

Biométrie des inflorescences de quatre cultivars oasiens du carthame en fonction de degrés de ramification de la plante

Inflorescence biometry of four oasis safflower cultivars according to plant branching degree

Tirichine Aissa*, Allam Abdelkader & Madani Habib

Station Expérimentale Sidi Mehdi, Touggourt, Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie

Article info

Histoire

Reçu : 13 Novembre 2023

Accepté : 03 Février 2024

Mots-Clés : *Carthamus tinctorius* L., oasis, Oued Righ, Algérie.

* Auteur correspondant
tissa97@gmail.com

Résumé

Les résultats des travaux antérieurs sur la caractérisation des cultivars locaux du carthame, suscitent d'être approfondie pour une meilleure connaissance et valorisation de ce patrimoine génétique. La présente étude a pour objectif de mettre en évidence la relation qui peut exister entre les caractéristiques de l'inflorescence (le capitule) et la production du plant en fonction de degré de ramification de la plante (primaire, secondaire ou tertiaire).

L'étude a porté sur quatre cultivars locaux du carthame (*Carthamus tinctorius* L.) cultivés dans la région de l'Oued Righ située au sud-est algérien.

Le dispositif expérimental adopté est un bloc aléatoire complet à trois répétitions. Les résultats obtenus ont fait l'objet d'une analyse de variance (ANOVA), suivie d'une analyse de corrélation. En fonction des conditions pédoclimatiques de la région d'étude, les résultats obtenus démontrent que le type de ramification présente un effet marquant sur la production du plant chez les quatre cultivars locaux du carthame. Les capitules issus de la ramification secondaire déterminent la production en grains du plant dont le pourcentage en poids de la production du plant varie de 69,63 % à 77,65 % en fonction des cultivars. L'analyse des corrélations a révélé que les relations de la production en grains du plant en fonction de type de ramification sont diverses et ceux relatives aux ramifications primaires et secondaires prédominent.

Article info

Article history:

Received: 13 November 2023

Accepted: 03 February 2024

Keywords: *Carthamus tinctorius* L., oasis, Oued Righ, Algeria.

OPEN ACCESS
Copyright©2024 JOASD

*Corresponding author
tissa97@gmail.com

Conflict of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Abstract

The results of previous work on the characterization of local safflower cultivars require further investigation for a better understanding of this genetic heritage. The present study aims to highlight the relationship that can exist between characteristics of inflorescence (capitulum) and plant production according to plant branching degree (primary, secondary or tertiary).

The study focuses on four local cultivars of safflower (*Carthamus tinctorius* L.) grown in the Oued Righ region located in southeast of Algeria.

The experimental design adopted is a complete randomized block with three replications. The results have been examined with variance and correlation analysis. Depending on the soil and climatic conditions of the study region, the results obtained demonstrate that the type of branching has a significant effect on plant production of the four local safflower cultivars. The capitulum resulting from secondary branching control the plant grain production, whose percentage by weight of plant production varies from 69.63% to 77.65% according to cultivars. Correlation analysis revealed various relationships of plant seed production according to branching types and those relating to primary and secondary branches predominate.

1. INTRODUCTION

L'exploitation agricole est un espace conçu pour mettre en action diverses ressources naturelles (sol, eau, plante et animale). La réussite de cette action ou pratique repose sur la meilleure gestion en temps et en espace de ces ressources en fonction des conditions pédoclimatiques et socioéconomiques. Cette gestion devient de plus en plus fastidieuse au sein d'un milieu fragile à conditions contraignantes, c'est le cas de l'agriculture oasienne qui reflète selon Hadeid et al. (2018), l'ingéniosité d'une société ayant pu vaincre un milieu hostile et défavorable au peuplement. Par conséquent, au fil des années et à travers les générations, l'homme oasien a cumulé un savoir et un savoir-faire donnant état d'un agroécosystème séculaire. Par ailleurs ; les ressources phytogénétiques et la diversification des cultures constituent l'ossature prépondérante de la durabilité de cette agriculture oasienne. Cette biodiversité cultivée renferme une capacité d'adaptation qui lui confère une certaine maniabilité de comportement aux contraintes survenues lors du processus de production. D'après Rabhi et Duquesne (2017), les variétés populations cultivées changent, s'adaptent, coévoluent avec leur environnement. En vue de cette caractéristique que les ressources phytogénétiques sont importantes à l'heure actuelle car selon Yahi-Guenafdi (2018), la rusticité génétique de ce matériel peut être incorporée valablement dans des taxons utiles dans la perspective d'une évolution naturelle subordonnée au réchauffement atmosphérique. D'autre part Snowdon et al. (2021) déclarent que les principales cultures mondiales situées dans les régions agricoles tempérées à haut rendement sont confrontées à des menaces croissantes liées à l'impact du changement climatique, en particulier à la sécheresse et à la chaleur à des moments critiques de leur développement au cours du cycle de vie des cultures. De ce fait, les réponses des cultures aux changements climatiques sont considérées essentielles pour minimiser les réponses adaptatives des cultures qui limitent le potentiel de rendement (Fernie et al. 2020).

