

Cet article de la revue **Fourrages**,
est édité par l'Association Française pour la Production Fourragère

Pour toute recherche dans la base de données
et pour vous abonner :

www.afpf-asso.org

Utilisation de traits fonctionnels pour caractériser l'adaptation de *Sulla coronaria* L. aux conditions agroécologiques du Sahara algérien en culture irriguée

B. Moussaouali, B. Hamdi Aïssa

Le sulla, légumineuse fourragère, présente des traits fonctionnels et agronomiques intéressants en milieu semi-aride où le manque de fourrages est important. Son introduction, en culture irriguée, dans les systèmes de production de zones arides d'Algérie montre ses capacités d'adaptation.

RÉSUMÉ

Les traits fonctionnels du sulla ont été suivis au cours d'un cycle dans deux sites contrastés : un site où il pousse spontanément (El Tarf) et un site d'introduction, irrigué, en zone saharienne (Ghardaïa). La biomasse fourragère sèche était supérieure à Ghardaïa mais avec une très forte variabilité. Le rapport feuilles/tiges en poids frais et le nombre d'inflorescences par plante étaient significativement plus élevés en zone saharienne. La surface foliaire spécifique, trait fonctionnel qui prouve le mieux les capacités d'adaptation d'une plante, était très proche dans les 2 sites (14,738 m²/kg à Ghardaïa et 16,709 m²/kg à El Tarf).

SUMMARY

Characterising the functional response of *Sulla coronaria* L. to agroecological conditions in the Algerian Sahara

Sulla coronaria, known locally as *sulla*, is a forage legume whose functional and agronomic features could be advantageous in semi-arid habitats, where forage is lacking. We grew *sulla* at 2 study sites in Algeria to examine its functional responsiveness. More specifically, we studied the plant's functional traits over the course of a crop cycle at a control site (El Tarf, where *sulla* grows naturally) and at an experimental site (Ghardaïa, where *sulla* was planted and irrigated). Forage dry mass was higher but dramatically more variable at Ghardaïa. The leaf/stem fresh mass ratio and the number of inflorescences per plant were significantly higher at Ghardaïa. However, specific leaf area (SLA) was very similar for the 2 sites; SLA is a trait that reflects plant functional responsiveness.

La production fourragère en Algérie est limitée par les conditions climatiques : les précipitations irrégulières et insuffisantes rendent cette culture aléatoire et difficile. La surface fourragère représente environ 33 millions d'hectares répartis entre les prairies naturelles, les pacages et les parcours, la jachère et les cultures fourragères, lesquelles ne représentent que 1,6% du total (NEDJRAOUI, 2003). Les cultures fourragères pratiquées sont très peu intensives et faiblement diversifiées.

Les zones arides et hyperarides sont marquées par le grave manque de fourrages destinés à l'alimentation du

bétail (ovin, camelin ou caprin) ; pour améliorer cette situation, plusieurs travaux de recherche ont été menés notamment sur le sulla ces dernières années.

Sulla coronaria (L.) Medik. (Fabacées), communément appelé sulla, appartient au genre *Hedysarum* lequel compte près de 300 espèces (YINMAO *et al.*, 2013). C'est une légumineuse de croissance hivernale, vivace, généralement bisannuelle, originaire des pays du bassin méditerranéen (SULAS *et al.*, 2000). Elle est également connue sous les noms de sainfoin d'Espagne, sainfoin cultivé... (FOSTER, 2006 ; ISSOLAH et YAHIAOUI, 2008).

AUTEURS

Université de Ouargla, Faculté des sciences de la nature et de la vie, Laboratoire de biogéochimie des milieux désertiques, Ouargla 30000 (Algérie) ; moussaouali86.47@gmail.com

MOTS CLÉS : Algérie, composition fonctionnelle, facteur climat, fourrage, irrigation, légumineuse, rapport feuille/tige, ressource fourragère, sulla, *Sulla coronaria*, surface foliaire, zone méditerranéenne, zone semi-aride.

