

Évaluation de l'application de la technique "Scozzolatura" sur la qualité des fruits des accessions de figuier de Barbarie dans le contexte oasien du Tafilalet

Homrani Bakali Abdelmonaim ⁽¹⁾, Harrak Hasnaâ ⁽²⁾ et Noutfia Younès ⁽³⁾

abdelmonaim.homranibakali@inra.ma

1 : CRRA d'Errachidia Institut National de la Recherche Agronomique, Avenue Ennasr, BP 415 Rabat Principale, 10090 Rabat, Maroc.

2 : CRRA de Marrackech, Institut National de la Recherche Agronomique, Avenue Ennasr, BP 415 Rabat Principale, 10090 Rabat, Maroc.

3 : Institut National de la Recherche Agronomique, Avenue Ennasr, BP 415 Rabat Principale, 10090 Rabat, Maroc.

Résumé

Les cladodes du figuier de Barbarie peuvent refleurir plusieurs fois au cours d'une même saison, soit d'une façon naturelle, soit après application des pratiques inductives comme la technique de *Scozzolatura* ; ceci permet d'étendre la production des fruits au-delà de la saison de production habituelle du cactus. L'étude de l'effet de la technique de *Scozzolatura* sur la qualité des fruits a été réalisée sur 10 accessions de figuier de Barbarie (*Opuntia ficus-indica* forme *ficus-indica*) provenant de différentes régions du Sud du Maroc et cultivées au niveau du domaine expérimental de l'INRA d'Errachidia (31,91"N 4,44"O). L'évaluation de la qualité des fruits a été faite sur les caractéristiques morphologiques (longueur, largeur équatoriale, épaisseur de l'écorce, profondeur de la cicatrice du réceptacle, longueur du pédoncule du fruit, diamètre de la couronne du fruit, volume, le nombre de graines et poids du fruit, d'écorce et de graines), physiques (fermeté) et physicochimiques (couleur, pH et Brix). Cette étude montre que le rendement et le poids moyen du fruit obtenus suite à l'application de cette technique ont enregistré des valeurs plus faibles comparativement aux fruits de saison. Néanmoins, plusieurs attributs de qualité se sont révélés significativement différents entre les fruits de saison et les fruits de la *Scozzolatura*. Les plus remarquables sont le nombre et le poids des graines qui ont en moyenne diminué de 35,7 et 32,8 % respectivement. L'épaisseur de la peau et la longueur du pédoncule du fruit ont par contre augmenté en moyenne de 10,4 et 57,0 % respectivement. La couleur de la pulpe a complètement changé après l'application de la *Scozzolatura*. Quant aux critères physicochimiques de la pulpe, le pH a légèrement diminué de 0,1 à 0,4 et le degré Brix a augmenté de trois à cinq unités par rapport au fruit de saison. De ce fait, les fruits issus de la *Scozzolatura* ont été montrés une qualité supérieure comparativement aux fruits de saison.

Mots-clés : *Opuntia* spp., *Scozzolatura*, Accessions, Qualité, Système oasien, Maroc.

Evaluation of the effect of the "*Scozzolatura*" technique on the fruit quality of prickly pear accessions in the oasis context of Tafilalet

Abstract

Prickly pear cladodes could bloom several times during the same season, either naturally or after applying inductive practices such as *Scozzolatura* technique; this allows extending fruiting season of cactus pear. The study of the effect of the *Scozzolatura* technique on the quality of the fruits was determined on 10 accessions (*Opuntia ficus-indica* form *ficus-indica*) from different regions of the south of Morocco and cultivated in Errachidia Experimental Station (31.91°N 4.44°W). The evaluation of the quality of the fruits was carried out on the morphological characteristics (length, equatorial width, thickness of the bark, depth of the scar of the receptacle, length of the fruit peduncle, diameter of the fruit crown, volume, weight of the fruit, rind and seeds and the number of seeds), physical (firmness) and physicochemical (color, pH and Brix). Certainly, the yield and the unit weight of the fruits following the application the *Scozzolatura* were lower comparatively to seasonal fruit production. However, several quality traits were found to be significantly different between the seasonal fruits and the fruits of *Scozzolatura*. The most important traits are the number and weight of seeds, which have decreased on average by 35.7 and 32.8%, respectively. The thickness of the skin and the length of the fruit peduncle significantly increased on average by 10.4% and 57.0%, respectively after the application of the *Scozzolatura*. The color of the pulp changed completely after the application of the *Scozzolatura*. As for the physicochemical character, the pH was reduced, the Brix degree increased by three to five units compared to the seasonal fruit. As a result, the fruits of *Scozzolatura* were superiorly of better quality.

Key words: *Opuntia* spp., *Scozzolatura*, Accessions, Quality, Oasis system, Morocco.

تقييم تأثير تقنية "سكوزولاتورا" على جودة ثمار التين الشوكي في سياق واحة تافيلالت

الحراني البقالي عبد المنعم، الحراق حسناء ونوطفيا يونس

ملخص

تتمتع السيقان الورقية لتين الشوكي بالقدرة على الازهار عدة مرات خلال نفس الموسم، إما بشكل طبيعي أو بعد تطبيق الممارسات الاستقرائية مثل *السكوزولاتورا* (*Sz*) *Scozzolatura*؛ وهذا يسمح بتمديد إنتاج الفاكهة إلى ما بعد موسم الإنتاج المعتاد للصابر. تم تحديد دراسة تأثير تقنية *السكوزولاتورا* على جودة ثمار 10 أنواع من التين الشوكي (*Opuntia ficus-indica form ficus-indica*) منحدره من مناطق مختلفة من جنوب المغرب والمزروعة بمحطة التجاري للرشيديّة (31.91 "شمالاً 4.44" غرباً). تم تحليل جودة الثمار على الخصائص المورفولوجية (الطول، العرض الاستوائي، سمك اللحاء، عمق ندبة الفاكهة، طول ساق الفاكهة، قطر تاج الثمرة، الحجم، وزن الثمار والقشرة والبذور وأخيراً عدد البذور) الفيزيائية (الليونة) والفيزيوكيميائية (اللون، الرقم الهيدروجيني والبريكس). من المؤكد أن إنتاج ووزن وحدة ثمار بعد تطبيق *السكوزولاتورا*، انخفض بالمقارنة مع الفاكهة الموسمية، ومع ذلك، وجد أن العديد من خصائص الجودة تتباين كثيراً بين الثمار الموسمية وثمار *السكوزولاتورا* أبرزها عدد ووزن البذور التي انخفضت في المتوسط بنسبة 35.7٪ و 32.8٪ على التوالي. سمك القشرة وطول ساق الفاكهة زاد بشكل ملحوظ بعد تطبيق *السكوزولاتورا* في المتوسط بنسبة 10.4٪ و 57.0٪ على التوالي. تغير لون اللب تماماً بعد تطبيق تقنية *السكوزولاتورا*. أما بالنسبة للخصائص الفيزيوكيميائية، فقد انخفض الرقم الهيدروجيني قليلاً من 0.1 إلى 0.4، وعرف البريكس زيادة كبيرة بمقدار ثلاثة إلى خمس درجات مقارنة بالفاكهة الموسمية. نتيجة لذلك، كانت الثمار الناتجة بعد تطبيق *السكوزولاتورا* ذات جودة أفضل.

الكلمات المفتاحية: *Opuntia spp.*، *السكوزولاتورا*، فاكهة، نوع، جودة، نظام الواحات، المغرب.

