

Effets de changement climatique sur le taux de parthénocarpie du palmier dattier: Cas du cultivar Assiane dans l'oasis de Figuig

M. BABA^{1*}, I. MZABRI¹, J. MIMOUNI², A. BERRICHI¹

(Reçu le 15/08/2022; Accepté le 05/09/2022)

Résumé

Depuis 2015, la parthénocarpie a réduit la production dattière du cultivar dominant de l'oasis de Figuig. La maîtrise de la pollinisation traditionnelle par les Figuiguis laisse supposer que des liens de causalité devrait exister entre ce phénomène chez le cultivar Assiane et les changements climatiques. Pour vérifier cette hypothèse, nous nous sommes basés sur l'étude de l'effet de l'ensachage des inflorescences, après leur pollinisation, avec trois types de voiles en polyéthylène (P 17 g/m², P 30 g/m² et P 60 g/m²). L'analyse des résultats a montré que les phases de la pollinisation et de la nouaison sont très vulnérables à la température. En effet, l'émergence précoce des inflorescences femelles à partir du mois de janvier et parfois en mi-décembre rend la mise à fruits difficile à cause des basses températures qui sévissent durant cette période. La protection des inflorescences par les voiles a permis de créer des conditions favorables à la germination des grains de pollen grâce aux températures favorables qui ont été enregistrées au stade fin-floraison. En effet, les voiles P17, P30 et P60 ont permis des taux de nouaison supérieurs à celui du témoin de 21,8; 23,4 et 30,4% et une amélioration de la production dattière de 70,3; 137,8 et de 159,4% respectivement.

Mots clés: Oasis de Figuig, Cultivar Assiane, Parthénocarpie, Changements climatiques, basses températures, Nouaison, Voiles en polyéthylène

Effects of climate change on the rate of parthenocarpy of date palm: Case of the cultivar Assiane in the oasis of Figuig

Abstract

Despite the mastery of the pollination operation by Figuigui date palm farmers, parthenocarpy has led, since 2015, to an alarming drop in date production of the Assiane cultivar, which represents more than 51% of the oasis' plants. The present research aims to verify the hypothesis of the existence of causal links between parthenocarpy in date palms and the climatic changes in the Figuig oasis. To achieve this objective, we conducted a study on the effect of bagging the inflorescences of cultivar Assiane after their pollination, with three types of polyethylene veils (P 17 g/m², P 30 g/m² and P 60 g/m²), on the rate of fruit set and parthenocarpy. The analysis of the results showed, first, that the pollination and fruit setting phases are very vulnerable to temperature. Indeed, the low temperatures during the three flowering stages made fruiting difficult. Furthermore, the bagging of the inflorescences allowed to create favorable conditions for the germination of pollen grains thanks to the favorable temperatures that were recorded at the end-flowering stage. Clearly, the P17, P30 and P60 veils allowed higher fruit set rates than the control of 21.8, 23.4 and 30.4% and an improvement in date production of 70.3, 137.8 and 159.4% respectively.

Keywords: Oasis of Figuig, Cultivar Assiane, Climate change, Parthenocarpy, Fruit set, low temperature, Polyethylene sails

INTRODUCTION

Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera* 2n=36) est une espèce dioïque, monocotylédone, appartenant à la famille des Palmaceae. La famille des Palmaceae compte environ 235 genres et 4000 espèces (Munier, 1973). Cultivé depuis au moins 5000 ans (Zohari et Hopf, 2000), le palmier dattier est l'une des cultures les plus importantes des écosystèmes oasiens des régions arides et désertiques. Pour une bonne production dattière, aussi bien en quantité qu'en qualité, la réussite de la fécondation est cruciale. Les fleurs femelles sont formées de trois carpelles indépendants dont un seul se développe et se transforme en fruit (Datte) après une pollinisation réussie et les autres dégénèrent. En revanche, l'échec de la fécondation a pour conséquence le développement des carpelles en fruits parthénocarpiques qui sont marqués par l'absence de la graine et incapables d'atteindre le stade de maturité. Selon Zaid et de Wet (2002), l'échec de la fécondation a pour conséquence le développement des carpelles en fruits parthénocarpiques qui sont différents des dattes normales, incapables d'atteindre le stade de maturité, très fragiles et ne présentent aucune valeur commerciale. De même, Sedra (2003) pense qu'un coup de chaleur ou de froid qui surgit au moment de la nouaison, peut induire la parthénocarpie et ajoute que l'application du pollen en

dehors de la période de réceptivité florale entraîne la non-fécondation qui est suivie par la chute des jeunes fruits.

Depuis 2015, le cultivar dominant de l'oasis de Figuig, soit plus de 51% des pieds productifs de l'oasis, produit des taux alarmants en fruits parthénocarpiques. Par conséquence, une chute importante de la production dattière qui est estimée, dans les années dites normales, à plus de 3576 tonnes (Chafi, 2016). Bien que les phoeniculteurs continuent d'effectuer les mêmes pratiques agricoles, la parthénocarpie menace l'équilibre de cet écosystème. Les résultats du diagnostic que nous avons réalisés sur ce phénomène à Figuig en 2018, indiquent que les changements climatiques, sont responsables des perturbations que connaît le stade d'émergence précoce des spathes qui coïncide avec les basses températures, constitue le facteur le plus soupçonné d'induire la parthénocarpie en entravant la germination des grains de pollen.

L'objectif de cette étude est de confirmer l'hypothèse d'existence des liens de cause à effet entre les basses températures lors de la période de floraison au niveau de l'oasis de Figuig et le taux élevé de parthénocarpie. Cette étude vise aussi à montrer l'effet de l'ensachage des inflorescences, après leur pollinisation, avec des voiles en polyéthylène sur l'amélioration de taux de nouaison dans le cultivar Assiane.