KEY-WORDS : Algeria, climatic factor, forage, forage resource, functional composition, irrigation, legume, mediterranean zone, semi-arid region, specific leaf area, sulla, *Sulla coronaria*.

RÉFÉRENCE DE L'ARTICLE : Moussaouali B., Hamdi Aïssa B. (2017) : «Utilisation de traits fonctionnels pour caractériser l'adaptation de *Sulla coronaria* L. aux conditions agroécologiques du Sahara algérien en culture irriguée», *Fourrages*, 232, 341-345.

Différentes études ont confirmé que *Sulla coronaria* est une plante diploïde préférentiellement allogame (nombre chromosomique : $2n = 16$). Il est auto-compatible et auto-fertile (LOUATI-NAMOUCHE *et al.*, 2000), pollinisé principalement par l'abeille (*Apis mellifera*) (MONTERO-CASTAÑO et VILÀ, 2017). À l'état spontané, le sulla est largement distribué dans le monde (DE KONING *et al.*, 2010 ; RANJBAR, 2010 ; FITOURI *et al.*, 2012) ; il pousse sur des sols argilo-limoneux bien drainés et même calcaires, et protège les sols montagneux en pente (BOUAJILA *et al.*, 2013). Cette espèce a été introduite en Nouvelle-Zélande dans les années 1950 pour la production fourragère (DE KONING *et al.*, 2010 ; ISSOLAH *et al.*, 2012). En Afrique du Nord, la culture du sulla est assez limitée. Sur le plan de la création variétale, quelques initiatives ont eu lieu en Tunisie et ont conduit à la création de 'Bikra 21' en 2005 et 'Chatra' en 2009 (BEN RAYANA, 2014 ; ZOGHLAMI KHELIL *et al.*, 2016).

L'objectif du présent travail est d'**étudier la possibilité d'adaptation du sulla dans une zone hyperaride où il n'a jamais été observé ni cultivé**, en comparant sa culture dans ces conditions avec sa culture menée dans un autre site correspondant à son milieu d'origine, pour envisager son utilisation comme fourrage vert pour le cheptel local de la région d'étude.

1. Matériel et méthodes

Le site expérimental de cette étude est situé dans la **région du M'Zab** appartenant à la wilaya de Ghardaïa (600 km au sud de la capitale Alger (Algérie), figure 1), dans un étage bioclimatique hyperaride (saharien). La période sèche couvre toute l'année : les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de 50 mm (entre 13 et 68 mm) généralement réparties sur une période moyenne de 15 jours par an. Les températures moyennes annuelles sont très élevées ; les maximas peuvent atteindre 50°C et les minimas sont de 2 à 3°C (en décembre et/ou janvier), provoquant de fortes amplitudes thermiques journalières et annuelles.

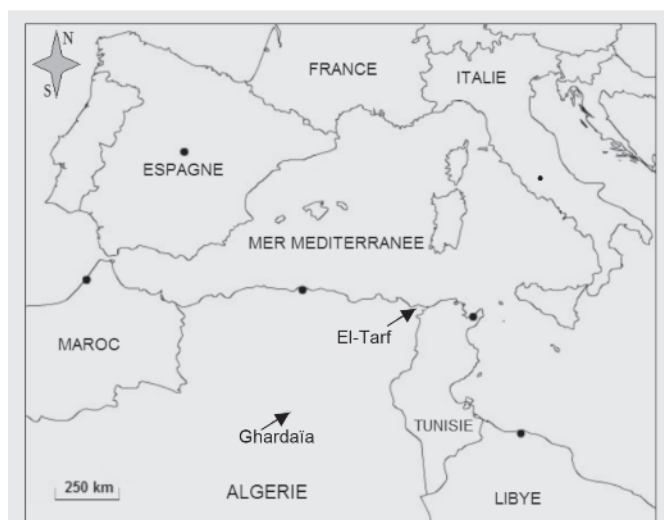


FIGURE 1 : Localisation des deux lieux d'essais (El Tarf et Ghardaïa).

