

Agro-morphological assessment of three Tunisian species of *Lotus*

Caractérisation agro-morphologique de trois espèces tunisiennes de *Lotus*

R. HAJRI^{1, 2*}, H. BELTAIF³, M. BEN YOUNES¹

¹ Pôle Régional de Recherche Développement Agricoles du Nord Ouest semi-aride, Tunisie.

² Institut Supérieur Agronomique de *Chott-Mariem*, Université de Sousse.

³ Faculté des Sciences de Bizerte, Université de Carthage.

*Corresponding author: rimhajri@yahoo.fr

Abstract – This work is part of a forage and pasture legumes genetic resources collection and conservation program. Parameters related to plant architecture, plant height, diameter of the main stem, leaf size, number and length of pods and number of seeds per pod were used for morphologic and biometric characterization of three spontaneous species of birdsfoot trefoil (*L. creticus* L., *L. edulis* L. and *L. ornithopodioides* L.) collected from Thuburbo Majus region located at Zaghauan governorate in Tunisia. Results indicated significant differences between these three *Lotus* species. Plants of *L. creticus* L. have an upright orthotropic architecture which is very suitable for mowing. *Lotus edulis* L. plants are creepy plagiotrope. They make good soil cover for erosion control. They are also interesting for grazing. The *L. ornithopodioides* L. plants have a mixed architecture which makes them adapted for grazing. Producing more pods and seeds, this specie is excellent for forage production and species persistence for pastures.

Keywords: *Lotus*, genetic resources, Agro-morphological characterization.

Résumé - Ce travail a été réalisé dans le cadre du programme de collecte, de conservation et de valorisation des ressources génétiques des légumineuses fourragères et pastorales. Les paramètres relatifs à l'architecture et la hauteur des plantes, le diamètre de la tige principale, les dimensions foliaires, le nombre de gousses, la longueur des gousses et le nombre de graines par gousse ont été mesurés pour la caractérisation agro-morphologique de trois espèces spontanées de lotier (*L. creticus* L., *L. edulis* L. et *L. ornithopodioides* L.) collectées dans la région de Thuburbo Majus du gouvernorat de Zaghauan en Tunisie. Les résultats ont montré une variabilité significative entre ces trois espèces de lotier. Les plantes de *L. creticus* L. présentent un port orthotrope qui leur permet comme légumineuses fourragères d'être adaptées à la fauche. Les plantes de *L. edulis* L. sont rampantes et plagiotropes. Elles constituent un bon couvert végétal pour protéger le sol contre l'érosion et peuvent être intéressantes pour le pâturage. Les plantes de *L. ornithopodioides* L. présentent une architecture mixte adaptée au pâturage. Produisant plus de gousses et de semences, *L. ornithopodioides* L. est recherchée pour la production de fourrage et la persistance du lotier dans les prairies et les parcours.

Mots clés : Lotier, ressources génétiques, caractérisation agro-morphologique.

1. Introduction

La Tunisie est caractérisée par la diversité de ces ressources phylogénétiques fourragères et pastorales et surtout de leurs adaptations aux contraintes locales (Chakroun 2000). La flore méditerranéenne présente une richesse extraordinaire, les espèces spontanées pastorales originelles comptent plus de 500 (Talamucci et Chaulet 1989). Toutefois, l'érosion génétique menace la biodiversité fourragère et pastorale due au remplacement des variétés locales par des variétés améliorées, la dégradation rapide des terres provoquée par la mécanisation intensive, l'urbanisation, le défrichage par la déforestation et les feux de brousse (Boussaid 2004). L'exploitation abusive des parcours participe aussi pour une large



part dans l'érosion. Le surpâturage cause une diminution des espèces vivaces et une élimination sélective des plantes annuelles appréciées avant leur fructification. L'autre cause de la dégradation de la végétation est la désertification, qui progresse à partir du sud et menace le nord du pays (Abdelguerfi et Abdelguerfi-Laouar 2004). En réalité, même dans le nord, il existe des foyers de désertification ayant un effet direct sur l'amenuisement des ressources phytogénétiques. D'autre part, le grand nombre d'introductions de semences, a eu pour effet d'entraîner une érosion génétique importante qui s'est déjà manifestée par la disparition d'écotypes locaux et de cultivars traditionnels dont l'intérêt est considérable (El gazzah et Chalbi 1995).