Dans ce contexte que l'équipe de recherche « ressources génétiques » au sein de la station expérimentale de l'INRAA (Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie) Touggourt a entrepris des travaux de caractérisation de quelques espèces menacées de disparition, suite à leurs abandons par les agriculteurs dans les palmeraies de la région d'Oued Righ. Parmi ces

espèces, on cite le carthame (*Carthamus tinctorius* L.) qui est qualifié par Neto et al. (2020) et Mihoub et al. (2015), comme une plante résistante au stress hydrique et présente un haut potentiel d'adaptation, ce qui lui procure selon Mihoub et al. (2015) le statut d'une plante rustique qui serait prometteuse dans le contexte des changements climatiques.

Suite aux travaux antérieurs sur la caractérisation des cultivars locaux du carthame, il a été jugé intéressant de mettre en évidence la relation qui peut exister entre les caractéristiques de l'inflorescence (le capitule), la production et le degré de ramification de la plante (position de capitule sur la plante). La question clé étant : l'organisation morphologique de la plante (à travers le degré de ramification) correspond-elle à une organisation fonctionnelle ?, c'est-à-dire, contrôle-t-elle le processus de production ?

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. Milieu naturel

L'étude est réalisée dans la station expérimentale de l'Institut National de la Recherche Agronomique d'Algérie (INRAA) de Sidi Mehdi Touggourt. La station est située dans la région de l'Oued Righ dont le climat est de type saharien avec une forte aridité due au manque de précipitation et au pouvoir évaporant très élevé de l'air (Beggat, 2006). Les sols de la station sont sableux, meubles et aérés en surface, en majorité salés ou très salés (Abid, 2018). Les analyses du sol du site expérimental réalisées au laboratoire de la station montrent que la teneur en matière organique est faible (0,89 %), avec une CE qui varie de 2 à 2,19 mS/cm et un pH alcalin, de 7,62 à 7,69 (Abid, 2018).

2.2. Matériel végétal

L'étude porte sur quatre cultivars locaux du carthame (*Carthamus tinctorius* L.), ou faux safran, appelé localement « Zaâfour ». Il est décrit en tant qu'une plante annuelle herbacée buissonnante possédant plusieurs types de ramification, qui sont classées comme primaires, secondaires et tertiaires (Fig. 1). Chaque branche se termine par une structure globulaire appelée capitule (Vrijendra et Nimbkar, 2007). Le capitule possède de nombreuses fleurs tubuleuses, entourées de bractées étreintes, qui sont généralement épineuses (Li et Mündel, 1996) (Fig. 2). Les noms des quatre cultivars étudiés sont attribués à leur provenance. Un cultivar est de la palmeraie de Blidet Amor, deux

de la palmeraie de Chemarra (un à corolle florale de couleur rouge et l'autre de couleur jaune) et un cultivar de la palmeraie de Merdjaja.

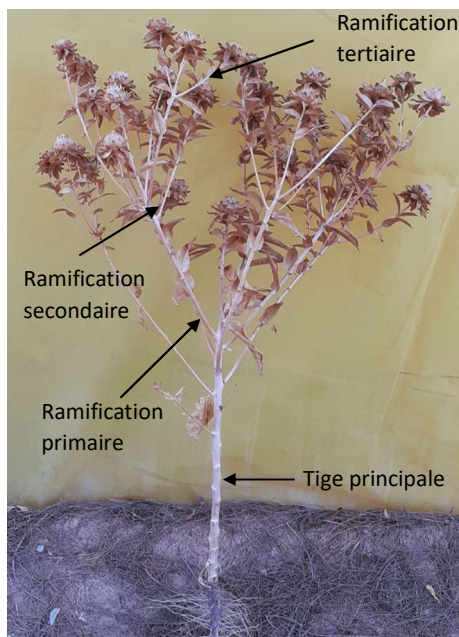


Fig. 1. Ramifications d'un plant du carthame au stade maturité (originale).

Fig. 1. Branches of a safflower plant at the mature stage (original).



Fig. 2. Capitule du carthame (a) en floraison et mûr (b).

Fig. 2. Safflower flower head (a) in flowering and ripe (b).

1.2. Etude biométrique

Le dispositif expérimental adopté est un bloc aléatoire complet à 3 répétitions. L'évaluation est réalisée sur un échantillon de 3 plants par micro parcelle, pris au hasard. Au total, 09 plants par cultivars ont été mesurés. Le semis est réalisé sur des espacements de 40 cm entre les lignes et de 50 cm entre les plants. Le suivi technique se résume à l'irrigation, désherbage

manuel, apports d'engrais (urée de 46 %, à raison de 50 g par micro parcelle fractionné en 3 apports) et au traitement phytosanitaire en cas d'attaque. Les paramètres étudiés du plant sont listés dans le Tableau 1.

L'objectif de l'étude est de rechercher les différences au sein des cultivars vis-à-vis des paramètres des inflorescences en fonction de la position des capitules sur la plante. De ce fait, les capitules de chaque plant échantillonné sont récoltés séparément en lot par ramification primaire, secondaire et tertiaire ainsi que ceux de la tige principale.

Pour chaque plant échantillonné, 3 capitules de chaque niveau de ramification et ceux appartenant à la tige principale sont pris au hasard pour leur évaluation.