FIGURE 1 : Study site locations (El Tarf and Ghardaïa).

Le sol de la parcelle d'étude est squelettique, à dominante sableuse, avec des taux de 4%, 16% et 80% respectivement pour l'argile, le limon et le sable. Le pH (eau) est de l'ordre de 8,27. Le sol est dépourvu de toute sorte de matière organique ; la teneur en azote et le rapport C/N sont extrêmement faibles.

La semence de sulla utilisée a été collectée dans la région d'El Tarf (nord-est algérien) ; un test de germination a été effectué au laboratoire (80% de réussite).

Le semis a été réalisé dans la zone d'étude saharienne le 24 décembre 2012 sur des plaques à alvéoles, puis les plants levés sont transplantés en plein champ, en lignes, sur une parcelle de 9 m², avec un écartement interlignes de 45 cm, au stade 2^e feuille simple (29 janvier 2013).

L'irrigation a été faite par submersion tous les 2 jours durant les premiers mois, et quotidienne lors des jours chauds. La quantité totale d'eau apportée durant tout le cycle est de 700 mm.

Parallèlement, un semis a été réalisé dans la zone d'origine (El Tarf), à la même période de l'année et avec le même itinéraire technique.

Dans les deux sites, un ensemble de paramètres fonctionnels (traits fonctionnels) a été relevé pour évaluer l'adaptation du sulla en zone saharienne : hauteur de la végétation ; biomasse fourragère sèche (kg MS/ha) ; rapport feuilles sur tiges (en matière fraîche) ; surface foliaire spécifique (SLA : *Specific Leaf Area*) ; teneur en matière sèche foliaire (LDMC : *Leaf Dry Matter Content*) ; nombre d'inflorescences total par plante ; nombre de fleurs par inflorescence.

La hauteur de la plante a été suivie le long du cycle à partir du 26 février 2013, à raison d'une mesure tous les 10 jours. Pour les autres paramètres, les mesures ont été effectuées au stade pleine floraison, après arrachage des plants (le 5 mai 2013 pour le site de Ghardaïa et le 10 juin 2013 pour le site d'El Tarf). La biomasse fourragère sèche a été déterminée après séchage des plantes à l'étuve (à 70°C pendant 48 h) et pesage à l'aide d'une balance de précision. Le rapport feuilles sur tiges est calculé en divisant le poids frais des feuilles par celui des tiges.

La surface foliaire spécifique est un indicateur du taux de croissance relative et de la disponibilité des nutriments (GONDARD *et al.*, 2003) : cinq feuilles complètes et saines sont choisies au hasard, numérotées et photographiées par un appareil photo numérique pour calculer la surface de chaque feuille séparément à l'aide du logiciel ImageJ. Ces feuilles sont ensuite mises dans des sachets en papier pour le séchage à l'étuve et obtention de leur poids sec. Le calcul de la SLA (m²/kg MS) utilise la formule suivante (FORT, 2010 ; PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.*, 2013) :

SLA = Surface de la feuille / Masse sèche de cette feuille

La teneur en matière sèche foliaire (mg MS/g) est un trait reflétant i) la capacité de stockage en matière organique au sein de la feuille et ii) généralement la durée de vie des feuilles (CHALMANDRIER, 2008). Les 5 feuilles utilisées précédemment pour la SLA (et leurs masses fraîche et sèche) ont été utilisées (CORNELISSEN *et al.*, 2003) pour

déterminer la LDMC (mg/g) selon la formule suivante (HODGSON *et al.*, 2011 ; PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.*, 2013) :

$LDMC = \text{Masse sèche de la feuille} / \text{Masse fraîche de la feuille}$

Toutes les données obtenues ont subi des analyses statistiques appropriées par le logiciel MINITAB (version 16). Le test de Tukey au seuil de 5% est utilisé pour comparer les moyennes des variables étudiées afin de déterminer les groupes homogènes.

