodiquement 6 fois (45 sarments par date) pendant le cycle végétatif de 1997 (Russo, 1998).

## 3- Résultats et discussion

### 3.1- Estimative de la surface foliaire d'une feuille

Les résultats des régressions entre la surface foliaire et la longueur des nervures sont présentés dans le tableau 1. Pour les quatre cépages la somme de la longueur des deux premières nervures latérales a donné un meilleur ajustement que la longueur de la nervure principale. Ces résultats confirment les de Carbonneau (1976 a) obtenus pour plusieurs cépages françaises et montrent qui, malgré la duplication des mesures, les deux premières nervures latérales permettent un important gagne de précision comparativement à nervure principale. Le modèle global obtenu à partir de toutes les données des quatre cépages est représenté dans la figure 1.

Tableau 1 – Résultats des régressions entre la surface foliaire (variable dépendante) et la longueur des nervures pour 4 cépages. Régressions faites après la transformation en logarithmique naturel des deux variables. L1 – longueur de la nervure principale; L2 –somme de la longueur des 2 premières nervures latérales; n= 200 feuilles.

| CÉPAGE           | NERVURES<br>(variable indépendante) | R <sup>2</sup> | Écart-type<br>(cm <sup>2</sup> ) |
|------------------|-------------------------------------|----------------|----------------------------------|
| FERNÃO PIRES     | L1                                  | 0.83 ***       | 19.5                             |
|                  | L2                                  | 0.94 ***       | 12.6                             |
| VITAL            | L1                                  | 0.88 ***       | 22.1                             |
|                  | L2                                  | 0.95 ***       | 17.5                             |
| TOURIGA NACIONAL | L1                                  | 0.84 ***       | 11.8                             |
|                  | L2                                  | 0.96 ***       | 7.0                              |
| PERIQUITA        | L1                                  | 0.86 ***       | 23.8                             |
|                  | L2                                  | 0.96 ***       | 13.5                             |

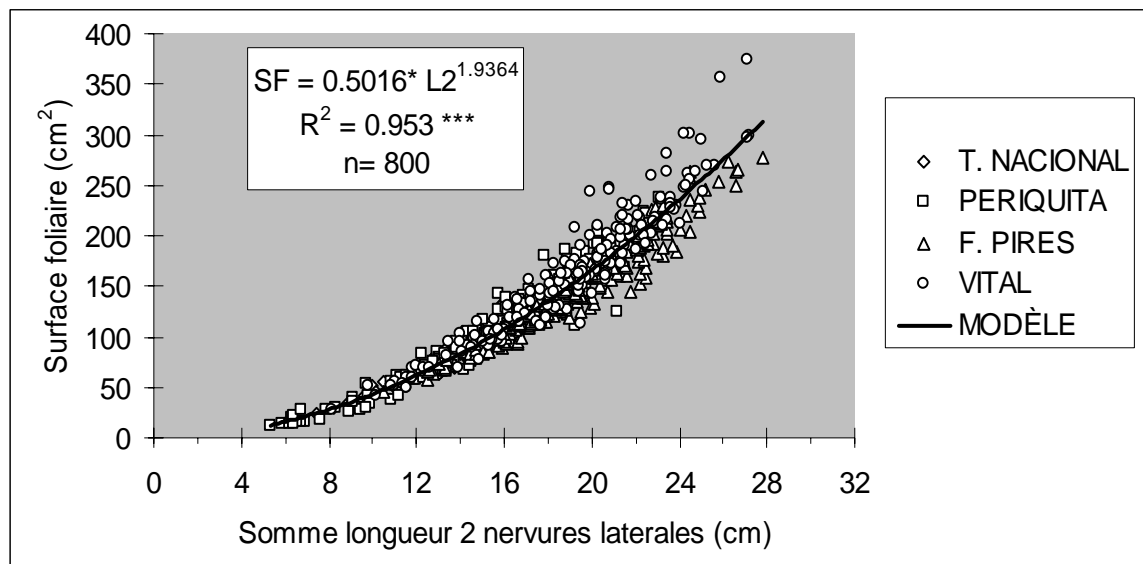


Figure 1 – Relation entre la surface foliaire (SF) et la somme de la longueur des deux premières nervures latérales (L2) de la feuille pour 4 cépages portugaises.