Après la mesure de diamètre et la hauteur des capitules échantillonnés avec un pied à coulisse (Fig. 3), ces derniers sont décortiqués manuellement pour l'évaluation des autres paramètres (Tableau 2).

Les résultats obtenus sont analysés à l'aide du programme XLSTAT (Version 2016.02.28451). La méthode utilisée est l'ANOVA suivi de test de corrélation pour examiner les éventuelles relations entre les différents paramètres appartenant à chaque niveau de ramification.

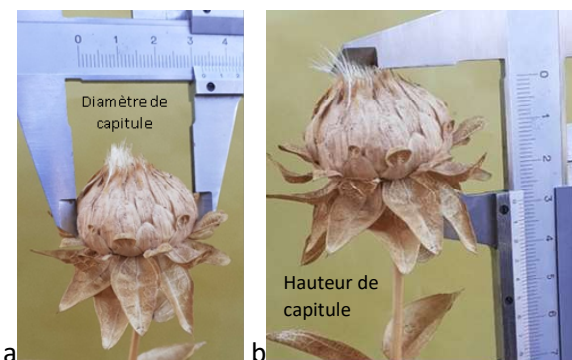


Fig. 3. Mesure de diamètre et de la hauteur de capitule.

Fig. 3. Measurement of flower head diameter and height.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

L'analyse des résultats obtenus est réalisée séparément pour chaque cultivar en ce qui concerne la biométrie des inflorescences en fonction du degré de ramification. Par contre les paramètres relatifs aux nombres de ramifications sont présentés en fonction des cultivars étudiés.

Tableau 1. Paramètres étudiés du plant

Table 1. Studied plant parameters

Paramètres	Symboles
Nombre de ramifications primaires par plant	NRP
Nombre de ramifications secondaires par plant	NBS
Nombre de ramifications tertiaires par plant	NBT
Nombre total de ramifications par plant	NBTR

Tableau 2. Paramètres étudiés de l'inflorescence à chaque niveau de ramification

Table 2. Studied parameters of the inflorescence at each branching level

Paramètres	Symboles
Nombre de capitules vides	NCapVd
Nombre de capitules pleins	NCappln
Nombre total de capitules	NCapTot
Hauteur du capitule (mm)	HtrCap
Diamètre du capitule (mm)	DiamCap
Nombre de grains par capitule	NGC
Longueur de la graine (mm)	LG
Largeur de la graine (mm)	Larg
Poids de grains par capitule (g)	PdGr/cap
Production en grain de la ramification (g)	Production

3.1. Nombre de ramifications

L'analyse statistique a révélé une différence non significative entre les cultivars en nombre de ramifications primaires par plant et en nombre total de ramifications par plant (Tableau 3). La différence est significative pour le nombre de ramifications secondaires par plant et la comparaison des moyennes a montré deux classes distinctes dont le cultivar jaune Chemarra constitue seul le groupe A (Tableau 3). Concernant le nombre de ramifications tertiaires par plant, l'analyse a fait ressortir une différence significative entre les cultivars mais avec un écart type plus élevé que la moyenne (Tableau 3). Ceci est dû à l'écart en nombre de ramifications tertiaires entre les plants échantillonnés dont certains présentent de valeurs nulles.

Le nombre moyen de ramifications secondaires

par plant est le plus important pour tous les cultivars dont le Jaune Chemarra présente le nombre moyen le plus élevé de l'ordre de 52 rameaux (Tableau 3). Des valeurs de 70 rameaux secondaires par plant ont été enregistrées chez ce cultivar. Ce constat révèle que l'armature de la plante du carthame soit principalement édifiée par les rameaux secondaires. Par contre les ramifications tertiaires sont à des degrés faibles ne dépassant pas le nombre moyen de 10 rameaux chez Blidet Amor (Tableau 3). Il est à signaler que certains plants ne présentent pas de ramifications tertiaires, ce qui a fait ressortir un nombre moyen faible. Sur les neuf plants échantillonnés et à l'exception du cultivar Blidet Amor, les trois autres cultivars possèdent des plants sans ramifications tertiaires allant jusqu'aux trois plants sur neuf. Le nombre moyen des rameaux primaires présente des

Tableau 3. Comparaison de moyennes relatives aux nombre de ramification chez les cultivars étudiés

Table 3. Comparison of means relating to the number of branches in the studied cultivars

Cultivars	Nombre moyen de ramifications primaires/ plant	Nombre moyen de ramifications secondaires/ plant	Nombre moyen de ramifications tertiaires/ plant	Nombre moyen de ramifications total/ plant
Blidet Amor	14,11	35,11 b	9,89 a	59,11
Rouge Chemarra	14,50	35,75 b	2,50 b	52,75
Jaune Chemarra	17,67	52,33 a	1,89 b	71,88
Merdjaja	13,50	38,25 b	3,88 b	55,62
Ecart type	4,58	14,73	6,07	20,30
Coefficient de variation %	0,301	0,358	1,294	0,332
Probabilité	0,230	0,037	0,014	0,216
Signification	ns	*	*	ns

Les moyennes affectées de la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par le test Fisher. * : Significatif, ns : Non Significatif]

valeurs nettement inférieures au nombre moyen des rameaux secondaires pour les quatre cultivars (Tableau 3).