2. Résultats et discussion

■ Hauteur de la végétation

A l'arrachage des plants, la hauteur finale varie, pour la culture de Ghardaïa, de 17,9 cm à 125,8 cm avec une moyenne de 75 cm. Concernant l'essai d'El Tarf, la hauteur finale varie de 51 cm à 114 cm (moyenne de 88,39 cm). La différence entre les moyennes des deux essais est de 14,34%, ce qui est très faible.

A Ghardaïa, nous avons remarqué que tous les plants prennent une **forme** architecturale dite **plagiotope**. Ce phénomène a une explication fonctionnelle : c'est une forme d'adaptation aux conditions climatiques extrêmes du nouveau milieu ; la plante a adopté une forme rampante pour bénéficier de l'humidité et des températures fraîches à la surface du sol (un peu plus haut, les températures commencent à augmenter). BEN JEDDI (2005) a signalé la présence d'une population qui n'a pas dépassé les 32 cm à Tunis (climat semi-aride). ISSOLAH et YAHIAOUI (2008) ont obtenu des hauteurs moyennes des 20 populations algériennes d'origines différentes cultivées à Alger (climat subhumide) qui varient de 12,5 à 47,75 cm.

■ Biomasse fourragère sèche

La production de biomasse sèche du sulla des deux sites (Ghardaïa et El Tarf) a montré une variabilité importante entre les plants (figure 2). Les valeurs varient à Ghardaïa de 154,8 à 6718,2 kg MS/ha (moyenne de 3392,2 kg MS/ha) et à El Tarf, de 941,7 à 5104,9 kg MS/ha

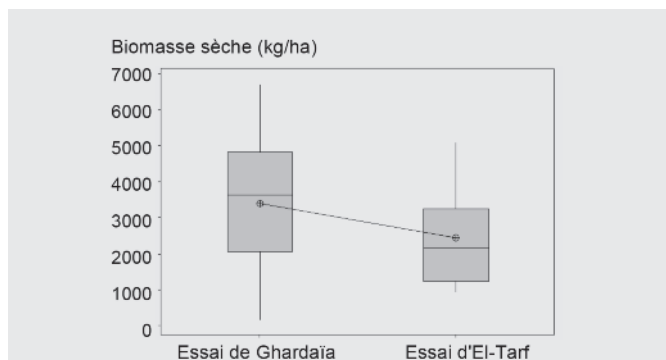


FIGURE 2 : Boîtes à moustaches de la biomasse sèche du sulla dans les 2 essais.

FIGURE 2 : *Box-and-whisker plots of sulla dry mass at the 2 study sites.*

(moyenne de 2446,6 kg MS/ha). **La valeur moyenne enregistrée à Ghardaïa est plus élevée que celle d'El Tarf** (figure 2) mais l'analyse de la variance n'a révélé aucune différence significative entre les deux sites. Il faut noter que, vu la taille réduite de l'essai et l'absence de répétition, il est difficile d'évaluer une production à l'hectare ; les chiffres mentionnés ci-dessus sont donc indicatifs et à considérer de façon relative. La droite de Henry (figure 2) confirme que les valeurs résiduelles sont réparties normalement dans les deux sites (elles suivent une loi normale).

Selon quelques auteurs, la production en biomasse sèche de sulla est influencée par les conditions environnementales, l'année du cycle (1^{re} ou 2^e année), le mode de conduite et la variété utilisée (BORREANI *et al.*, 2000 ; SULAS *et al.*, 2000).

SULAS *et al.* (1999) ont trouvé des valeurs moyennes de 840 et 2970 kg MS/ha pour les deux variétés utilisées (Sparacia et Grimaldi). Ces valeurs sont proches de nos résultats. Selon les auteurs, cette variabilité revient essentiellement à la précocité et à l'origine des variétés utilisées.