### 3.2- Estimative de la surface foliaire d'un sarment

#### 3.2.1- Surface foliaire principale

Pour estimer la surface foliaire principale d'un sarment on a fait des régressions multiples entre les transformations logarithmiques de la surface foliaire principale du sarment et d'un groupe de quatre variables explicatives (fig. 2):

$$(1) SF_p = \text{EXP}[(0.139 + 0.120 * \ln(L) + 0.902 * \ln(NF_p) + 0.763 * \ln(SF_{mx}) + 0.116 * \ln(SF_{mi})]$$

$$R^2 = 0.961 ***; n = 168$$

SF<sub>p</sub> - surface foliaire principale d'un sarment (cm<sup>2</sup>);

L - longueur du sarment (cm);

NF<sub>p</sub> – n° de feuilles principales du sarment (nervure principale > 3 cm);

SF<sub>mx</sub> – surface foliaire de la feuille majeure (cm<sup>2</sup>);

SF<sub>mi</sub> – surface foliaire de la feuille mineure (cm<sup>2</sup>).

Avec ce modèle on peut estimer la surface foliaire principale du sarment d'une façon rapide et avec une bonne précision. Il suffit de mesurer la longueur du sarment, compter le nombre de feuilles et mesurer la

longueur des deux premières nervures latérales de la feuille majeure et mineure, facilement identifiés sur le sarment.

### 3.2.2- Surface foliaire secondaire

Pour estimer la surface foliaire d'un entrecoeur on a fait des régressions similaires a ces indiqués pour le modèle précédent. Le modèle obtenu est représenté dans l'équation suivante:

$$(2) \text{ SFe} = \text{EXP}(-0.058 + 1.002 * \ln(\text{NFe}) + 0.754 * \ln(\text{SFmx\_e}) + 0.238 * \ln(\text{SFmi\_e}))$$

$$R^2 = 0.990 \text{ ***}; n = 96.$$

SFe- surface foliaire d'un entrecoeur (cm<sup>2</sup>);

NFe – nombre de feuilles de l'entrecoeur (nervure principale > 3 cm);

SFmx\_e – surface foliaire de la feuille majeure de l'entrecoeur (cm<sup>2</sup>);

SFmi\_e – surface foliaire de la feuille mineure de l'entrecoeur (cm<sup>2</sup>).

Malgré sa très bonne précision, ce modèle serve seulement pour les situations de faible vigueur. Dans les cas où les sarments portent plusieurs entrecoeurs, la mesure de deux feuilles par chaque entrecoeur n'est pas très pratique. De façon à réduire le nombre de feuilles à mesurer, on a fait une analogie avec le rameau principal, en considérant chaque entrecoeur comme une feuille composée, et on a obtenu le modèle suivante (fig. 2).

$$(3) \text{ SFs} = 211.31 - 23.76 * \text{Ne} + 1.90 * \text{SFe\_mx} + 4.42 * \text{SFe\_mi} + 50.61 * \text{NFs} - 85.60 * \text{NFe\_mx} - 243.80 * \text{NFe\_mi}$$

$$R^2 = 0.978 \text{ ***}; n = 96$$

SFs- surface foliaire secondaire (cm<sup>2</sup>);

Ne – nombre d'entrecoeurs;

SFe\_mx – surface foliaire de l'entrecoeur majeur (cm<sup>2</sup>);

SFe\_mi – surface foliaire de l'entrecoeur mineur (cm<sup>2</sup>);

NFs – nombre de feuilles de toutes les entrecoeurs du sarment (nervure principale > 3 cm);