Corleto et al. (1997) notent que le carthame est une espèce très plastique et peut modifier son architecture en fonction de l'espace disponible. Selon (Boujghagh, 1987), le carthame développe dans le cas de grands espacements entre plantes un système végétatif important ; tige rigide, ligneuse très dure et très ramifiée. D'autre part Kolsarici et Kaya (2006) mentionnent que le peuplement en plantes permet une plus grande production de branches secondaires et tertiaires. A travers ces constats, la distance de plantation adoptée (50 cm entre plants et 40 cm entre les lignes) pourra être à l'origine de ce développement végétatif.

Selon Uslu (1997), le mode de ramification du carthame varie considérablement en fonction des génotypes et il peut également être considérablement affecté par l'environnement. L'auteur identifie des formes de ramification de la plante en les classant comme Type I, Type II et Type III. Les variétés Type I n'ont que quelques ramifications primaires sur la tige principale. Les variétés Type II ont une ou des ramifications secondaires sur les ramifications primaires. Par contre les variétés Type III ont des ramifications tertiaires sur les ramifications secondaires (Fig. 4). De ce fait, les cultivars locaux étudiés peuvent être classé comme Type III étant donné que la majorité des plants chez les quatre cultivars possèdent les trois degrés de ramification.

3.2. Biométrie des inflorescences en fonction du degré de ramification

Avant d'entamer l'analyse, il est intéressant de faire le constat sur la production florale de la tige principale des plants. Chez tous les plants échantillonnés, la tige principale se termine par

un seul capitule. Uslu (2003), considère que ce comportement étant un caractère typique chez le carthame.

Concernant les plants échantillonnés de tous les cultivars, et dans la majorité des cas, l'unique capitule de la tige principale est soit absent, malade ou atrophié et dans certains cas, il est présent et sain mais infertile (vide).

L'analyse de la variance des paramètres de l'inflorescence a révélé chez les quatre cultivars étudiés divers constats (Tableau 4). Le cultivar Jaune Chemarra montre des différences entre les ramifications à différents degrés de signification pour les dix paramètres étudiés (Tableau 4). Par contre les trois autres cultivars, présentent des différences non significatives concernant le nombre de capitule vide, la hauteur du capitule et le nombre de grain par capitule (Tableau 4). Les paramètres, nombre de capitules pleins, nombre total de capitule et la production en grain sont à divers degrés de signification en fonction des ramifications chez les quatre cultivars (Tableau 4). Bellé et al. (2012) considèrent que le nombre de capitules par plant est pertinent, puisque plus ce nombre est grand, plus le nombre de graines produites est important, ce qui peut favoriser des augmentations de productivité. Des résultats similaires ont été obtenus par Uslu (2003) où la position de capitule affecte significativement tous les paramètres étudiés.

La comparaison des valeurs moyennes prises par les trois paramètres, nombre de capitules pleins, nombre de capitule total et la production en grain et qui présentent des différences significatives en fonction du degré de ramification chez les quatre cultivars montre que la ramification secondaire est prépondérante pour la plante.

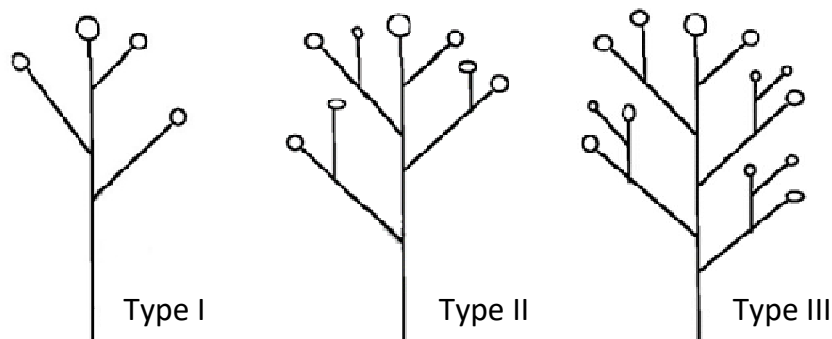


Fig. 4. Types de plant du carthame en fonction de formes de ramification d'après Uslu (1997).

Fig. 4. Types of safflower plants based on branching forms according to Uslu (1997).

A titre indicatif, les capitules issus de la ramification secondaire déterminent la production en grain du plant. La Fig. 5 illustre ce constat et montre que par exemple chez le cultivar Jaune Chemarra, plus de 77 % de la production du plant est assurée par les capitules secondaires. Les capitules tertiaires présentent le pourcentage en poids le plus faible par rapport aux autres cultivars, de l'ordre de 1,37 %. Les capitules primaires prennent des valeurs comprises entre 17 et 29 % en fonction des cultivars. Costa et al. (2019) notent qu'il est bien que le nombre de ramifications étant un facteur quantitatif, il a un rôle important dans l'élaboration des rendements. Selon le même auteur, pour la culture du carthame, il n'y a

aucun intérêt à obtenir des tiges avec de nombreuses ramifications en raison des différences de taux de floraison dans le capitule et Bellé et al. (2012), estiment que de nombreuses ramifications entraînent un manque d'uniformité dans l'anthèse. Par ailleurs, les résultats obtenus dans la présente étude relèvent le contraire de ce qui est signalé. En présence d'un nombre important de ramification secondaires, le nombre de grains par capitule, le poids de grain par capitule et la production en grain ont donné les meilleures valeurs.