La sauvegarde du patrimoine phytogénétique est un problème universel dont dépendent tous les progrès agronomiques futurs. L'acuité de ce problème s'est traduite en Tunisie par une série de mesures tendant chacune, à son niveau, à protéger les ressources phytogénétiques. Parmi ces mesures, la mise au point de plusieurs programmes nationaux visant à sauvegarder et maintenir la diversité du patrimoine phytogénétique dans le pays en limitant l'érosion génétique des plantes et en laissant une place suffisante aux espèces autochtones pour garder la diversité des espèces et limiter l'érosion génétique des plantes indigènes.

Dans le cadre de la sauvegarde et de la valorisation des espèces fourragères et pastorales, notre étude vise le genre *Lotus*, qui a été relativement peu abordé et qui se trouve actuellement menacé par l'érosion génétique. Ce genre est avantagé par un ensemble de caractères. On reconnaît au lotier une très grande souplesse d'adaptation aux conditions de terrain ou de climat les plus diverses: acidité du sol, terres superficielles, sols hydromorphes, sols salins, faible fertilisation et sécheresse (Escaray et al, 2012). Il constituerait donc la légumineuse de remplacement par excellence, chaque fois que l'utilisation des autres espèces donne de mauvais résultats. Les qualités du lotier incitent à poser des questions et à établir des hypothèses de travail en relation avec le rôle du lotier dans l'amélioration de la production fourragère et la valeur pastorale. La sauvegarde des ressources phytogénétiques des espèces de lotier (*Lotus spp*) menacées de disparition permet également l'amélioration des parcours, l'enrichissement et la protection des sols.

Les espèces spontanées de lotier sont demeurées, jusqu'à présent, sous-exploitées et peu étudiées. La majorité des espèces n'ont pas encore passé l'étape de l'observation générale, bien qu'elles aient déjà enrichi de plusieurs banques de gènes internationales et servi à développer de nombreuses variétés. La caractérisation des ressources génétiques collectées se base principalement sur les caractéristiques phénologiques, morphologiques et agronomiques de chaque génotype (Norman et al., 2005). Ainsi, l'évaluation agro-morphologique constitue une première étape dans les critères de sélection des plantes fourragères et pastorales, d'où l'intérêt de la présente étude, dont l'objectif est l'évaluation morphologique et agronomique de trois espèces tunisiennes de lotier (*Lotus creticus* L., *Lotus ornithopodioides* L. et *Lotus edulis* L.).

2. Matériel et Méthodes

2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal est constitué par trois espèces spontanées du genre *Lotus*: *L. creticus* L., *L. ornithopodioides* L. et *L. edulis* L.. Ces espèces étudiées ont été collectées dans le site de Thuburbo Majus, situé dans le gouvernorat de Zaghouan (nord de la Tunisie), à une soixantaine de kilomètres au sud-ouest de Tunis, près de l'actuelle ville d'El Fahs (36°24'05",072 N et 9°54'12",000 E, altitude 188m).

2.2. Dispositif expérimental

Un essai en pots a été installé dans la station expérimentale de l'Institut National de Recherche Agronomique de Tunis- station du Kef (36° 7.998' N 08° 42' E, altitude 518 m) sur une période qui s'est étalée de novembre 2014 à juin 2015. Cette station appartient à l'étage bioclimatique semi-aride moyen. Les températures et les pluviométries moyennes mensuelles de la campagne 2014/2015 sont mentionnées dans la Figure 1.

Les graines de chaque espèce ont été scarifiées et semées dans des pots contenant 3 Kg de substrat formé par un mélange de sol et de sable. Le semis a été effectué à raison de 3 graines équidistantes par pot. Les pots ont été placés selon un dispositif aléatoire complet avec quatre répétitions. L'essai est conduit en pluvial sur une période de 8 mois avec quelques irrigations d'appoint si nécessaire.