NFe\_mx - nombre de feuilles de l'entrecoeur majeur

NFe\_mi - nombre de feuilles de l'entrecoeur mineur

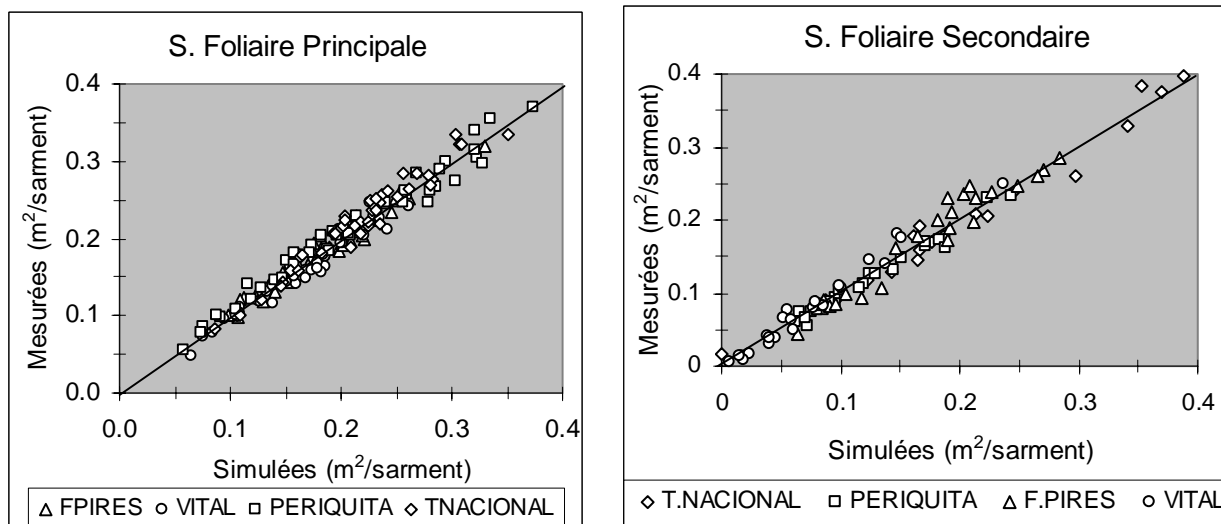


Figure 2 – Surface foliaire mesurée et simulée par les modèles représentés dans les équations 1 (gauche) et 3 (droit). La ligne représente l diagonale 1/1.

Ce modèle se base sur six variables faciles à noter au champs. Il suffit de compter toutes les feuilles secondaires, en notant son nombre par entrecoeur, et de mesurer la longueur des deux premières nervures latérales sur quatre feuilles, deux de l'entrecoeur majeur et deux de l'entrecoeur mineur.

### 3.2.3- Validation des modèles

Les modèles ont été validés avec des données indépendants d'un échantillon de sarments du cépage Periquita prélevés périodiquement dans la saison de 1997. Dans la figure 3 on peut voir un bon accord entre la surface foliaire total mesurée et estimée.

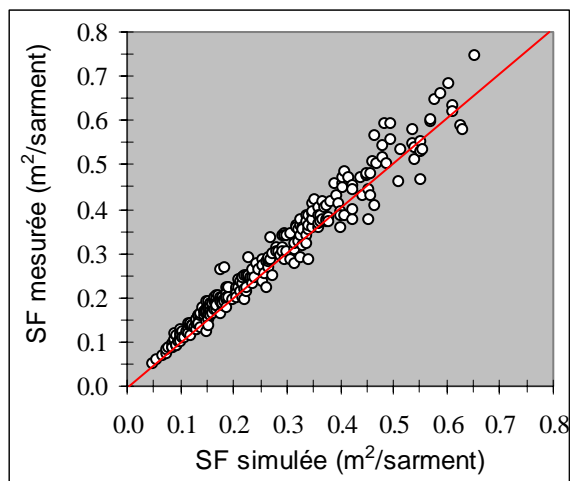


Figure 3 – Validation des modèles avec un échantillon de 270 sarments du cépage Periquita, prélevés périodiquement 6 fois (45 sarments par date) pendant le cycle végétatif de 1997. SF – surface foliaire total d'un sarment. La ligne représente la diagonal 1/1.

## 4 – CONCLUSIONS

Les résultats obtenus montrent que la surface foliaire total d'un sarment peut être estimé, de façon non destructive, rapidement et avec une bonne précision. Ces modèles permettent aussi d'estimer en séparé la surface foliaire principale et secondaire, ce qui est très important dans la majorité des études. La possibilité de les utiliser pour plusieurs cépages est aussi une importante caractéristique qu'il faut explorer.

Les bons résultats de la validation semblent indiquer que ces modèles sont indépendants de la période du cycle végétatif toutefois il faut encore les valider pour autres situations et cépages.

