

Effet des facteurs température et nutrition azotée sur la croissance des plantes fourragères tropicales.

G. Mandret ¹A. Ourry ¹G. Roberge ¹

I. Variation saisonnière de la croissance d'une graminée tropicale, *Brachiaria mutica*, au Sénégal

MANDRET (G.), OURRY (A.), ROBERGE (G.). Effet des facteurs température et nutrition azotée sur la croissance des plantes fourragères tropicales. I. Variation saisonnière de la croissance d'une graminée tropicale, *Brachiaria mutica*, au Sénégal. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (1) : 119-124.

La croissance en climat sahélien subcanarien d'une graminée tropicale, *Brachiaria mutica*, a été étudiée pendant la saison sèche froide (novembre-mars), la saison sèche chaude (mars-mi-juillet) et la saison des pluies (mi-juillet-octobre). L'essentiel des résultats montre que cette graminée a une faible productivité en saison sèche froide, du fait de températures minimales très basses, contrairement à celles obtenues en saisons des pluies. Par ailleurs, il semble qu'il y ait un déplacement du facteur limitant (températures minimales basses) vers un effet azoté qui témoigne de la faible disponibilité en azote du sol pendant la saison froide et de l'importance d'une fertilisation azotée. Cette étude souligne l'intérêt d'introduire, lors de la saison sèche froide, des plantes fourragères des régions tempérées, moins exigeantes vis-à-vis de la température. *Mots clés* : Graminée fourragère - *Brachiaria mutica* - Croissance - Température - Fertilisation - Engrais azoté - Influence de la saison - Culture sous irrigation - Sénégal.

INTRODUCTION

Au Sénégal, la sécheresse a provoqué depuis plusieurs années l'appauvrissement progressif des parcours pastoraux. Les importantes variations climatiques qui y ont été enregistrées depuis 20 ans (6) montrent à quel point il est nécessaire d'étudier les potentialités des cultures fourragères irriguées. Actuellement, l'élevage a tendance à se développer dans la zone côtière des Niayes, de climat subcanarien, avec une saison sèche froide qui affecte la croissance des plantes fourragères tropicales. Afin d'étudier l'effet de cette saison froide, on a observé la répartition saisonnière de la productivité de *Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapf.

En tant que plante pérenne, cette graminée était soumise à des alternances de coupes et de repousses qui nécessitaient une étude cinétique de la croissance. Selon LEMAIRE et SALETTE (5) et CALOIN et YU (4), la variation des besoins en azote au cours de la croissance doit être respectée si on désire optimiser l'utilisation des engrais azotés. Aussi, cette étude a-t-elle été faite avec différents niveaux de fertilisation azotée, au cours des trois saisons suivantes :

— saison sèche froide, de novembre à mars ;

— saison sèche chaude, de mars à mi-juillet ;

— saison des pluies, de mi-juillet à octobre.

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les essais ont été mis en place sur la ferme expérimentale de Sangalkam (ISRA-LNERV, Cap-Vert) en 1980. *B. mutica* avait été implanté en 1978 par boutures (40 x 40 cm) sur un sol argilo-sableux avec un pH d'environ 5,3.

Avant chaque essai saisonnier, une coupe de régularisation fut faite à 12 cm. La fertilisation consistait en 75 unités de phosphore (P2O5) et 150 unités de potassium (K2O) par hectare. L'azote était apporté sous la forme d'urée, et dosé à 150, 75 et 0 unités par hectare.

L'irrigation, calculée en fonction des composantes climatiques, définies par BOYER et GROUZIS (2), et de l'ETP estimé par la méthode dite du bac corrigé, décrite par BOYER et ROBERGE (3), était de 4 mm par jour entre août et mars et de 5 mm par jour entre avril et juillet.

Les courbes de croissance de *B. mutica* ont été établies pour trois traitements :

— saison sèche froide (SSF), de novembre à mars, avec une coupe de régularisation en décembre. Les récoltes eurent lieu après 38, 45, 55, 67 et 80 jours de repousse. Les températures de la saison sont caractérisées par la relation suivante : $T_m = 14,91$; $e = 2,29$; $n = 80$, où T_m est la moyenne des températures minimales sur l'ensemble de la repousse ;

— saison sèche chaude (SSC), de mars à mi-juillet, avec une coupe de régularisation en mars. Les récoltes eurent lieu après 35, 47, 55, 64, 69, 85 et 97 jours de repousse. Les températures de la saison sont caractérisées par la relation suivante : $T_m = 20,10$; $e = 1,69$; $n = 97$;

— saison des pluies (SDP), de mi-juillet à octobre, avec une coupe de régularisation en juillet. Les récoltes ont été effectuées après 31, 38, 45, 52, 59, 75 et 88 jours de repousse. Les températures de la saison sont caractérisées par la relation suivante : $T_m = 25,53$; $e = 1,17$; $n = 88$.

