

Effets de la disponibilité en eau et de différentes souches de *Rhizobium* sur la productivité en herbe du sulla (*Hedysarum coronarium*) en Tunisie

S. Ben Taamallah

Le sulla est une culture fourragère aux potentialités intéressantes dans les régions tunisiennes les plus arrosées. Dans les zones plus sèches, l'inoculation par un *Rhizobium* efficace permet-elle d'accroître la production fourragère ? Une irrigation de complément est-elle nécessaire ?

RÉSUMÉ

Trois expérimentations conduites en champ dans trois régions tunisiennes différentes montrent que, en cas de pluviométrie limitante, l'inoculation des graines de sulla avant le semis et une irrigation de complément améliorent significativement la production de matière sèche à l'hectare. Avec irrigation de complément, les deux souches de *Rhizobium* testées apportent des améliorations de production fourragère appréciables (125% avec la souche locale et 170% avec la souche européenne, très efficace). Sans irrigation de complément, les deux souches apportent des améliorations de production fourragère comparables (87% et 91%).

MOTS CLÉS

Facteur limitant, fixation symbiotique de l'azote, *Hedysarum coronarium*, inoculation des semences, irrigation, production fourragère, sulla, Tunisie, zone méditerranéenne.

KEY-WORDS

Forage production, *Hedysarum coronarium*, irrigation, limiting factor, Mediterranean region, seed inoculation, symbiotic nitrogen fixation, Tunisia.

AUTEUR

Ecole Supérieure d'Agriculture de Mateur, 7030 Mateur (Tunisie) ; tél. : (02) 465 565 ; fax : (02) 468 088.

Le sulla (*Hedysarum coronarium*), qu'il soit utilisé vert ou ensilé, a une excellente valeur nutritionnelle et il est actuellement bien utilisé pour l'alimentation du bétail en Tunisie. Ce fourrage constitue une bonne source de protéines foliaires pour les animaux (DAHMANE, 1981). Cette espèce fourragère, conduite en association avec l'avoine, s'est révélée fort productive dans plusieurs régions tunisiennes (BEN TAAMALLAH, 1987). Elle est relativement cultivée dans les zones humides et sub-humides qui lui sont favorables (régions de Bizerte, Mateur, Sejnane, Beja, etc.) mais beaucoup moins en zone semi-aride supérieure (Tunis, Cap-Bon, Zaghouan, etc.).

En situation limitante, l'inoculation avant le semis des semences de légumineuses avec des souches de *Rhizobium* efficaces peut avoir un effet très bénéfique sur la formation des nodules, sur la production de matière sèche et de protéines (HUN *et al.*, 1981). Mais selon ZABLOTOWIZ et DAHMANE (1981), la sécheresse inhibe la nodulation et la fixation d'azote par les légumineuses, même lorsqu'elles sont inoculées avec des *Rhizobium* efficaces. L'objectif de ce travail est d'évaluer l'influence de l'origine de la souche de *Rhizobium* utilisée, et son interaction avec la sécheresse, sur la production de matière sèche et de protéines du sulla.

1. Matériel et méthode

En 1994/1995, trois essais ont été réalisés en champ dans des situations relativement peu arrosées de Tunisie (Fritissa, Bousalem, Grombalia), en zone semi-aride supérieure. Chaque site comportait un dispositif split-plot à 2 régimes d'irrigation (avec ou sans irrigation) et 3 modes d'inoculation (sans inoculation, avec *Rhizobium sp.* local ou *Rhizobium leguminosarum* importé), avec 3 répétitions, soit 18 traitements de 120 m² chacun. Les trois essais ont été mis en place dans des conditions comparables :

- Le sulla n'avait jamais été cultivé auparavant sur les parcelles expérimentales ; la texture des terrains est relativement fine et riche en matière organique.

- La préparation du terrain a été identique pour les trois sites et tous les traitements : un labour suivi de deux recroisements superficiels (au covercrop). Le dernier recroisement a permis d'enfouir 200 kg/ha de superphosphate (dosant 45% de matière active) et 100 kg de sulfate de potasse (dosant 48% de matière active) ; il a précédé de quelques jours le semis. Aucune fertilisation azotée n'a été apportée.

- Le sulla a été semé en octobre sous forme de semences en gousse à raison 40 kg/ha ; leur faculté germinative était de l'ordre de 90%.

- Deux souches de *Rhizobium* ont été utilisées : *Rhizobium leguminosarum*, très efficace, d'origine européenne, et *Rhizobium sp.*, souche locale prélevée sur la végétation spontanée d'*Hedysarum* en Tunisie, isolée, purifiée et multipliée dans notre laboratoire. L'inoculation des semences a été réalisée à chaque fois juste avant le semis à raison de 106 germes par graine.

