

Étude de la variabilité intra-arbre chez le grenadier (*Punica granatum* L.) : application à l'échantillonnage des fruits

Messaoud Mars^{a*}
Mohamed Marrakchi^b

^a Institut des régions arides,
4119 Médenine,
Tunisie

^b Faculté des sciences,
campus universitaire,
1060 Tunis,
Tunisie

Study of pomegranate (*Punica granatum* L.) intra-tree variability: application to fruit sampling.

Abstract — Introduction. The heterogeneity of pomegranate (*Punica granatum* L.) fruits produced by the same tree is sometimes more significant than that observed between distinct trees. **Materials and methods.** The intra-tree variability of certain fruit characteristics was studied to determine the number of fruits to take and the method to be used to obtain a sample representative of the whole tree harvest. **Results and discussion.** The fruit position, inside or outside the canopy, and the age of carrying wood are, among the studied characteristics, those which have affected more the quality of the fruit. Moreover, they allow a subdivision of the tree into 'layers'. The distribution of the fruits among these various layers was studied and compared with that of the whole harvest of the whole tree. **Conclusion.** The internal layers in the canopy, homogeneous between themselves and carrying about 75 % of the total harvest could provide samples quantitatively and qualitatively representative of the whole tree harvest. The minimal size of the sample would be 12 fruits per pomegranate tree, which represents approximately 15 % of the total number of fruits produced by the tree. © Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

Tunisia / *Punica granatum* / fruits / quality / methods / sampling / agronomic character

Étude de la variabilité intra-arbre chez le grenadier (*Punica granatum* L.) : application à l'échantillonnage des fruits.

Résumé — Introduction. Chez le grenadier (*Punica granatum* L.), l'hétérogénéité des fruits produits par un même arbre est parfois plus importante que celle observée entre arbres distincts. **Matériel et méthodes.** La variabilité intra-arbre de certaines caractéristiques du fruit a été étudiée pour déterminer le nombre de fruits à prélever et la méthode à utiliser pour obtenir des échantillons représentatifs de la production globale de l'arbre. **Résultats et discussion.** La position des fruits à l'intérieur ou à l'extérieur de la frondaison et l'âge du bois porteur sont, parmi les caractéristiques étudiées, celles qui ont affecté le plus la qualité du fruit. Elles permettent en outre une répartition de l'arbre en « strates ». La distribution des fruits parmi ces différentes strates a été étudiée et comparée à celle de la récolte entière de l'arbre entier. **Conclusion.** Les strates internes de la frondaison, homogènes entre elles et portant environ 75 % du total de la récolte, se sont révélées les plus aptes à fournir des échantillons quantitativement et qualitativement représentatifs de la récolte entière de l'arbre. La taille minimale de l'échantillon serait de 12 fruits par grenadier, ce qui représente environ 15 % du nombre total de fruits produit par arbre. © Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

Tunisie / *Punica granatum* / fruits / qualité / méthode / échantillonnage / caractère agronomique

* Correspondance et tirés à part

Reçu le 25 janvier 2000
Accepté le 20 juin 2000

Fruits, 2000, vol. 55, p. 347–355
© 2000 Éditions scientifiques
et médicales Elsevier SAS
All rights reserved

RESUMEN ESPAÑOL, p. 355

1. introduction

La variabilité des espèces végétales s'exprime au travers des caractéristiques de l'appareil végétatif ou de l'appareil reproducteur de la plante. L'évaluation des variétés fruitières se fait à partir de l'utilisation de variables quantitatives et qualitatives dont l'importance relative dépend de l'exploitation qui doit en être faite par le sélectionneur, le producteur, le distributeur ou le consommateur [1]. Cette évaluation nécessite l'adoption de techniques d'échantillonnage adéquates garantissant une bonne représentativité des données collectées [2, 3].

Chez les espèces fruitières, les fruits produits par un même arbre sont parfois plus hétérogènes entre eux qu'entre fruits d'arbres ou de cultivars différents. Ce problème, observé chez diverses espèces telles que le pommier [4], le mirabellier [5], l'abricotier [6] ou les agrumes [2, 7-9], peut constituer un handicap pour l'étude de la diversité génétique et la commercialisation des fruits. La variabilité inter et intra-arbre a été attribuée à plusieurs facteurs : porte-greffe utilisé [10], conduite de l'arbre telle que la taille et l'éclaircissage des fruits [11] ou microclimats générés par la quantité de lumière interceptée par l'arbre, la température ou l'humidité [6, 9, 12]. Pour effectuer un échantillonnage, il faudra donc tenir compte de ces divers types de variations [6].