1. LNERV-ISRA, BP 2057, Dakar, Sénégal.

Reçu le 06.03.89, accepté le 07.11.89.

G. Mandret, A. Ourry, G. Roberge

La production de matière verte enregistrée à chaque récolte correspond à la moyenne des productions obtenues sur 6 répétitions pour les traitements SSC et SDP et 4 répétitions pour le traitement SSF (essais blocs de Fisher). Les prélèvements de matière verte ont été séchés pendant 48 heures à 60 °C et utilisés pour la détermination de la production de matière sèche, puis pour différentes analyses. Les teneurs en azote sont mesurées par la méthode de Kjeldahl.

Le coefficient apparent d'utilisation (CAU p.100) de l'engrais azoté apporté est calculé suivant la formule :

$$\text{CAU} = (\text{Qn}-\text{Q0})/\text{E} \times 100$$

Qn = quantité d'azote prélevée par la plante sur les traitements fertilisés par une quantité d'azote ajoutée E.

Q0 = quantité d'azote prélevée par la plante sur le témoin.

Les analyses bromatologiques des différents prélèvements sont réalisées par calcination au four à 550 °C pour les cendres (matières minérales totales), et par double hydrolyse acide et basique sous ébullition à reflux et destruction de la matière organique restante pour la cellulose brute (méthode de Weende). La valeur fourragère alors obtenue par l'intermédiaire de tables dites hollandaises (7), n'est donnée qu'à titre indicatif.

RÉSULTATS

Courbes de croissance

L'ensemble des résultats concernant la production de matière sèche pour les trois saisons étudiées est présenté dans la figure 1.

Il apparaît très nettement que la productivité de *B. mutica* est considérablement ralentie en SSF. A l'inverse, elle est maximale en SDP. Ainsi, pour le niveau azoté 0, il faudra 80 jours pour obtenir 900 kg de MS/ha en SSF, contre 55 jours en SSC et 14 jours en SDP. De même, on obtient chronologiquement, pour les trois saisons, des valeurs de l'ordre de 3,7, 5,9 et 11,3 tonnes de MS/ha, au terme de 60 jours de repousse, lorsqu'on apporte 150 unités d'azote par hectare. La réponse à l'apport d'une fumure azotée est significative quelle que soit la saison, et se manifeste par un départ en croissance plus rapide que celui du témoin. En saison sèche chaude par exemple, la production de la première tonne de matière sèche à l'hectare est obtenue après 24, 36 et 69 jours pour des doses d'azote respectives de 150, 75 et 0 unités.

Sans fertilisation azotée, la croissance reste importante durant la saison des pluies. La croissance