Introduction

Généralement, la plante d'*Opuntia ficus-indica* s'épanouit de mars à avril dans l'hémisphère Nord, et de septembre à octobre dans l'hémisphère sud (Nerd et Mizrahi, 1997). La floraison et la fructification du figuier de Barbarie se produisent habituellement une seule fois en une seule vague par an (ONUDI, 2015). Néanmoins, les cladodes peuvent refleurir plusieurs fois au cours d'une même saison, soit d'une façon naturelle, soit après avoir appliqué des pratiques inductives ; ceci permet d'étendre la saison de commercialisation des fruits (Nerd et Mizrahi, 1997 ; Inglese *et al.*, 2017). En Italie, une deuxième floraison est forcée par l'éclaircie des fleurs et des cladodes permettant la production de fruits extrasaisonniers (automnaux) (Inglese 1999 ; 2010). Cette technique est appelée *Scozzolatura*. Son principe est basé sur l'élimination de toutes les fleurs et les nouvelles cladodes ternes particulièrement au moment de l'anthèse (stade plein floraison). Ce dernier est connu par l'induction d'un nombre important de nouveaux bourgeons floraux. Selon Boujghagh et Bouharroud (2015), la refloweraison peut être retardée jusqu'à la fin du printemps, en appliquant la *Scozzolatura* sur 100% de fleurs, 10 jours après l'anthèse et avant et la chute totale de la corolle. Une seconde vague de floraison réapparaît généralement deux à trois semaines après l'application de la *Scozzolatura* (Liguori *et al.*, 2006).

Boujghagh et Bouharroud (2015), en testant la *Scozzolatura* à différents stades de floraison, ont noté une supériorité très significative du poids moyen (144 g) et de la teneur en sucre (16 °Bx) des fruits réapparus après l'application à un stade plus tardif (fin floraison après la chute de 50 % des corolles) par rapport aux fruits de saison et aux fruits issus de la *Scozzolatura* appliquée aux stades précoces (poids et Brix respectivement de 125 g et 14 °Bx). Dans les conditions du Sud-ouest marocain, les fruits obtenus en hors saison (d'octobre à fin novembre) suite à l'application de la *Scozzolatura* auraient une valeur commerciale largement supérieure aux fruits de saison (Boujghagh et Bouharroud, 2015). Les fruits de la *Scozzolatura* présentent en général des calibres commerciaux (supérieurs à 120 g) répondant aux normes internationales des fruits destinées à l'export (Inglese *et al.*, 1995).

N'étant pas climactérique (sans augmentation de la respiration pendant la maturation et après la récolte), le fruit du cactus est rapidement périssable surtout lorsqu'il est produit durant la période estivale (Inglese, 2010). En outre, il a été noté que les fruits de saison produits au niveau d'Errachidia sont moins sucrés par rapport ceux produits au niveau d'Agadir (Homrani *et al.*, 2021).

Dans une perspective d'améliorer la qualité gustative (surtout le goût sucré) des fruits de la région d'Errachidia, le présent travail propose d'étudier l'effet de la technique de la *Scozzolatura* sur la qualité du fruit de dix accessions du figuier de Barbarie installées au niveau de la région du Tafilalet.

Matériel et Méthodes

Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé a porté sur 10 accessions appartenant à la forme inerme du figuier de Barbarie : *Opuntia ficus-indica* f. *ficus-indica* (Kiesling et Metzing, 2018). Ces accessions proviennent de différentes régions du Sud et Sud-Est du Maroc (Tab. 1).

Tableau 1 : Provenances des accessions du figuier de Barbarie utilisées.

Code de l'accension	Origine géographique	Coordonnées	Altitude (m)
P6	Ouarzazate	30,98 ; -7,09	1244
P8	Agdez, Ouarzazate	30,74 ; -6,66	1470
P13	Tansikhte, Zagoura	30,67 ; -6,17	880
P14	Ouled Moussa, Zagoura	30,37 ; -5,83	850
P15	Ouled Moussa, Zagoura	30,41 ; -5,88	850
P23	Boudnib	31,95 ; -3,60	971
P28	Ifry, Ziz	32,11 ; -4,36	1210
P38	Oualegh, Itzer	32,90 ; -5,02	1650
P65	Ait Attou, Kerrandou	32,23 ; -4,36	1240
P113	Ait Baamrane, Sidi Ifni	-	150

Protocole expérimental

L'essai de la *Scozzolatura* est réalisé au cactetum installé en 2012 au domaine expérimental d'Errachidia relevant du Centre Régional de la Recherche Agronomique d'Errachidia de l'INRA localisé dans la région du Tafilalet à la latitude 31,91"N, la longitude 4,44"O et l'altitude de 1060 m. Le sol de la parcelle d'essai est sablo-limoneux. Les précipitations moyennes annuelles sont de 137 mm alors que les températures d'été peuvent atteindre 50 °C. L'hiver est très froid et la température minimale peut descendre à -7 °C (Homrani, 2018).

Les accessions sont plantées selon un dispositif de criblage de 4 individus par accession. La densité adoptée est de 833 plants/ha (3 x 4 m). L'irrigation des plants est assurée par le système de goutte-à-goutte avec une fréquence de 6 arrosages par an, concentrée essentiellement entre les mois de janvier à septembre. La dose d'irrigation a été estimée à 6 litres par plant. Le désherbage mécanique est assuré de façon périodique. L'essai est réalisé sans apport de fertilisants. La production des fruits de toutes les accessions a été enregistrée la première fois en 2015. Les rendements en fruits du cactus enregistrés au niveau du domaine expérimental d'Errachidia restent faibles et varient beaucoup selon les âges des plants et la provenance des accessions de 0,8 t/ha à 12 t/ha durant les premières années de production (Homrani, 2018).

La *Scozzolatura* a été réalisée sur 10 accessions des 115 accessions disponibles au domaine expérimental d'Errachidia. Elle a été effectuée durant le stade de pleine floraison (mi-avril 2018) en procédant à l'ablation totale des jeunes fruits et cladodes. Ainsi, nous avons appliqué la *Scozzolatura* sur deux plants et deux autres plants ont servi de témoin. Une irrigation a été apportée immédiatement après l'application de la technique de Sz.

Détermination des critères morphologiques

La liste des descripteurs du cactus utilisée est celle développée par le Réseau international de coopération du figuier de Barbarie approuvée par Bioversity International (Chessa et Nieddu, 1997). Les caractéristiques étudiées ont été aussi enregistrées selon les directives de test pour le cactus et le xoconostle de l'union internationale pour la protection des nouvelles variétés des plantes (UPOV, 2004). Dix fruits ont été prélevés aléatoirement sur les deux plants subissant la *Scozzolatura* et les deux plants témoin. Seuls les fruits mûrs et sains sont choisis. La maturité des fruits est déterminée en fonction du début de la coloration de l'écorce. Les dimensions des fruits sont mesurées à l'aide d'un pied à coulisse. Il s'agit de: longueur (LF en cm), largeur équatoriale maximale (DF en cm), épaisseur de l'écorce (EE en mm), dépression ou profondeur de la cicatrice du réceptacle (PCF en mm), la longueur du pédoncule du fruit (LPF en mm) et diamètre de la couronne du fruit (DiCR en mm). Le volume du fruit (VF en cm³) est calculé en assimilant le fruit à une ellipse. Les poids (en g) du fruit (PFU) et de l'écorce (PE) sont déterminés à l'aide d'une balance de précision (précision 0,1 g). Les graines sont récupérées après rinçage de la chair du fruit en utilisant un tamis. Elles sont comptées (Ng) et pesées par 100 graines (Pg en g) pour chaque fruit (précision 0,1 mg). Le nombre et le poids de graines sont par la suite rapportés au volume du fruit (Ng/VF, Pg/VF).