3.3. Etude des corrélations

L'analyse des corrélations a révélé au sein de chaque cultivar diverses relations significatives.

Tableau 4. Comparaison de moyennes relatives aux paramètres de l'inflorescence en fonction du type de ramification chez les cultivars étudiés.

Table 4. Comparison of averages relating to inflorescence parameters depending on the type of branching in the studied cultivars.

Cultivar	Ramifications	Paramètres									
		NCapVd	NCapPln	NCapTot	HtrCap	DiamCap	NGC	PdGr/cap	LG	Larg	Production
Blid et Amor	Primaire	3,778	9,000 b	12,778 b	21,265	29,838 a	31,519	1,174 a	8,100 a	4,370 a	7,758 b
	Secondaire	4,222	30,889 a	35,111 a	20,539	30,881 a	37,704	1,486 a	7,580 b	4,318 a	32,906 a
	Tertiaire	2,333	7,667 b	10,000 b	20,206	24,365 b	21,481	0,550 b	7,032 c	3,918 b	4,408 b
	Ecart type	1,987	12,199	12,866	1,563	3,905	14,687	0,651	0,677	0,306	14,745
	CV %	0,566	0,755	0,654	0,074	0,135	0,477	0,597	0,088	0,071	0,963
	Probabilité	0,105	0,0001	0,0001	0,352	0,0001	0,055	0,004	0,001	0,0007	0,0001
	Signification	ns	***	***	ns	***	ns	*	**	***	***
Rouge Chemarra	Primaire	3,125	9,875 b	13,000 b	20,208	28,196	28,708	1,458	8,184	4,849	13,230 b
	Secondaire	2,556	30,778 a	33,333 a	20,286	29,301	36,667	1,785	7,972	4,710	42,897 a
	Tertiaire	0,333	8,000 b	8,333 b	20,119	28,386	35,111	1,481	7,753	4,785	12,433 b
	Ecart type	1,849	13,925	14,652	2,115	2,404	9,872	0,565	0,354	0,270	25,153
	CV %	0,785	0,833	0,776	0,114	0,082	0,288	0,343	0,041	0,052	0,927
	Probabilité	0,073	0,0001	0,001	0,993	0,642	0,248	0,473	0,170	0,595	0,020
	Signification	ns	***	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*
Jaune Chemarra	Primaire	3,333	13,333 b	16,667 b	20,804	30,533 a	37,370	1,792	7,911 a	3,977 a	21,434 b
	Secondaire	5,222 a	42,000 a	47,222 a	20,704	31,636 a	62,667	2,196 a	7,643	3,969 a	74,586 a
	Tertiaire	0,750 b	2,500 c	3,250 c	16,167	19,131 b	22,750	0,720 b	7,225 b	3,712 b	2,272 c
	Ecart type	2,888	18,111	19,919	2,799	5,877	22,713	0,998	0,407	0,184	33,536
	CV %	0,865	0,844	0,808	0,141	0,225	0,563	0,553	0,052	0,046	0,825
	Probabilité	0,024	0,0001	0,0001	0,006	0,0001	0,002	0,039	0,011	0,027	0,0001
	Signification	*	***	***	**	***	**	*	*	*	***
Merdjaja	Primaire	1,500	11,625 b	12,500 b	23,164	30,894 a	48,167	2,327 a	7,993	4,530	21,722 b
	Secondaire	1,125	32,750 a	33,625 a	22,841	30,333 a	46,167	2,104 a	7,903	4,702	67,177 a
	Tertiaire	1,000	5,000 b	6,000 b	23,286	29,108 a	35,417	0,988 b	7,645	4,515	6,013 b
	Ecart type	1,742	15,438	15,424	0,801	2,202	8,960	0,657	0,238	0,164	34,855
	CV %	1,298	0,788	0,740	0,048	0,108	0,302	0,302	0,036	0,042	0,843
	Probabilité	0,898	0,002	0,002	0,673	0,608	0,203	0,024	0,182	0,070	0,004
	Signification	ns	**	**	Ns	ns	ns	*	ns	ns	**

Les moyennes affectées de la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par le test Fisher. *** : Très Hautement Significatif, ** : Hautement Significatif, * : Significatif, ns : Non Significatif.

NCapVd : Nombre de capitules vides, NCapPln : Nombre de capitules pleins, NCapTot : Nombre total de capitules, HtrCap : Hauteur du capitule (mm), DiamCap : Diamètre du capitule (mm), NGC : Nombre de grains par capitule, LG : Longueur de la graine (mm), Larg : Largeur de la graine (mm), PdGr/cap : Poids de grains par capitule (g), Production en grain (g) : Production en grain de la ramification (g).