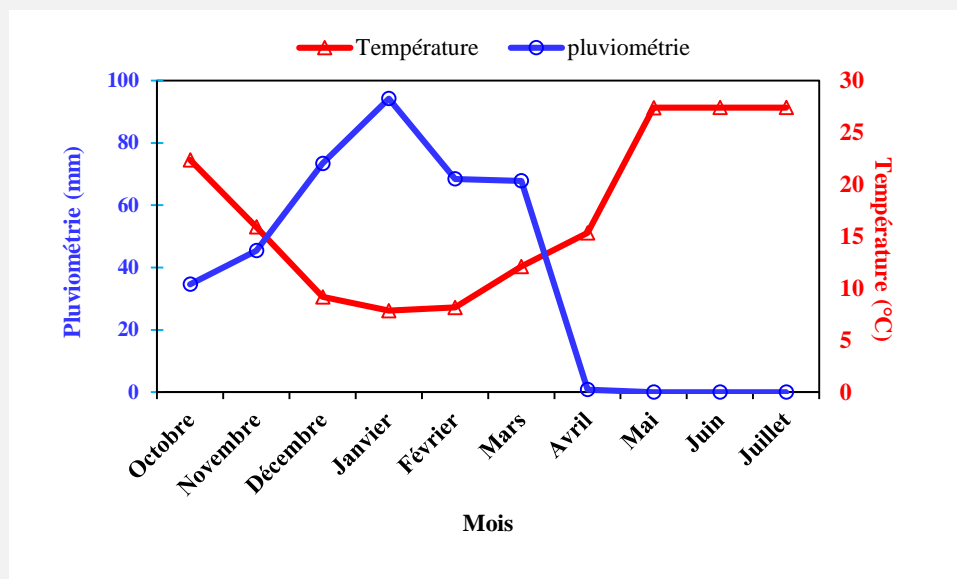


Figure 1. Pluviométries (mm) et températures (°C) enregistrées à la station de recherche du Kef durant la campagne agricole 2014/2015.

2.3. Mesures effectuées

L'examen des ports des plantes des trois espèces de lotier collectées a été réalisé en se référant aux architectures élaborées par l'IPGRI (2009). L'étude morphologique de l'appareil végétatif a concerné un échantillon de 27 plantes par espèce sur lesquelles cinq paramètres quantitatifs ont été déterminés et notés selon les descripteurs de légumineuses fourragères d'Andersen et Ellis Davies (1984). Les notations concernant le développement végétatif (hauteur de la plante, la taille des feuilles) ont été prises périodiquement, à des stades précis. L'étude morphologique des gousses a été faite sur un échantillon de 30 gousses/espèces sur lesquelles deux paramètres quantitatifs ont été mesurés: la longueur et la largeur de la gousse.

2.4. Analyse statistiques

Les données obtenues sont soumises à une analyse de la variance. Les moyennes sont traitées par le logiciel SPSS 20. La comparaison des moyennes a été établie par le test de Duncan. On considère que les résultats sont significatifs quand $P < 0,05$.

3. Résultats et Discussion

Le développement de nouveaux cultivars performants d'espèces fourragères passe obligatoirement par le processus de l'évaluation du matériel biologique collecté. Naydenova et al., (2013) ont montré l'importance des caractères morphologiques et agronomiques pour l'amélioration d'écotypes de diverses espèces fourragères. Pour les espèces de lotier, les caractères les plus significatifs utilisés lors de l'évaluation ont été la couleur des fleurs, la largeur et la longueur des folioles, la surface des folioles, la longueur de la gousse et le nombre de graines par gousse (Naydenova et al., 2013). Ayres et al., (2008) ont noté que la largeur de la foliole, la hauteur des plantes et l'architecture des plantes sont les caractères les plus significatifs utilisés lors de l'évaluation de l'espèce de *Lotus corniculatus* L. Ils ont trouvé que l'évaluation de ces caractéristiques agro-morphologiques a permis de sélectionner les meilleurs génotypes de lotier corniculé. Dans cette étude, les caractères qui ont été utilisés sont: l'architecture de la plante, la longueur de la tige principale, le diamètre de la tige principale, la longueur de la foliole, la largeur de la foliole, le rapport largeur/longueur de la foliole, le nombre des gousses, la longueur de la gousse et le nombre des graines par gousse.