Le coefficient de corrélation entre la biomasse sèche et la hauteur de la plante est de 0,677 : lorsque la hauteur de la plante augmente, la biomasse sèche augmente également.

■ Rapport feuilles sur tiges

Les valeurs du rapport feuilles/tiges sont **nettement plus importantes pour l'essai de Ghardaïa** (1,28 en moyenne) que pour l'essai d'El Tarf (0,814) ; le premier rapport représente 1,6 fois le deuxième. Un rapport supérieur à 1 signifie que **les plantes ont investi plus pour la production de feuillage**, ce qui est recherché pour un fourrage destiné à l'alimentation en vert et assure un fourrage de qualité. Ce rapport est d'autant plus important qu'il intervient sur la digestibilité du fourrage, laquelle dépend toujours de la masse foliaire (BEN JEDDI, 2005). ABDELGUERFI (2002) a enregistré des rapports feuilles/tiges, mais en poids sec, de 17 populations étudiées du sulla variant de 0,44 à 1,32. Par ailleurs, il faut noter que le rapport feuilles/tiges de l'essai de Ghardaïa est très fluctuant,

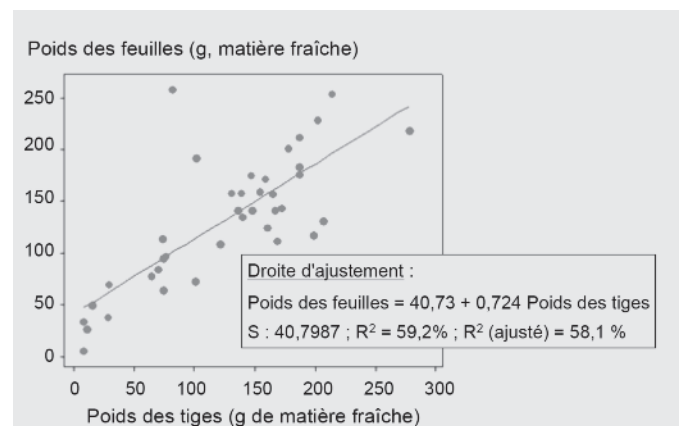


FIGURE 3 : Relation entre le poids des feuilles et le poids des tiges de sulla à Ghardaïa.

FIGURE 3 : *Relationship between the fresh mass of sulla leaves and stems at Ghardaïa.*

puisqu'il **varie de 0,589 à 3,855** ; alors que celui de la zone d'origine ne varie que de 0,513 à 1,283. L'analyse de la variance **entre les deux sites a révélé une différence significative** pour ce paramètre ($p = 0,032$).

L'étude de corrélation qui concerne l'essai de Ghardaïa montre que **le poids des feuilles et le poids des tiges sont corrélés positivement** ($r = 0,770$; $p = 0,000$; figure 3).

■ Surface foliaire spécifique

La SLA représente la surface d'interception lumineuse par unité de masse sèche foliaire. En zone saharienne, à Ghardaïa, la SLA a varié significativement ($p < 0,05$) de 8,614 m²/kg MS à 28,52 m²/kg MS (moyenne de 14,738 m²/kg MS). Alors que pour la zone d'El Tarf, elle a varié de 9,621 à 24,929 m²/kg (moyenne de 16,709 m²/kg). L'analyse de la variance a révélé une différence significative entre les 2 sites ($p = 0,033 < 0,05$) confirmant l'effet du milieu entre les 2 essais.

Les SLA enregistrées à El Tarf sont élevées par rapport à celles enregistrées à Ghardaïa. Une grande partie de la variation pourrait être expliquée par la variation de la teneur en eau des feuilles. Ce paramètre nous informe sur la stratégie écologique de ces plantes (HODGSON *et al.*, 2011) ; **le sulla aurait donc adopté un fonctionnement adaptatif** dans la nouvelle zone (site de Ghardaïa).

