

Salinity Influence on agro-physiological behavior of some varieties of Sulla (*Hedysarum coronarium* et *Hedysarum carnosum*)

Influence de la salinité sur le comportement agro-physiologique de quelques variétés de Sulla (*Hedysarum coronarium* et *Hedysarum carnosum*)

G. TIBAOUI ^{1*}, S. GUESMI ², H. SELMI ², O. HANNACH ³

¹Ecole Supérieure d'Agriculture de Mateur

²Institut Sylvopastoral de Tabarka

³Institut National Agronomique de Tunisie

*Corresponding author: tibaoui.gouider@iresa.agrinet.tn

Abstract – this study aimed to analyze the influence of salinity on agro-physiological behavior of sulla. Five varieties of the *Hedysarum coronarium* species and one of the *Hedysarum carnosum* species are tested. Changes in leaf area, transpiration, relative leaf moisture content, proline content and dry matter yield as a function of increasing control salt regimes (tap water), 2, 4, 6.8 and 10 g / l of NaCl were studied in pots of vegetation. The obtained results showed that salinity affects significantly ($P < 0.05$) the majority of agronomic and physiological studied parameters. Relative water content and transpiration decrease under the effect of salt stress in all varieties. However, up to 8 g / l of NaCl, all the varieties keep a leaf area comparable to that of the control and consequently, they maintain an important dry matter yield especially in the variety Mateur.

Keywords : sulla, salinity, tolerance

Résumé – Cinq variétés de l'espèce *Hedysarum coronarium* et une variété de l'espèce *Hedysarum carnosum* sont testées pour leur tolérance à la salinité. Une analyse des variations de la surface foliaire, de la transpiration, de la teneur relative en eau dans les feuilles, de la teneur en proline ainsi que du rendement en matière sèche en fonction de régimes salins croissants témoin (eau de robinet), 2, 4, 6,8 et 10g/l de Na Cl est étudiée en pots de végétation. Les résultats obtenus ont montré que la salinité affecte significativement ($P < 0.05$) la majorité des paramètres agronomiques et physiologiques étudiés. La teneur relative en eau et la transpiration diminuent sous l'effet du stress salin chez toutes les variétés. Cependant, jusqu'à 8g/l de Na Cl, toutes les variétés gardent une surface foliaire comparable à celle du témoin et par conséquent, elles maintiennent un rendement en matière sèche important surtout chez la variété Mateur.

Mots clés : sulla, salinité, tolérance

1. Introduction

Les processus impliqués dans l'élaboration du rendement d'une culture sont influencés non seulement par des facteurs génétiques mais aussi sous l'intervention des facteurs environnementaux. En conséquence, le comportement des plantes se trouve en permanence sous l'effet de stress de type osmotique, ionique hydrique et salin (Hassani et al. 2008). Environ 20% des terres cultivées dont environ 50% de terres irriguées sont affectées par la salinité dans le monde (Jabnoute 2008). Selon les années, les surfaces perdues à cause de la salinité des sols sont autour de 20 millions d'ha dans le monde (Hassani et al. 2008). La salinité intéresse tout le territoire tunisien du Nord au Sud. Les sols salés y couvrent plus de 1500000 d'hectares soit à peu près 25% de la surface totale des sols cultivables du pays (Ben Ahmed et al. 2008). Tous les périmètres qui s'étendent sur environ 350000 hectares, dans les différentes régions du pays, sont à risque moyen ou élevé de salinisation ; 50% sont affectés dont 10% sont touchés par l'engorgement dans la vallée de la Medjerda et dans les oasis (Braudeau et Hachicha 1998). De ce fait, ces changements imposent la réflexion sur les stratégies à entreprendre pour comprendre les mécanismes