Détermination des critères physiques et physicochimiques

La fermeté des fruits (FP exprimée en kg/cm²) est mesurée sur l'écorce des fruits fraîchement récoltés à l'aide d'un pénétromètre à main (PCE-PTR 200) à surface d'embout de 8 mm. La teneur en sucres solubles totaux ou le Brix (exprimé en °Bx) du jus des fruits est mesurée avec un réfractomètre à main (Model DR-A1, Atago, Japon) à 25 °C. Le pH du jus des fruits est déterminé à l'aide d'un pH-mètre (Consort c830). La couleur du fruit est mesurée par un chromamètre (MiniScan EZ) qui donne les paramètres de couleur L*, a* et b*. L'angle de teinte ($h_{ab} = \arctan(b^*/a^*)$) et le chroma C ou la saturation des couleurs ($C_{ab} = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2}$) sont également déterminés. Le chroma représente l'intensité de la teinte et la valeur L* est interprétée directement comme la luminosité ou la clarté (L*).

Analyses statistiques

La moyenne \pm l'écart-type et le coefficient de variation ont été calculés pour tous les critères quantitatifs. Les données obtenues sont d'abord soumises à l'analyse de la variance et les moyennes sont comparées au test de Student-Newman-Keuls (SNK) au seuil de 5 % d'erreur basé sur la plus petite amplitude significative en utilisant le logiciel SPSS 18.0 et Excel 2013.

Résultats et discussions

Effet de la Scozzolatura sur les périodes de développement et de récolte et sur la production des fruits

Les résultats ont montré que la *Scozzolatura* influence les périodes de développement et de récolte des fruits. Des différences significatives sont enregistrées entre les fruits de saison et extrasaisonniers. La date de maturité des fruits au niveau du DE d'Errachidia pour les fruits de saison se situe vers la fin de juillet (Homrani, 2018), alors qu'en appliquant la *Scozzolatura* vers la moitié d'avril, la date de maturation des fruits de la seconde génération est vers la fin de septembre. En effet, nous avons noté un retard de deux mois et un prolongement de 10 à 20 jours sur la période de développement et de maturation des fruits pour les fruits tardifs (*Scozzolatura*) par rapport aux fruits précoces de la saison. Enfin, la mise en œuvre de la technique de *Scozzolatura* a affecté le rendement de fruits entraînant une baisse de production des fruits de 70-90 % par rapport à celle de la saison selon les accessions (en moyenne pour les dix accessions, la production du fruit par plant est $8,7 \pm 3,2$ kg pour les fruits de saison contre $1,9 \pm 1,0$ kg par plant pour les fruits de la *Scozzolatura*). Ceci concorde avec le résultat d'Ochoa *et al.* (2009) qui ont remarqué que l'application de la *Scozzolatura* a entraîné une production de 5 % seulement des fruits de la saison. Il faut signaler que le taux de refloraison dépend également des conditions environnementales prévalant au moment du retrait (principalement la teneur en eau du sol et la température de l'air). Des températures élevées pendant l'initiation du bourgeon induisent une activité végétative plutôt que reproductive, entraînant une diminution du taux de refloraison (Inglese *et al.*, 2017).

Effet de la Scozzolatura sur les paramètres morphologiques

À l'exception du calibre du fruit (qui se traduit essentiellement par le poids unitaire du fruit, la longueur et le diamètre du fruit) et dont les changements n'ont pas été très significatifs et qui ont varié d'une accession à l'autre en faveur des fruits de la saison (Fig. 1 et 2), tous les autres paramètres morphologiques du fruit ont évolué positivement avec l'application de la *Scozzolatura*.

En effet, la *Scozzolatura* a eu un effet positif sur plusieurs paramètres morphologiques de qualité. Parmi les plus notables, on trouve la forme du fruit qui a passé d'une forme ovoïde pour les fruits de la saison à une forme plus au moins piriforme après la *Scozzolatura* (Fig. 2). Ceci se traduit aussi par un effet très hautement significatif de la Sz sur la longueur du pédoncule du fruit et le diamètre de la couronne du fruit qui deviennent plus grands pour les fruits de la seconde génération. De même, l'épaisseur de l'écorce du fruit est significativement plus épaisse pour les fruits de la *Scozzolatura* (Fig. 3). En effet, nous avons constaté que les fruits mûrs de la *Scozzolatura* de certaines accessions sont plus au moins plus tuberculés par rapport aux fruits de saison (Fig. 3).

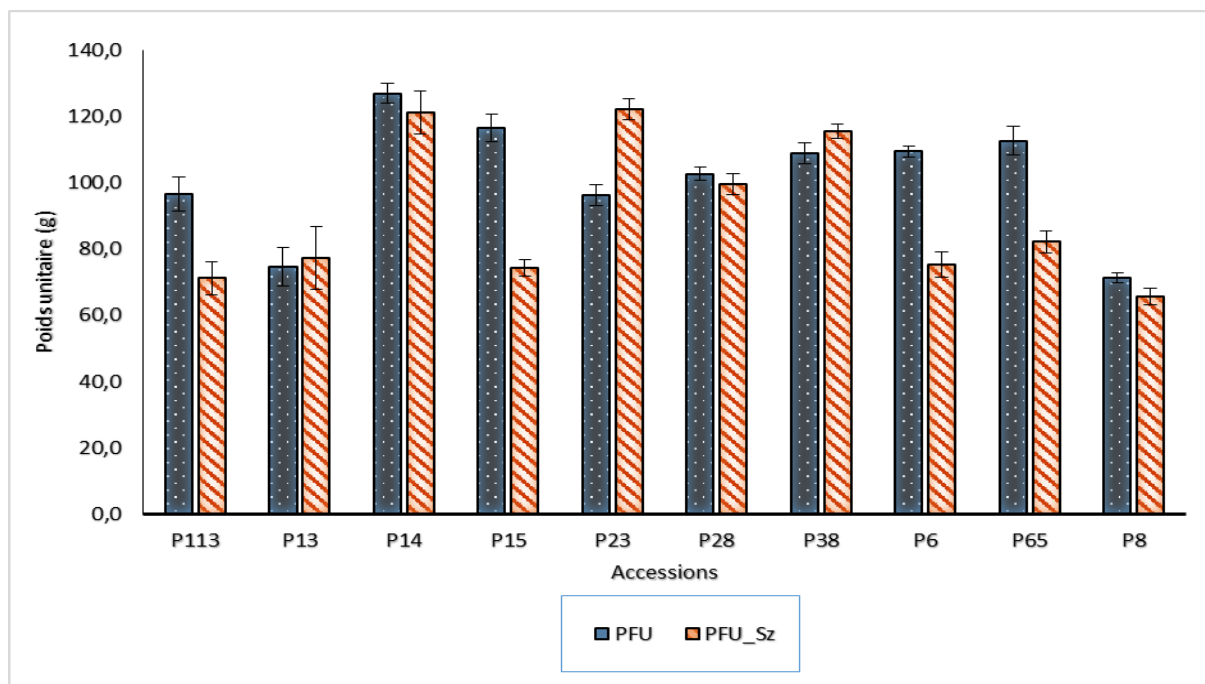


Figure 1 : Comparaison du poids unitaire des fruits de saison (PFU) et des fruits hors saison induits par la *Scozzolatura* (PFU_Sz) des accessions du figuier de Barbarie étudiées.

Les résultats obtenus dans ce travail concordent avec les résultats de Boujghagh et Bouharroud (2015) et Barbera *et al.* (1991) qui ont travaillé sur d'autres accessions dont les poids unitaires des fruits de la *Scozzolatura* ont été généralement plus grands par rapport aux fruits de saison.



Figure 2 : Comparaison entre les fruits de la *Scozzolatura* (à gauche) et le fruit de saison (à droite) de l'accession P65 (LPF : Longueur du pédoncule du fruit).