¹ Laboratoire d'amélioration de la production agricole, biotechnologie et environnement, Faculté des Sciences d'Oujda, Université Mohammed I, Oujda, Maroc

² Département Territoriale de Figuig, Agence Nationale pour le Développement des Zones Oasiennes et de l'Arganier, Erfoud, Maroc

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Zone d'étude

L'oasis de Figuig est située au sud de la région de l'Oriental à environ 400 km de la Méditerranée et caractérisée par un climat méditerranéen-Aride (Figure 1), très chaud en été (température moyenne maximale de 42°C) et très froid en hiver (température moyenne minimale de 3°C). Elle s'étend sur une superficie de 1186 hectares et compte environ 259 250 pieds de palmier dattier répartis en une dizaine de variétés différentes (ANDZOA, 2019). La palmeraie de Figuig est dominée par la variété Assiane qui compte plus de 51% de la population totale, suivi par la variété Boufegous (14%), Khalt (14%), Aziza Bouzid (6%), Boufegous Gharas (5%) et Mejhoul (2%) (ANDZOA, 2012). La densité moyenne de plantation du palmier dattier dans l'oasis de Figuig est de 290 pieds/hectare, c'est environ deux fois plus dense que la normale; ce qui classe la palmeraie de Figuig parmi les palmeraies les plus peuplées (Hakkou et Boukka, 2000). Depuis 1996, des extensions de la palmeraie, obéissant au modèle des vergers modernes, ont été installés; l'extension Tikorare (134 ha) à l'est de la palmeraie, les extensions de l'Arja (250 ha), Dfilia (148 ha) et de Tisserfine (190 ha) au nord de la palmeraie et l'extension de Berkoukes (50 ha) à l'ouest. (ANDZOA, 2012).

L'étude a été réalisée au niveau de la coopérative agricole Aziza, située dans la zone d'extension Tisserfine de l'oasis de Figuig (Figure 2). L'altitude et les coordonnées GPS de l'exploitation Aziza sont respectivement 860 m et (32.160442, -1.309530).

Matériel végétal

Le choix de cultiver Assiane est dicté par son importance économique, sa dominance dans l'oasis de Figuig et sa forte sensibilité à la parthénocarpie.

Traitements utilisés

Dans le but d'améliorer le taux de nouaison chez le cultivar Assiane, trois types de voiles d'hivernage blancs en polyéthylène ont été utilisés à savoir: le P 17 g/m², le P 30 g/m² et le P 60 g/m², commercialisés par la société Haga-welt, (lot n°A15680).

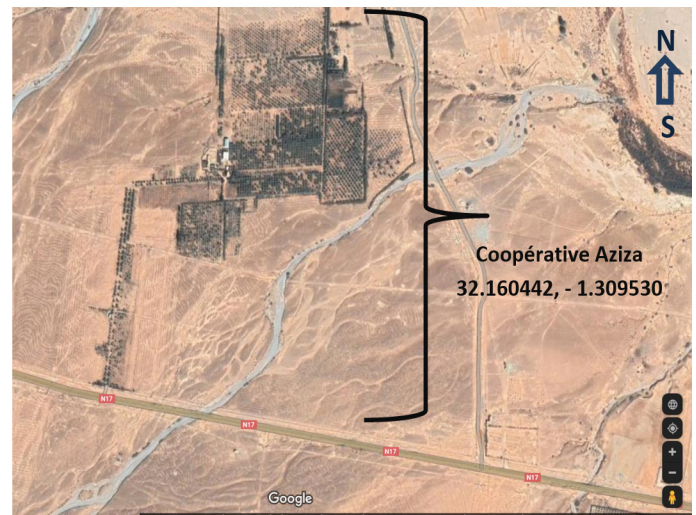


Figure 2: Localisation géographique de la coopérative Aziza (Google Maps)

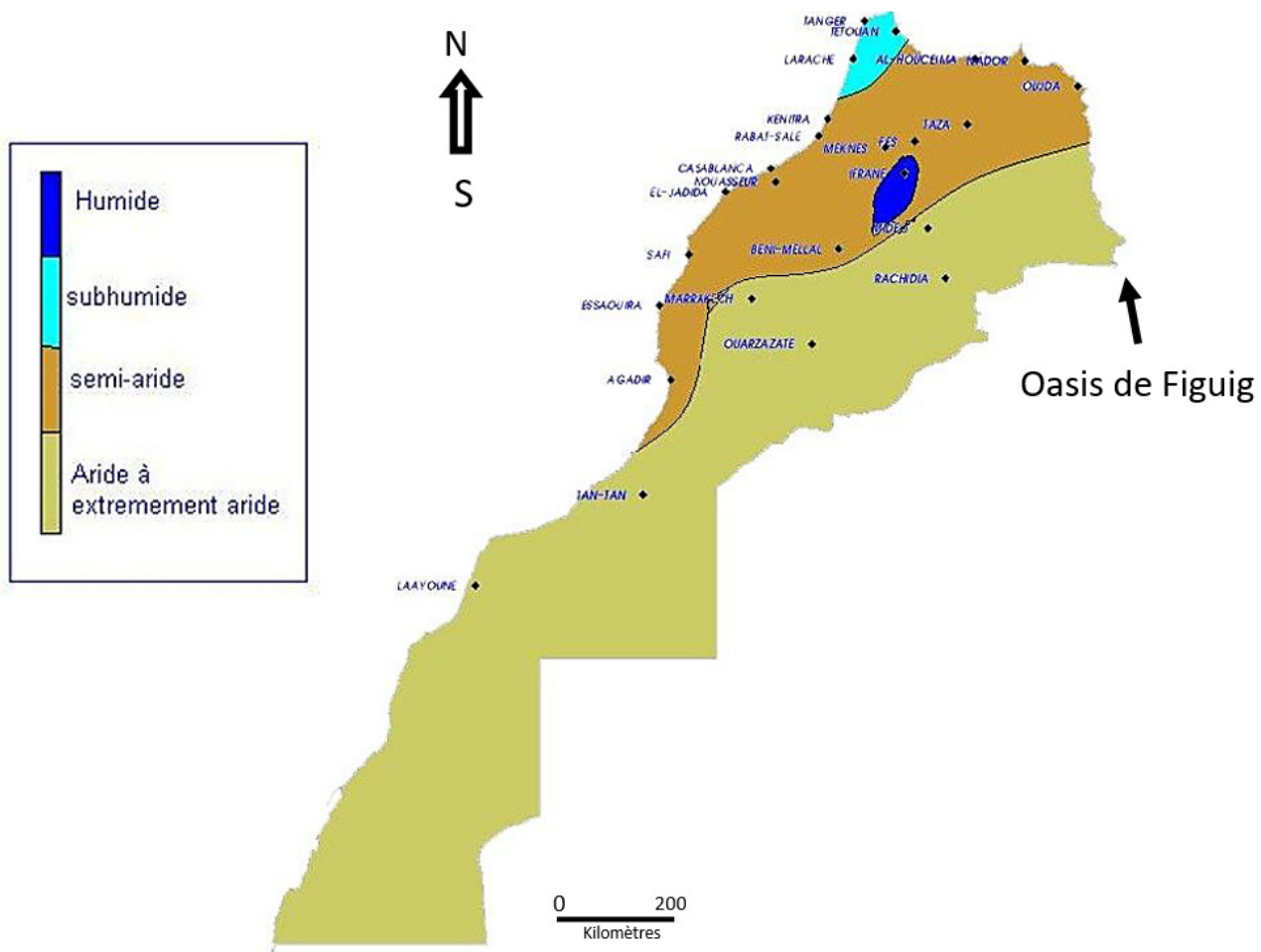


Figure 1: Oasis de Figuig par rapport aux zones climatiques du Maroc selon l'indice de Martonne (Direction de la Météorologie Nationale, DGM)