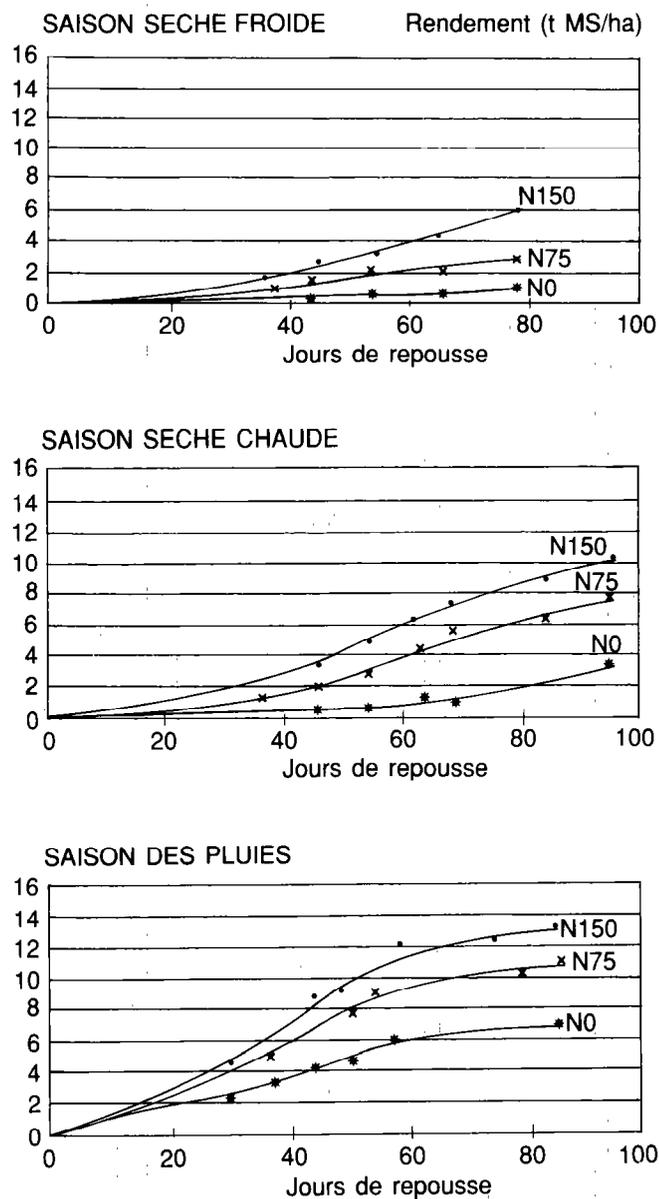


Figure 1 : Courbes de croissance de *Brachiaria mutica* au cours des trois saisons

enregistrée lors de la SDP sans engrais azoté est ainsi supérieure à celle obtenue avec 75 unités d'azote en SSF. Les courbes des valeurs fourragères (UF/ha), non exposées ici, sont très similaires à celles de la croissance en début de repousse, mais atteignent une phase de plateau entre le 65^e et le 75^e jour pour décroître ensuite. Les valeurs énergétiques, exprimées en UF par kg de matière sèche, ne sont pas significativement différentes quels que soient les niveaux azotés, à temps de repousse égal. Elles culminent à 0,69 en début de croissance pour atteindre des valeurs d'environ 0,55 UF après 60 jours de repousse.

Teneurs et prélèvement d'azote

L'évolution des teneurs en azote durant la saison sèche chaude et la saison des pluies correspond à ce qu'ont pu décrire certains auteurs sur d'autres graminées fourragères. SALETTE et LEMAIRE (1981), CALOIN et YU (4) ont élaboré une loi de dilution de l'azote dans la matière sèche, de la forme : $N \text{ p. } 100 = \alpha \text{MS}^{-\beta}$ qui est vérifiée par les résultats obtenus en SSC et SDP sur *B. mutica* (Fig. 2).

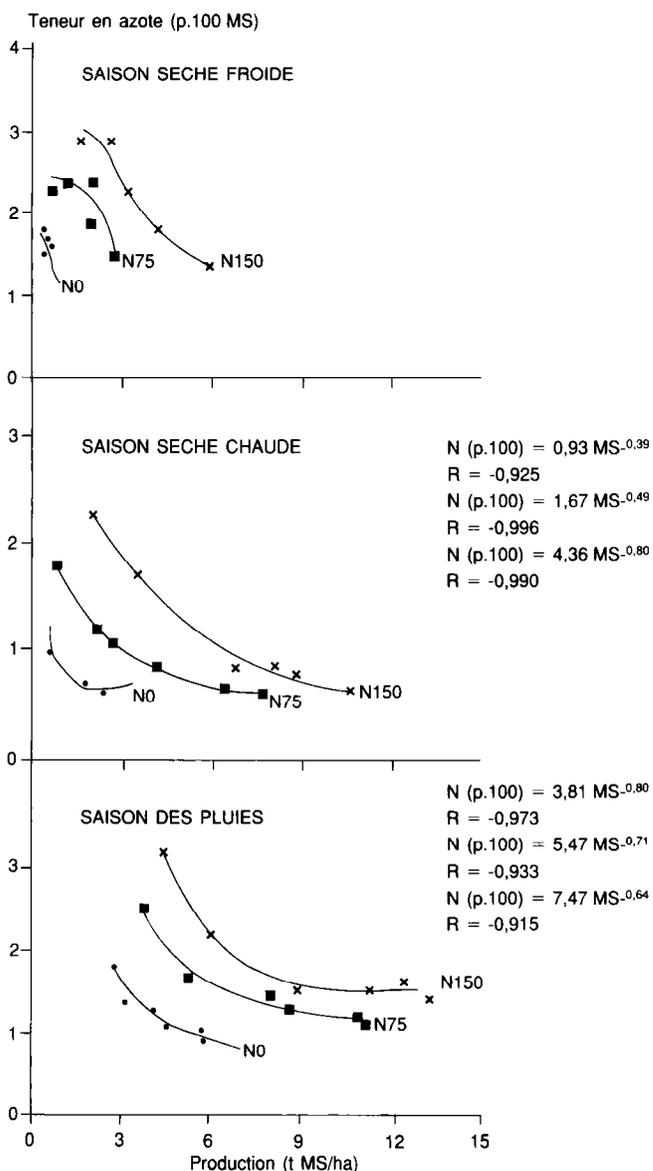


Figure 2 : Dilution de l'azote dans la matière sèche au cours des trois saisons chez *Brachiaria mutica*.