■ Teneur en matière sèche foliaire

L'analyse de la variance de la teneur de la feuille en matière sèche (LDMC) entre les deux sites a révélé une différence significative pour ce paramètre ($p = 0,046$). **La teneur de la feuille en matière sèche a varié significativement** ($p < 0,05$) **entre 172,86 mg/g à Ghardaïa et 182,24 mg/g à El Tarf**. Les valeurs fortes de LDMC signifient que **les feuilles accumulent des nutriments et constituent d'important pools de stockage pour une durée de vie élevée**, car une teneur en matière sèche élevée confère une meilleure résistance mécanique aux dégradations par la sécheresse (CHALMANDRIER, 2008). Cela est

cohérent avec la stratégie écologique (effet d'adaptation au changement du milieu) que reflète ce trait foliaire qui est, comme le SLA, en lien avec l'acquisition et le stockage des nutriments.

L'étude de corrélation entre SLA et LDMC pour le sulla de Ghardaïa (figure 4) indique une relation décroissante entre ces deux traits et non significative ($p = 0,064$) avec un coefficient de corrélation négatif ($r = -0,157$). Selon PÉREZ-HARGUINDEGUY *et al.* (2013), Les plantes à fort SLA possèdent un faible LDMC et inversement.

Par ailleurs, on constate figure 4 que la plupart des points sont concentrés dans le champ [SLA faible – LDMC faible] ; à Ghardaïa, les plantes ont donc une croissance ralentie produisant de petites feuilles accumulant des nutriments avec une faible longévité, selon les interprétations de CHALMANDRIER (2008).

■ Nombre d'inflorescences totales par plante

En zone hyperaride, le nombre moyen d'inflorescences par plante est de 288,6, alors qu'en zone d'origine, il est de 66,9 soit une **augmentation très hautement significative** ($p < 0,001$) de 331,4%.

ABDELGUERFI (2002) a enregistré un nombre moyen d'inflorescences totales de 232,2 lors d'une étude effectuée sur 17 populations algériennes, une valeur proche de celles obtenues à Ghardaïa. Selon BULLITTA *et al.* (2000), la variation de ce paramètre s'explique essentiellement par le régime d'irrigation (débit et fréquence) et par quelques perturbations (température et humidité).

Du point de vue fonctionnel, la production d'un nombre important d'inflorescences par une espèce donnée dans une zone d'introduction peut s'expliquer : la plante dépense son énergie à la production de la semence qui assurera sa continuité les années suivantes.

■ Nombre de fleurs par inflorescence

C'est un trait de régénération qui, comme le précédent, garantit la continuité de l'espèce dans l'espace et dans le temps. Dans le site de Ghardaïa, le nombre de fleurs par inflorescence varie de 16,4 à 49,2 alors qu'il varie de 34,6 à 84,0 à El Tarf. **L'écart est significatif entre les deux essais** (une différence de 54% ; $p < 0,001$). Nous supposons que les températures excessives et continues des dernières semaines à Ghardaïa ont eu une influence négative, les plantes réagissant fonctionnellement à cet état en réduisant ce nombre pour accomplir leurs cycles.

Conclusion

Globalement, la présente étude vise à valoriser les légumineuses locales en vue de fournir des solutions au déficit fourrager chronique des zones du sud algérien. Les résultats préliminaires obtenus indiquent que *Sulla coronaria* (L.) Medik. présente une large aptitude adaptative dans ces environnements défavorables, à condition qu'il

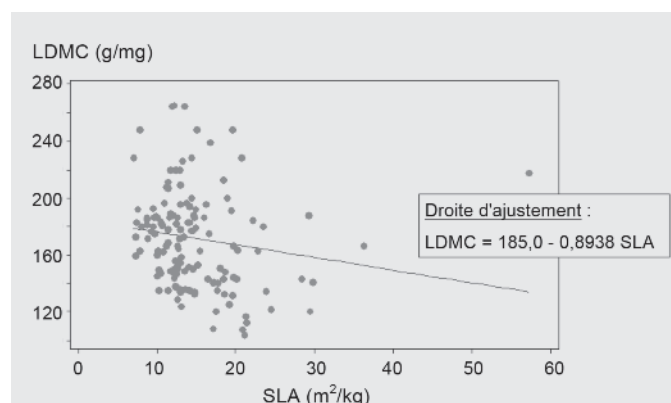


FIGURE 4 : Relation entre surface foliaire (SLA) et teneur en matière sèche des feuilles de sulla (LDMC) à Ghardaïa.