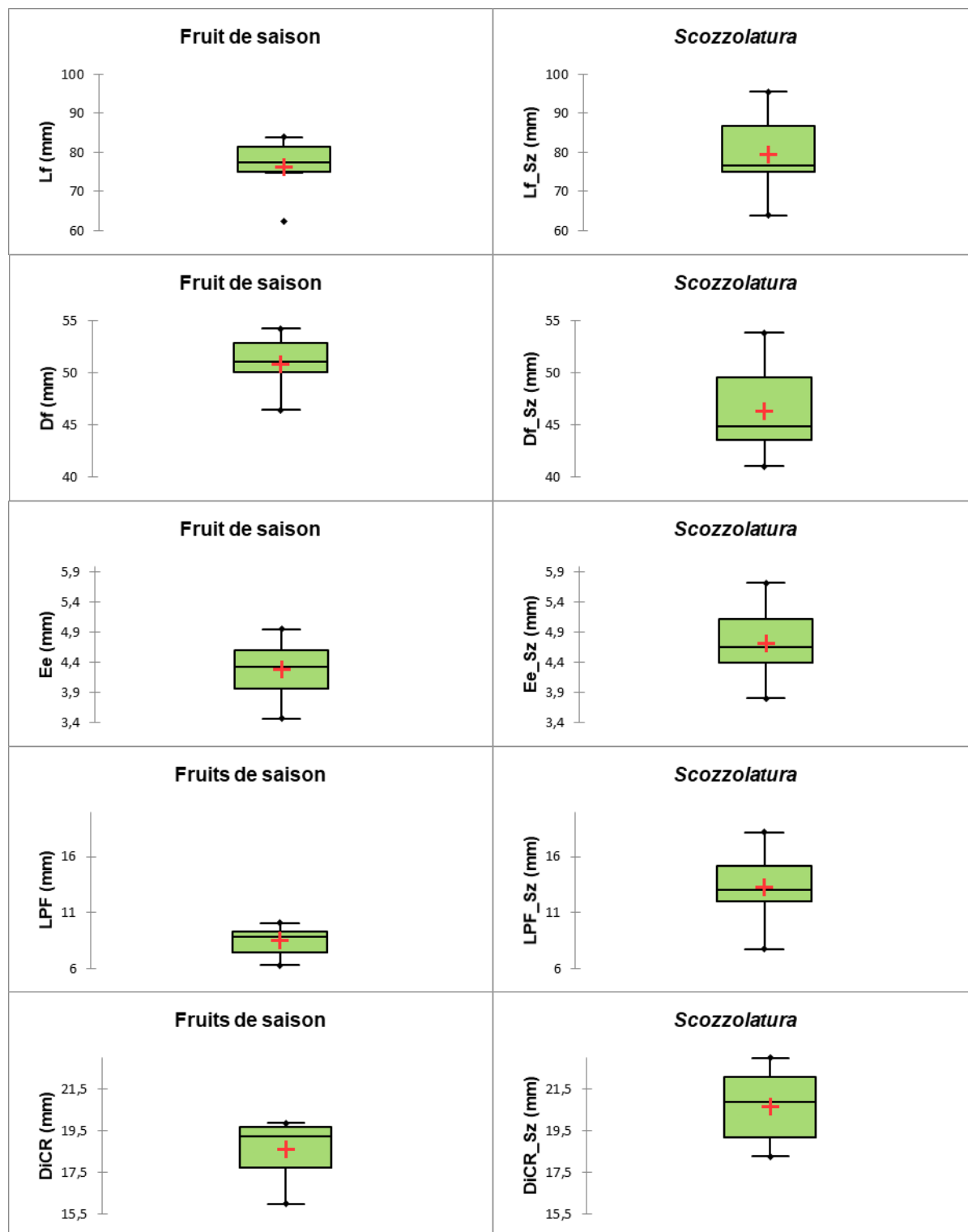


Figure 3 : Diagrammes en boîtes de quelques paramètres morphologiques des fruits de saison (à gauche) et des fruits extrasaisonniers induits par la *Scozzolatura* (à droite) du poids unitaire du fruit (PFU, PFU_Sz), longueur maximale (Lf, Lf_Sz), épaisseur de l'écorce (Ee, Ee_Sz), longueur du pédoncule du fruit (LPF, LPF_Sz) et le diamètre de la couronne du fruit (DiCR et (DiCR_Sz) des accessions du figuier de Barbarie étudiées.

Effet de la Scozzolatura sur le nombre et le poids des graines

L'effet de la *Scozzolatura* sur le nombre et le poids des graines a été très significatif (Fig. 4 et 5). En effet, la *Scozzolatura* a permis la réduction significative du nombre des graines même par rapport au volume du fruit pour la majorité des accessions. Cette différence a été particulièrement très notable chez l'accension P113 dont le nombre de graines a été réduit par 3,4 fois et le poids par 2,5 fois. Seules les accessions P13 et P8 dont l'effet de la *Scozzolatura* a été inverse en enregistrant plus de graines par rapport aux fruits de saison. Pour la P13, et même si le nombre est plus élevé, le poids des graines par unité de volume est plus faible, ce qui montre que la majorité des graines ont été avortées.

Les fruits de la seconde génération renferment moins de graines conformément à plusieurs études menées en Italie (Barbera *et al.*, 1988 ; Barbera et Inglese, 1993 ; Mulas, 1997 ; Inglese *et al.*, 2010 ; Liguori *et al.*, 2014 ; Inglese *et al.*, 2017).

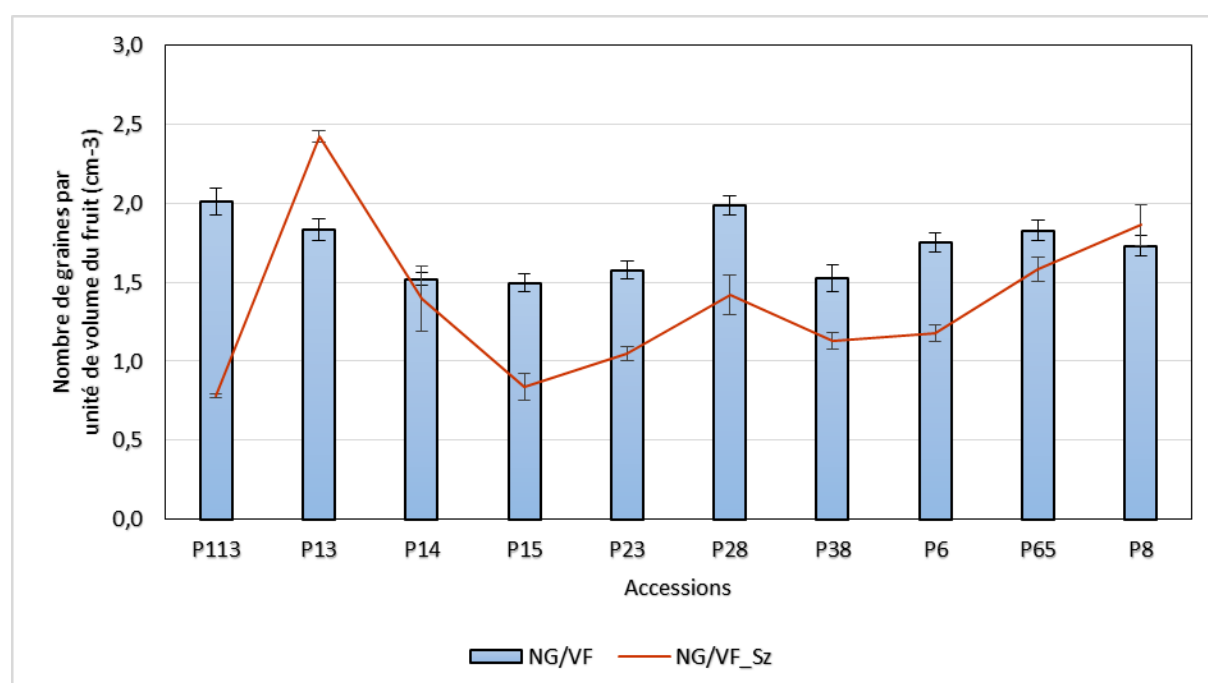


Figure 4 : Comparaison du nombre de graines par unité de volume pour les fruits de saison (NG/VF) et les fruits extrasaisonniers induits par la *Scozzolatura* (NG/VF_Sz) des accessions du figuier de Barbarie étudiées.