Pour un ensachage facile et rapide des inflorescences, des sachets de 50 cm de longueur et 15 cm de largeur s’ouvrant des deux côtés, ont été conçus à base de voiles utilisés. Ils présentent un moyen très efficace pour protéger les inflorescences contre les variations thermiques externes après la pollinisation. La pollinisation a été effectuée d’une manière traditionnelle en utilisant des grains de pollen provenant d’un pied mâle performant de la coopérative Aziza. Cette opération consiste, après l’ouverture de la spathe, à mettre trois ou quatre épillets mâles au centre de l’inflorescence femelle et d’attacher le spadice par une foliole.

Conditions d’essai et dispositif expérimental

Pour cette étude, notre travail a été effectué sur 48 pieds femelles, du même âge. Pour chaque stade de floraison à savoir début, mi et fin-floraison, 16 pieds portant chacun au moins 3 inflorescences (répétitions) ont été répartis en 4 groupes de 4 pieds chacun. Correspondant au témoin T0 non ensaché, T1, T2 et T3 ensachés respectivement par les voiles P17, P30 et P60. L’ensachage a été maintenu pendant un mois après la pollinisation (Figure 3).

Pour chaque groupe étudié, la variation de la température a été suivie et enregistrée en utilisant un thermo-hygromètre, placé dans l’inflorescence, de type (Extech instruments, Modèle RHT50, Plage de mesure de la température: -40 à +70°C, Précision : ±1°C) commercialisés au Maroc par l’entreprise Metagryhd (Figure 3). A noter que cet essai a été mené selon le dispositif expérimental en blocs aléatoires complets avec 4 traitements et trois répétitions pour chaque stade de floraison (Figure 4).

Paramètres mesurés

Taux de nouaison, de parthénocarpie et de chute de fleurs

Le taux de nouaison, de parthénocarpie et celui de chute de fleurs ont été estimés par inflorescence à deux reprises; un mois après la pollinisation des inflorescences et à la récolte. Ceci, sur la base d’un calcul du taux de nouaison et de parthénocarpie d’un échantillon composé de quinze épillets par inflorescence choisie (5 épillets de la partie supérieure de l’inflorescence, 5 épillets du milieu de l’inflorescence et 5 épillets de la partie inférieure de l’inflorescence).

		BAC n°1			BAC n°2			BAC n°3		
Début de floraison	T1	P1	T1.1	P1	T1.1	P1	T1.1			
			T1.2		T1.2		T1.2			
			T1.3		T1.3		T1.3			
		P2	T1.1	P2	T1.1	P2	T1.1			
	T1.2		T1.2		T1.2					
	T1.3		T1.3		T1.3					
	P3	T1.1	P3	T1.1	P3	T1.1				
		T1.2		T1.2		T1.2				
		T1.3		T1.3		T1.3				
	T2	P1	T2.1	P1	T2.1	P1	T2.1			
			T2.2		T2.2		T2.2			
			T2.3		T2.3		T2.3			
P2		T2.1	P2	T2.1	P2	T2.1				
	T2.2	T2.2		T2.2						
	T2.3	T2.3		T2.3						
P3	T2.1	P3	T2.1	P3	T2.1					
	T2.2		T2.2		T2.2					
	T2.3		T2.3		T2.3					
T3	P1	T3.1	P1	T3.1	P1	T3.1				
		T3.2		T3.2		T3.2				
		T3.3		T3.3		T3.3				
	P2	T3.1	P2	T3.1	P2	T3.1				
T3.2		T3.2		T3.2						
T3.3		T3.3		T3.3						
P3	T3.1	P3	T3.1	P3	T3.1					
	T3.2		T3.2		T3.2					
	T3.3		T3.3		T3.3					
Mi floraison	T1	P1	T1.1	P1	T1.1	P1	T1.1			
			T1.2		T1.2		T1.2			
			T1.3		T1.3		T1.3			
		P2	T1.1	P2	T1.1	P2	T1.1			
	T1.2		T1.2		T1.2					
	T1.3		T1.3		T1.3					
	P3	T1.1	P3	T1.1	P3	T1.1				
		T1.2		T1.2		T1.2				
		T1.3		T1.3		T1.3				
	T2	P1	T2.1	P1	T2.1	P1	T2.1			
			T2.2		T2.2		T2.2			
			T2.3		T2.3		T2.3			
P2		T2.1	P2	T2.1	P2	T2.1				
	T2.2	T2.2		T2.2						
	T2.3	T2.3		T2.3						
P3	T2.1	P3	T2.1	P3	T2.1					
	T2.2		T2.2		T2.2					
	T2.3		T2.3		T2.3					
T3	P1	T3.1	P1	T3.1	P1	T3.1				
		T3.2		T3.2		T3.2				
		T3.3		T3.3		T3.3				
	P2	T3.1	P2	T3.1	P2	T3.1				
T3.2		T3.2		T3.2						
T3.3		T3.3		T3.3						
P3	T3.1	P3	T3.1	P3	T3.1					
	T3.2		T3.2		T3.2					
	T3.3		T3.3		T3.3					
Fin floraison	T1	P1	T1.1	P1	T1.1	P1	T1.1			
			T1.2		T1.2		T1.2			
			T1.3		T1.3		T1.3			
		P2	T1.1	P2	T1.1	P2	T1.1			
	T1.2		T1.2		T1.2					
	T1.3		T1.3		T1.3					
	P3	T1.1	P3	T1.1	P3	T1.1				
		T1.2		T1.2		T1.2				
		T1.3		T1.3		T1.3				
	T2	P1	T2.1	P1	T2.1	P1	T2.1			
			T2.2		T2.2		T2.2			
			T2.3		T2.3		T2.3			
P2		T2.1	P2	T2.1	P2	T2.1				
	T2.2	T2.2		T2.2						
	T2.3	T2.3		T2.3						
P3	T2.1	P3	T2.1	P3	T2.1					
	T2.2		T2.2		T2.2					
	T2.3		T2.3		T2.3					
T3	P1	T3.1	P1	T3.1	P1	T3.1				
		T3.2		T3.2		T3.2				
		T3.3		T3.3		T3.3				
	P2	T3.1	P2	T3.1	P2	T3.1				
T3.2		T3.2		T3.2						
T3.3		T3.3		T3.3						
P3	T3.1	P3	T3.1	P3	T3.1					
	T3.2		T3.2		T3.2					
	T3.3		T3.3		T3.3					
T0	P1	T0.1	P1	T0.1	P1	T0.1				
		T0.2		T0.2		T0.2				
		T0.3		T0.3		T0.3				
		T0.1		T0.1		T0.1				
	P2	T0.2	P2	T0.2	P2	T0.2				
		T0.3		T0.3		T0.3				
		T0.1		T0.1		T0.1				
	P3	T0.2	P3	T0.2	P3	T0.2				
		T0.3		T0.3		T0.3				
		T0.1		T0.1		T0.1				
	P3	T0.2	P3	T0.2	P3	T0.2				
		T0.3		T0.3		T0.3				
T0.1		T0.1		T0.1						

