ETUDE DE LA VARIABILITE MORPHOLOGIQUE ENTRE DEUX GENERATIONS « G_0 ET G_1 » CHEZ TROIS POPULATIONS DE FENUGREC

STUDY OF MORPHOLOGICAL VARIABILITY BETWEEN TWO GENERATIONS "G0 AND G1" AMONG THREE POPULATIONS OF FENUGREEK

S. LAHMADI, R. ZEGUERROU, H. GUESMIA, S. KAROUNE, M. MAAOUI
Centre de Recherche Scientifiques et Techniques sur les Régions Arides, CRSTRA, Biskra, Algérie.

RESUME

L'étude lancée sur la variabilité morphologique entre deux générations « G_0 et G_1 » chez trois populations de Fenugrec (Trigonella foenum graecum L.*), consiste à évaluer le changement et/ou la stabilité de quelques caractères morphologiques de trois populations de fenugrec issues des générations initiales et des générations de la première descendance par des mesures de quelques caractères morphologiques.*
A l'issue de notre travail, nous avons remarqué, que, l'homogénéité comportementale entre les plants de la génération initiale, les plants issus de la première descendance de la génération initiale et l'interaction (provenance/ génération) est plus remarquable que l'hétérogénéité. Ce qui nous permet de conclure qu'il existe une stabilité des caractères morphologiques.

Mots clés: *Trigonella foenum graecum* L.*, provenance, génération, variabilité morphologique.*

ABSTRACT

The study launched on morphological variability between two generations "G0 and G1" at three populations of Fenugrec (Trigonella foenum graecum L.*), consists in evaluating the change and/or the stability of some morphological natures of three populations of fenugrec resulting from the initial generations and the generations of the first descent by measurements of some morphological natures.*
With the exit of our work, we noticed, that, the behavioral homogeneity between the seedlings of the initial generation, the seedlings resulting from the first descent of the initial generation and the interaction (source, generation) are more remarkable than heterogeneity. What enables us to conclude that there is a stability of the morphological characters.

Key words: *Trigonella foenum graecum* L.*, source, generation, morphological variability.*

INTRODUCTION

Cultivé traditionnellement par les paysans des Ziban en raison de son adaptabilité, le fenugrec (*Trigonella foenum graecum* L.) est une légumineuse spontanée (QUEZEL ET SANTA, 1962) à triple usage : médicinale, condimentaire et fourragère.

En revanche, le savoir traditionnel mobilisé par les agriculteurs pour reproduire et conserver leurs cultures au fil des saisons et des générations, considéré un facteur essentiel de maintien de l'agro biodiversité, n'est pas une évidence concrète.

Par ailleurs, les plantes appartenant à une même espèce ne sont pas exactement semblables les unes aux autres, à cause de l'accumulation progressive de très petits changements dans la morphologie, la physiologie et le comportement. Ces variations ont de plus, à la fois des composantes environnementales et génotypiques (BENMOUHAMED, 1998).

En effet, certains facteurs extra et intra spécifiques peuvent introduire une certaine variabilité morphologique au sein de la même espèce. Tel est le cas observé chez le fenugrec sur des populations de différentes provenances.

Ces mêmes populations ont été étudiées, encore une fois, pour voir si cette variabilité est persistante. Sachant que l'analyse de la variabilité morphologique d'une espèce donnée est un préalable nécessaire à tout programme qui vise l'amélioration génétique (ARROUADI et *al.*, 2006). Dans ce sens, notre étude a pour objectif l'évaluation de la stabilité et/ou la variabilité de quelques caractères morphologiques sur trois populations considérées génération initiale (G_0), provenant d'Ain Naga, M' Zérâa et Ouled Djallel, et de leurs premières descendances (G_1).

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. Matériel végétal

Pour notre expérimentation, nous avons utilisé six populations de fenugrec, dont trois de la génération initiale G_0 de différentes provenances (Ain Naga, M'Zérâa et Ouled Djellel) et trois de la génération G_1 (première descendance de la génération G_0).

2.2. Dispositif expérimental

L'essai est mené en blocs aléatoires complets avec 04 répétitions (Figure 1). Chaque bloc est composé de 6 parcelles de $4m^2$, contenant chacune 3 lignes, chaque ligne incluse 40 graines. Ce qui donne : 6×3× 40=720graines par bloc et 720×4=2880 graines pour tout le dispositif.

