

Influence de la floraison, de la croissance en hauteur et en diamètre des plants sur la productivité de deux variétés de tomates.

L. Baboy* & K. Sabiti**

Keywords: Tomato productivity – Flowering – Growth in height – Diameter – Multiple regression – Correlation – Autocorrelation – Multicollinearity.

Résumé

Une étude statistique de l'influence de quatre types de mulch dont le Paspalum, la parche de café, la sciure de bois, le Stylosanthes et un témoin (sol nu) sur la productivité de deux variétés de tomates dont Campbell 1327 et Ace a été proposée. Les résultats obtenus ont montré que le sol couvert de mulch a une influence favorable sur la productivité en poids des fruits. Dans la présente étude, d'autres critères à savoir la floraison, la croissance en hauteur et en diamètre des plants sont utilisés pour montrer le degré de contribution de ces variables sur le rendement en poids de ces deux variétés de tomates.

Summary

A statistical study of the effects of four types of mulch which are Paspalum, shell of coffee, sawdust, Stylosanthes and a witness (bare soil) on the productivity of two varieties of tomatoes namely Campbell 1327 and Ace has been proposed. The obtained results have shown that the covered soil of mulch has a favourable influence on the productivity in weight of fruits. In the present study, other criteria that are the flowering, the growth in height and in diameter of the plants are used to show the contribution level of these variables on the weight productivity of these two varieties of tomatoes.

1. Introduction

Dans (2), une étude statistique sur l'influence de quatre types de mulch (ou traitements) à savoir le *Paspalum*, la parche de café, la sciure de bois, le *Stylosanthes* et un témoin (sol nu) sur la productivité en poids des fruits de deux variétés de tomates à savoir Campbell 1327 et Ace a été proposée. Les résultats obtenus ont montré que le sol couvert de mulch avait une influence considérable sur la productivité en poids des fruits.

L'essai (1) a été conduit à Yangambi (Zaire) sur un terrain précédemment occupé par le Soja *Glycine max* (L) Merrill et quelques mauvaises herbes telles que le *Paspalum conjugatum* et le *Commelina diffusa*. Le sol du champ expérimental appartenait à la série Y2 (Yakonde) de la classification de l'INEAC (Institut National pour l'Etude Agronomique du Congo) (4) dont la structure était sablo-argileuse et sa teneur en argile ne dépassait guère 30% dans les soixante premiers centimètres (8). Les données climatologiques, la composition chimique et granulométrique du sol sont détaillées dans (2).

Si le sol couvert de mulch exerce une influence favorable sur la productivité en poids des fruits, nous nous sommes alors demandés si la floraison, la croissance en hauteur et en diamètre des plants n'apporteraient par aussi des renseignements complémentaires pour expliquer la productivité de ces deux variétés de tomates. Dans la présente étude, nous

analysons l'apport en informations de la floraison, de la croissance en hauteur et en diamètre des plants pour expliquer la productivité en poids de ces deux variétés de tomates.

2. Matériel et méthodes

2.1. Matériel

Le dispositif expérimental était le split-plot (5) avec 4 blocs, 5 traitements par bloc et 20 plants par variété. Ce qui donne 40 plants par traitement et 200 plants par bloc. Cinq plants par parcelle et par variété ont été choisis au hasard et au total deux cents plants d'observations dont cent par variété ont été retenus. Les mesures des hauteurs ont été faites hebdomadairement sur les plants d'observation. La prise de hauteur a commencé deux semaines après la mise au champ et s'est poursuivie pendant dix semaines.

A l'aide du calibre à coulisse, le diamètre de plants a été mesuré à environ 15 cm du collet. On a mesuré chaque fois deux diamètres c'est-à-dire au même endroit, on prenait une mesure d'un côté et une autre mesure du côté opposé de la tige, et ensuite faire la moyenne pour avoir le diamètre réel d'un plant. Ces mensurations ont été faites sur les plants d'observations ci-dessus. Pour la floraison, on dénombrait les fleurs sur les plants en observation.

* Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomiques (INERA) B.P.K 2015 Kisangani, Zaire. Actuellement à l'Université Libre de Bruxelles. Section Interfacultaire d'Agronomie, C.P. 169, Avenue Paul Héger 28, 1050 Bruxelles, Belgique.