Figure 4: Dispositif expérimental en blocs aléatoires complets relatif à l’application des voiles en polyéthylène à des inflorescences pollinisées du cultivar Assiane pour chaque stade de floraison



Figure 3: Opération de dépôt de thermo-hygromètre et d’ensachage des inflorescences avec des voiles en polyéthylène

Les taux de nouaison, de parthénocarpie et celui de chute de fleurs sont calculés sur la base de cicatrices florales, témoins du nombre de fleurs présentées à la floraison, la présence de la graine confirme que la fleur a été pollinisée, l'absence de la graine correspond au fruit parthénocarpique. Le calcul a été réalisé en adoptant les formules suivantes:

$$\text{Taux de nouaison (\%)} = \left(\frac{\text{Nombre des fruits noués}}{\text{Nombre total des fleurs}} \right) \times 100$$

$$\text{Taux de parthénocarpie (\%)} = \left(\frac{\text{Nombre de fruits parthénocarpiques}}{\text{Nombre total des fleurs}} \right) \times 100$$

$$\text{Taux de chute de fleurs (\%)} = \left(\frac{\text{Nombre de fleurs chutées}}{\text{Nombre total des fleurs}} \right) \times 100$$

Le poids moyen du régime a été déterminé par la pesée des inflorescences à l'aide d'une balance. Les dattes produites par chaque régime ont été triées en deux catégories ; fruits normaux et parthénocarpiques. Chaque catégorie de dattes a été pesée séparément afin de déterminer son pourcentage.

Effet des voiles sur les paramètres de température pendant les trois stades de floraison

L'effet thermique des voiles utilisés pendant les trois stades de floraison a été décrit sur la base des analyses des paramètres de température (températures journalières, maximales, minimales et moyennes mensuelles) enregistrées ainsi que sur l'analyse des maxima et minima enregistrés par rapport à ceux remarqués chez le témoin T0.

Analyse statistique des données

Les résultats sont soumis à une analyse statistique descriptive et une analyse de la variance (ANOVA à deux facteurs), à l'aide du logiciel «GraphPadPrism for Windows version 7» et l'interaction entre les facteurs est faite par le test post-hoc à un seuil de probabilité de 5 %.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Évolution des taux de nouaison, de parthénocarpie et de chute de fleurs par traitement

Évolution du taux de nouaison

L'opération de l'ensachage a montré que les inflorescences ensachées et protégées avec les voiles en polyéthylène P17, P30 et P60 ont présenté, au début de la floraison, des taux de nouaison inférieurs par rapport à celui du témoin, soit une diminution de 42,1; 45,4 et 55,4 % respectivement. À mi-floraison, seules les voiles P17 et P30 ont permis une augmentation du taux de nouaison par rapport au témoin de 19,7 et 24,5 % respectivement, alors que, le voile P60 a présenté une diminution de 19,3%. En fin-floraison, les voiles P17, P30 et P60 ont permis des taux de nouaison supérieurs

à celui du témoin de 21,8; 23,4 et 30,4 % respectivement (Tableau 1). Il est à noter que, cette augmentation a été traduite par une amélioration de la production dattière, de 70,3; 137,8 et de 159,4 % respectivement pour ces mêmes traitements par rapport au témoin. L'analyse de la variance des résultats obtenus a enregistré une différence hautement significative entre les traitements ($p < 0,01$) pour le stade fin-floraison. Cet effet est expliqué par une augmentation des températures à l'intérieur des inflorescences ensachées par la création d'un microclimat favorable à la fécondation et à la nouaison et ceci à partir du stade mi-floraison.

Taux de parthénocarpie

Concernant le taux de parthénocarpie, l'effet des voiles P17 et P30 a été remarqué à partir du stade mi-floraison avec une régression de 12,5 et 54,7% respectivement. Alors que les inflorescences ensachées avec les voiles P60 ont enregistré une augmentation de 64,6 %. À la fin de la floraison, le taux de parthénocarpie par inflorescence a diminué de 58,8; 67,1 % et 65,7 % respectivement pour les voiles P17, P30 et P60. Ces résultats sont confirmés par l'analyse de la variance qui a montré une différence très hautement significative entre les traitements ($P < 0,001$) durant le stade fin-floraison.

Taux de chute de fleurs

Le taux de chute de fleurs chez les traitements T1, T2 et T3 a été similaire à celui du témoin pour les différents stades de floraison. Ce résultat est confirmé par l'analyse de la variance qui a montré l'absence d'une différence significative entre les traitements ($P > 0,05$).