Le semis a eu lieu le 16 novembre 2009 à la station expérimentale d'El Outaya. Biskra (altitude 199m, latitude 36°55'36.6" Nord, longitude 5°38'56" Est).

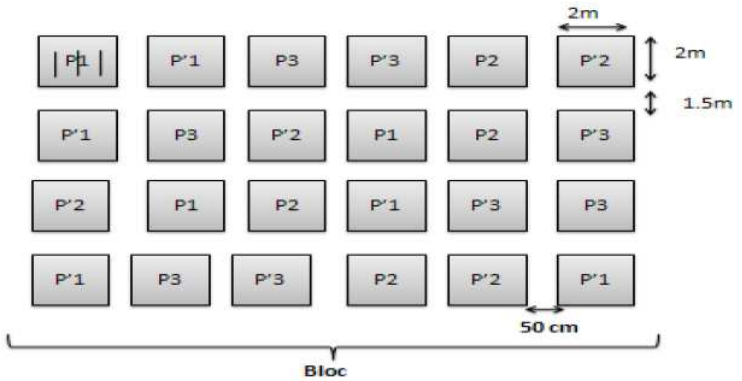

Figure 01 : Le dispositif expérimental

Légende

P1 : population provenant d'Ain Naga
P2 : population provenant de M'Zérâa.
P3 : population provenant d'Ouled Djellel.
} G_0
G_1 : Ligne.

P'1 : population provenant d'Ain Naga.
P'2 : population provenant de M'Zérâa.
P'3 : population provenant d'Ouled Djellel.

2.3. Paramètres mesurés

Les paramètres notés sont divers (phénologiques et biométriques).Ils sont choisis dans le but de refléter la variabilité et le comportement des populations de deux générations à étudier.

2.3.1. Paramètres phrénologiques

***Le stade levée (SL)* :** noté à 50% des graines levées. Nous considérons qu'un individu a levé lorsque les cotylédons sont bien ouverts (SOLTNER, 2005).

***Le pourcentage de levée (% L)* :** effectif des plants levés rapporté au nombre de graines semées.

2.3.2. Paramètres biométriques

La mesure des caractères biométriques des plants a été effectuée sur 40 plants par population et 48 gousses/plant/population.

-La hauteur des plants : nous avons mesuré la hauteur de la tige depuis le ras du sol jusqu'à l'apex, à l'aide d'une règle graduée. La mesure est faite à deux reprises

- **H1 :** le 17/02/2010
- **H2** : le 28/03/2010

***-La vitesse moyenne de croissance en hauteur (VCH)* :** calculé selon la formule suivante :

VCH= H2-H1/t2-t1 (HELLER, 2000).

- ***Nombre de gousses par plant (NG)*** : dénombrement des gousses qui apparaissent par plant.
- ***Poids d'une gousse (PG)*** : à l'aide d'une balance de précision (1/100).
- ***Diamètre d'une gousse (DG) :*** mesuré à l'aide d'un pied à coulisse d'une précision de 1/100mm.
- ***Longueur d'une gousse (LG) :*** mesurée à l'aide d'une règle graduée.
- ***Nombre total de ramifications (NTR)*** : nombre de ramifications primaires et secondaires.
- ***Nombre de graines saines par gousse (NGS)*** : nombre de graines n'ayant pas subi d'avortement ou d'échaudage.
- ***Nombre de graines échaudées par gousse (NGE)*** : nombre de graines sujettes d'échaudage.

2.4. Traitement statistiques des données

Pour l'ensemble des paramètres mesurés, la comparaison des moyennes entre population et générations a été réalisée à l'aide du logiciel MINITAB 13. Lorsque des différences apparaissent, nous faisons une comparaison multiple des moyennes à l'aide du test NEWMAN ET KEULS au seuil de 5%. La structuration spatiale de la variabilité phénotypique au sein et entre populations et générations a été étudiée à l'aide de l'analyse en composante principale (ACP) par le logiciel (STATISTICA).

3. RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. Effet provenance

3.1.1. Analyse de la variance

Sur l'ensemble des caractères étudiés la variabilité existante entre les trois provenances, présente une homogénéité plus distinguée que l'hétérogénéité (Tableau 1).Les moyennes du stade de levée, la hauteur des plants à la première date de notation, la vitesse de croissance en hauteur, la longueur et le diamètre de la gousse sont variables entre les populations étudiées.