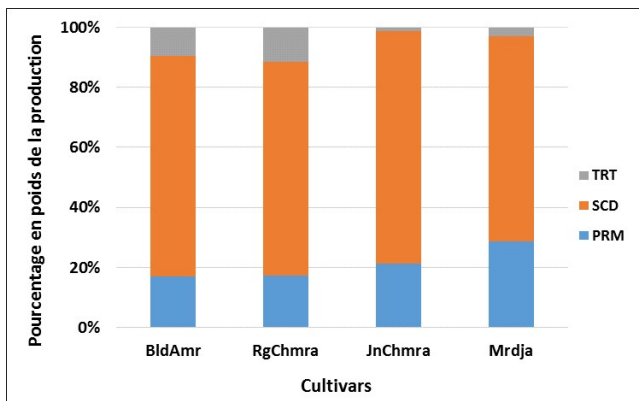


Fig. 5. Pourcentage en poids de la production moyenne du cultivar en fonction des ramifications tertiaires (TRT), secondaires (SCD) et primaires (PRM).

Fig. 5. Percentage by weight of the average production of the cultivar according to tertiary (TRT), secondary (SCD) and primary (PRM) branches.

BlAmr : Blidet Amor; **RgChmra** : Rouge Chemarra; **JnChmra** : Jaune Chemarra; **Mrdja** : Merdjaja

Par rapport aux quatre cultivars, les relations sont distinctes entre eux avec quelques similitudes qui sont enregistrées.

Le cultivar Blidet Amor présente six paramètres qui n'ont aucune relation significative. Ce sont : le nombre de capitules vides (secondaires et tertiaires), la hauteur et le diamètre du capitule primaire, la hauteur du capitule secondaire et la largeur de la graine primaire. Trois paramètres appartenant au cultivar Rouge Chemarra, ils sont : le nombre de ramifications tertiaires par plant, la largeur de la graine secondaire et la hauteur du capitule tertiaire. Deux paramètres n'ayant aucune relation significative chez les deux cultivars Merdjaja et Jaune Chemarra. Ils sont respectivement, la hauteur du capitule primaire et la production en grain de la ramification primaire; le diamètre du capitule primaire et la longueur de la graine secondaire.

En présence d'une matrice faisant la relation entre 35 paramètres, l'analyse des corrélations devienne très longue. En conséquence, la présentation des résultats obtenus est limitée à quelques paramètres étudiés dont les corrélations relatives à la production en grain de plant sont mises en évidence dans le but d'infirmer ou d'affirmer l'éventuelle relation qui peut exister entre l'organisation morphologique de la plante et le processus de production.

3.3.1. Corrélation entre le nombre de ramifications secondaires et les autres nombre de ramifications

Chez les quatre cultivars, une forte corrélation significative est enregistrée entre le nombre de ramifications secondaires et le nombre de ramifications par plant (Tableau 8). Ce résultat confirme bien l'influence de la ramification secondaire sur l'élaboration de l'armature du plant et appui les constats signalés dans l'ANOVA relative au nombre de ramification (paragraphe 2.1).

Par rapport aux autres nombres de ramification (primaire et tertiaire), leurs relations avec le nombre de ramifications secondaires sont différentes d'un cultivar à un autre. Elle est non significative avec le nombre de ramification primaire chez Merdjaja, et elle est de même avec le nombre de ramifications tertiaires chez les quatre cultivars (Tableau 8).

Tableau 8. Coefficient de corrélation entre le nombre de ramifications secondaires et les autres types de ramifications en fonction des cultivars.

Table 8. Correlation coefficient between the number of secondary branches and other types of branches depending on the cultivars.

		Blidet Amor	Rouge Chemarra	Jaune Chemarra	Merdjaja
Nombre de ramifications	Primaires	0,730	0,871	0,873	NS
	Tertiaires	NS	NS	NS	NS
	Du plant	0,931	0,977	0,988	0,954

Les valeurs sont différentes de 0 à un niveau de signification alpha = 0,05. NS : relation non significative.

3.3.2. Corrélation entre la production en grain de plant et certains paramètres

En se référant aux matrices de corrélations, la production en grain de plant chez le cultivar Blidet Amor est significative avec le nombre de ramification primaire, poids de grain par capitule secondaire, production en grain de la ramification primaire et secondaire, mais elle est non significative avec la production en grain de la ramification tertiaire (Tableau 9).

Concernant le cultivar Rouge Chemarra, la production en grain de plant est corrélée significativement avec les paramètres relatifs à la ramification primaire et secondaire, à savoir, le nombre de ramifications, le nombre de capitules (pleins et total) et le diamètre de capitule. Elle est aussi corrélée avec le nombre de ramifications du plant, le nombre de grains par capitule primaire, le poids de grain par

Tableau 9. Coefficient de corrélation entre la production en grain de plant et certains paramètres en fonction des cultivars.

Table 9. Correlation coefficient between plant grain production and certain parameters depending on the cultivars.