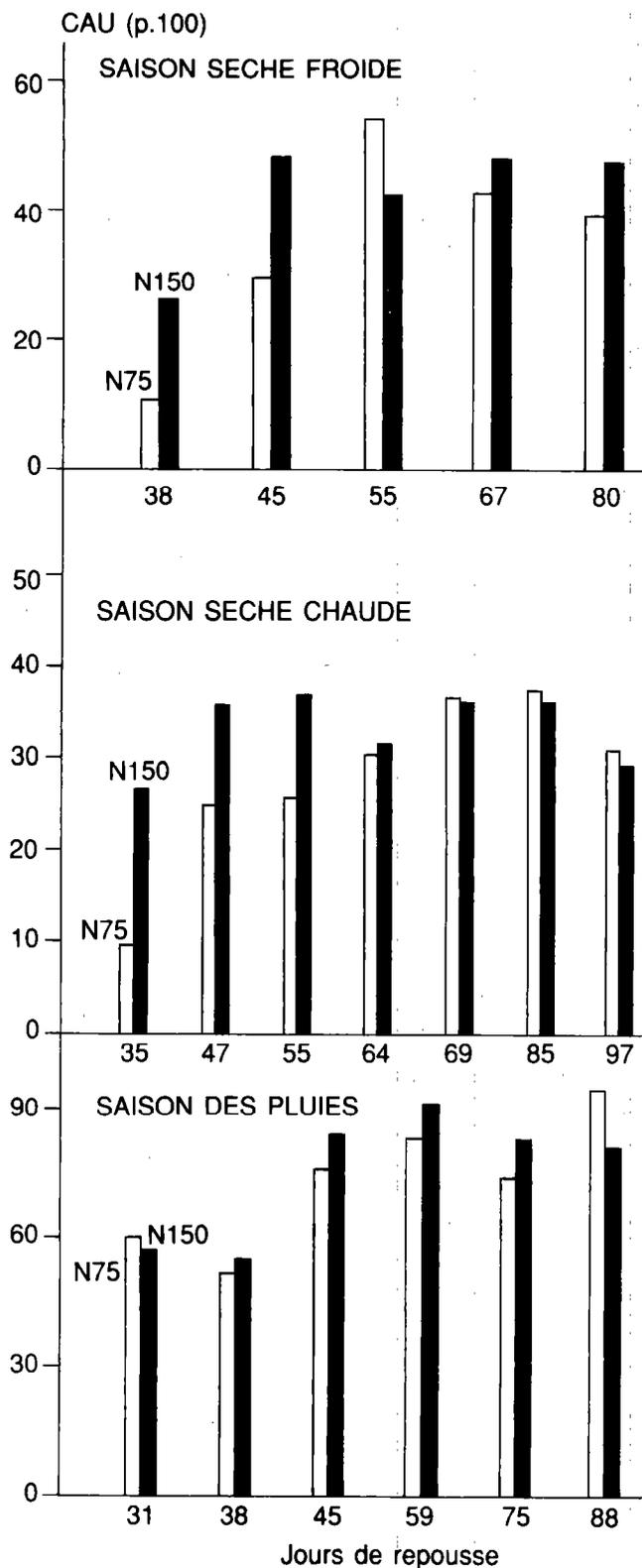


Figure 3 : Coefficient apparent d'utilisation de l'azote au cours des trois saisons chez *Brachiaria mutica*.

La croissance étant ralentie en saison froide, la dilution de l'azote dans la matière sèche y est par conséquent moins importante qu'en saison des pluies. On observe lors de la SSF une augmentation des teneurs en azote durant la production des 2 à 3 premières tonnes de matière sèche, lorsqu'une fertilisation azotée est apportée. Il est probable que les faibles températures influent sur la capacité photosynthétique de la plante, limitant la fourniture de squelettes carbonés, d'où une dilution de l'azote moins forte.

Le prélèvement d'azote, sans fertilisation azotée, est faible pendant les saisons sèches froide et chaude, où il atteint un maximum de 20 kg par hectare, soit environ 3 fois moins qu'en SDP. L'absorption d'azote varie peu à partir du 70^e jour de repousse, quelle que soit la saison et bien que la réponse à la fertilisation azotée soit plus forte en SDP.