mis en jeu par les plantes afin de s'adapter aux nouvelles conditions de l'environnement et de maintenir leur croissance et leur productivité (Hassani et al. 2008). Le genre *Hédysarum* renferme des espèces annuelles ou pérennes, diploïdes ou tétraploïdes, autogames ou allogames (Baatout 1991 ; Boussaid et al. 1995). Ces espèces d'intérêt agronomique ont retenu notre attention grâce à leur qualité fourragère et leur capacité à améliorer la fertilité des sols par fixation de l'azote atmosphérique, peuvent être exploitées dans la valorisation des régions dégradées, surtout dans les zones arides et semi-arides.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé dans cette étude est constitué de 5 variétés de l'espèce *Hedysarum coronarium* : Carmen, Bikra21, Mateur1, Grimaldi, Ditalie et une variété de l'espèce *Hédysarum carnosum* : Sousse. Les semences des variétés : Carmen, Grimaldi, Ditalie proviennent de l'Italie. Les semences des variétés : Bikra21, Mateur1, Sousse proviennent de la Tunisie.

2.2. Mise en place du dispositif expérimental

Cette étude a été faite dans les pots de végétation de 25cm de diamètre supérieur, 13.5 cm de diamètre inférieur et 24 cm de hauteur, sous serre évitant les risques de pluies mais à la température ambiante. Après la levée, 5 plantes par pot sont maintenues pour la poursuite de l'essai. Tous les pots semés sont maintenus à 90% RU par irrigation à l'eau de robinet durant la période entre le semis et le début de l'application du stress salin.

2.3. Les traitements

Deux mois après le semis, les pots sont répartis sur les traitements salins correspondants selon un essai factoriel :

Facteur 1 : 6 variétés de Sulla : Carmen, Sousse, Bickra 21, Mateur, Grimaldi, Ditalie.

Facteur 2 : 6 traitements salins : T0 : eau témoin, T1: eau à 2g/l de Na Cl, T2 : eau à 4g/l de Na Cl, T3 : eau à 6g/l de Na Cl, T4 : eau à 8g/l de Na Cl, T5: eau à 10g/l de Na Cl.

-Répétitions : 3 répétitions pour chaque traitement

2.4. Mesures des paramètres physiologiques

✓ La surface foliaire (en cm²)

Une feuille composée par variété, par traitement et par répétition est prélevée, la surface de chaque feuille (SF en cm² /feuille composée) est déterminée à l'aide d'un planimètre AM300.

✓ La teneur relative en eau (TRE) : déterminée par la relation de (Clarcke et Mc Caig, 1982).

soit TRE en % = $[PF_i - P_s / P_{pt} - P_s] \times 100$

PF_i : poids frais initial (g) ; P_s : poids sec (g); P_{pt}: poids de pleine turgescence (g).

✓ La transpiration

Soit Transpiration = poids frais - poids final / durée de transpiration / surface foliaire (g/mn/mm²).

✓ Le dosage de la proline par la méthode de Troll et Lindsley (1955) améliorée par Lahrer et Magne cité par Leport (1992). L'échantillon végétal est traité par l'éthanol à 40% puis chauffé au bain marie à 85°C pendant 10 minutes. Ensuite, 1 ml d'extrait ajouté dans un mélange d'eau distillée, d'acide acétique et de ninhydrine. La densité optique est lue à 528 nm au spectrophotomètre UV1200.

2.5. Mesures des paramètres agronomiques

Après un mois d'application du stress salin, une plante par variété, par répétition et par traitement hydrique est coupée et directement pesée, les poids frais (Pf) sont exprimés en g/plante.

Après dessèchement à l'étuve à 65° jusqu'au poids sec constant (Ps), les rendements en matières sèches sont exprimés en g/plante.

Teneur MS = (Ps/Pf) x100

Les rendements en matières sèches sont exprimés en g/plante

Rendement MS = teneur en MS en% X Pf

2.6. Analyses statistiques

Les résultats sont analysés statistiquement à l'aide du logiciel SAS. On a utilisé la modélisation linéaire (General Linear Models = GLM).