3.1. Architecture des espèces

L'architecture ou port des plantes est une caractéristique qui permet de prévoir la vocation de la culture et de prévoir le rôle futur du génotype dans la parcelle fourragère (affouragement en vert, fauche pour

le foin ou l'ensilage, pâture...). L'analyse des ports a montré que les plantes de *L. creticus* L. se sont caractérisées par une architecture orthotrope. Ces plantes à tiges érigées seront efficaces dans la mesure où on vise la mise au point de nouveaux génotypes adaptés à la coupe. Ces derniers pourraient être utilisés comme producteurs de fourrage aux élevages surtout bovin et en même temps des précédents culturels pour les céréales dans des systèmes de rotation (Ben Jeddi 2005).

Quant aux plantes de *L. edulis* L., elles ont eu un port prostré. Selon Bonnemaïson et Jones (1986), les espèces à architecture plagiotrope pourraient être sélectionnées dans le but de mettre au point des espèces à vocation pâturage. En effet, Les plantes à tiges dressées sont toujours les premières à être broutées. Pendant ce temps, les rampantes épargnées du pâturage continuent à croître jusqu'à formation des semences pour assurer la régénération. De même, la plagiotropie des plantes est un caractère très important pour la fixation des sols dans les ouvrages de conservation des eaux et des sols (Slim 2004). Les plantes de *L. ornithopodioides* L. ont présenté une architecture mixte alors que certains auteurs ont rapporté que cette espèce a un port orthotrope (Bennani et al, 2010). Selon Slim (2004), la mixture des tiges dans une même plante serait une forme d'adaptation au surpâturage. En effet, la présence des populations à tiges mixtes serait un indice d'adaptation du matériel génétique au pâturage.

3.2. Comparaisons des descripteurs de l'appareil végétatif

L'analyse de la variance a montré qu'il existe des différences significatives entre les différentes espèces (*L. creticus* L., *L. edulis* L. et *L. ornithopodioides* L.) pour les paramètres morphologiques quantitatifs examinés : la longueur de la tige principale des plantes (LTP), le diamètre de la tige principale (DTP), la longueur de la foliole (LOF), la largeur de la foliole (LAF), le rapport largeur/longueur de la foliole (RLAFLOF), le nombre des gousses (NG), la longueur de la gousse (LG) et le nombre des graines par gousse (NGG) (Tableau 1).

3.2.1. La longueur de la tige principale (LTP)

La longueur de la tige principale (LTP) mesurée au stade maturité des graines a montré une variation hautement significative entre les trois espèces étudiées ($p < 0,001$). La longueur moyenne de la tige principale (LTP) de *L. edulis* L. a été de 15.17 cm. Cette dernière se présente comme l'espèce qui avait la tige la plus longue comparée aux deux autres espèces (*L. creticus* L. et *L. ornithopodioides* L.) qui avaient respectivement 7,6 et 8.5 cm (Tableau 3). Hernan et al. (2012) ont trouvé une variation de la longueur allant de 45 à 82 cm chez des populations de *L. uliginosus* L. au Chili. Ils ont aussi signalé des longueurs allant de 52.8 cm et 70 cm chez des populations de *L. corniculatus*. Bennani et al., (2010) travaillant sur une collection marocaine de *L. ornithopodioides* L. ont montré que les populations marocaines se sont caractérisées par une taille plus longue comparées à nos plantes de *L. ornithopodioides* L. (75.08 cm).

Tableau 1. Analyse des caractères quantitatifs chez trois espèces tunisiennes de lotier (*L. creticus* L., *L. edulis* L. et *L. ornithopodioides* L.).