## Remerciements

Les auteurs remercient les collègues Vanda Pedroso et Sérgio Martins pour les données du cépage Touriga Nacional et les plusieurs stagiaires de la chaire de Viticulture pour son aide dans les mesures et saisi des données.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BARBAGALLO, M.G.; LORENZO, R. DI; MOTISI, A.; SOTTILE, I. (1996). Estimation of leaf area changes along the primary shoot in grapevine. *Compte Rendu 9<sup>èmes</sup> Journées GESCO*, Univ. Horticulture & Food Industries (ed.), Budapest, 245-250.
- 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**: 327-343.
- CARBONNEAU, A. (1976b). Analyse de la croissance des feuilles du sarment de vigne: estimation de sa surface foliaire par échantillonnage. *Conn. Vigne et Vin*. **10**(2): 141-159.

- ELSNER E.A. & JUBB, G. (1988). Leaf area estimation of concord grape leaves from single linear measurements. *Am. J. Enol. Vitic.*, **39(1)**: 95-97.
- GRANTZ, D.A.; WILLIAMS, L.E. (1993). An empirical protocol for indirect measurement of LAI in grape (*Vitis vinifera* L.), *Hortscience* **28 (8)** : 777-779.
- LOPES, C.M.A. (1994). Influência do sistema de condução no microclima do coberto, vigor e produtividade da videira (*Vitis vinifera* L.). *Dissertação de Doutoramento*, Instituto Superior de Agronomia, UTL, Lisboa, 205 pp.
- MABROUK, H.; CARBONNEAU, A. (1996). Une méthode simple de détermination de la surface foliaire de la vigne (*Vitis vinifera* L.). *Progés Agricole et Viticole*, **113(18)**: 392-398.
- OLIVEIRA, M. & SANTOS, m. (1995). A semi-empirical method to estimate canopy leaf area of vineyards. *Am. J. Enol. Vitic.*, **46(3)**: 389-391.
- OLLAT, N.; FERMAUD, M.; VOGUE, A. (1995). Evaluation des mesures indirectes de l'indice foliaire d'un vignoble avec l'analyseur de couverts vegetaux LAI 2000. *Actas 8<sup>as</sup> Jornadas GESCO*, ADISA (ed.), Lisboa, 88-93.
- PEDROSO, V.; LOPES, C.; JESUS, C.; MARTINS, S.; BRITES, J.; CASTRO R. (1995). Condução da Touriga Nacional no Dão. Interações, forma, carga e porta-enxerto. *Actas 8<sup>as</sup> Jornadas GESCO*, ADISA (ed.), Lisboa, 66-71.
- RUSSO, S. J. T. (1998). Influência da carga à poda na produtividade e qualidade do mosto da videira, (*Vitis vinifera* L.) casta 'Periquita'. *Relatório Final do curso de Eng<sup>a</sup> Agronómica*, UTL, ISA, Lisboa, (en public.).
- SEPÚLVEDA, G. & KLIEWER, W.M. (1983). Estimation of leaf area of two grapevine cultivars (*Vitis vinifera* L.) using laminae linear measurements and fresh weight. *Am. J. Enol. Vitic.*, **34(4)**: 221-226.
- SHULTZ, H.R. (1992). An empirical model for the simulation of leaf appearance and leaf development of primary shoots of several grapevine (*Vitis vinifera* L.). *Scientia Horticulturae* **52**, 179-200.
- SILVA, P. C.(1993). Influência das intervenções em verde na estrutura do coberto e na intercepção da radiação em *Vitis vinifera* L. cv. Periquita. *Relatório Final do curso de Eng<sup>a</sup> Agronómica*, UTL, ISA, Lisboa, 87 pp.
- SMITH, R.J. & KLIEWER, W.M. (1984). Estimation of Thompson Seedless grapevine leaf area. *Am. J. Enol. Vitic.*, **35(1)**: 16-22.
- SOMMER, K.J.; LANG, A.R.G. (1994). Comparative analysis of two indirect methods of measuring LAI as applied to minimal and spur pruned grape vines. *Aust. J. Plant Physiol.* **21(2)** : 197-206.