** Université de Lubumbashi, Faculté Polytechnique, Département de Sciences de Base, B.P. 1825, Lubumbashi, Zaire. Actuellement à l'Université Libre de Bruxelles, Institut de Statistique CP 210, Boulevard du Triomphe, 1050 Bruxelles, Belgique.

Reçu le 24.08.92 et accepte pour publication le 22.12.93.

Deux variétés de tomates ont été utilisées (6):

– la variété Campbell 1327 (V_1): port déterminé, fruits ronds de taille moyenne ou grosse, très résistants à l'éclatement (7);
 – la variété Ace (V_2): port semi-haut, semi-tardif, 65 à 70 jours, fruits résistants à la craquelure, teneur en matière sèche 6%, sucre 3,89%, vitamine C 12 mg/100 g de matière fraîche. La croissance et le développement des plants ont été quasi normaux jusqu'à la récolte qui a eu lieu à la maturité complète.

2.2. Méthodologie

Les variables utilisées sont représentées de la manière suivante:

– P_i est le poids en grammes des tomates de la variété n^o ;
 – F_i est la floraison qui représente le nombre de fleurs obtenues pour chaque plant de la variété n^o ;
 – D_i est la croissance en diamètre des plants de la variété n^o exprimée en centimètres;
 – H_i est la croissance en hauteur des plants de la variété n^o .
 Pour ces deux dernières variables, les mesures ont été prises respectivement à l'aide d'un pied à coulisse et d'un mètre ruban. Les méthodes utilisées restent classiques. Elles font appel à la régression multiple par la méthode des moindres carrés ordinaires. La régression multiple suivante est testée:

$$P = \alpha + \beta F + \gamma D + \eta H + \xi$$

pour chaque variété d'abord et pour toutes les variétés ensuite. Lorsque l'autocorrélation des erreurs est constatée pour un modèle à l'aide de la statistique de Durbin-Watson (D-W), la méthode de Cochran et Orcutt (3) est alors utilisée.

3. Résultats et interprétations

3.1. Caractéristiques générales des variables

Les caractéristiques générales moyennes de poids, de la floraison, de la croissance en hauteur et en diamètre des plants sont présentées au tableau 1. Les écarts-types y sont représentés entre parenthèses.

TABLEAU 1
Caractéristiques générales moyennes des variables

Variétés de tomate	Poids (P)	Hauteur (H) des plants	Floraison (F)	Diamètre des plants (D)
V_1	79,04 (7,56)	87,98 (8,82)	313,20 (28,31)	8,78 (1,00)
V_2	78,38 (6,45)	(98,86) (9,93)	291,60 (33,58)	9,00 (1,04)

Ce tableau montre que, pour les plants échantillonnés, il n'y a pas de différence d'une part entre les poids, et d'autre part, entre les diamètres pour les deux variétés de tomates. Mais de légères différences existent entre les hauteurs des plants et pour les floraisons de ces deux variétés de tomates. Les écarts-types ne diffèrent pas significativement pour les deux variétés. Le tableau 2 donne les coefficients de corrélation entre les différentes variables et pour les deux variétés de tomates de manière à mesurer leur niveau d'interdépendance.

TABLEAU 2
Coefficients de corrélation

		Variété V_1			
	P	H	F	D	
P	1,00	0,85	0,53	0,66	
H	0,85	1,00	0,62	0,75	
F	0,53	0,62	1,00	0,63	
D	0,66	0,75	0,63	1,00	
		Variété V_2			
	P	H	F	D	
P	1,00	0,23	0,35	-0,07	
H	0,23	1,00	0,92	0,82	
F	0,35	0,92	1,00	0,75	
D	-0,07	0,82	0,75	1,00	

Ce tableau montre que pour la variété V_1 , les variables floraison, croissance en hauteur et en diamètre des plants sont fortement liées à la variable poids. Ce qui n'est pas le cas pour la variété V_2 où ces coefficients sont inférieurs à 0,4. Mais pour les deux variétés, on observe une forte corrélation entre les trois variables explicatives, ce qui suggère l'existence de la multicollinéarité entre ces variables.