Par contre, les moyennes de pourcentage de levée, la hauteur des plants à la deuxième date de notation, le nombre total de ramifications, le poids d'une gousse, le nombre de gousses, des graines saines et échaudées sont homogènes.

La population P1 présente les valeurs élevées du pourcentage de levée, la hauteur des plants à la première et à la deuxième date de notation, le nombre total de ramifications et de graines saines.

Tableau 01 : Analyse de variance pour l'ensemble des paramètres « effet provenance »

.Paramètres		P1	P2	P3	F	Signification
SL	Moy E.T	10,33 0.52	13,33 1.37	12,33 2.07	6.56	**
%L	Moy E.T	87.5 4.18	79.89 7.75	82.60 11.59	1.69	**N.S**
H1	Moy E.T	16.08 5.06	14.09 3.10	14.24 3.45	5.56	**
H2	Moy E.T	31.64 17.05	31.31 18.37	31.25 18.28	0.02	**N.S**
VCH	Moy E.T	0.79 0.25	0.87 0.25	0.86 0.2	3.14	*
NRT	Moy E.T	10.74 16.03	8.9 2.12	8.4 3.37	1.23	**N.S**
NG	Moy E.T	62.61 34.9	61.94 35.32	67.06 27.35	0.58	**N.S**
PG	Moy E.T	0.32 0.09	0.32 0.08	0.31 0.09	0.87	**N.S**
LG	Moy E.T	9.4 1.35	10.13 1.39	10.43 1.62	12.73	***
DG	Moy E.T	0.42 0.04	0.44 0.38	0.42 0.04	5.62	**
NGS	Moy E.T	14.34 2.54	13.55 3.36	13.5 3.88	1.97	**N.S**
NGE	Moy E.T	1.31 1.69	1.48 1.74	1.71 3.081	0.74	**N.S**

***, **, *** :** signification à 5% ; **Moy:** moyenne ; **E.T:** écart type ; **F :** test de ficher observé.

Le test Newman et Keuls au seuil 5% fait ressortir deux groupes homogènes A et B (Fig.02), où les populations P2 et P3 appartiennent au même groupe pour l'ensemble des paramètres sauf pour le diamètre de gousses

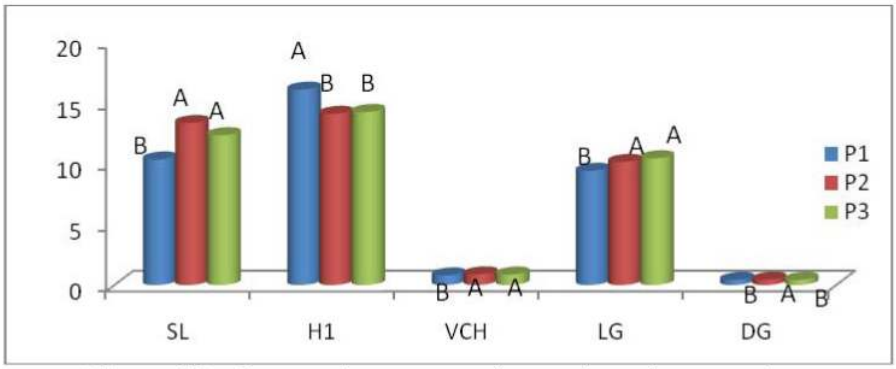

Figure 02 : Groupe de moyennes homogènes des caractères Significatifs chez les trois provenances.

3.1.2. Matrice de corrélation

Les observations, les plus importantes, observées entre les caractères sont :
Le stade levée chez les provenances étudiées est corrélé négativement avec le pourcentage moyen de levé, la hauteur des plants à la première et à la deuxième date de notation et nombre total de ramifications et de graines, respectivement comme suit : (r=-1.000, r=-1.000, r= 0.9, r=0.9, r=0.9), et positivement à la vitesse de croissance en hauteur et le nombre de gousses (r=1.000).
Des corrélations de signe positif entre le nombre de graines saines par gousse et la hauteur des plants à la première et à la deuxième date de notation et le nombre total de ramifications (r=0.9, r=0.99, r= 1.00).
La deuxième hauteur est corrélée positivement avec le nombre total de ramifications (r=1) et négativement avec la vitesse de croissance en hauteur (r=-0.97) et la longueur de la gousse (r=-0.99).