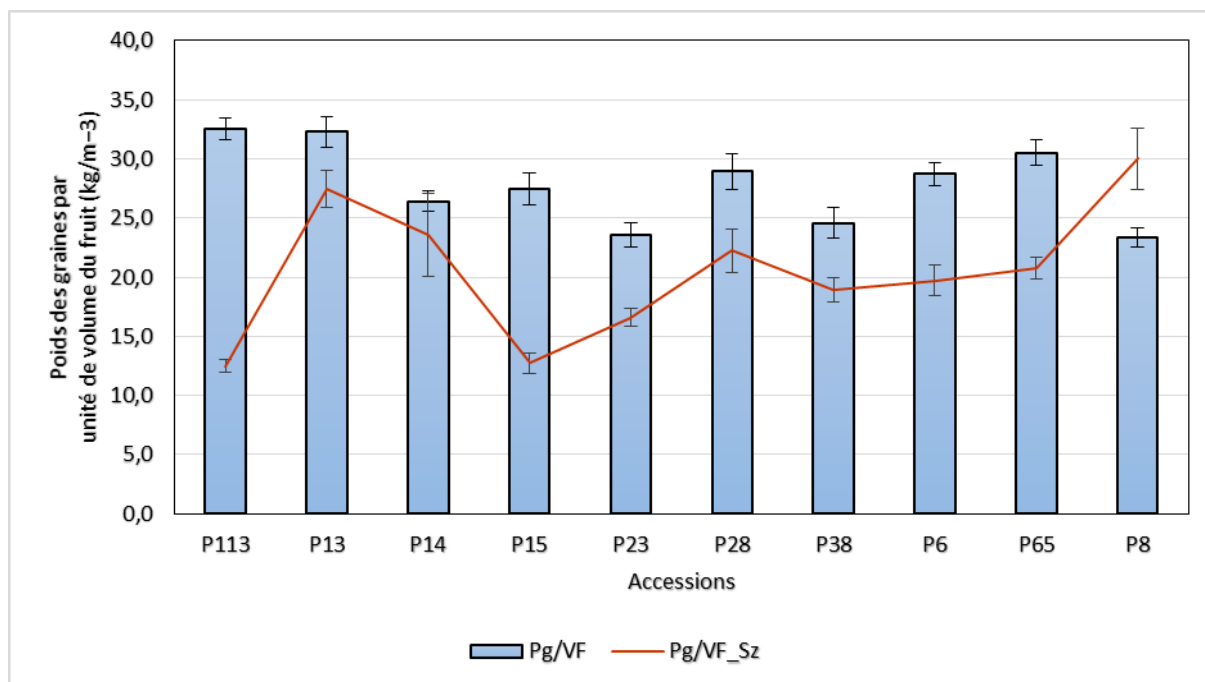


Figure 5 : Comparaison du poids des graines par unité de volume pour les fruits de saison (Pg/VF) et les fruits extrasaisonniers induits par la *Scozzolatura* (Pg/VF_Sz) des accessions du figuier de Barbarie étudiées.

Effet de la *Scozzolatura* sur les critères physicochimiques

Le Brix a été significativement supérieur pour les fruits de la *Scozzolatura* par rapport aux fruits de saison, la différence a atteint en moyenne 3 à 5 degrés pour la majorité des accessions sauf pour P38 dont la différence était de 2,5 degrés (Fig. 6 et 7). De même, le pH et la fermeté du fruit ont enregistré une diminution significative pour les fruits de *Scozzolatura* par rapport aux fruits précoces (Fig. 7).

Les fruits de la seconde génération sont d'une meilleure qualité et plus sucrés en concordant ainsi avec plusieurs études en Italie (Barbera *et al.*, 1988 ; Barbera et Inglese, 1993 ; Mulas, 1997 ; Inglese *et al.*, 2010 ; Liguori *et al.*, 2014 ; Inglese *et al.*, 2017). Ceci peut être expliqué par la prolongation de la durée de la maturité des fruits de la *Scozzolatura*, la faible charge de cladode en fruits et l'effet de la température ambiante durant la deuxième période sur les processus morphogénétiques et biochimiques dans la croissance des fruits. En fait, Barbera *et al.* (1992) et Inglese *et al.* (1994) ont observé une relation entre la durée des phases de développement des figues de Barbarie et la température ambiante. L'effet de la chaleur durant les mois de juillet et d'août à Errachidia (région du Tafilalet) provoque plus de réactions biochimiques induisant probablement l'accumulation de sucres. Par contre, Schirra *et al.* (1999) n'ont observé aucune différence dans les valeurs du Brix, de l'acidité et du pH pour le cultivar Gialla entre les fruits de saison produits en été et extrasaisonniers produits en automne. La faible charge des cladodes en fruits et surtout profitable pour un bon calibre (Inglese *et al.*, 1995).

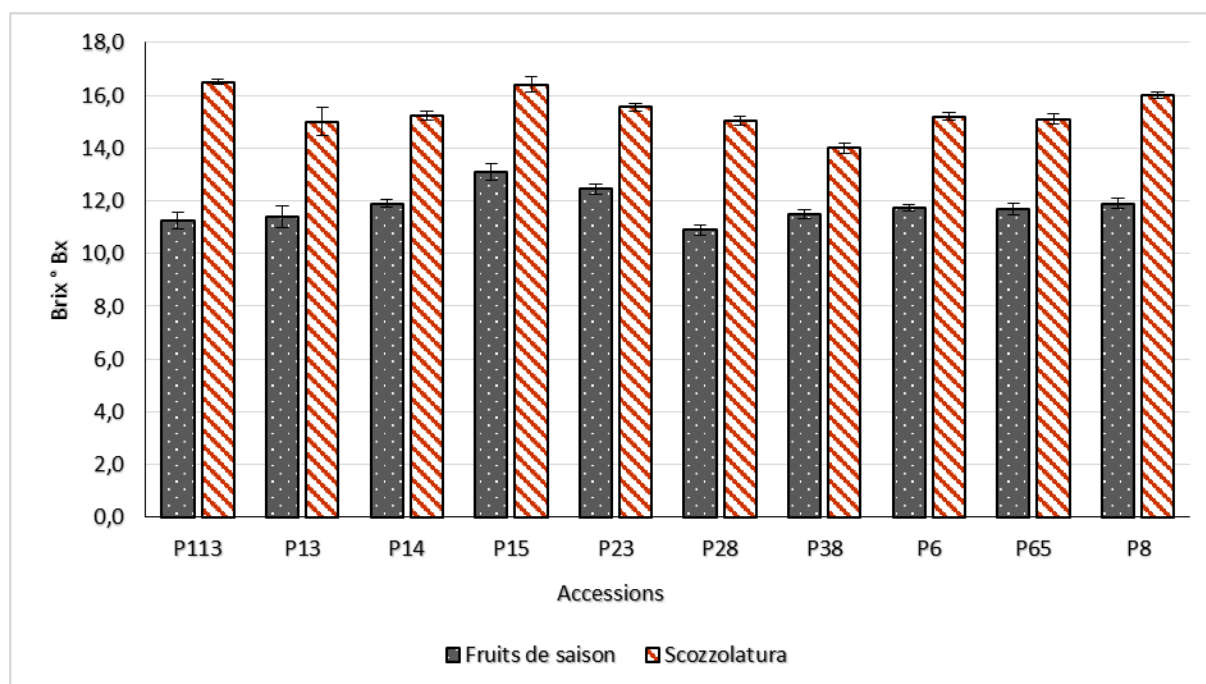


Figure 6 : Effet de la *Scozzolatura* sur le Brix des fruits des accessions du figuier de Barbarie étudiées.