Pour le premier sous-tableau, on pourrait dire que ces trois variables expliqueraient de manière significative le poids des tomates. La différence significative entre les coefficients de corrélation liés à la variable poids pour les deux variétés donne une certaine perplexité dans l'interprétation globale de ces résultats. Il nous semble important de vérifier ce phénomène à partir des régressions. Le tableau 3 présente les résultats d'estimation à l'aide de la méthode des moindres carrés ordinaires pour les deux variétés.

TABLEAU 3
Résultats d'estimation

		Variété V_1				
Variables	Valeurs des coefficients	Ecart-type	T-stat.	R^2_{adj}	D-W	
α	14,82	11,84	1,25	0,67	1,02	
H	0,70	0,18	3,89			
F	-0,001	0,05	-0,03			
D	0,39	1,60	0,25			
		Variété V_2				
Variables	Valeurs des coefficients	Ecart-type	T-stat.	R^2_{adj}	D-W	
α	47,47	12,26	3,87	0,59	1,04	
H	-0,49	0,19	-2,65			
F	0,21	0,05	4,28			
D	0,87	1,66	0,53			

Description des statistiques:

- R^2_{adj} : coefficient de détermination non-biaisé;
 - D-W: la statistique de Durbin-Watson.

L'analyse de ces deux régressions multiples montre l'existence d'une autocorrélation dans les résidus, car les deux coefficients de la statistique D-W sont de loin inférieurs à deux. Nous utilisons alors la méthode de Cochran et Orcutt (3) et réestimons ces deux régressions. Cette méthode est utilisée pour les autres régressions qui suivent. Les résultats sont présentés dans le tableau 4.

Un meilleur modèle pour la variété V_1 serait obtenu si la multicollinéarité n'était pas présente dans cette régression. Pour celle-ci, seule la variable explicative "hauteur des plants" est significative. Ces résultats ont été obtenus à partir du logiciel Micro-TSP. Lorsque nous observons la deuxième régres-

TABLEAU 4
Résultats d'estimation

Variété V ₁					
Variables	Valeurs des coefficients	Ecart-type	T-stat.	R ² _{adj}	D-W
α	8,61	14,73	0,58	0,55	1,82
H	0,73	0,20	3,72		
F	-0,002	0,05	-0,38		
D	1,35	1,42	0,96		
Variété V ₂					
Variables	Valeurs des coefficients	Ecart-type	T-stat.	R ² _{adj}	D-W
α	69,76	18,15	3,84	0,04	1,73
H	-0,008	0,24	-0,03		
F	0,10	0,07	1,50		
D	-1,96	1,25	-1,58		

sion (pour la variété V₂), nous nous rendons compte que le coefficient $R^2_{adj} = 0,04$ est presque nul, il apparaît que d'autres variables explicatives seraient nécessaires. Il serait convenable d'écartier du modèle la variable la moins informative, qui engendrerait cette multicollinéarité et qui éventuellement endommagerait ces résultats.

Si en plus, on analyse chaque variété de manière isolée, on se rend compte qu'il est difficile de tirer des conclusions générales tant les résultats paraissent hétérogènes. Ainsi, nous avons préféré analyser ensemble les deux variétés de tomates. Pour cela, nous avons estimé trois régressions différentes contenant chacune une variable explicative. Les résultats de ces estimations sont repris dans le tableau 5.

TABLEAU 5
Résultats d'estimation (variétés confondues)

Variables	Valeurs des coefficients	Ecart-type	T-stat.	R ² _{adj}	D-W
α	61,87	8,97	6,90	0,11	2,11
F	0,06	0,03	2,12		
α	74,44	8,20	9,07	0,02	2,04
D	0,64	0,85	0,75		
α	47,11	11,95	3,94	0,18	2,03
H	0,35	0,12	2,87		

De ces trois régressions, nous constatons que la variable hauteur des plants apporte 18% d'informations pour expliquer la productivité en poids des tomates pour les deux va-

riétés. Alors que les variables floraison et diamètre des plants n'apportent respectivement que 11% et 2% d'informations. Pour sélectionner la variable explicative à écarter dans le modèle, nous avons utilisé le logiciel TSE (Time Series Expert) développé à l'ULB par le Professeur Mélard. Il nous a été suggéré de garder la variable hauteur des plants et d'écartier une des deux variables restantes (floraison ou diamètre des plants). Vu que la variable diamètre n'apporte pas assez d'informations, nous l'avons écartée de l'analyse et avons réestimé la régression. Les résultats sont présentés dans le tableau 6.