Les valeurs obtenues sont la moyenne statistique de 3 répétitions avec un intervalle de confiance calculé au seuil de 5%.

Les paramètres mesurés sont testés par une analyse de la variance (ANOVA) à deux facteurs. Les moyennes des facteurs sont comparées par le test Duncan.

3. Résultats et Discussion

3.1. Action de la salinité sur la surface foliaire

Au seuil $\alpha=5\%$, la surface foliaire varie significativement avec les variétés et les traitements salins utilisés. La variété Mateur présente la croissance foliaire la plus importante. Cependant, l'effet de la salinité ne se remarque qu'à partir d'une dose de 10g/l de Na Cl.

Traitées par l'eau à 2g/l de Na Cl, on remarque qu'il n'y a pas de différences au niveau de la croissance foliaire par rapport à celle du témoin, cette surface représente parfois 103.99% du témoin chez la variété Grimaldi. Jusqu'à 8g/l de Na Cl, la salinité n'a pas d'effet significatif sur la surface foliaire. Ceci se traduit par la capacité de la plante à maintenir une croissance foliaire importante même à des fortes doses de sel. A partir d'une salinité de 10g/l, la salinité affecte significativement la surface foliaire. Cependant, la plante garde une surface foliaire importante lui permettant sous les conditions de stress d'avoir une activité photosynthétique importante et par conséquent un pouvoir de production élevé (Figure 1).

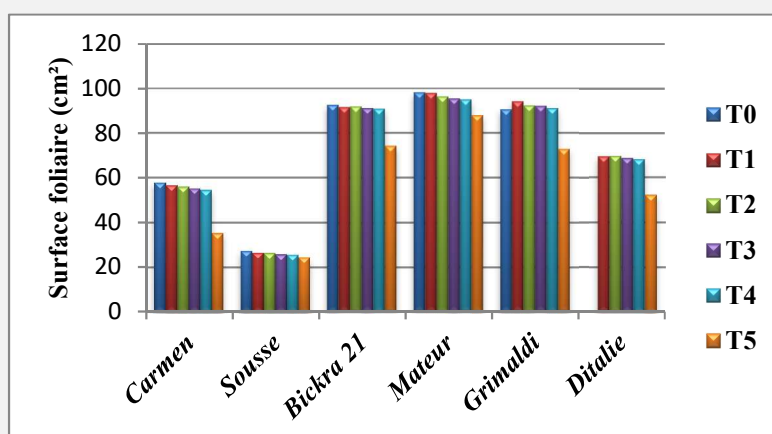


Figure 1. Variation de la surface foliaire par variété après trois mois de stress

3.2. Action de la salinité sur le contenu relatif en eau

Au seuil $\alpha=5\%$, la teneur relative en eau varie significativement avec les doses de sel mais ne présente aucune variation significative avec les variétés. La teneur d'eau relative dans la feuille est un bon indicateur de l'état hydrique ; à 8g/l de Na Cl, les réductions par rapport au témoin sont de 14.61%, 25.55%, 16.93%, 17.88%, 22.21% et 18.96% respectivement pour les variétés Carmen, Sousse, Bickra 21, Mateur, Grimaldi et Ditalie (Figure 2). A 10g/l, les réductions par rapport au témoin sont plus importantes. Ceci semble être un comportement de « résistance » aux stress salin. Ces résultats démontrent que la salinité influence ce paramètre qui diminue pour éviter les pertes d'eau. En effet, l'absorption d'eau est maintenue à un niveau suffisant pour éviter la déshydratation des tissus de la plante, pour établir le phénomène de succulence et pouvoir diluer le plus d'osmolytes possibles. Ceci est en accord avec les résultats de Hassani et al. (2008) qui ont trouvé que la teneur relative en eau diminue légèrement, chez les génotypes d'orge aux concentrations de 200 et 250 mM.