FIGURE 4 : Relationship between sulla specific leaf area (SLA) and leaf dry matter content (LDMC).

soit irrigué. Les biomasses végétales sèches ont varié d'une façon non significative entre les deux régions d'étude (Ghar-daïa et El Tarf). Les traits fonctionnels examinés dans cette étude (SLA et LDMC) ont prouvé l'adaptabilité du sulla dans ces conditions difficiles et extrêmes et sa plasticité dans une large gamme de conditions pédoclimatiques (altitude, sécheresse, type du sol...).

Les premiers résultats obtenus encouragent à la mise en culture et à la valorisation du sulla dans ces zones hyperarides. Nous estimons qu'il est possible de le cultiver avec irrigation à l'une des 3 périodes de l'année (en automne, en hiver ou au printemps), pour compléter le calendrier fourrager et la diversité des espèces fourragères utilisées dans la région.

Accepté pour publication,
le 27 novembre 2017

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABDELGUERFI A. (2002) : *Ressources génétiques d'intérêt pastoral et/ou fourrager : distribution et variabilité chez les légumineuses spontanées (Medicago, Trifolium, Scorpiurus, Hedysarum et Onobrychis) en Algérie*, thèse de Doctorat, INA, El-Harrach, Alger, 431 p.
- BEN JEDDI F. (2005) : *Hedysarum coronarium L. : Variation génétique, création variétale et place dans les rotations tunisiennes*, thèse de doctorat en sciences biologiques appliquées. Faculté des sciences en bio-ingénierie. Université de Gen (Belgique), 216 p.
- BEN RAYANA A. (2014) : *Catalogue des obtentions végétales & des brevets*, éd. IRESA (Institution de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur Agricoles), Tunisie, 58 p.
- BORREANI G., CAVALLARIN L., PEIRETTI P.G., RE G.A., ROGGERO P.P., SARGENTI P. et al. (2000) : «Quantifying morphological stage to improve crop management and enhance yield and quality of Sulla and Lucerne», *Cahiers Options Méditerranéennes*, CIHEAM, 45, 195-198.
- BOUJILIA K., BEN JEDDI F., SANAA M. (2013) : «Valorisation des terres en pente par le sulla du nord (*Hedysarum coronarium L.*) en condition de semis direct et conventionnel», *J. Agric. and Env. for Int. Develop.*, 107 (1), 33-43.
- BULLITA S., BULLITTA P., SABA P. (2000) : «Seed production and its components in Sardinian germplasm of *Hedysarum coronarium L.* and *H. spinosissimum L.*», *Cahiers Options Méditerranéennes*, CIHEAM, 45, 355-358.
- CHALMANDRIER L. (2008) : *Conservatisme phylogénétique des traits fonctionnels végétaux. Un test utilisant un échantillon de la Flore Alpine*, rapport de stage, Laboratoire d'Ecologie Alpine, 31 p.
- CORNELISSEN J.H.C., LAVOREL S., GARNIER E., DIAZ S., BUCHMANN N., GURVICH D.E. ET AL. (2003) : «A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide», *Australian J. of Botany*, 51, 335-380.
- DE KONING C., YATES R., WURST M. (2010) : *Sulla (Hedysarum coronarium) Management Package*, SARDI (South Australian Research and Development Institut), 24 p.