Chez le grenadier, (*Punica granatum* L.), le problème de l'hétérogénéité de la production s'est posé dès les premières tentatives d'analyse de la diversité présente dans certains vergers. Cela a justifié une étude des variations de quelques paramètres liés à la qualité des fruits récoltés sur un même arbre. L'objectif des travaux effectués a été la mise au point d'une méthode d'échantillonnage définissant certains critères à prendre en compte pour acquérir des données homogènes et représentatives. Les critères analysés ont porté sur la localisation des fruits prélevés, les techniques utilisées pour le prélèvement et le nombre de fruits à analyser.

2. matériel et méthodes

Les expérimentations ont porté sur six grenadiers adultes de la variété « Gabsi », distants de 5 m x 5 m et repérés à l'intérieur d'un même verger. Ces six arbres ont été entretenus de la même façon et ont donné une récolte estimée moyenne. La production des grenadiers échantillonnés a été évaluée en fonction de deux types d'exposition des fruits :

– L'exposition ensoleillée a concerné les fruits formés dans une portion de la haute frondaison exposée du sud-ouest au nord-est. Dans cette partie, les 50 derniers centimètres des rameaux situés à l'extérieur de la canopie (position externe) ont été considérés indépendamment du reste de la frondaison (position interne),

– le reste de l'arbre a été considéré comme étant à l'ombre. Pour cette partie, la même division entre zones situées à l'extérieur et l'intérieur de l'arbre que celle envisagée précédemment a été adoptée.

Au cours de la récolte réalisée pendant la période de production habituelle de la variété Gabsi, tous les fruits encore sur l'arbre au moment de l'échantillonnage ont été systématiquement récoltés le même jour et observés individuellement. Les données ont été interprétées en fonction de l'exposition (ensoleillée ou ombrée) et de la position (externe ou interne) des fruits et de l'âge du bois porteur. Chaque fruit a été caractérisé par son emplacement dans l'arbre et a été affecté un numéro d'ordre.

Deux types d'âge du bois porteur des fruits ont été considérés : le bois jeune correspondant au bois de l'année et le bois, dit « âgé », ayant une année et plus.

Les caractéristiques étudiées ont été le poids frais du fruit (PF), son diamètre équatorial (DF) et la couleur externe de l'écorce (CE) déterminée à partir d'une échelle de couleur allant du vert jaunâtre (note 2) au rouge violacé très foncé (note 14).

Au total, au cours de cette expérimentation, près de 500 fruits ont été récoltés et observés individuellement. Les résultats ont été analysés statistiquement à l'aide des logiciels Statgraphics et SPSS en faisant

intervenir des statistique descriptive, analyse de variance, comparaison de moyennes (test de la plus petite différence significative) et tests non paramétriques (test de Kolmogorov-Smirnov). Cela a permis de décrire la récolte et de déterminer les facteurs affectant la qualité des fruits, la stratification de l'arbre et la méthode d'échantillonnage.

3. résultats

3.1. répartition spatiale de la récolte d'un grenadier

Les expositions ensoleillée et ombragée de l'arbre, telles que définies précédemment, ont porté respectivement 57 % et 43 % de l'ensemble des fruits, sans qu'il n'y ait eu, cependant, de différence significative entre ces deux résultats (*tableau I*).

En revanche, la position externe et interne des fruits a influencé de façon hautement significative la répartition des fruits (*tableau I*). Ainsi, 25 % d'entre eux, soit une proportion relativement faible, se trouvent localisés à l'extérieur de la frondaison, le reste étant réparti à l'intérieur du feuillage.

L'âge du bois porteur a affecté également de façon significative la répartition des fruits du grenadier (*tableau I*), 63 % de l'effectif total étant porté, en moyenne, par le bois âgé et les 37 % restant par le bois jeune.