Mois	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Total
- Fritissa									
Pluie : traitement non irrigué	35	59	81	37	2	30	18	27	289
Complément d'irrigation	10	0	0	30	80	55	80	15	270
Total : traitement irrigué	45	59	81	67	82	85	98	42	559
- Bousalem									
Pluie : traitement non irrigué	41	62	96	36	3	27	9	1	274
Complément d'irrigation	10	0	0	30	80	50	80	30	280
Total : traitement irrigué	51	62	96	66	83	77	89	31	554
- Gromballia									
Pluie : traitement non irrigué	29	50	57	53	22	18	18	8	255
Complément d'irrigation	25	0	0	30	50	75	80	30	290
Total : traitement irrigué	54	50	57	83	72	93	98	38	545

TABLEAU 1 : Quantité d'eau (en mm) reçue par le sulla durant l'expérimentation dans les 3 sites expérimentaux.

TABLE 1 : Amount of water (mm) received by the Sulla crop during the trial on the three experimental sites.

- L'aspersion est le mode d'irrigation choisi, obligeant à travailler sur des surfaces relativement grandes (120 m² par traitement). Les traitements "irrigués" ont reçu systématiquement une légère irrigation d'environ 5 à 7 mm juste après le semis, puis une deuxième irrigation d'environ 10 mm une semaine après la levée. Une irrigation complémentaire a été apportée de janvier à mai, mais les quantités ont été adaptées à chaque site pour répondre aux besoins de la culture avec des disponibilités totales en eau voisines (tableau 1).

Les productions de matière sèche ont été estimées à trois stades végétatifs différents : la 3^e semaine de mars (avant floraison), la 3^e semaine d'avril (début floraison) et la 3^e semaine de mai (formation de gousse).

2. Résultats et discussion

Les productions obtenues dans les 3 sites sont présentées au tableau 2.

L'analyse de variance appliquée à tous les résultats obtenus a permis de détecter les différences significatives au seuil de 5%

TABLEAU 2 : Production (en t MS/ha) du sulla dans les 3 sites expérimentaux.

TABLE 2 : Herbage yield (t DM/ha) of Sulla on the three experimental sites.

Traitement*	Sans irrigation			Avec irrigation		
	Mars	Avril	Mai	Mars	Avril	Mai
- Fritissa						
Non inoculé	1,10e	1,90e	4,50d	1,21e	3,35d	4,16d
Inoculé : souche locale	0,82e	3,43d	6,93b	1,57e	8,00b	9,41b
Inoculé : souche importée	1,69e	3,35d	8,30b	1,22e	7,70b	12,58a
- Bousalem						
Non inoculé	0,60e	1,87d	2,96c	0,91e	2,78c	3,97c
Inoculé : souche locale	1,37d	3,26c	6,71b	0,92e	6,04b	9,72a
Inoculé : souche importée	1,04d	2,90c	6,07b	1,20d	6,86b	10,70a
- Gromballia						
Non inoculé	0,69e	2,32d	3,07d	0,77e	2,60d	4,36c
Inoculé : souche locale	0,93e	2,85d	6,04b	1,05e	5,85b	8,93a
Inoculé : souche importée	1,05e	2,88d	5,79b	1,30e	6,98b	10,38a

* les moyennes accompagnées de la même lettre ne sont pas significativement différentes

Période de récolte	Source de variation	F	Pr > F	
Mars	Inoculation (In)	17,72	0,0001	THS*
	Ir x In	10,77	0,0001	THS*
Avril	Irrigation (Ir)	173,91	0,0001	THS*
	Inoculation (In)	64,07	0,0001	THS*
	Ir x In	19,33	0,0001	THS*
Mai	Irrigation (Ir)	127,67	0,0001	THS*
	Inoculation (In)	199,35	0,0001	THS*
	Ir x In	26,17	0,0001	THS*

* THS : très hautement significatif

TABLEAU 3 : Résultats de l'analyse de variance.

TABLE 3 : Results of the analysis of variance.

(tableau 3). Toutes les moyennes ont été classées selon le test de Duncan (tableau 2).

■ L'effet significatif de l'irrigation sur la production

Si en mars le complément d'irrigation n'a pas d'effet appréciable sur la production du sulla, ce qui n'est pas très surprenant à un stade aussi précoce, en revanche, en avril et en mai, il a un effet hautement significatif dans ces zones relativement sèches. En effet, pour la récolte au mois de mai, la production moyenne dans les 3 sites est de 5,6 t MS/ha sans irrigation et de 8,3 t avec complément d'irrigation. L'augmentation moyenne de la production par rapport au témoin non irrigué est ainsi de l'ordre de 32,5% à Fritissa, 54,9% à Bousalem et 58,9% à Grombalia.