TABLEAU 6
Résultats d'estimation

Variables	Valeurs des coefficients	Ecart-type	T-stat.	R ² _{adj}	D-W
α	47,87	12,06	3,97	0,20	2,01
H	0,41	0,14	2,86		
F	0,74	0,91	-0,81		

Globalement, un meilleur modèle n'a pas été obtenu, car ces deux variables explicatives n'apportent que 20% d'informations pour expliquer la productivité en poids des tomates. Ce qui suggère que d'autres facteurs explicatifs sont nécessaires pour apporter plus d'informations. Bien qu'on ne peut tirer assez de renseignements sur l'apport en informations de chaque variable prise individuellement, il apparaît au vu de ces résultats que la variable hauteur des plants est à prendre en considération. Pour les régressions estimées par la méthode de Cochran et Orcutt (3), l'homoscédasticité a été testée, en aucun cas, l'hétéroscédasticité n'a été détectée.

4. Conclusion

Au cours de cette étude, nous avons analysé l'apport en informations de la floraison, de la croissance en diamètre et en hauteur des plants pour expliquer la productivité en poids de deux variétés de tomates. Il a été constaté que la croissance en hauteur des plants apporte plus de renseignements que les deux autres variables. La multicollinéarité observée, nous a obligé d'écartier la variable diamètre des plants dans la régression globale et cela, suite à son faible apport en informations. Les différentes régressions ont suggéré l'introduction d'autres variables explicatives dans le modèle. Cette étude devrait être étendue avec d'autres variables telles que le niveau d'humidité du sol, les éléments chimiques du sol, les données climatiques (précipitations, températures, ...).

Références bibliographiques

- Baboy, L. 1978, Quelques observations sur l'influence de mulch dans la culture des tomates à Yangambi. Mémoire de fin d'études (inédit). Institut Facultaire des Sciences Agronomiques. Département de Phytotechnie. Université Nationale du Zaïre.
- Baboy, L. & Sabiti, K. (1992). Etude statistique de l'influence de quatre types de mulch sur les rendements de deux variétés de tomates. *Tropicultura*, **11** (2) pp.43-99.
- Cochrane, D.O. & Orcutt, G.M. 1949: Application of least squares regression to relationships containing autocorrelated error terms. *Journal of the American Statistical Association*, Vol. **44**, pp. 32-61

- De Leenheer, L., D'Hoore, J. & Sys, K. 1952: Cartographie et caractéristiques pédologiques de la catena de Yangambi. Publications INEAC, série scientifique 55, pp 19-22.
- Gomez, A.K. & Gomez A.A. 1984: *Statistical procedures for Agriculture Research*. John Wiley & Sons.
- Larousse Agricole, 1991, Librairie Larousse. Paris, France. pp. 1104-1107
- Messian, C.M. 1975: *Le potager tropical, cultures spéciales*. Presses universitaires de France.
- Risasi, E. 1981: Etude comparative de trois méthodes d'analyse granulométrique (Méthode d'Atteberg, de Robinson et à l'hydrométrie). Mémoire (inédit).

L. Baboy: Zaïrois. Ingénieur Agronome de l'Institut Facultaire des Sciences Agronomiques de Yangambi (IFA), Zaïre. Détenteur d'un DESS en Sciences Agronomiques de l'Université Catholique de Louvain (Belgique), Doctorant en Sciences Agronomiques à l'Université Libre de Bruxelles, Laboratoire de Physiologie Végétale (Belgique)

K. Sabiti: Zaïrois. Licence en Statistique de l'Institut Supérieur de Statistique de Lubumbashi (ISS), Zaïre. Détenteur d'un DEA en Statistique de l'Université Catholique de Louvain (Belgique), Doctorant en Statistiques Appliquées à l'Université Libre de Bruxelles, Institut de Statistique (Belgique)