Tout comme le nombre de fruits portés par l'arbre, la répartition de la récolte, exprimée par rapport au poids total de la production obtenue, a été significativement affectée par la position interne ou externe des fruits et l'âge du bois porteur, mais pas par l'exposition (*tableau I*).

Tableau I.

Effets de l'exposition (soleil ou ombre), de la position dans la frondaison (externe ou interne) et de l'âge du bois porteur de fruits (moins d'un an ou plus d'un an) sur certaines caractéristiques de la production du grenadier en Tunisie.

Paramètre Modalité	% du nombre total de fruits sur l'arbre	% du poids total de fruits sur l'arbre (g)	Poids moyen des fruits (mm) ± s	Diamètre moyen des fruits ± s	Coloration extérieure ± s
Exposition (A)					
Ensoleillée	57	56	277,7 ± 56,4	80,6 ± 5,9	7,37 ± 0,9
Ombragée	43	44	285,2 ± 74,9	80,6 ± 6,7	7,35 ± 0,7
Signification	ns	ns	ns	ns	ns
Position (B)					
Externe	25	20	240,4 ± 41,4	76,8 ± 4,8	7,46 ± 0,6
Interne	75	80	299,7 ± 68,6	83,5 ± 5,6	7,43 ± 0,9
Signification	***	***	***	***	**
Âge du bois (C)					
Bois jeune	37	37	279,9 ± 53,9	80,6 ± 5,5	7,38 ± 0,8
Bois âgé	63	63	282,8 ± 73,7	80,6 ± 6,7	7,49 ± 0,7
Signification	***	***	ns	ns	**
Interactions					
A × B	ns	ns	ns	ns	ns
A × C	**	**	ns	ns	ns
B × C	ns	ns	ns	ns	ns

s : écart type.

ns : non significatif, ** : significatif à $p = 5\%$, *** : significatif à $p = 1\%$.

Cependant, l'exposition des fruits et l'âge du bois porteur ont eu une interaction significative (*tableau I*) : le bois âgé situé dans la partie ensoleillée de l'arbre a porté, en moyenne, 38 % du total de la récolte, alors que le même type de bois en zone d'ombre n'en a porté que 25 %. La proportion de récolte portée en moyenne par le bois jeune reste comparable dans les deux parties de l'arbre (19 et 18 %). En fait, les pousses externes exposées vers le soleil portent davantage de fruits (16 % en effectif et 13 % en poids) que celles situées à l'extérieur de la partie ombragée de l'arbre (9 % en effectif et 7 % en poids). Toutefois, l'interaction « position × exposition » a été statistiquement non significative (*tableau I*).

3.2. stratification de l'arbre

Afin de limiter l'hétérogénéité des fruits prélevés, il est nécessaire de pouvoir constituer des « groupes homogènes » dans la population mère échantillonnée. Ces groupes homogènes ont été nommés « strates » et l'opération a été appelée « stratification » [13].

D'après nos résultats, la qualité des fruits, appréciée par les poids, diamètres et couleur extérieure des grenades, a été particulièrement affectée par leur position à l'extérieur ou à l'intérieur de la frondaison : le poids moyen des fruits de l'intérieur de la frondaison (299,7 g) a été plus élevé que celui des fruits se trouvant à l'extérieur (240,4 g) et ces différences ont été hautement significatives (*tableau I*).

En général, le poids moyen des fruits ne varie pas selon l'exposition et, dans notre expérimentation, les différences de poids observées entre les fruits récoltés sur la partie ensoleillée (277,7 g) et ceux provenant de la partie ombragée (285,2 g) ont été statistiquement non significatives (*tableau I*).

L'âge du bois porteur n'a pas eu d'effets significatifs sur le poids moyen des fruits produits (*tableau I*).

Le diamètre moyen des grenades a suivi les mêmes variations que le poids moyen. Il a été significativement affecté par la position interne ou externe du fruit, mais non

influencé par l'exposition et l'âge du bois porteur (*tableau I*).

Enfin, la coloration externe des fruits n'a pas présenté de différences significatives dues au facteur exposition, mais elle a été affectée par l'âge du bois porteur et la position (*tableau I*).