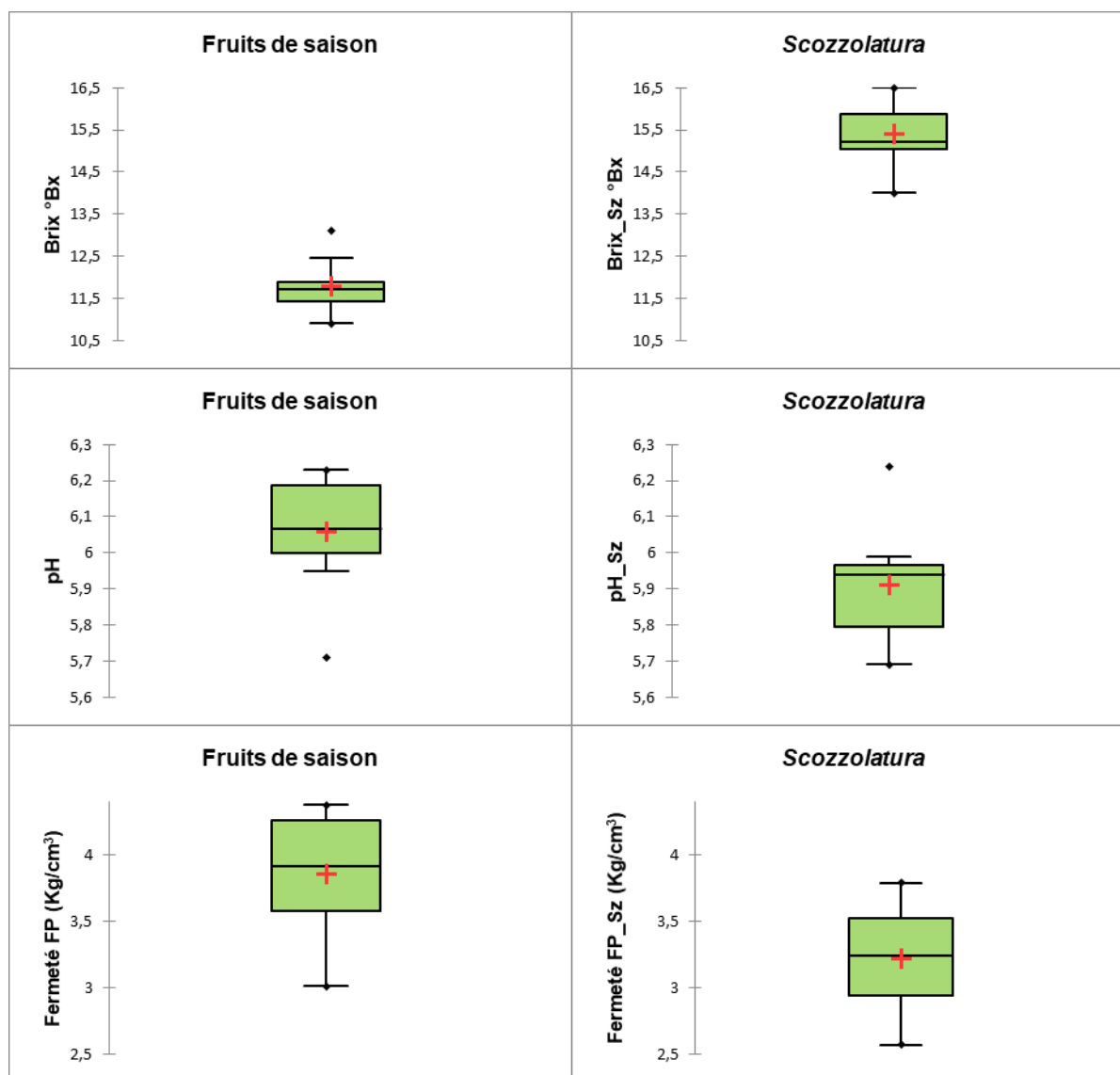


Figure 7 : Diagrammes en boîtes des paramètres Brix, pH et fermeté des fruits de saison (à gauche) et des fruits hors saison induits par la *Scozzolatura* (à droite) des accessions du figuier de Barbarie étudiées.

Effet de la *Scozzolatura* sur la couleur de la pulpe du fruit

En analysant les fruits après l'application de la *Scozzolatura*, la couleur de la pulpe du fruit qui a été jaunâtre à orange (Fig. 8) a viré significativement vers le vert pour toutes les accessions. Ceci est illustré dans les figures 9, 10 et 11 qui montrent l'effet général de la *Scozzolatura* sur le chroma et la teinte. De façon générale, la clarté n'a pas beaucoup varié.