Paramètres	Blidet Amor	Rouge Chemarra	Jaune Chemarra	Merdjaja
Nombre de ramification primaires	0,755	0,762	NS	NS
Nombre de ramifications secondaires	NS	0,869	0,699	0,910
Nombre de ramifications du plant	NS	0,928	0,742	0,853
Nombre de capitules pleins primaires	NS	0,734	NS	0,833
Nombre de capitules pleins secondaires	NS	0,877	0,818	0,918
Nombre total de capitules primaires	NS	0,797	NS	0,908
Nombre total de capitules secondaires	NS	0,895	0,773	0,909
Nombre de grains par capitule primaire	NS	0,713	NS	NS
Nombre de grains par capitule secondaire	NS	NS	NS	0,767
Diamètre de capitule primaire	NS	0,741	NS	NS
Diamètre de capitule secondaire	NS	0,808	NS	NS
Poids de grain par capitule primaire	NS	0,685	NS	-0,712
Poids de grain par capitule secondaire	0,784	NS	NS	0,968
Poids de grain par capitule tertiaire	NS	NS	0,808	NS
Longueur de grain tertiaire	NS	NS	-0,903	NS
Largeur de grain tertiaire	NS	NS	0,941	NS
Production en grain de la ramification primaire	0,836	0,746	NS	NS
Production en grain de la ramification secondaire	0,867	NS	0,885	NS
Production en grain de la ramification tertiaire	NS	0,732	NS	NS

Les valeurs sont différentes de 0 à un niveau de signification $\alpha = 0,05$. NS : relation non significative.

capitule primaire, production en grain de la ramification primaire et tertiaire. Quant à la production en grain de la ramification secondaire, elle ne présente pas de relation significative avec la production du plant (Tableau 9).

A l'inverse du cultivar précédent (Rouge Chemarra), la production du plant chez le Jaune Chemarra donne une relation significative avec la production en grain de la ramification secondaire, mais elle est non significative avec la production de la ramification primaire et tertiaire. Les paramètres, nombre de ramifications secondaires, le nombre de ramifications du plant, le nombre de capitules secondaire (pleins et total), le poids de grain par capitule tertiaire, la longueur et la largeur de grain tertiaire présentent de relations significatives avec la production du plant du cultivar Jaune Chemarra (Tableau 9).

Concernant le cultivar Merdjaja, la production du plant ne présente aucune relation significative avec les trois types de production (primaire, secondaire et tertiaire). La relation est significative avec le nombre de ramifications secondaires, le nombre de ramifications du plant, le nombre de capitules primaires et secondaire (pleins et total), le nombre de grains par capitule secondaire et le poids de grain par capitule primaires et secondaires (Tableau 9).

D'après Koç (2021), l'importance de la ramification réside dans l'induction du nombre

de capitules par plant, de ce fait le nombre de rameaux accroît le rendement en grain. La matrice de corrélation a mis en évidence ce constat où les quatre cultivars étudiés montrent des corrélations significatives entre la production en grain du plant et le nombre de ramifications. Le même résultat est obtenu par Ali et al. (2020).

En observant les relations significatives de la production en grain du plant avec les différents paramètres au sein des quatre cultivars, il est à constater que les corrélations en fonction de type de ramification sont diverses et ceux relatives aux ramifications primaires et secondaires prédominent. Le cultivar Rouge Chemarra présente un effet marquant de la ramification primaire sur la production du plant que les deux autres ramifications (secondaire et tertiaire).

Selon Silva (2013) in Costa et al. (2019), le diamètre de capitule est un caractère recherché où un large capitule permet une grande capacité de formation de fleurs et par conséquent un nombre important de grains favorisant ainsi une bonne productivité du plant. Dans cette étude, ce paramètre ne présente pas de corrélation significative avec la production du plant sauf pour le cas du cultivar Rouge Chemarra. Ali et al. (2020) constatent une corrélation significative et positive entre le rendement en grain du plant et le diamètre de capitule. D'après Koç (2021), le diamètre de capitule n'influe pas seul sur le

rendement en grain, mais il présente un effet significatif en association avec le nombre de capitule par plant. Les bons rendements ont été obtenus selon le même auteur en présence d'un nombre important de capitule par plant avec des capitules les plus larges.

4. CONCLUSIONS

La présente étude a pour objet de vérifier si le degré de ramification de la plante contrôle-t-il le processus de production ? De ce fait une analyse statistique (ANOVA), suivie d'une analyse de corrélation ont mis en évidence divers constats. Les cultivars ont présenté une différence significative pour le nombre de ramifications secondaires par plant, mais ils ont montré des différences non significatives en nombre de ramifications primaires par plant et en nombre total de ramifications par plant.

L'analyse de la variance des paramètres de l'inflorescence a révélé chez les quatre cultivars étudiés divers constats et le cultivar Jaune Chemarra a montré des différences entre les ramifications à différents degrés de signification pour les dix paramètres étudiés.

Les capitules issus de la ramification secondaire déterminent la production en grains du plant chez les quatre cultivars. Concernant le cultivar Jaune Chemarra, plus de 77 % de la production du plant est assurée par les capitules secondaires.

L'analyse des corrélations a révélé au sein de chaque cultivar diverses relations significatives. Les quatre cultivars ont enregistré une forte corrélation significative entre le nombre de ramifications secondaires et le nombre de ramifications par plant. Concernant la production en grains du plant, il est à constater que les corrélations en fonction de type de ramification sont diverses et ceux relatives aux ramifications primaires et secondaires prédominent. Exception faite pour le cultivar Rouge Chemarra qui présente un effet marquant de la ramification primaire sur la production du plant que les deux autres ramifications.