■ L'effet significatif de l'inoculation

Que la culture du sulla soit irriguée ou non, l'effet de l'inoculation sur la production fourragère est significatif aux trois périodes de récolte. Ainsi, en mai, à Fritissa, la production moyenne est de 4,33 t MS/ha sans inoculation et de 9,30 t avec inoculation ; les productions sont respectivement de 3,46 et 8,30 t MS/ha à Bousalem et de 3,71 et 7,78 t MS/ha à Grombalia. L'amélioration moyenne de la production en mai par rapport au témoin non inoculé s'élève à 141% à Fritissa, 142% à Bousalem et 118% à Grombalia avec la souche de *Rhizobium leguminosarum* importée ; elle n'a été que 89% à Fritissa, 137% à Bousalem et 102% à Grombalia avec la souche de *Rhizobium* sp. indigène.

■ L'interaction entre inoculation et irrigation

L'interaction entre l'effet de l'inoculation et l'effet de l'irrigation est hautement significative aux 3 dates de récolte (tableau 3).

En cas d'irrigation de complément, autrement dit lorsque la plante n'a pas été soumise à des stress hydriques en cours de végétation, la symbiose fonctionne mieux et le *Rhizobium* permet une production fourragère supérieure.

En conditions irriguées, bien que les différences de production (en mai) entre souches inoculées ne soient significatives que dans 1 cas sur 3 (à Fritissa), les productions avec *Rhizobium leguminosarum* ont tendance à être supérieures à celles obtenues avec *Rhizobium sp.* indigène. Lorsque l'eau est limitante, l'effet de la souche de *Rhizobium* est pratiquement annulé, mais un avantage significatif subsiste néanmoins par rapport au témoin non inoculé. Le *Rhizobium leguminosarum* ne peut pas exprimer ses capacités pour l'activité symbiotique, capacités qui se traduisent par des productions fourragères supérieures à celles obtenues avec *Rhizobium sp.* indigène.

3. Conclusion

Les expériences conduites dans trois régions tunisiennes différentes ont montré clairement qu'en cas de pluviométrie limitante l'inoculation et l'irrigation de complément améliorent la production du sulla. L'amélioration est supérieure avec une souche de *Rhizobium* très efficiente, importée, à condition que l'alimentation hydrique de la culture ne soit pas limitante. Dans le cas contraire, les souches de *Rhizobium* indigènes procurent une amélioration de la production de sulla comparable à celle observée avec les souches efficientes européennes.

Le problème de la disponibilité en eau reste posé : dans les régions tunisiennes insuffisamment arrosées, on ne pourra exprimer le potentiel de production élevé du sulla qu'avec une irrigation de complément suffisante. Cela sera surtout possible après l'achèvement de la construction de nombreux barrages de grande importance dans le pays. En attendant, lorsque c'est possible, l'irrigation des cultures fourragères se pratique de plus en plus dans les exploitations agricoles pour répondre aux besoins alimentaires sans cesse croissants des élevages conduits de façon semi-intensive et pour lesquels la culture du sulla (*Hedysarum coronarium*) ne manque pas d'intérêts.

Accepté pour publication, le 28 août 1997.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BEN TAAMALLAH S. (1987) : "En zone sub-humide tunisienne, intérêt de l'association avoine-sulla (*Hedysarum coronarium*) ; premiers résultats"; *Fourrages*, 109, 41-52.
- DAHMANE A. (1981) : "L'écophysologie des medics et leurs utilisation dans les zones semi-arides tunisiennes", *Revue INRAT*, document tech. n°89, p 103.
- HUN P.G *et al.* (1981) : "Effect of soils water on *Rhizobium japonicum*, nitrogen accumulation and yield in Bragg soy bean", *Agr. Journal*, 73, p 78.
- ZABLOTOWIZ, DAHMANE A. (1981) : "Nodulation and fixation of field growth California compeas as influenced by well irrigates and drovth led consotion", *Agr. Journ.*, 73.

SUMMARY

Effects of water availability and of various strains of *Rhizobium* on the herbage yield of Sulla (*Hedysarum coronarium*) in Tunisia

The forage crop Sulla has interesting possibilities in the rainier areas of Tunisia. Three field trials were set up in three different regions of Tunisia, where rainfall is a limiting factor. Inoculation of Sulla seeds before sowing and complementary irrigation both increased significantly the dry matter yield per hectare. There was a strong interaction between them : water is a limiting factor for symbiotic N fixation. Two *Rhizobium* strains were tested, one of European origin, which was very efficient, and an indigenous one. With complementary irrigation, both strains brought about noteworthy increases in the herbage yield (125% for the local strain, and 170% for the European strain). Without complementary irrigation, the increases were similar for the two strains, respectively 87 and 91%.