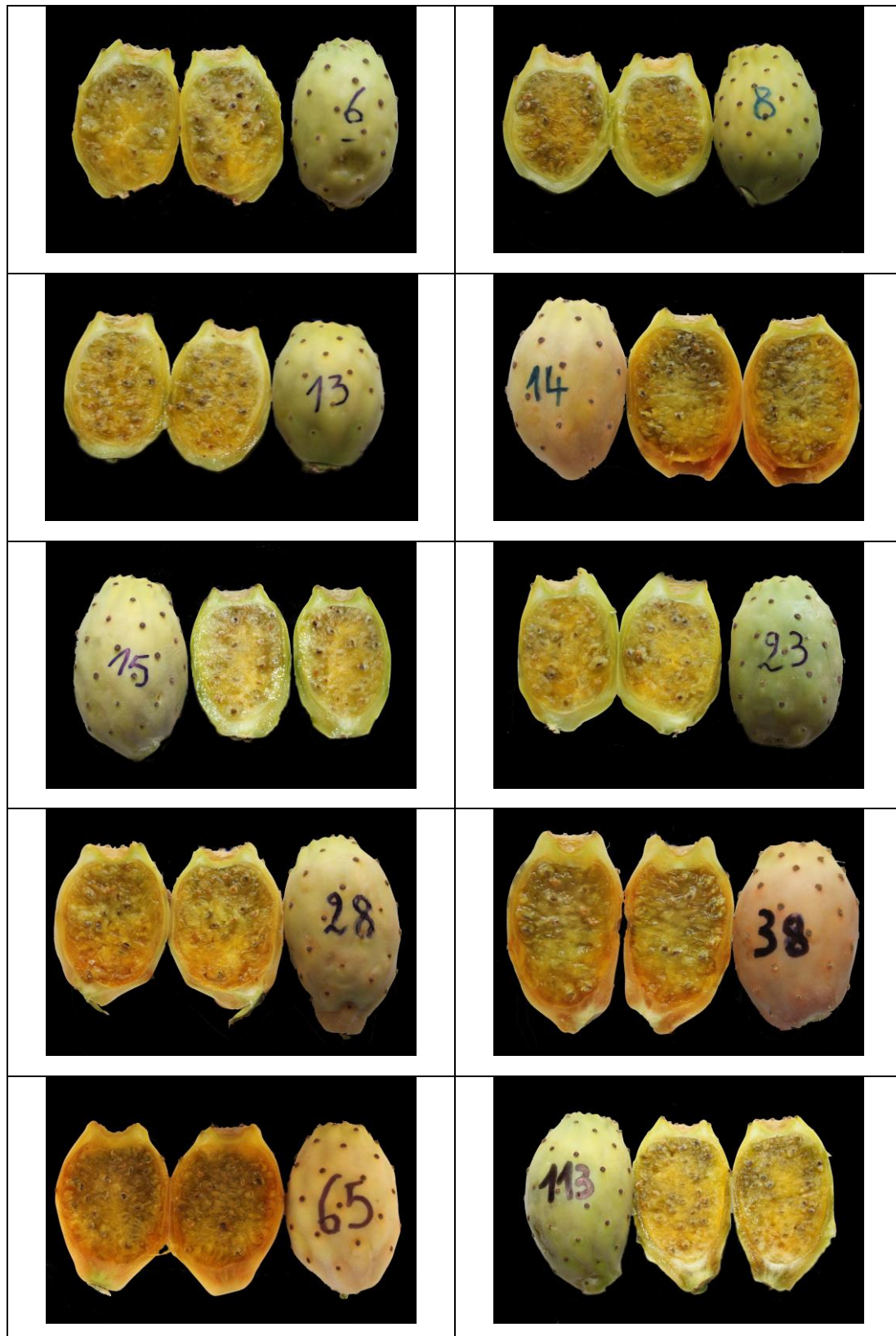


Figure 8 : Couleur de la pulpe du fruit des dix accessions étudiées avant l'application de la *Scozzolatura*.

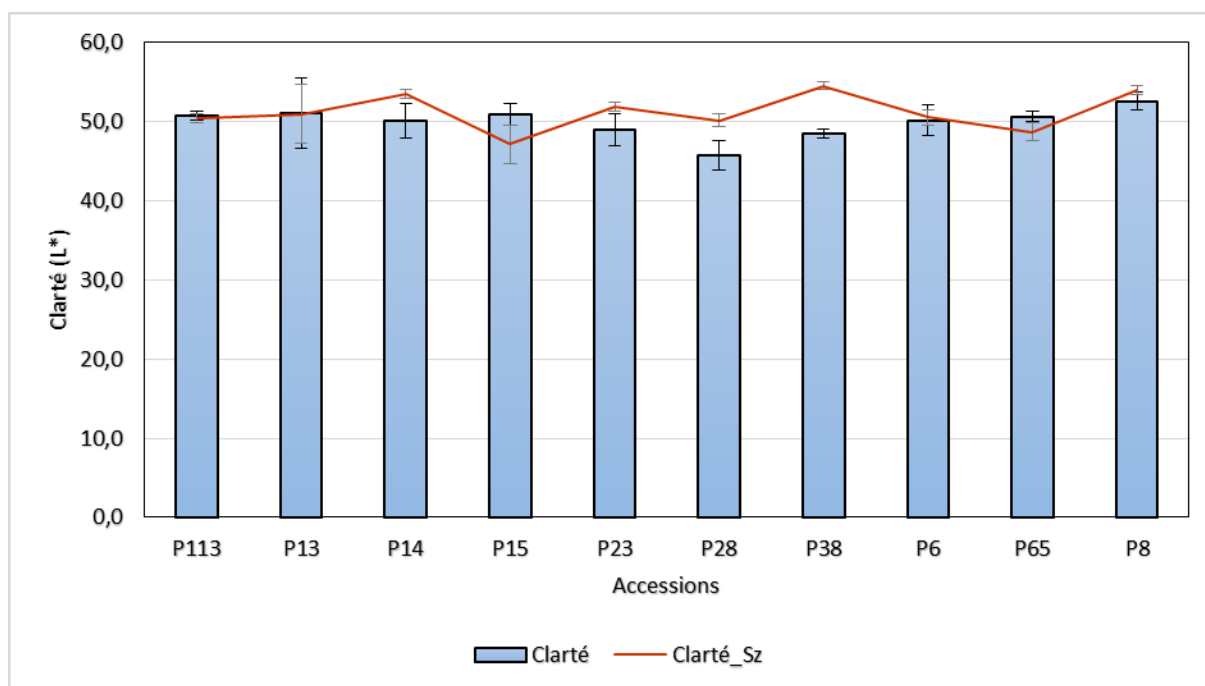


Figure 9 : Comparaison de la clarté de la pulpe des fruits de saison (Clarté) et des fruits hors saison induits par la *Scozzolatura* (Clarté_Sz) des accessions du figuier de Barbarie étudiées.

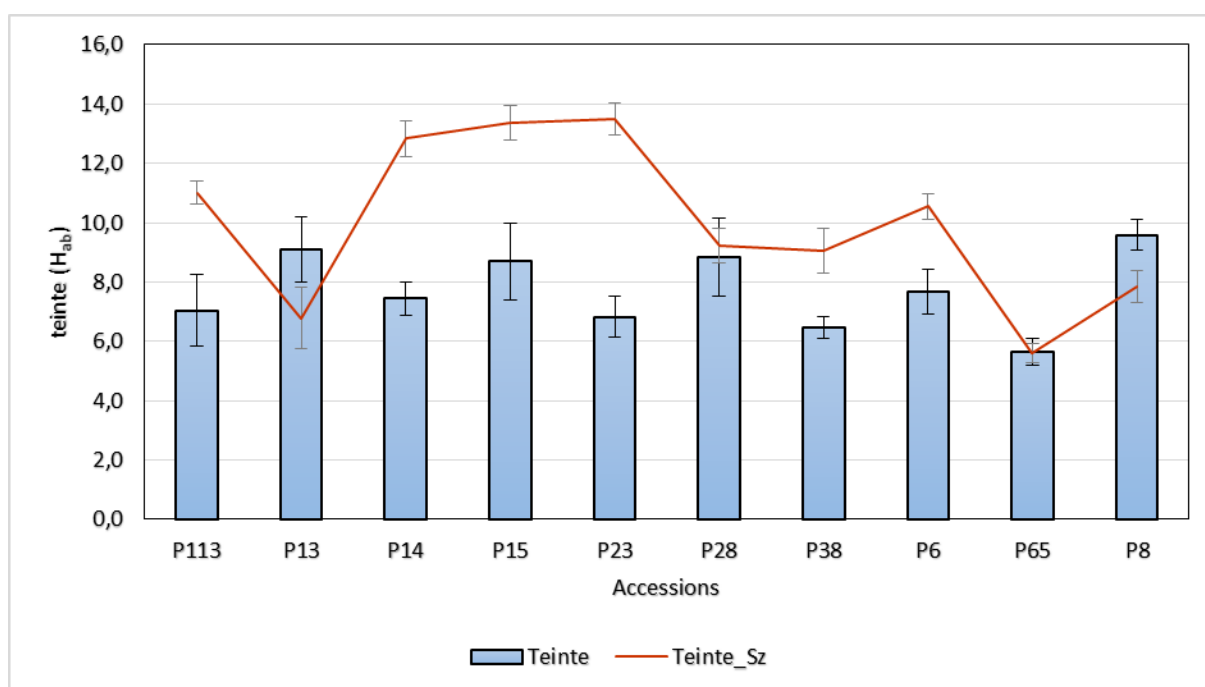


Figure 10 : Comparaison de la teinte de la pulpe des fruits de saison (Teinte) et des fruits hors saison induits par la *Scozzolatura* (Teinte_Sz) des accessions du figuier de Barbarie étudiées.