- FITOURI D-S., BEN JEDDI F., ZRIBI K., REZGUI S., MHAMDI R. (2012) : «Effet de l'inoculation par une souche osmotolérante de *Rhizobium sullae* sur la croissance et la production en protéine du Sulla (*Sulla coronarium L.*) sous déficit hydrique», *J. Applied Biosciences*, 51, 3642-3651.
- FORT F. (2010) : *Caractérisation fonctionnelle de huit Poaceae - Relations entre traits foliaires et racinaires*, Master 2 Recherche Fonctionnement des écosystèmes, INRA (Toulouse), 35 p.
- FOSTER K. (2006) : «Sulla (*Hedysarum coronarium L.*)», *Bulletin*, 4690, Department of Agriculture and Food Western Australia, Perth.
- GONDARD H., JAUFFRET S., ARONSON J., LAVOREL S. (2003) : «Plant functional types: a promising tool for management and restoration of degraded lands», *Applied Vegetation Sci.*, 6, 223-234.
- HODGSON J.G., MONTSERRAT-MARTÍ G., CHARLES M., JONES G., WILSON P., SHIPLEY B. ET AL. (2011) : «Is leaf dry matter content a better predictor of soil fertility than specific leaf area?», *Annals of Botany*, 108, 1337-1345.
- ISSOLAH R., YAHIAOUI S. (2008) : «Phenological variation within several Algerian populations of Sulla (*Hedysarum coronarium L.*, Fabaceae)», *Options Méditerranéennes. Série A, Séminaires Méditerranéens*, n°79, CIHEAM/FAO/ENMP/SPPF, 385-388.
- ISSOLAH R., TAHAR A., DERBAL N., ZIDOUN F., AIT MEZIANE M-Z., OUSSADI A. ET AL. (2012) : «Caractérisation écologique de l'habitat naturel du Sulla (Fabaceae) dans le nord-est de l'Algérie», *Rev. Écol. (Terre Vie)*, 67, 295-304.
- LOUATI-NAMOUCHE I., LOUATI M., CHRIKI A. (2000) : «Mating system and multiple paternity in *Hedysarum coronarium L.* (Fabaceae)», *Agronomie*, 20, 655-663.
- MONTERO-CASTAÑO A., VILÀ M. (2017) : «Influence of the honeybee and trait similarity on the effect of a non-native plant on pollination and network rewiring», *Functional Ecology*, 31, 142-152.
- NEDJRAOUI D. (2003) : *Profil fourrager (Algérie)*, éd. FAO, 30 p.
- PÉREZ-HARGUINDEGUY N., DÍAZ S., GARNIER E., LAVOREL S., POORTER H., JAUREGUIBERRY P. et al. (2013) : «New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide», *Australian J. of Botany*, 61, 167-234.
- RANJBAR M. (2010) : «Two new species of *Hedysarum* (Fabaceae) from Iran», *J. Botanical Nomenclature*, 20, 3, 329-333.
- SULAS L., RE G.A., CAREDDA S. (1999) : «Hard seed breakdown pattern of Sulla (*Hedysarum coronarium L.*) in relation to its regeneration capacity and persistence», *Cahiers Options Méditerranéennes*, CIHEAM, 39, 79-82.
- SULAS L., RE G.A., STANGONI A.P., LEDDA L. (2000) : «Growing cycle of *Hedysarum coronarium L.* (Sulla): relationship between plant density, stem length, forage yield and phytomass partitioning», *Cahiers Options Méditerranéennes*, CIHEAM, 45, 147-151.
- YINMAO D., DONGYAN T., NA Z., YUE L., CHUNHONG Z., LI L. et al. (2013) : «Phytochemicals and biological studies of plants in genus *Hedysarum*», *Chemistry Central J.*, 7, 124-136.
- ZOGLHAMI KHELIL A., HASSEN H., BEN SALEM H. (2016) : «Chatra : variété population de sulla du nord inscrite en 2009», *Annales de l'INRA Tunisie*, n° spécial, 89, 50-52.