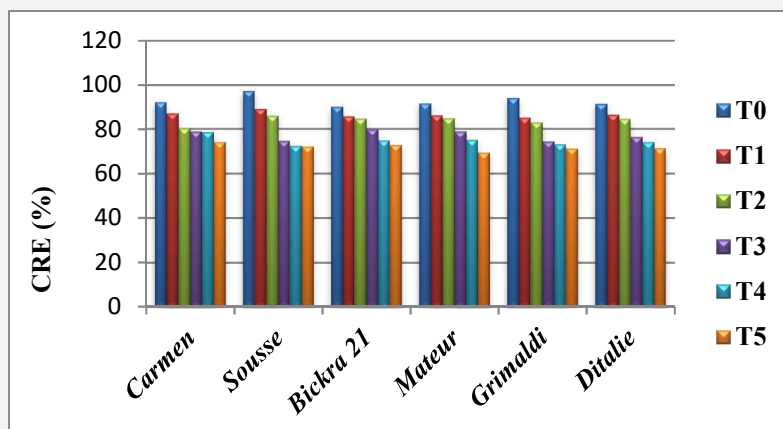


Figure 2. Variation de la teneur relative en eau par variété après trois mois de stress

3.3. Action de la salinité sur la transpiration

Au seuil $\alpha=5\%$, la transpiration varie significativement avec les variétés et les traitements salins utilisés (Figure 3). Presque tous les auteurs sont d'accord sur le fait que le sel diminue la transpiration. A concentrations égales, le haricot sensible réduit plus sa transpiration que l'*Hedysarum carnosum* tolérant (Hamza 1977). En étudiant l'absorption hydrique en milieu salin chez la tomate et le haricot, Snoussi et al. (2004) ont montré que le sel diminue la transpiration des glycophytes. La baisse de la transpiration peut être due à une diminution de la densité stomatique, à une réduction des dimensions des stomates, à une augmentation de la résistance du mesophylle chez les plantes tolérantes, et de la résistance stomatique surtout chez les plantes sensibles (Haricot, Cotonnier, Atriplex) (Langstreth et al. 1979).

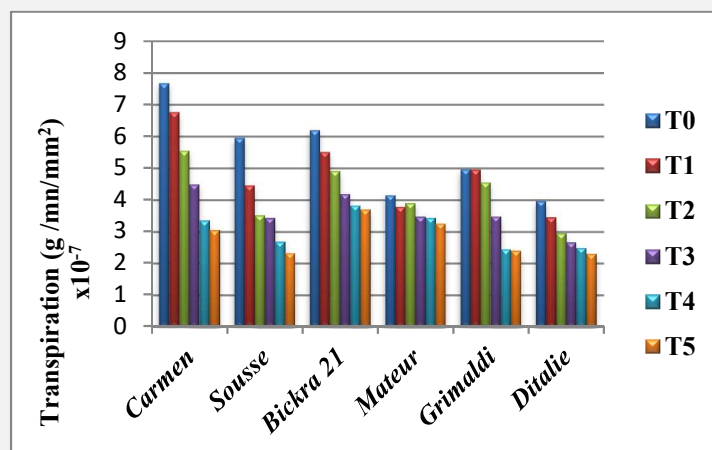


Figure 3. Variation de la transpiration par variété après trois mois de stress

3.4. Action de la salinité sur le rendement en matière sèche

L'analyse de la variance ($\alpha=5\%$) ne montre aucun effet significatif des traitements salins sur la production en matière sèche chez toutes les variétés. Cependant, le rendement varie significativement selon les variétés. Après un mois d'application du stress salin, on observe une stimulation de la croissance chez toutes les variétés d'*Hedysarum coronarium* et surtout de la variété Sousse d'*Hedysarum carnosum* (Figure 5). A ce stade de la végétation, la salinité n'a pas d'effet sur les rendements en matière sèche. En effet, à 10g/l de Na Cl, les rendements sont de 11.05g MS/plante pour Carmen, 15.6g MS/plante pour Sousse, 9.97g MS/plante pour Bickra 21, 11.67g MS/plante pour Mateur, 11.73g MS/plante pour Grimaldi et 12.78g MS/plante pour Ditalie. Exprimés par rapport au témoin, ces rendements sont de 107.69% du témoin chez Carmen, 155.53% chez Sousse, 123.69% chez Bickra 21,

99.23% chez Mateur, 145.71% chez Grimaldi et 88.5% chez Ditalie. Notons qu'à ce stade, les variétés Sousse et Ditalie présentent les meilleurs rendements en matière sèche.