D'après les résultats obtenus, l'effet thermique exercé par les voiles utilisés a amélioré la formation de fruits normaux porteurs de graines par rapport au témoin. De plus, cette amélioration a tendance à augmenter à partir du stade mi-floraison et coïncide avec une réduction du taux de fruits parthénocarpiques à partir du même stade par rapport aux inflorescences témoins qui ont présenté un pourcentage de fruits parthénocarpiques plus élevé. Cela confirme que les basses températures empêchent le déroulement naturel du processus de pollinisation chez le palmier dattier et favorisent le développement des fruits parthénocarpiques. Ces résultats sont en accord avec ceux rapportés par Slavković *et al.* (2016) qui ont montré que les températures relativement basses 20/8°C (jour/nuit, respectivement) appliquées directement après la pollinisation des inflorescences du cultivar Majhoul en utilisant des unités spéciales (phyto-trons modulaires) ont considérablement diminué le taux de germination du pollen, favorisant ainsi la formation de fruits parthénocarpiques et réduisant le développement normal de fruits. Des résultats similaires ont été également

Tableau 1: Effet des voiles en polyéthylène sur les taux de nouaison, de parthénocarpie et celui de chute de fleurs par traitement et en fonction des trois stades de floraison (MTN: Moyenne des taux de nouaison; MTP: Moyenne des taux de parthénocarpie; MTC: Moyenne des taux de chute de fleurs)

Traitements	Stades de floraison								
	Début de floraison			Mi floraison			Fin floraison		
	MTN	MTP	MTC	MTN	MTP	MTC	MTN	MTP	MTC
P17	7,0% b	44,7% ab	48,3% a	32,2% a	23,0% ab	44,9% a	45,3% ab	8,4% ab	46,3% a
P30	6,6% b	59,9% a	33,5% a	33,5% a	12,7% b	53,8% a	45,9% ab	6,7% b	47,3% a
P60	5,4% b	46,0% ab	48,6% a	21,7% a	43,3% a	35% a	48,5% a	7,0% b	44,5% a
Témoin	12,1% a	35,8% b	52,1% a	26,9% a	26,3% ab	46,8% a	37,2% b	20,4% a	42,5% a

obtenus au niveau de l'expérience qui a été menée en 2009 et 2010 à l'île d'Orléans au Canada, pour déterminer l'effet des bâches réfléchissantes Extenday™, sur la productivité du framboisier annuel 'Autumn Britten' (*Rubus idaeus* L.) cultivé sous tunnels. En effet, l'expérience a montré qu'il est possible d'augmenter le rendement du framboisier grâce aux bâches réfléchissantes, et ce jusqu'à 36% (Raymond *et al.*, 2012). De même, nos résultats s'alignent aux résultats obtenus sur le manguier, qui, à basse température (20/10 °C), a considérablement augmenté le pourcentage de fruits sténospermocarpiques (Sukhvibul *et al.*, 2000).

Effet des voiles sur les paramètres thermiques pendant les trois stades de floraison

Température journalière et moyenne mensuelle de l'oasis de Figuig

En 2020, les températures moyennes mensuelles au niveau de l'oasis de Figuig, pendant la période de pollinisation, variaient entre 11,6 °C (Janvier) et 26,6 °C (Mai). Sur la figure 5, on observe que les trois stades de floraison sont marqués par des variations intra et inter-journalières importantes. Le début de floraison est caractérisé par des variations brutales avec des fréquences très importantes, ponctuée par des amplitudes thermiques allant de 0 à plus de 41°C. Le même phénomène est observé dans le stade mi-floraison, mais avec une moindre d'ampleur. Alors que, la température moyenne au stade fin-floraison est restée généralement supérieur à 20°C avec peu de variation.

L'étude de l'effet de la variabilité journalière anormale de la température sur la phase de reproduction, en particulier de la pollinisation à la fécondation, est très peu abordée en phoeniculture. Pourtant, du point de vue biologique, ces variations brutales et irrégulières de la température perturbent la germination des grains de pollen qui est un phénomène irréversible et conduisent ainsi à l'échec de la fécondation. Souvent indiquée dans la bibliographie, les plages de température pour la germination du pollen varient

d'une espèce à l'autre. Pour le palmier dattier, les travaux de Slavković *et al.*, (2016) ont montré que la germination du pollen de palmier dattier *in vitro* a été fortement influencée par les basses températures. À 15 °C, le taux de croissance du tube pollinique était plus lent et son allongement était retardé par rapport à ceux des tubes polliniques mis en germination dans des températures de 20 à 30 °C. Des résultats similaires de l'effet de l'augmentation de la température sur une meilleure croissance des tubes polliniques ont été rapportées chez le pêcher (Hedhly, 2005).

Dans notre étude, la germination du pollen ainsi que la fécondation ont été produites sous les trois types de voiles utilisés ainsi que chez le témoin, mais la pollinisation était clairement affectée par les basses températures (Figure 6). De plus, nos résultats laissent suggérer que la variabilité anormale de la température est responsable de la perturbation de la fécondation des fleurs pollinisées. En effet, plus ces variations sont brutales et à des fréquences très importantes, plus la germination du pollen et le taux de croissance du tube dans le stigmate sont réduites, augmentant ainsi le taux de fruits parthénocarpiques. Nos résultats sont en accord avec ceux de Sedgley (1977) qui a trouvé que les tubes de pollen des fleurs de l'avocatier n'ont pas réussi à atteindre l'ovaire à basse température (17 /12°C). Même si nous avons montré que la germination du pollen est réduite par les basses températures, il reste à noter que la réceptivité stigmatique, du côté féminin, peut être également influencée par les basses températures ainsi que par les variations brutales que connaît la température lors la phase de reproduction. Par exemple, chez cerisier doux (*Prunus avium* L.), les résultats des travaux rapportés par Hedhly *et al.* (2003) montrent que la température a un effet clair sur la durée de la réceptivité stigmatique. De même, des résultats similaires ont été obtenus chez le poirier (Sanzol *et al.*, 2003). Par ailleurs, il est à noter qu'aucune étude n'a été réalisée concernant l'effet de la température sur la réceptivité stigmatique des fleurs femelles du palmier dattier.