En réponse à l'hypothèse évoquée en introduction, les résultats obtenus démontrent que le type de ramification présente un effet marquant sur la production du plant chez les quatre cultivars locaux du carthame en fonction des conditions pédoclimatiques de la région d'étude.

REFERENCES

Abid A.F. (2018). Etude de l'effet de trois types de compost sur une culture de maïs et sur les

caractéristiques chimiques des sols (zone de Touggourt). Mémoire de fin d'étude. Département des sciences agronomiques. Université Mohamed Kheider. Biskra. Algérie. 49p.

Ali f., Yilmaz A., Chaudhary H.J., Nadeem M. A., Rabbani M. A., Arslan Y., Nawaz M. A., Habyarimana E. and Baloch F. S. (2020). Investigation of morphoagronomic performance and selection indices in the international safflower panel for breeding perspectives. Turkish Journal of Agriculture and Forestry 44, 103-120.

Beggar H. (2006). La biomasse phoenicicole ; un savoir-faire local à promouvoir « cas de la région de l'oued Righ ». Mémoire de fin d'étude. Département des sciences agronomiques. Université Kasdi Merbah. Ouargla. Algérie. 126 p.

Bellé R. A., Rocha E. K., Fernanda Alice A. L. B., Neuhaus M., Schwab N. T. (2012). Safflower grown in different sowing dates and plant densities. Ciência Rural 42 (12), 2145-2152.

Boujghagh. 1987. Résultats acquis en matière de sélection génétique du carthame au Maroc. Sesame and Safflower Newsletter 3, 72-81.

Corleto A., Alba E., Polignano G.B., Vonghia G. (1997). Safflower: A Multipurpose Species with Unexploited Potential and World Adaptability. The Research in Italy. Fourth International Safflower Conference. 2-7 June. 1997. Bari, Italy. 23-31.

Costa C. da S., Silva V. P., Lira J. P. E., Felipin-Azevedo R., Gilio T. A. S., Neves L. G. and Barelli M. A. A. (2019). Genetic divergence among Safflower Genotypes (*Carthamus tinctorius* L.) by Multivariate Analyzes. Journal of Agricultural Science 11 (6), 363-372.

Fernie A. R., Bachem C. W. B., Helariutta Y., Neuhaus H. E., Prat S., Ruan Y.L., Stitt M., Sweetlove L. J., Tegeder M., Wahl V., Sonnewald S. and Sonnewald U. (2020). Synchronization of developmental, molecular and metabolic aspects of source-sink interactions. Nature Plants, (6). 55 – 66.

Hadeid M, Bellal S.A., Ghodbani T et Dari O. (2018). L'agriculture au Sahara du sud-ouest algérien : entre développement agricole moderne et permanences de l'agriculture oasisienne traditionnelle. Cahier Agriculture , (27). 15005, 2 – 8.

Koç H. (2021). Selection criteria for yield in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) genotypes under rainfed conditions. GRASAS Y ACEITES 72 (3), 1-9.

- Kolsarici. O. S. and Kaya M.D. (2006). Determination of suitable variety, sowing date and row distance in safflower (*Carthamus tinctorius* L.) under central Anatolia conditions. Sesame and Safflower Newsletter 20, 55-57.
- Li D. and Mündel H.H. (1996). Safflower. *Carthamus tinctorius* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. (7), Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research and International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy.
- Mihoub I., Ghashghaie J., Badeck F. W. et Aid F. (2015). Relations entre les traits morphologiques de la racine pivotante, la biomasse aérienne et la composition isotopique de carbone chez le carthame, in : Durand J. L., Enjalbert J., Hazard L., Litrico I., Picon-Cochard C., Prudhomme M. P., Volaire F. Actes du Colloque présentant les méthodes et résultats du projet Climagie (méta-programme ACCAF) : Adaptation des prairies semées au changement climatique. 16-17 novembre 2015. Poitiers, France, INRA. 223p.
- Neto R. C. , Ramos S. M. B., Pego M. F. F. and Sanglard D. A. (2020). Evaluation of safflower accessions adaptable to hydric deficit conditions and its potential for breeding programs. Acta Iguazu, Cascavel, 9 (1). 137-149.
- Rabhi P. et Duquesne J. (2017). Les semences : un patrimoine vital en voie de disparition. Collection carnet d'alerte. Presses du Châtelet.
- Snowdon R. J., Wittkop B., Chen T.W. and Stahl A. (2021). Crop adaptation to climate change as a consequence of long-term breeding. Theoretical and Applied Genetics, (134). 1613 - 1623.
- Uslu N. (1997). Description of Development Stages in Safflower Plant. Fourth International Safflower Conference. 2-7 June. 1997. Bari, Italy. 181 - 183.
- Uslu N. (2003). Safflower seed quality response to sowing date and head position. Sesame and Safflower Newsletter (18), 107-110.
- Vrijendra S. and Nimbkar N. (2007). Safflower (*Carthamus tinctorius* L.). Genetic Resources, Chromosome Engineering, and Crop Improvement. Oilseed Crops, (4). 167-194.
- Yahi-Guenafdi N. (2018). Les ressources phylogénétique en Algérie. Congrès National sur les ressources phylogénétique en Algérie. 22 -24 octobre 2018. 15-27.