La position des fruits dans la canopie et l'âge du bois porteur sont donc les deux facteurs pouvant influencer les caractéristiques de la grenade. En conséquence, ils peuvent être utilisés pour définir, à l'échelle de l'arbre, des strates homogènes utiles pour l'échantillonnage. Quatre strates différentes issues des combinaisons de ces deux facteurs ont donc été proposées : strate 1, extérieur de la frondaison et bois jeune ; strate 2, extérieur de la frondaison et bois âgé ; strate 3, intérieur du feuillage et bois jeune ; strate 4, intérieur du feuillage et bois âgé.

3.3. comparaison quantitative des strates

Nous avons cherché à définir des strates homogènes, représentatives de la récolte totale de l'arbre entier. Une première comparaison a été réalisée à partir des moyennes des différentes variables calculées pour chacune des quatre strates définies précédemment ; les données obtenues sur l'arbre entier ont été analysées comme s'il s'agissait d'une cinquième strate.

Le poids moyen des fruits, variant de 244,6 g à 314,5 g, a été variable selon les strates (*tableau II*). Les différences ont été significatives entre les strates 1 et 3, les strates 2 et 3, et les strates 2 et 4. La moyenne générale des fruits récoltés sur l'arbre entier ne diffère pas statistiquement des moyennes calculées séparément pour les quatre strates.

Le diamètre moyen des fruits a été différent entre la strate 1 d'une part et les strates 3 et 4 d'autre part. La moyenne de l'arbre entier reste comparable à celles des différentes strates prises séparément (*tableau II*).

La couleur de l'écorce des grenades ne présente de différences significatives ni entre strates, ni entre strates et arbre entier (*tableau II*).

Tableau II.

Effectifs, proportions et valeurs moyennes des poids, diamètre et couleur externe de grenades récoltées dans l'arbre entier et dans quatre strates de la frondaison : strate 1, extérieur de la frondaison et bois jeune ; strate 2, extérieur de la frondaison et bois âgé ; strate 3, intérieur et bois jeune ; strate 4, intérieur et bois âgé (moyennes de six grenadiers, sud de la Tunisie).

Zone considérée	Nombre moyen de fruits	Proportion de fruits (%)	Poids moyen d'un fruit (g)	Diamètre moyen d'un fruit (mm)	Coloration moyenne du fruit
Strate 1	14	17,1	257,8 ± 90,7 ab	75,5 ± 10,30 a	7,16 ± 1,02
Strate 2	6	7,3	244,6 ± 45,9 a	76,8 ± 6,02 ab	7,60 ± 0,62
Strate 3	37	45,1	314,5 ± 95,7 c	83,8 ± 10,02 b	7,66 ± 1,30
Strate 4	25	30,5	306,6 ± 85,6 bc	83,2 ± 9,08 b	7,33 ± 1,19
Arbre entier	82	100	293,5 ± 98,5 abc	81,8 ± 11,06 ab	7,33 ± 1,27
Signification	-	-	**	**	ns

Les lettres a, b et c dans une même colonne indiquent les moyennes appartenant à des groupes homogènes (test de la plus petite différence significative).

ns : test non significatif, ** : test significatif à $p = 5\%$.

Aucune des quatre strates définies à l'échelle de l'arbre ne présente de différences significatives avec la moyenne de la récolte entière de l'arbre. Il apparaît dès lors envisageable de prélever, sur chacune des strates définies, des échantillons qui seraient quantitativement représentatifs de la population entière de fruits portés par le grenadier.

3.4. comparaison qualitative des strates

Afin d'analyser la répartition des fruits dans les différentes strates définies sur l'arbre, chacune des variables « poids moyen », « diamètre moyen » et « couleur externe » du fruit ont été subdivisées en classes (tableau III).

La fréquence des fruits observés dans chacune des classes de poids et de diamètres ainsi définies a présenté des différences significatives. En revanche, il y a eu peu de variations entre strates, et entre strates et arbre entier, pour la répartition des fruits dans les quatre classes de couleur.

L'homogénéité de la répartition des fruits au sein des classes de « poids moyen », « diamètre moyen » et « couleur externe », au sein des différentes strates, a été évaluée à l'aide de tests non paramétriques (test de Kolmo-

gorov-Smirnov). L'étude a permis, en outre, de déterminer quelles étaient les strates pour lesquelles la répartition des fruits, dans ces différentes classes, était comparable à celle de la récolte de l'arbre entier. Les strates 3 et/ou 4, situées à l'intérieur de l'arbre (tableau III) se sont ainsi révélées les plus proches des caractéristiques de la production de l'arbre entier.