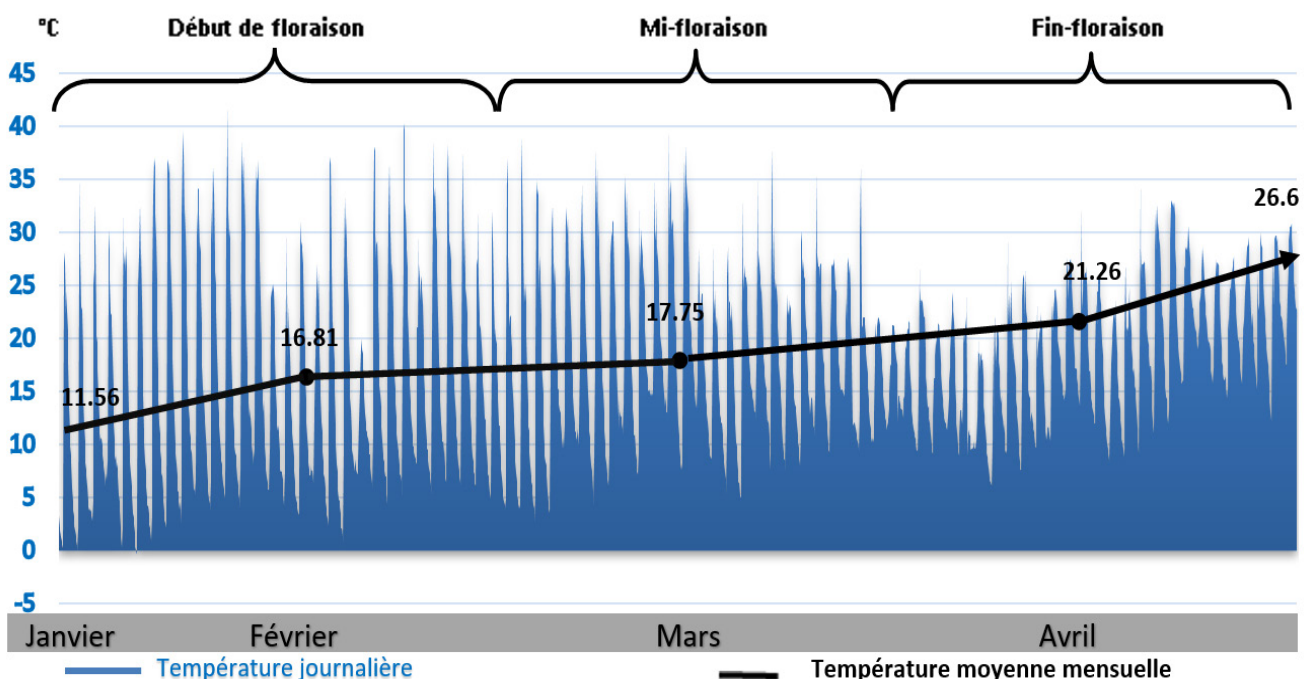


Figure 5: Température journalière et moyenne mensuelle de l'oasis de Figuig durant les trois stades de floraison (début, mi et fin-floraison)

Effet thermique des voiles d'hivernage

D'après l'analyse de la variance de nos résultats, le lien entre le taux de nouaison et les voiles utilisés s'est révélé hautement significatif ($p < 0,01$) durant les stades de début et fin-floraison (Tableau 1). La figure 7 et le tableau 2 ci-dessous montrent que:

- La température de l'air de l'extérieur baisse plus rapidement mais également s'élève plus rapidement par rapport à celles des inflorescences ensachées et protégées avec les voiles P17, P30 et P60;

- L'allure générale des courbes des températures minimales enregistrées aux divers traitements est pratiquement semblable pendant les trois stades de floraison tandis que celle des courbes des températures maximales présente des variations dont l'ampleur est en augmentation;

- Les températures maximales journalières à l'intérieur des inflorescences ensachées avec les voiles sont généralement supérieures à celles du témoin au stade fin-floraison;

- L'effet thermique augmente avec l'augmentation de la température de l'air de l'extérieur et varie selon le type du voile utilisé;