Espèce	LTP	DTP	LOF	LAF	RLAFLOF	NG	LG	NGG
<i>L. creticus</i>	7.59 ^b	1.09 ^b	7.63 ^b	4.86 ^c	0.74 ^b	7.46 ^b	2.62 ^b	11.83 ^b
<i>L. edulis</i>	15.1 ^a	1.34 ^a	9.79 ^a	6.40 ^a	0.88 ^a	6.25 ^b	2.02 ^c	13.44 ^a
<i>L. ornithopodioides</i>	8.47 ^b	1.33 ^a	8.23 ^b	5.54 ^b	0.89 ^a	18.68 ^a	3.02 ^a	10.63 ^b
Significativité	P<0.001	P<0.001	P<0.001	P<0.001	<0.05	P<0.001	P<0.001	P<0.05

Les moyennes suivies de lettres différentes sont significativement différentes

Les LTP des trois espèces testées ont été inférieures aux résultats précédemment cités. Bennani et al., (2010) ont signalé que ce paramètre peut subir des facteurs abiotiques qui jouent un rôle particulièrement important et commandent les potentialités de croissance en longueur. Parmi ces facteurs, la température qui a une action primordiale sur les phénomènes de développement des plantes. En effet, la campagne agricole 2014-2015 a été caractérisée par des températures basses et des amplitudes thermiques très

importantes (Figure 1). Par conséquent, ces basses températures pourraient être responsables de la diminution de taille des tiges des espèces de lotier étudiées. Ben Jeddi (2005) a indiqué que les basses températures du sol agissent également sur la croissance des parties aériennes des plantules du *Sulla* par la réduction de la hauteur des tiges et de leur vitesse d'allongement, la diminution de la vitesse d'allongement des feuilles et de leur rythme d'initiation.

3.2.2. Diamètre de la tige principale (DTP)

L'étude du diamètre de la tige principale mesuré au stade floraison a révélé que la variation du DTP a été très hautement significative entre les trois espèces testées ($p < 0,001$). Les tiges principales de *L. edulis* et *L. ornithopodioides* ont été les plus épaisses, avec une moyenne de 1.33 mm. Tandis que, le *L. creticus* L. a présenté la tige principale la plus fine (1.09 mm). Selon SavoVuckovic et al. (2007), le diamètre des tiges est un paramètre qui représente un indice de qualité du fourrage. En effet, plus le diamètre des tiges est élevé, plus le fourrage est riche en fibres et en cellulose, et donc il est moins digestible. En d'autres termes, la valeur nutritive d'un fourrage se trouve en corrélation négative avec sa richesse en cellulose. Souvent, un fourrage fin et tendre est mieux apprécié et plus digestible par les ruminants. Aussi, un diamètre des tiges supérieur à 1 mm, augmente le taux de refus par les animaux à l'auge. Dans un pâturage de *sulla*, Ben Jeddi (2005) a signalé que les animaux broutent les feuilles et laissent les grosses tiges lignifiées. Le même comportement a été observé avec le Napier (*Pennisetum purpureum* Schumach) et le maïs (*Zea mays* L.).

3.2.3. Dimensions des folioles

La mesure des dimensions foliaires des plantes est un trait agronomique très important qui nous renseigne sur la capacité photosynthétique de chaque espèce et sa richesse en matière organique et en énergie par la suite.

L'analyse de la variance a révélé que l'ensemble des espèces testées (*L. creticus* L., *L. edulis* L. et *L. ornithopodioides* L.) a montré une variation hautement significative de la largeur et de la longueur des folioles (LAF et LOF respectivement) et des différences significatives pour le rapport largeur sur la longueur de la foliole. Les résultats du Tableau 1 ont montré que le *L. edulis* L. s'est caractérisé par les folioles les plus larges (6.40 mm) suivi par *L. ornithopodioides* (5.45 mm). Les folioles les plus petites ont été observées chez le *Lotus creticus* (4.86 mm). Les résultats du Tableau 1 ont montré que les plantes de *L. edulis* L. ont eu les folioles les plus longues par rapport aux plantes de deux autres espèces étudiées (6.40 mm).