Des échantillonnages effectués dans ces strates 3 ou 4 pourraient donc être représentatifs de la récolte totale du grenadier, tant du point de vue quantitatif que qualitatif.

3.5. détermination de la taille optimale de l'échantillon

La recherche du nombre minimal de fruits (n) à prélever pour constituer un échantillon représentatif de la production d'un grenadier a été réalisée en utilisant la formule élaborée par Dagnelie [14]. Elle s'applique à un paramètre qui suit une loi normale et dont le coefficient de variation est connu. La variable « diamètre des fruits » (= calibre des fruits) a été seule utilisée pour cette étude particulière, car elle a varié en fonction des strates (tableau II) mais a eu les coefficients de variation les plus faibles. Le nombre minimal moyen de

Tableau III.

Répartition moyenne des fruits (%) dans quatre strates définies au sein d'un grenadier (strate 1, extérieur de la frondaison et bois jeune ; strate 2, extérieur de la frondaison et bois âgé ; strate 3, intérieur et bois jeune ; strate 4, intérieur et bois âgé) et dans l'arbre entier, en fonction de classes définies pour trois variables (poids, diamètre et couleur externe) caractérisant le fruit (moyennes de six grenadiers, sud de la Tunisie).

a) Poids des fruits (g)						
Zone considérée	Classes					
	< 100	100-199	200-299	300-399	400-499	500
Strate 1	14	17	33*	26	10	0
Strate 2	0	20	57	12	11	0
Strate 3	2*	13*	31	33*	18*	3*
Strate 4	2	12*	31*	39	13*	3
Arbre entier 4	14	33	32	15	2	

b) Diamètre des fruits (mm)						
Zone considérée	Classes					
	< 50	50-59	60-74	75-84	85-99	100
Strate 1	3*	10	27	33	25	2
Strate 2	0	0	13	67	20	0
Strate 3	0	3*	17*	28	46*	6*
Strate 4	2*	2	12	40*	40*	4*
Arbre entier	1	4	16	35	39	5

c) Couleur externe du fruit				
Zone considérée	Classes du fruit			
	C ₁ ≤ 4	C ₂ 4,1-7,9	C ₃ 8-9,9	C ₄ ≥ 10
Strate 1	2	53*	41	4
Strate 2	0	60	34	6
Strate 3	2	51*	34*	13
Strate 4	0	56	39	5
Arbre entier	2	52	38	8

* Strate qui présente le moins de différences avec l'arbre entier (test non paramétrique de Kolmogorov-Smirnov).

fruits à échantillonner pour étudier le calibre des fruits produits par un grenadier a finalement été évalué à $n = 12$ fruits, ce qui représente près de 15 % de la récolte d'un arbre entier (tableau IV).

4. discussion et conclusions

Chez les espèces ligneuses fruitières, le mode de fructification est une caractéristique variétale spécifique. Dans les condi-

tions de notre étude sur le grenadier Gabsi, ce sont les rameaux âgés situés plutôt à l'intérieur de la frondaison qui ont été les plus fructifères. La majeure partie de la fructification (90 %) a eu lieu sous forme de fruits isolés. Les parties ensoleillées ont porté davantage de fruits que les parties ombragées, ce qui confirme certains travaux selon lesquels les rameaux bien exposés seraient plus chargés que ceux se trouvant à l'ombre [2, 6].

Tableau IV.

Nombre minimal de fruits à échantillonner dans un grenadier permettant de disposer de lots homogènes. Estimation à partir de l'étude du calibre des fruits de six arbres (sud de la Tunisie).

Arbre étudié	Nombre total de fruits récoltés (N)	Diamètre moyen du fruit (mm) $\pm s$	Coefficient de variation (%)	n minimal estimé	$[n / N] \times 100$
Arbre 1	83	84,2 \pm 6,1	7,2	9	10,8
Arbre 2	89	89,4 \pm 7,9	8,8	13	14,6
Arbre 3	74	84,0 \pm 7,3	8,6	12	16,2
Arbre 4	85	81,9 \pm 7,2	8,8	13	15,2
Arbre 5	60	84,1 \pm 6,3	7,5	9	15
Arbre 6	102	90,2 \pm 8,1	8,9	13	12,7

s : écart type.