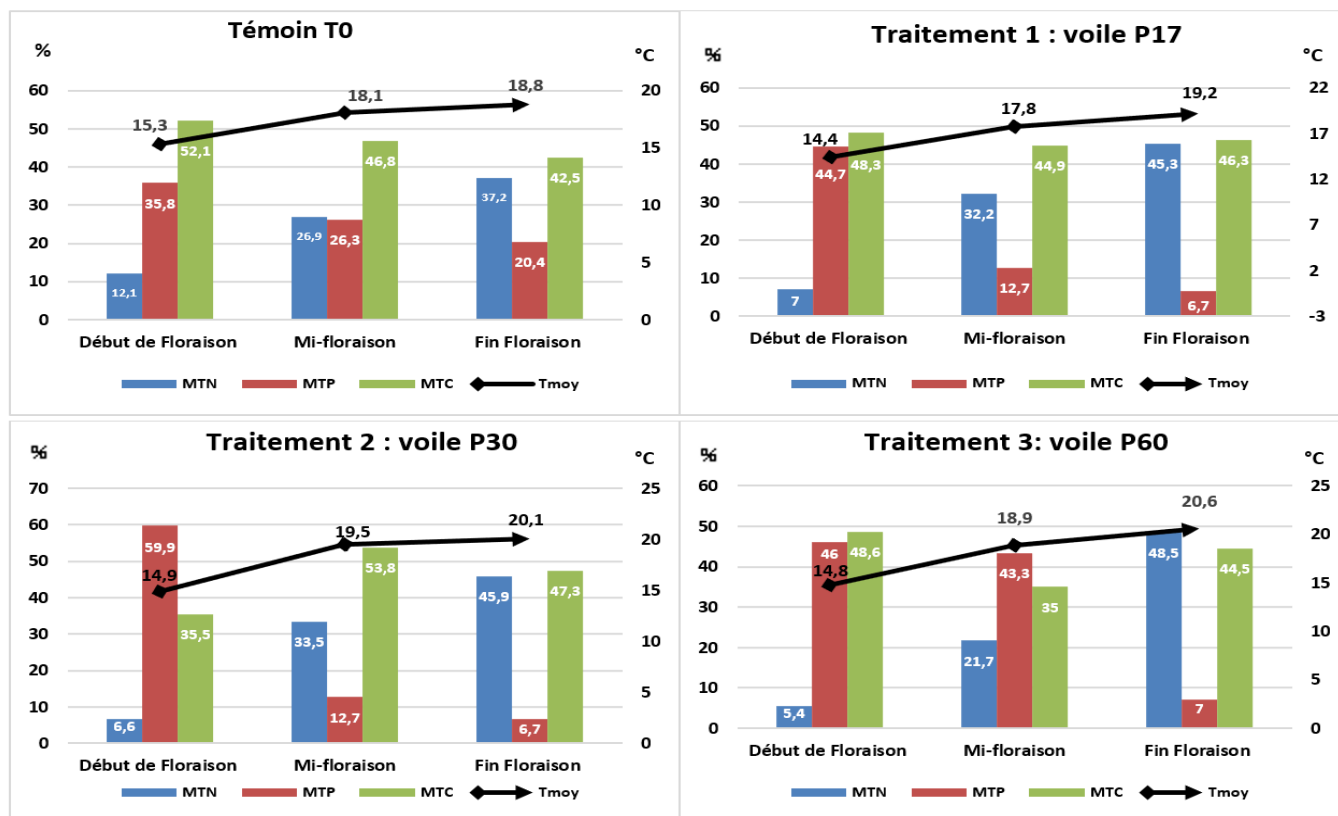


Figure 6: Évolution du taux de nouaison, de parthénocarpie, de chute de fleurs par traitement en fonction de la température des trois stades de floraison (MTN: Moyenne des taux de nouaison; MTP: Moyenne des taux de parthénocarpie; MTC: Moyenne des taux de chute de fleurs; Tmoy: température moyenne du stade)

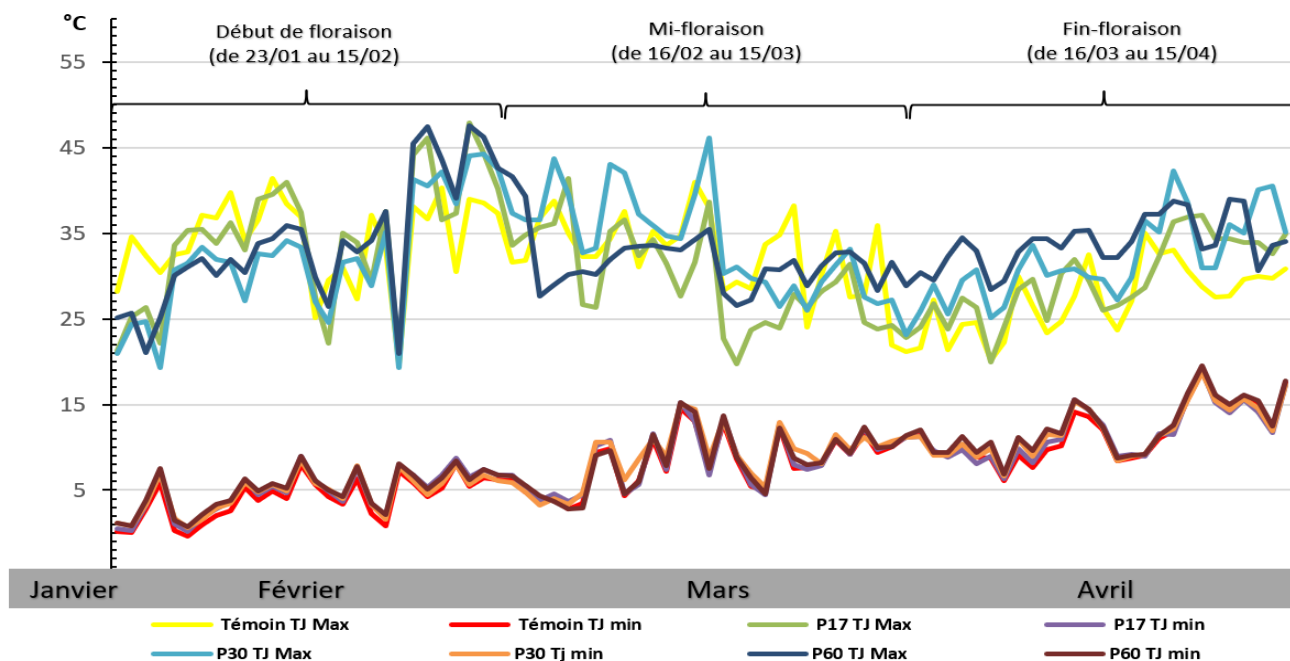


Figure 7: Évolution des températures minimales et maximales journalières dans les inflorescences ensachées par les voiles P17, P30 et P60 par rapport à celles de l'extérieur pendant les trois stades de floraison

• Les minimas enregistrés dans les inflorescences ensachées avec les voiles sont supérieurs à ceux de l'extérieur, cette différence varie de 0,3 à 1,3°C au début de floraison, de 0 à 1,6 °C à mi-floraison et de 0,2 à 2,4 °C au stade fin-floraison;

• Les maximas enregistrés dans les inflorescences ensachées avec les voiles sont supérieurs à ceux de l'air de l'extérieur et conservent, à partir du stade fin-floraison, les niveaux thermiques les plus hauts. La différence enregistrée par rapport au début de floraison a été négative tandis qu'aux stades mi et fin-floraison cette différence varie de 1,3 à 6,1 °C et de 4,1 à 9,1 °C respectivement.

Selon les observations susmentionnées, nous pouvons conclure que l'effet thermique des voiles a créé des conditions favorables à la germination et l'allongement des tubes polliniques. Dès lors, une amélioration du taux de germination, de la vitesse d'allongement des tubes polliniques ainsi que du taux de fécondation. Chose qui explique l'amélioration du taux de nouaison et la diminution du taux de parthénocarpie des inflorescences ensachées par rapport au témoin à partir du stade mi-floraison (Tableau 1 et figure 6). A titre de comparaison, l'application de deux types de bâches (bâche perforée en polyéthylène et bâche agrotexile en polyester) lors de la plantation de la courgette (*Cucurbita pepo* var. melopepo), en plein champ dans la station expérimentale du Complexe Horticole d'Aït Melloul, au sud-est d'Agadir, a permis d'observer que les températures minimales et maximales de l'air sous bâches à plat sont respectivement supérieures par rapport à celles de l'extérieur (témoin) de 0,5 à 2°C, et de 1,5 à 8,5°C. De plus, ces mêmes traitements ont enregistré une augmentation de 145 et 161% du rendement commercialisable total respectivement par rapport au témoin (Elattir *et al.*, 1995).

Par ailleurs, il est à noter que les voiles ont servi aussi comme moyen de protection contre les pluies et les bioagresseurs qui peuvent occasionner des dégâts importants sur la production dattière en quantité et en qualité. Aussi, par leur effet thermique, les voiles en polyéthylène peuvent être utilisés pour accélérer la maturation des dattes (Acourene et Tama, 2002).