3.1.3. Analyse en composantes principales

Pour les trois provenances, le plant 1-2 de l'ACP fournit le total d'information 100% (Fig. 03).

L'axe 1 est déterminé positivement par le nombre de gousses par plant, nombre de graines échaudées, longueur de gousse, vitesse de croissance en hauteur et le stade levée et négativement par le pourcentage de levée, la première et la deuxième hauteur, nombre de ramifications et le nombre de graines saines.

L'axe 2 le paramètre nombre de gousses par plant est corrélé positivement contrairement aux paramètres diamètre et le poids d'une gousse qui sont corrélés négativement.

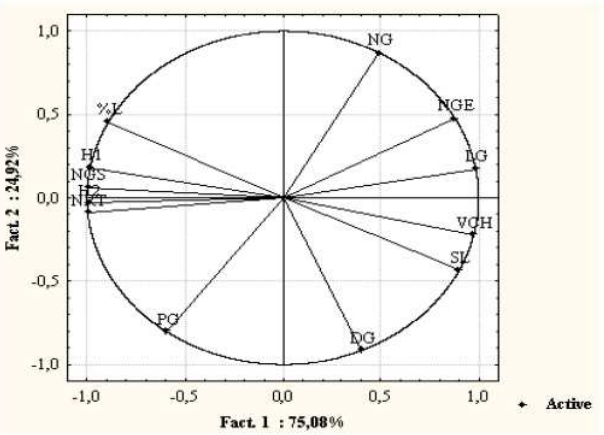

Figure 03 : Projection des variables sur le plan factoriel (1*2). « Effet provenance»

3.2. Effet Génération
3.2.1. Analyse de la variance

L'homogénéité des résultats est souvent appréciable pour la majorité des caractères étudiés, les paramètres hétérogènes sont : la hauteur des plants à la première date de notation, la vitesse de croissance en hauteur, le nombre de gousses par plant et la longueur de gousse (Tableau 02).Les résultats du pourcentage de levée notés (G_0=84,86% etG_1=81,1%) sont nettement supérieur à ceux de BENMOUHAMED (1990) sur les générations G_0 et G_1 de certaines provenances du fenugrec avec respectivement 77,11% et 79,44%.

Tableau 02 : Analyse de variance pour l'ensemble des paramètres « effet génération».

Paramètres		G_0	G_1	Fobs	Signification
SL	Moy E.T.	11.78 2.11	12.22 1.71	0.24	N.S
%L	Moy E.T.	84.86 9.37	81.8 7.96	0.74	N.S
H1	Moy E.T.	12.86 2.97	16.74 4.53	61.57	***
H2	Moy E.T.	47.40 9.04	47.85 8.88	0.15	N.S
VCH	Moy E.T.	0.88 0.215	0.8 0.22	2.36	**
NRT	Moy E.T.	9.73 9.55	8.93 10.30	0.41	N.S
NG	Moy E.T.	70.98 37.6	56.77 25.06	11.86	**
PG	Moy E.T.	0.31 0.1	0.32 0.76	1.38	N.S
LG	Moy E.T.	10.75 10.77	9.73 13.33	11.5	**
DG	Moy E.T.	0.43 0.42	0.43 0.34	0.00	N.S
NGS	Moy E.T.	13.89 2.89	13.70 3.7	0.25	N.S
NGE	Moy E.T.	1.37 1.83	1.62 2.63	0.88	N.S

*, **, *** : signification à 5% ; **Moy:** moyenne ; **E.T:** écart type ; **F :** test de ficher observé.

La comparaison des moyennes réalisée, permet de déterminer deux groupes homogènes A et B (Fig.04).

La génération G_0 présente les valeurs les plus élevées de la vitesse de croissance, le nombre de gousse et la longueur d'une gousse que la génération G_1, cette variabilité est due probablement à la qualité de semences (DUCREUX, 2002 ; PETER *et al.*, 2003 ; REGER, 2007 ; OZENDA, 2000 et HOPKINS, 2003). En effet, les facteurs climatiques comme la température, les précipitations, l'évapotranspiration, les quantités cumulées de chaleur et de rayonnement reçues et la durée du jour, agissent sur la croissance et le développement des plantes et déterminent la dynamique de la production (LEGER *et al*. 2000).