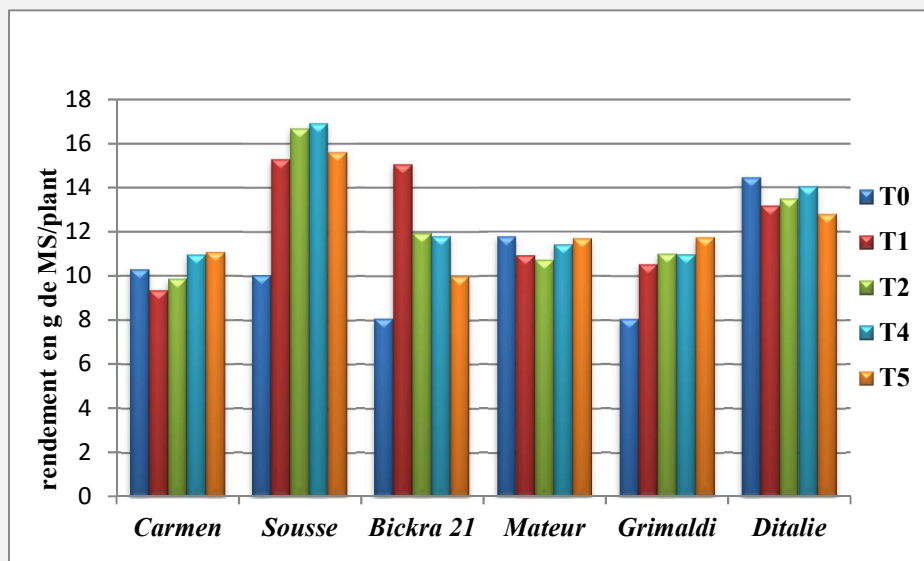


Figure 5. Variation du rendement en MS par variété après un mois de stress

Les rendements en matière sèche varient significativement avec les variétés et avec les traitements salins utilisés ($\alpha < 5\%$).

La variété *Mateur* présente le meilleur rendement en matière sèche (Figure 6). Après trois mois d'application du stress salin, jusqu'à 6g/l de Na Cl, la salinité n'a pas d'effet sur les rendements en matière sèche. Les réductions par rapport au témoin sont de 0% chez *Carmen*, 3.47% chez *Sousse*, 21.61% chez *Bickra 21*, 6.05% chez *Grimaldi* et 9.33% chez *Ditalie*. La variété *Mateur* présente une augmentation de 2.26% par rapport au témoin. A 10 g/l de Na Cl, les rendements en matière sèche restent élevés pour toutes les variétés surtout pour *Sousse* (75.04%) du témoin et *Mateur* (86.47%) du témoin. La production reste importante pour les autres variétés : *Carmen* (67.54%) du témoin, *Bickra 21* (68.41%) du témoin, *Grimaldi* (69.93%) du témoin et *Ditalie* (73.7%) du témoin. Cette aptitude de la plante à maintenir une capacité de production élevée peut être expliquée par la capacité que possède la plante à assurer un bon ajustement osmotique, afin que le potentiel hydrique cellulaire reste inférieur à celui extracellulaire et à celui du sol. Ce processus assure d'une part, le pouvoir d'absorption de l'eau par la plante et, d'autre part, la rétention de l'eau dans les cellules et le maintien de la turgescence. En travaillant sur *Setaria verticillata*, Ben Ahmed et al. (2008) ont montré que l'action dépressive du sel se manifeste par une réduction de la production de matière sèche des différents organes de la plante et de la production de grains.