Drobna (2010) a trouvé chez une population naturelle de *L. corniculatus*, qu'il y avait une corrélation positive entre la surface foliaire et la largeur des folioles. Dans ce cas, les plantes de *L. edulis* ont eu les surfaces les plus larges. Selon Giagourta et al., (2015), une surface foliaire abondante engendre ultérieurement des avantages aussi bien au niveau de la production en matière sèche que la qualité des fourrages qui deviennent plus riches en feuilles; donc plus digestibles et par conséquent de meilleur valeur nutritive. Le calcul du rapport entre la largeur et la longueur des folioles (RLALOF) a révélé que les plantes de *L. ornithopodioides* L. et de *L. edulis* L. se sont caractérisées par des rapports comparables et supérieurs à celui observé chez le *L. creticus* L., 0.89 et 0.88 mm respectivement.

3.3. Comparaisons des paramètres de rendements

Dans ce travail, le rendement de chaque espèce a été évalué par le dénombrement des gousses et des graines produites ainsi que la mesure de la longueur de la gousse. Concernant le nombre des gousses produites (NG), le Tableau 1 a montré une variation hautement significative ($p < 0.001$) entre les espèces étudiées. Le *L. creticus* L. et *L. edulis* L. ont présenté en moyenne les nombres de gousses par plante les plus bas, tandis que *L. ornithopodioides* L. a enregistré le nombre le plus élevé avec 18.7 gousses.

Une différence hautement significative ($p < 0.001$) a été trouvée pour la longueur de la gousse (LG). En effet, *L. ornithopodioides* L. s'est caractérisé par la gousse la plus longue (3.02 cm) et *L. edulis* L. par des gousses plus courtes (2.02 cm).

L'analyse de la variance du nombre de graines par gousse a montré une différence significative entre les espèces. En effet, *L. edulis* L. a le nombre de graines par gousse le plus élevé dont le nombre moyen a été (13.44 graines/gousse). Les deux autres espèces ont enregistré des nombres de graines par gousse (NGG) significativement identique (11.83 chez *L. creticus* L. et 10.63 chez *L. ornithopodioides* L.). Selon Rieuneau en 1967, le *L. corniculatus* L. a enregistré selon un nombre moyen de graines par gousse

égal à 10.5. Cette valeur a été comparable à celle trouvée chez les 3 espèces de lotier étudiées. Le rendement moyen enregistré pourrait résulter de la quantité importante de neige, qui a revêtu les pots en hiver et a provoqué un arrêt de la végétation tel qu'il a été décrit par Rieuneau (1967) ou d'un nombre moyen d'inflorescences par tiges. D'autre part, un nombre moyen d'inflorescences par tiges ou une insuffisance de pollinisation agiraient sur le rendement grainier (Ravenel et Hacquet 2013). Aussi, le nombre moyen de graines résulterait d'une perte d'un nombre de gousses puisque les tiges des espèces du genre *Lotus* manquent de rigidité et sont assez sensibles à la verse (Rieuneau, 1967).

4. Conclusion

La caractérisation agro-morphologique des plantes de différentes populations de ces trois espèces de lotier a montré une grande variabilité entre les espèces étudiées. Les plantes des populations de *L. creticus* L. présentent une architecture orthotrope qui leur permettra d'être exploitées pour la fauche. Les plantes de *L. edulis* L. sont plutôt rampantes et plagiotropes. Cette caractéristique est favorable pour leur vocation comme plantes de pâturage tout en étant également utiles pour couvrir et protéger les sols contre l'érosion. Quant aux plantes de *L. ornithopodioides* L., elles présentent une architecture mixte qui est un caractère d'adaptation au pâturage. Comparée aux deux autres espèces, les plantes de *L. ornithopodioides* L. produisent plus de gousses et de semences. Une telle caractéristique est intéressante pour la production de fourrage et la persistance des espèces fourragères dans les parcours et les prairies. D'autres études restent à faire pour valoriser le potentiel des ces ressources génétiques locales de lotier.