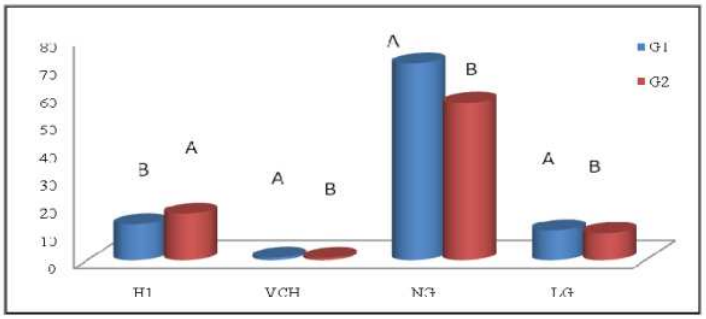

Figure 04 : Groupe de moyenne homogène des caractères Significatifs chez les deux générations.

3.2.2. Matrice des corrélations

Peu de corrélations de fort signe ont été observées entre les caractères étudiés de deux générations, les plus importantes :Le stade levé est corrélé négativement avec la deuxième hauteur (r= -0.1), le nombre de graines saines =(r=-0.94) et aussi le pourcentage de levé %L (r=-0.94), mais, il est corrélé positivement avec le nombre des gousses par plant (r=0.1).Des corrélations positives entre le nombre de gousses par plant et la deuxième hauteur (r= 0.96), ce dernier paramètre est corrélé négativement avec le nombre de graines échaudées.

3.2.3. Analyse en composantes principales

Concernant les deux générations étudiées, le plant 1-2 de l'ACP fournit le maximum d'information 72.43% (Figure 5).Les paramètres les plus liés positivement à l'axe 1 sont la première et la deuxième hauteur de plant, le nombre de graines saines et le poids d'une gousse, par contre la vitesse de croissance en hauteur c'est le paramètre le plus lié négativement.

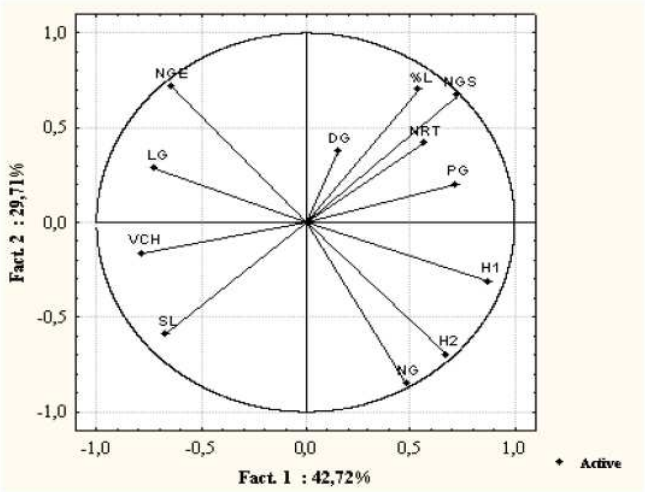

Figure 05 : Projection des variables sur le plan factoriel (1*2) « Effet génération ».

3.3. Interaction provenance génération

La variabilité et/ou l'homogénéité inter populations est enregistré de la même manière chez les deux générations sauf pour les deux caractères : le poids et le diamètre d'une gousse qui présentent une homogénéité du comportement des populations de la G_0 et hétérogénéité des mêmes populations de la G_1. (Tableau 3), ce qui signifie que ces deux caractères expriment probablement la variabilité du matériel végétal.

L'analyse de variance révèle une interaction provenance * génération pour les paramètres (stade de levée, pourcentage de levée, la hauteur à la première et à la deuxième date de notation et le nombre de graines échaudées) d'une part et aucune interaction pour les paramètres (vitesse de croissance en hauteur, nombre total de ramifications de gousses, de graines saines, longueur et diamètre d'une gousse) d'autre part (Tableau 3).

Généralement la population P1 de la génération G_1 présente les valeurs les plus élevées de certains caractères (la hauteur des plants à la première et à la deuxième date de notation, nombre de graines saines). Par contre la population P3 de la génération G_0 a enregistré les valeurs les plus importantes de (pourcentage de levée, la hauteur à la première date de notation, longueur d'une gousse et nombre de graines saines).