Chez l'abricotier et les agrumes, les parties internes des expositions ensoleillées portent plus de fruits que celles, internes, des parties ombragées. Notre étude a montré que ce résultat est également vérifié chez le grenadier.

Comme chez d'autres espèces fruitières, l'appartenance des grenades à un secteur donné de l'arbre semble influencer leur qualité (poids, calibre, coloration externe). Ces variations dépendent du type de fruit (à noyau, à pépins, etc.), du mode de pollinisation, de la nature des pigments de coloration spécifiques, etc. [6, 8, 9].

L'influence de l'âge du bois porteur sur le calibre des fruits a surtout été mis en évidence chez le pommier. Comme dans nos résultats, l'âge du rameau interfère souvent avec l'exposition des fruits produits [4]. Cependant, à l'inverse de ce qui a été observé chez d'autres espèces, ce paramètre « exposition » (ensoleillée, ombragée) n'a eu d'effet significatif ni sur le calibre ni sur la coloration externe des grenades [9]. Cela pourrait signifier que, dans nos conditions, la luminosité totale interceptée par l'arbre n'a pas beaucoup varié d'une exposition à l'autre : l'espacement entre les arbres et l'orientation des lignes permettraient un éclairage satisfaisant.

En revanche, les fruits situés de l'extérieur vers l'intérieur de la frondaison ont présenté des variations importantes de

calibre et de coloration externe. L'abondance de la végétation pourrait donc modifier la pénétration de la lumière à l'intérieur de l'arbre et provoquer un échelonnement de la maturation des fruits [9].

Chez les agrumes [2], des variations de poids très importantes ont été trouvées à l'intérieur d'une même classe de calibre ; cette observation conduit à ne pas retenir cette caractéristique « poids du fruit » comme critère d'échantillonnage. Chez d'autres espèces, il a été difficile d'obtenir des lots de fruits de couleur homogène à cause, d'une part, de l'hétérogénéité des couleurs observée à un moment donné sur l'arbre et, d'autre part, du risque très probable de chevauchement des couleurs. Finalement, seul le critère de « calibre » ou « diamètre du fruit » permettrait de récolter des lots homogènes [5].

Dans nos conditions expérimentales, les coefficients de variation du paramètre « coloration extérieure du fruit » ont également été assez élevées par rapport à ceux relatifs au « diamètre du fruit ».

À partir de l'utilisation de différents outils statistiques, la taille minimale des échantillons proposée par les auteurs a varié selon les espèces étudiées. Pour l'oranger, Sites and Reitz [7] ont proposé des lots de vingt fruits par arbre, alors que, pour l'abricotier, Audergon [3] a déterminé des échantillons représentatifs de quarante fruits par

arbre. Les facteurs déterminants influençant la taille de l'échantillon sont le type de fruit étudié, sa taille relative, le nombre total de fruits porté par l'arbre et le niveau de précision recherché.

Selon nos résultats expérimentaux, les strates 3 et 4 du grenadier (intérieur de l'arbre), homogènes entre elles et portant chacune environ 45 et 30 % du total de la récolte (*tableau II*), seraient les plus aptes à fournir des échantillons quantitativement et qualitativement représentatifs de la récolte entière de l'arbre. Les fruits prélevés uniquement à l'extérieur de la frondaison ne seraient pas toujours représentatifs de la récolte ; de plus, ils risquent d'être affectés par des brûlures du soleil pouvant influencer quelques caractéristiques internes. En conclusion, pour étudier la variabilité génétique de la production du grenadier dans les zones sud de la Tunisie, l'échantillonnage de fruits homogènes et représentatifs de la récolte de l'arbre pourra être assuré par :

- un prélèvement de fruits à l'intérieur de la frondaison aussi bien sur bois jeune que sur bois âgé et pendant la période de maturation habituelle de la variété,

- la récolte d'un nombre minimal de 12 fruits par arbres ou d'un nombre équivalent à environ 15 % de l'effectif total des fruits produits par l'arbre ; les fruits prélevés devront être isolés sur la branche, sains et de calibre relativement homogène.