5. Références

- Abdelguerfi A, Abdelguerfi-Laouar M (2004)** Les ressources génétiques d'intérêt fourrager et/ou pastoral : Diversité, collecte et valorisation au niveau méditerranéen. *Cahiers Options Méditerranéennes* 62 : 29 -41.
- Andersen S, Davies W Ellis (1984)** Descriptor list for forage legumes. *IBPGR*, CEC.
- Ayres JF, Kelman WM, Blumenthal MJ (2008)** The Sharna greater *Lotus* (*Lotus uliginosus* Schkuhr) germplasm – potential for low latitude environments. *Lotus Newsletter* 38: 7-19.
- Ben Jeddi F (2005)** *Hedysarum Coronarium* L.: Variation génétique, création variétale et utilisation dans des rotations Tunisiennes. Doctorat en Sciences Biologiques Appliquées. Université de Gent, Faculté des Sciences en Bio-Ingénierie, Gent-Belgique.
- Bennani K, Thami Alami I, Al Faïz C (2010)** Évaluation morphologique et agronomique de soixante populations marocaines des genres *Trifolium* et *Lotus*. *Fourrages* 204: 239-245.
- Bonnemaison F, Jones DA (1986)** Variation in alien *Lotus corniculatus* L. Morphological differences between alien and native British plants. *Heredity* 56:129-138. vérifier s'il existe dans le texte
- Boussaid M, Ben Fadhel N, Zaouali Y, Ben Salah A, Abdelkefi A (2004)** Plantes pastorales en milieux arides de l'Afrique du Nord. *Cahiers Options Méditerranéennes* 62 :55-59.
- Chakroun M, Zouaghi M (2000)** Conservation et valorisation des ressources génétiques fourragères et pastorales du Nord Tunisien. *Plant Genetic Resources Newsletter* 123: 46 – 51.
- Drobna J (2010)** Morphological variation in natural populations of *Lotus Corniculatus* in association to geographical parameters of collecting sites. *Biologia, Section Botany* 65: 213-218.
- El Gazzah M, Chalbi N (1995)** Ressources génétiques et amélioration des plantes, Ed., Quel avenir pour l'amélioration des plantes? Paris pp 123-129.
- Escaray FJ, Menendez AB, Gárriz A, Pieckenstein FL, Estrella MJ, Castagno LN, Carrasco P, Sanjuán J, Ruiz OA (2012)** Ecological and agronomic importance of the plant genus *Lotus*. Its application in grassland sustainability and the amelioration of constrained and contaminated soils *Plant Science* 182: 121-133.
- IPGRIT. 2009.** Descriptors for Tropical Forage Legume – Egyptian clover/Berseem *Trifolium alexandrinum* L.: IGFRI, Jhansi.
- Naydenova G, Hristova T, Aleksiev Y (2013)** Objectives and approaches in the breeding of perennial legumes for use in temporary pasturelands. *Biotechnology in Animal Husbandry* 29:233 – 250.
- Norman HC, Cocks PS, Galwey NW (2005)** Annual clovers (*Trifolium* spp.) have different reproductive strategies to achieve persistence in Mediterranean-type climates. *Aust. J. Agric. Res* 56: 33-43.
- Ravenel C, Hacquet J (2013)** La luzerne a besoin de ses pollinisateurs. *Bulletin semences* 232:23-25.
- Rieuneau M (1967)** La production des semences de Lotier corniculé. *Fourrages* 40 :45-83.

- Slim S (2004)** Amélioration fourragère et protection des terres par le sulla Bikra 21 dans les gouvernorats de Zaghouan et Siliana *Mémoire de Master INA Tunisie* : 130p.
- Talamucci P, Chaulet C (1989)** Contraintes et évolution des ressources fourragères dans le Bassin Méditerranéen. In Proc. of 17th Intern. Rang. Congr., Nice, France, 1 : 1731-1740.
- Vuckovic S, Stojanovic I, Prodanovic S, Cupina B, Zivanovic T, Vojin S, Jelacic S (2007)** Morphological and nutritional properties of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) autochthonous populations in Serbia and Bosnia and Herzegovina. *Genetic Resources and Crop Evolution* 54: 421–428.