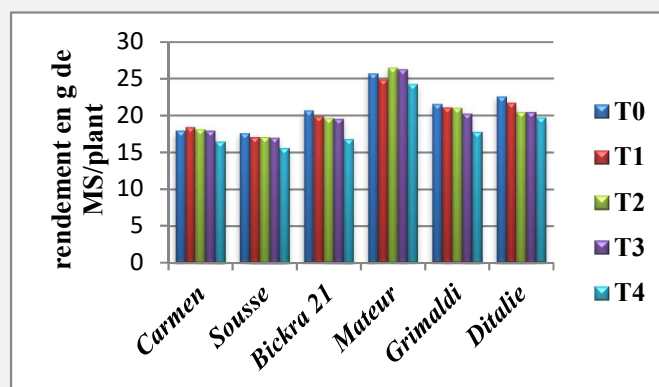


Figure 6. Variation du rendement en MS par variété après trois mois de stress

4. Conclusion

La salinité affecte significativement ($P < 0.05$) la majorité des paramètres agronomiques et physiologiques étudiés. La teneur relative en eau et la transpiration diminuent sous l'effet du stress salin chez toutes les variétés. Cependant, jusqu'à 8g/l de Na Cl, toutes les variétés gardent une surface foliaire comparable à celle du témoin et par conséquent, elles maintiennent un rendement en matière sèche important surtout chez la variété Mateur.

5. Références

- Baatout H. (1991).** Le complexe d'espèces *Hedysarum spinosissimum* L. dans le bassin méditerranéen occidental : Analyse de la structure génétique des populations, conséquences au niveau de la systématique des deux sous-espèces *capitatum* et *euspinosissimum* dans le genre *Hedysarum* [Thèse d'Etat]. Orsay, France, Université Paris-Sud.
- Ben Ahmed H. , Manaâ A. et Zid E. (2008).** Tolérance à la salinité d'une poacée à cycle court : la séttaire (*Setaria verticillata* L.)
- Boussaid M., Ben Fadhel N., Trifi-Farah N. Abdelkefi A. et Marrakchi M. (1995).** Les espèces méditerranéennes du genre *Hedysarum*. In : BRG / INRA, ed. Ressources génétiques des plantes fourragères et à gazon. France. 115-130.
- Clarke J. et Mc Caig T. (1982).** Excised leaf water retention capability as an indicator of drought resistance of Triticum genotypes. Can. J. of Plant Science, 1982 ; 62 571-578.
- Hamza M. (1977).** Action de différents régimes d'apport du chlorure de sodium sur la physiologie de deux légumineuses : *Phaseolus vulgaris* et *Hedysarum carnosum*. Relations hydriques et relations ioniques. Thèse de Doctorat d'Etat. Paris. 252p.
- Hassani A., Dellal A., Belkhodja M. et Kaid- Harche M. (2008).** Effet de la salinité sur l'eau et certains osmolytes chez l'orge (*Hordeum Vulgare*).
- Jabnoute M. (2008).** Adaptation des plantes à l'environnement : Stress salin.
- Leport L. (1992).** Accumulation de proline associée aux contraintes environnementales et à la floraison chez le colza (*Brassica napus* L). Thèse D'état. 156 p. Rennes, France.
- Longstreth D.J. et Nobel P.S. (1979).** Salinity effects on real anatomy. Consequences for photosynthesis. Plant physiol.63.p700-703.
- Snoussi S., Halitim A., Valles V. (2004).** Absorption hydrique en milieu salin chez la tomate et le haricot. Cahiers d'études et de recherches francophones / Agricultures. Volume 13, Numéro 3, 283-7.
- W. Troll and J. Lindsley. (1955)** A photometric method for the determination of proline; J.Biochem: 655-660.