Tableau 03 : Analyse de variance pour l'ensemble des paramètres «provenance * génération »

Paramètre	Génération		P1	P2	P3	Fobs	Sign
SL	G0	Moy E.T.	10.33 0.58	14.33 1.15	10.66 1.15	14.78	**
	G1	Moy E.T.	10.33 0.57	12.33 0.57	14 1.00	18.20	**
	interaction					6.16	**
%L	G0	Moy E.T.	87.5 5.73	75.62 8.26	91.46 6.32	5.78	*
	G1	Moy E.T.	87.5 2.81	84.16 4.81	73.75 8.01	6.5	*
	interaction					9.11	**
H1	G0	Moy E.T.	12.54 2.74	11.92 5.51	14.12 3.25	6.35	*
	G1	Moy E.T.	19.62 4.30	16.25 3.99	14.35 3.67	17.87	***
	interaction					19.80	***
H2	G0	Moy E.T.	32.82 14.4	31.28 16.89	32.75 17.62	0.21	N.S
	G1	Moy E.T.	38 14.30	37.5 16.89	36.75 17.62	0.17	NS
	interaction					7.19	**
VCH	G0	Moy E.T.	0.85 0.204	0.87 0.216	0.94 0.219	1.9	N.S
	G1	Moy E.T.	0.79 0.23	0.87 0.24	0.86 0.2	2.96	N.S
	Interaction					2.36	N.S
NRT	G0	Moy E.T.	11.15 15.01	9.55 6.25	8.57 0.12	0.74	N.S
	G1	Moy E.T.	10.78 16.13	8.95 5.14	8.39 3.39	1.25	N.S
	interaction					0.05	N.S
NG	G0	Moy E.T.	30.75 30.92	29.57 38.72	30.51 43.56	0.03	N.S
	G1	Moy E.T.	36.87 37.68	35.79 36.82	37.85 35.30	0.12	N.S
	interaction					0.03	N.S
PG	G0	Moy E.T.	0.3 0.061	0.3 0.06	0.33 0.1	2.15	N.S
	G1	Moy E.T.	0.34 0.10	0.34 0.10	0.29 0.08	5.51	**
	interaction					0.99	NS
LG	G0	Moy E.T.	9.73 1.45	10.16 1.08	10.87 1.75	7.64	**
	G1	Moy E.T.	9.07 b 1.19	10.11a 1.65	9.99 ab 1.37	7.801	**
	interaction					12.21	N.S
DG	G0	Moy E.T.	0.42 0.036	0.44 0.034	0.43 0.032	2.48	N.S
	G1	Moy E.T.	0.43 0.035	0.44 0.041	0.41 0.045	5.19	**
	interaction					2.52	N.S

NGS	G0	Moy E.T.	14.23 2.37	13.35 2.88	14.10 3.32	0.278	N.S
	G1	Moy E.T.	14.46 2.7	13.75 3.81	12.90 4.31	2.18	N.S
	interaction					1.72	N.S
NGE	G0	Moy E.T.	7.10 6.98	7.6 6.84	7.90 6.74	0.6	N.S
	G1	Moy E.T.	5.71 6.59	5.56 6.34	6.10 6.74	1.48	N.S
	interaction					3.65	*

*, **, *** signification à 5%, Moy: moyenne ; E.T: écart type, Fobs : test de fichère observé

La moyenne générale du nombre total de ramifications est nettement inférieure à la moyenne 36 ramifications signalée par ACHARYA (2006).

La moyenne générale de la largeur chez les populations étudiées pour les deux générations (G_0 : 10.25 / G_1 : 9.72) est inférieure aux moyennes indiquées par TCHOKETCH-KEBIR (1987) qui est de 10,30cm.

Une homogénéité étroite entre les deux générations concernant le pourcentage de levée (87,5%) pour la population P1, ainsi que le diamètre d'une gousse (0,44mm) et le nombre de graines saines chez la population P2 (13,75 graines).

La comparaison des moyennes permet d'y déceler trois groupes homogènes A, B et C, et un groupe chevauchant AB de la population P3 appartenant à la deuxième génération concernant le caractère longueur d'une gousse (Figure 6)