CONCLUSION

A la lumière de ces résultats, on peut confirmer que de mise à fruit chez le palmier dattier, en particulier la pollinisation et la nouaison, sont très vulnérables aux conditions environnementales, notamment la température. En effet, les basses températures ainsi que leurs variations brutales de cette première, lors la période de pollinisation, perturbent la germination et le développement des grains de pollen et induisent l'échec de la fécondation. De ce fait, la

présence des liens de causalités entre l'augmentation du taux de parthénocarpie chez le cultivar Assiane de l'oasis de Figuig et les changements climatiques que connaît cet agroécosystème, impose la protection des inflorescences par les différents types de voiles d'ensachage qui permet de créer des conditions favorables à la germination des grains de pollen grâce aux températures favorables qui ont été enregistrées au stade fin-floraison. En effet, les voiles P17, P30 et P60 ont permis des taux de nouaison supérieurs à celui du témoin de 21,77, 23,38 et 30,37% respectivement. Ceci a favorisé une amélioration de la production dattière de 70,27, 137,83 et de 159,45% respectivement pour ces mêmes traitements par rapport au témoin T0. Ainsi donc, les voiles en polyéthylène, ayant un effet thermique important, peuvent être utilisés pour améliorer la production dattière en quantité et en qualité chez le cultivar Assiane et enfin de faire face aux effets des changements climatiques.

RÉFÉRENCES

ANDZOA (2012). Étude concernant la conduite d'études de caractérisation des palmeraies formant l'assiette de constitution du groupement d'intérêt Économique – lot n°1. Bureau d'étude Ingénierie, Formation, Études et Développement.

ANDZOA (2019). Synthèse des résultats de la convention N° 03/CP/2012 portant sur l'étude recensement, cartographie et cartographie des palmeraies.

Acourene S., Tama M. (2002). Effets de quelques opérations culturales (pollinisation, limitation, ciselage et ensachage) sur le rendement et la qualité de la datte de la variété Deglet-Nour de palmier dattier (*Phoenix dactylifera* L.). *Recherche Agronomique*, 6: 27-48.

Chafi A. (2016). Étude de la régénération par rejet et de la pomologie de quelques variétés de dattes du palmier dattier de l'oasis de Figuig. Thèse de doctorat, Faculté des sciences, Université Mohammed Premier, Oujda.

Elattir H., Benhomes M. (1995). Utilisation de la bâche à plat sur une culture de courgette (*Cucurbita pepo* var. melopepo) dans la région d'Agadir. *Revue Marocaine des Sciences Agronomiques et Vétérinaires*, 15: 27-36.

Hedhly A., Hormaza J. I., Herrero M. (2005). The effect of temperature on pollen germination, pollen tube growth, and stigmatic receptivity in peach. *Plant Biology*, 7: 476-483.

Hakkou A., Bouakka M. (2000). Programme de sauvetage de la palmeraie de Figuig et encouragement des coopératives agricoles. Département de Biologie-Laboratoire de Biochimie, Faculté des Sciences, Université Mohamed I, Oujda, Maroc.

Hedhly A., Hormaza J. I., Herrero M. (2003). The effect of temperature on stigmatic receptivity in sweet cherry (*Prunus avium* L.). *Plant, Cell & Environment*, 26: 1673-1680.

Munier P. (1973). Le palmier dattier. Ed. Maisonneuve, Paris, 221 p.

Raymond Bayne, S. A. (2012). Effets des bâches réfléchissantes, du type de palissage, de la densité, et du pinçage des tiges, sur la productivité du framboisier annuel (*Rubus Idaeus* L. cv. Autumn Britten) cultivé sous grands tunnels.

Tableau 2: Températures minimas et maximas enregistrées à l'extérieur (Témoin) et dans les traitements T1, T2 et T3 pendant les trois stades de floraison

Traitements	Début de floraison				Mi- Floraison				Fin-floraison			
	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3	T0	T1	T2	T3
Minima 1 en °C	0	0,3	0,8	0,8	2,8	3,7	3,3	2,8	6,1	6,3	6,6	6,9
Minima 2 en °C	-0,4	0,2	0,6	0,7	4,8	5,2	4,8	5,5	7,6	8,2	9	9,6
Minima 3 en °C	0,8	1,9	1,6	2,1	5,4	5,6	7	6,4	9,7	10,6	11,5	12,1
Maxima 1 en °C	39,7	36,7	31,6	31,9	31,1	32,4	37,2	33,5	30,6	36,9	38,5	38,3
Maxima 2 en °C	41,4	39,5	32,4	34,3	24	26,3	26	28,9	30,8	34,9	35,1	34,0
Maxima 3 en °C	37,1	29,4	28,8	34,1	27,5	31,4	33,1	32,8	29,6	33,9	35	38,7

Slavković F., Greenberg A., Sadowsky A., Zemach H., Ish-Shalom M., Kamenetsky R., Cohen Y. (2016). Effects of applying variable temperature conditions around inflorescences on fertilization and fruit set in date palms. *Scientia Horticulturae*, 202: 83-90.

Sedra My H. (2003). Le palmier dattier base de la mise en valeur des oasis au Maroc, Techniques phoénicoles et création d'oasis. INRA-Edition. Maroc.

Sukhvibul N., Whiley A. W., Vithanage V., Smith M. K., Doogan V. J., Hetherington S. E. (2000). Effect of temperature on pollen germination and pollen tube growth of four cultivars of mango (*Mangifera indica* L.). *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 75: 214-222.

Sedgley M. (1977). The effect of temperature on floral behaviour, pollen tube growth and fruit set in the avocado. *Journal of Horticultural Science*, 52: 135-141.

Sanzol J., Rallo P., Herrero M. (2003). Asynchronous development of stigmatic receptivity in the pear (*Pyrus communis*; Rosaceae) flower. *American Journal of Botany*, 90: 78-84.

Zaid, A., de Wet P. F. (2002). Exigences climatiques du palmier dattier, chapitre 4. Dans Culture du palmier dattier (Ed Zaid, A.), Document de la FAO sur la production végétale et la protection des végétaux n° 156, Rome. Rome, Italie: FAO.

Zohary D, Hopf M. (2000). Domestication of plants in the Old World. 3rd edn. 316 pp. New York: Oxford University Press.