références

- [1] Souty M., Audergon J.M., Chambroy Y., Abricot : les critères de qualité, Arboriculture Fruitière 430 (1990) 18-24.
- [2] Gaillard J.P., Cassin J., Arias N., Ciccoli H., Contribution à l'étude de l'échantillonnage des agrumes. I. Monographie de la récolte d'un clémentinier, Fruits 31 (1) (1976) 31-59.
- [3] Audergon J.M., Éléments de réflexion pour une stratégie dans l'amélioration variétale des arbres fruitiers (exemple de l'abricotier), Fruits 42 (12) (1987) 725-734.
- [4] Tustin D.S., Hirst, Influence of orientation and position of fruiting laterals on canopy light penetration, yield and fruit quality of 'Granny Smith' apple, J. Am. Soc. Hortic. Sci. 113 (5) (1988) 693-699.
- [5] Gignoux Splitz C., Mirabelle, évolution dans le temps et sur l'arbre de la couleur des fruits, suivie par colorimétrie, Infos CTIFL 45 (1988) 27-30.
- [6] Audergon J.M., Reich M., Souty M., Abricots, les variations des critères de qualité, Arboriculture Fruitière 416 (1991) 35-46.
- [7] Sites J.W., Reitz H.J., The variation in individual 'Valencia' oranges from different locations on the tree as a guide to sampling methods and spot picking for quality. I. Soluble solids in the juice, Proc. Am. Soc. Hortic. Sci. 54 (1949) 1-10.
- [8] Cohen E., The chemical composition and sensory flavour quality of 'Mineola' tangerines. I. Effects of fruit size and within-tree position, J. Hortic. Sci. 63 (1) (1988) 175-178.
- [9] Mars M., Abderrazak R., Marrakchi M., Étude de la variation intra-arbre de la qualité des fruits d'agrumes. I. Effets de la date de récolte, de l'orientation des fruits et de leur position sur la frondaison, Fruits 49 (4) (1994) 269-278.
- [10] Lipe W.N., Perry R.L., Effects of rootstocks on wine grape scion vigor, yield and juice quality, HortScience 23 (2) (1988) 317-321.
- [11] Fellahi E., Simons B.R., Influence of fruit spacing on fruit quality and mineral partitioning of 'Redchief Delicious' apple under full crop conditions, Fruit Varieties J. 47 (3) (1993) 172-178.
- [12] Erez A., Flore J.A., The quantitative effect of solar radiation on 'Redhaven' peach fruit skin color, HortScience 21 (6) (1986) 1424-1426.
- [13] Strizyk S., Lossois P., Gaillard J.P., Contribution à l'étude de l'échantillonnage des agrumes. II. Problème de stratification d'un clémentinier, Fruits 31 (3) (1976) 177-215.
- [14] Dagnelie P., Les méthodes relatives aux moyennes, in : Théorie et méthodes statistiques, Applications agronomiques, tome II, Les Presses agronomiques de Gembloux, Belgique, 1984, pp. 13-40.

**Estudio de variabilidad intra-árbol en el granado (*Punica granatum* L.) :
aplicación al muestreo de los frutos.**

Resumen — Introducción. En el granado (*Punica granatum* L.), la heterogeneidad de los frutos producidos por un mismo árbol a veces más significativa que la observada entre árboles distintos. **Material y métodos.** La variabilidad intra-árbol de ciertas características del fruto fue estudiada para determinar el número de frutos para muestrear y el método que se utilizará para obtener muestras representativas de la cosecha entera del árbol. **Resultados y discusión.** La posición de los frutos dentro o fuera de la copa del follaje y la edad de la madera que los lleva son, entre las características estudiadas, las que han afectado más la calidad del fruto. Estas permitan, por otra parte, una subdivisión del árbol en capas. La distribución de los frutos entre estas varias capas fue estudiada y comparada a la cosecha entera del árbol entero. **Conclusión.** Las capas internas del follaje, homogéneas entre ellas y llevando alrededor de 75 % de la cosecha total, podrían proporcionar muestras cuantitativamente y cualitativamente representativas de la cosecha entera del árbol. El tamaño mínimo de la muestra estaría de 12 frutos por árbol que representan aproximadamente 15 % del número total de frutos producidos por un granado. © Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

Túnez / *Punica granatum* / frutos / calidad / métodos / muestreo / características agronómicas