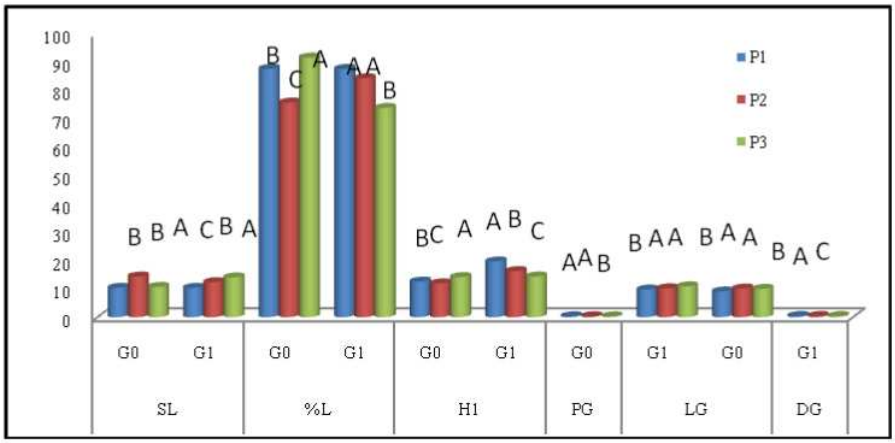

Figure 06. Groupe de moyenne homogène des caractères significatifs Chez les deux générations de trois populations

CONCLUSION

L'analyse statistique résultant de l'étude sur la variabilité morphologique entre deux générations « G_0 et G_1 » chez trois populations de fenugrec Trigonella foenum graecum L. a révélé une homogénéité plus ou mois remarquable entre les provenances, les générations et l'interaction entre eux.

Les caractères les plus discriminants sont la hauteur des plants à la première date de notation et la longueur d'une gousse.

Les résultats de corrélation et de d'ACP chez les trois populations des deux générations confirment que, lorsque le stade levée est tardif, la production en gousses et la vitesse de croissance en hauteur sont importantes. Par contre la production en graines saines, la deuxième hauteur et le pourcentage de levée sont faibles.
En outre, pour confirmer de la stabilité et la variabilité du matériel végétal plusieurs générations doivent être étudiées, puisque ces paramètres révèlent probablement un certain taux d'allogamie.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ARRAOUADI S., BARI M., HUGUET., AOUANI ME., 2006. Caractérisation phénotypique des populations naturelles de la légumineuse modèle *Medicago truncatula* (fabacée) issue du sud Tunisien .workshop international. Diversité des fabacées fourragères et de leur symbiotes-Alger-Février pp : 99-102.
2. ACHARYA S., SRICHAMROEN A., BASU S., OORAIKUL B ET BASU T., 2006. Improvement in the nutraceutical properties of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum* L.). Songklanakarin. J. Sci. Technol. 2006. 28(Suppl. 1) pp: 1-9.
3. BENMOUHAMED A., 1998 .Etude du comportement de quelques populations de fenugrec (*Trigonella foenum graecum* L.) cultivées dans le sub-humide : analyse biométrique, dénombrement chromosomique et mise en évidence des protéines. Thèse de Magister en Sciences Agronomiques ; spécialité (phytotechnie). ENSA (ex INA). El Harrach. 237p.
4. BENMOUHAMED A., 1991. Evolution du comportement de quelques provenances de fenugrec (*Trigonella foenum graecum* L.). Mémoire d'ingénieur en phytotechnie. ENSA (ex INA). El Harrach. 46p.
5. DUCREUX G., 2002 . Introduction à la botanique. Paris. 256p.
6. HELLER R., ESNAULT R., LANCE C., 2000. Physiologie végétale et développement. France. 366p.
7. HOPKINS W.G., 2003.Physiologie végétale. 1ère édition. Bruxelles. 514p
8. LEGER F., BELLON S. ET GUERIN G., 2000 .Outils et méthodes pour analyser les ressources au pâturage. Options Méditerranéennes. Sér. A / n°39. pp : 205-215.
9. OZENDA P., 2000 .Les végétaux : organisation et diversité biologique. 2ème édition, Dunod, Paris. 516p.
10. PETER.H., RAVEN.; RAY F EVERT ET SUSAN ECHORN., 2003 .Physiologique de l'embryon et l'imperméabilité du spermoderme à l'eau et parfois à l'oxygène. 1ère édition. Paris. 944p
11. REGER PRAT., 2007. Expérimentation en biologie et physiologie végétale. Paris. 296p.
12. QUEZEL P. et SANTA S., 1962. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed CNRS. T1 et 2 .Paris. 565p.
13. TCHOKETCH-KEBIR.S., 1987. Contribution à l'étude de comportement des espèces de légumineuses à grosses graines : Féverole-Fenugrec-Lupin-Gesse-Pois. Mémoire d'ingénieur en phytotechnie. ENSA (ex INA). El Harrach. 76p.