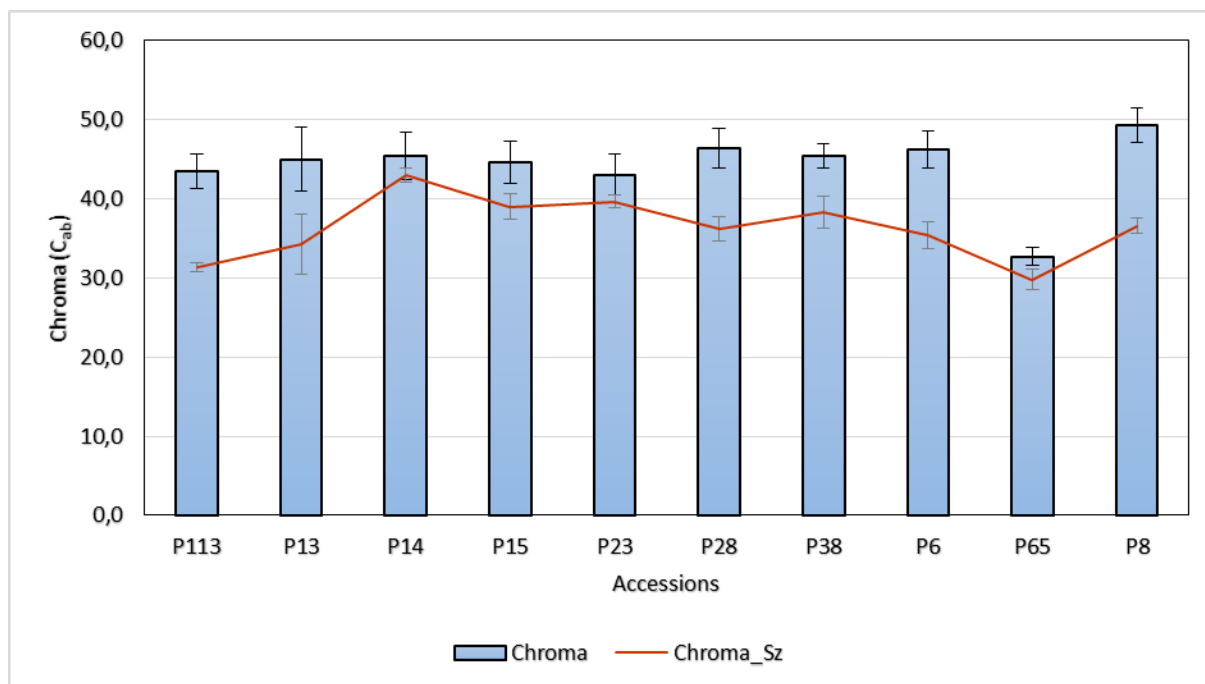


Figure 11 : Comparaison du chroma de la pulpe des fruits de saison (Chroma) et des fruits hors saison induits par la *Scozzolatura* (Chroma_Sz) des accessions du figuier de Barbarie étudiées.

Conclusion

La *Scozzolatura* permet d'étaler la production des fruits sur une période plus longue et de profiter par conséquent, des meilleurs prix du marché. Les résultats obtenus dans ce travail montrent une supériorité dans les paramètres qualitatifs des fruits produits hors saison pour plusieurs accessions par rapport aux fruits de saison. Ces fruits extrasaisonniers auraient une valeur commerciale largement supérieure par rapport aux fruits de saison. Toutefois, un effort doit être déployé pour améliorer davantage la production et le poids unitaire des fruits extrasaisonniers pour répondre aux normes internationales. De même, une étude plus détaillée sur les processus cellulaires et biochimiques impliqués dans la croissance et la maturation des fruits est nécessaire pour mieux comprendre les différences entre les qualités de fruits tardifs et précoces. Des études de faisabilité économique seraient également intéressantes pour renseigner sur la rentabilité de cette pratique.

Conflits d'intérêts

Les auteurs ne déclarent aucun conflit d'intérêts.

Références

- Barbera G., Carimi F. et Inglese P. (1993). Influenza dell epoca d'impianto e del tipo di talea sulla radicazione e sullo sviluppo di barbatelle di *Opuntia ficus-indica* Mill. *Frutticoltura*. 55(10). p. 67-71.
- Barbera G., Carimi F., Inglese P. et Panno M. (1992). Physical, morphological and chemical changes during fruit development and ripening in three cultivars of prickly pear. *J. Hort. Sci.* 67. p. 307-312.
- Barbera G., Carmini F. et Inglese P. (1991). The re-flowering of prickly pear, *Opuntia ficus-indica* (L.) Miller, influence of removal time and cladode load on yield and fruit ripening. *Adv. Hort. Sci.* 5. p. 77-80.
- Boujghagh M. et Bouharroud R. (2015). Influence of the timing of flowers ad young cladodes removal on reflowring and harvesting periods, yields and fruits quality of prickly pear (*Opuntia ficus indica*). *Acta Hort.* (ISHS). 1067. p. 79-82.
- Homrani B.A. (2018). Étude de la variabilité et de l'adaptabilité des accessions de figuier de barbarie "*Opuntia ficus indica* L. (Mill.)" dans le contexte de la région de Tafilalet. Université Moulay Ismail. FST d'Errachidia. 348 pages.
- Homrani Bakali A., Harrak H. et Noutfia Y. (2021). Étude de la variabilité phénotypique du fruit de figuier de Barbarie d'une collection ex-situ d'accessions locales dans le contexte oasien du Tafilalet - Maroc. *African and Mediterranean Agricultural Research Journal – AlAwamia*, 131. p. 91-116.
- Inglese P. (2010). Cactus pear, *Opuntia ficus-indica* L. (Mill.) for fruit production: an overview. In Nefzaoui, A. Inglese, P. et Belay, T. (Eds.). *Improved utilization of cactus pear for food, feed, soil and water conservation and other products in Africa. Proceedings of International Workshop, Mekelle (Ethiopia), 19-21 October, 2009.* Cactusnet Newsletter. Issue 12. p. 82-92.
- Inglese P., Barbera G. et La Mantia T. (1999). Seasonal reproductive and vegetative growth patterns, and resources allocation during cactus pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] fruit growth. *HortScience* 34. p. 69-72.
- Inglese P., Barbera G., La Mantia T. et Potolano S. (1995). Crop production, growth, and ultimate size of cactus pear fruit following fruit thinning. *HortScience* 30 (2) p. 227-230.
- Inglese P., Israel A.A. et Nobel P.S. (1994). Growth and CO₂ uptake for cladodes and fruit of the CAM species *Opuntia ficus-indica* during fruit development. *Physiol. Plant.* 91. p. 708-714.
- Inglese P., Liguori G. et De la Barrera E. (2017). Ecophysiology and reproductive biology of cultivated cacti. In: *Crop ecology, cultivation and uses of cactus pear.* (Inglese P., Mondragón C., Nefzaoui A. et Sáenz C.). FAO-ICARDA Edition. p. 30-41.

- Liguori G., Di Miceli C., Gugliuzza G. et Inglese P. (2006). Physiological and technical aspects of cactus pear [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.]. Double reflowering and out-of-season winter fruit cropping, *Int. J. Fruit Sci.* 6(3). p. 23-34.
- Liguori G., Inglese P., Sortino G. et Inglese G. (2014). Dry matter accumulation and seasonal partitioning in mature *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill. fruiting trees. *Ital. J. Agron.* 9. p. 44-47.
- Mulas M., Loi M., El Mzouri E. H., Chiriyaa A., El Gharous M., Aouragh E.H., Arif A. et Mazhar M. (2006). Cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill.) genetic resources from central regions of Morocco. *Agricoltura Mediterranea.* 136(1). p. 11-19.
- Nerd A. et Mizrahi Y. (1997). Reproductive biology of cactus fruit crops. *Hort. Rev.* 18. p. 321-346.
- Ochoa M.J., Targa M.G., Abdala G.C. et Leguizamón G. (2009). Extending the fruit season of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) in Santiago del Estero, Argentina. *Acta Hort.* 811. p. 87-90.
- Schirra M., Inglese P. et La Mantia T. (1999). Quality of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) fruit in relation to ripening time, CaCl₂ preharvest spray and storage conditions. *Scientia Hort.* 81. p. 425-436.