Ceci est confirmé par l'étude du coefficient apparent d'utilisation (CAU), qui peut atteindre 80 à 100 p. 100 lors de la SDP (Fig. 3), que l'on apporte 75 ou 150 unités d'azote par hectare. Pour les autres saisons, il atteint au maximum 50 p. 100, valeur couramment obtenue pour des graminées fourragères de régions tempérées.

Influence des températures minimales sur la production de matière sèche

On a pu constater que la saison froide avait un effet sur la croissance de *B. mutica* (Fig. 1) et sur la dilution de l'azote dans la matière sèche (Fig. 2). Afin de rechercher des explications aux différences de production entre les trois saisons étudiées, divers types de corrélations avec le régime thermique ont été essayés. La plus satisfaisante est obtenue avec la somme des températures minimales. Les données de la figure 4 montrent clairement que la production en SSF est limitée par l'effet thermique (Tabl. I).

Si on réunit les données concernant la SSF et la SSC, on s'aperçoit que les pentes des droites ainsi obtenues sont identiques pour le même traitement azoté, avec toutes les valeurs de la SSF réparties dans la partie basse de ces droites.

De plus, ces pentes diminuent en même temps que la fertilisation azotée ; ce qui traduit le déplacement du facteur limitant vers un effet azote.

Le premier facteur limitant la croissance semble bien être la température, avant même la nutrition azotée. Si on compare les deux saisons sèches entre elles, on note que la hausse des températures accroît la production de fourrage : avec le niveau azoté N75, l'augmentation de production par rapport au niveau N0 est de 187 p. 100 en SSC et 150 p. 100 en SSF, soit

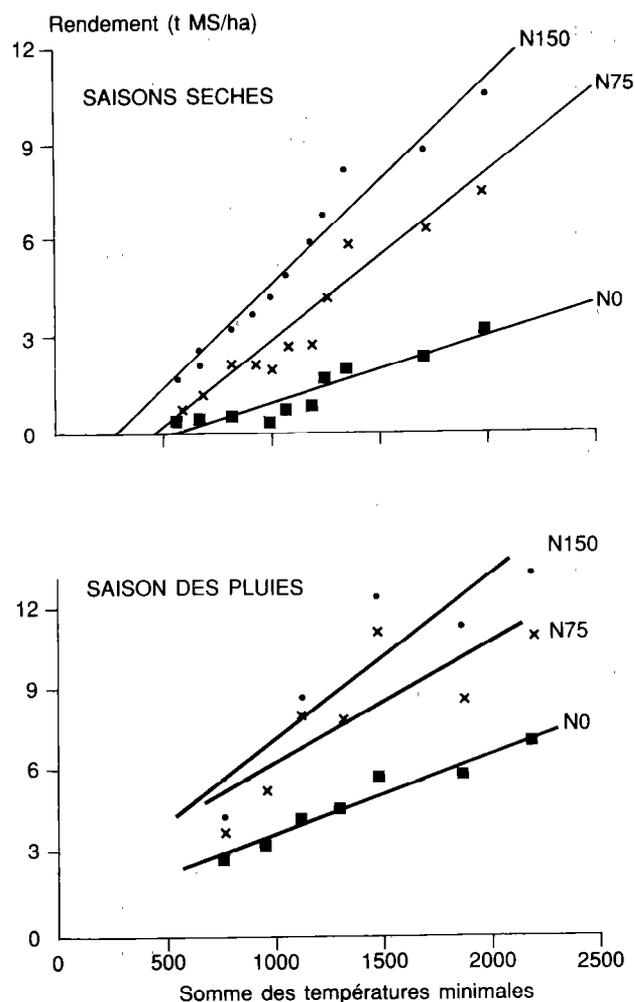


Figure 4 : Effet des températures sur la production de *Brachiaria mutica*. Corrélations entre la production de matière sèche et la somme des températures minimales de saisons sèches et de saison des pluies.

TABLEAU I Paramètres des corrélations entre le rendement (kg MS/ha) et la somme des températures minimales.

	Saisons sèches			Saison des pluies		
	N 0	N 75	N 150	N 0	N 75	N 150
Coefficient de régression	2,02	5,12	6,38	2,87	4,35	6,07
Terme résiduel	-1 114	-2 496	-1 897	+677	+1 731	+723
Coefficient de corrélation	0,940	0,969	0,984	0,974	0,824	0,921
Seuil de signification (test F) (p. 100)	0	0	0	0,04	2,29	0,38

une différence de 37 points que l'on peut attribuer aux températures minimales plus élevées en SSC.

Pendant la saison des pluies, les températures minimales sont suffisamment élevées pour ne pas retarder la croissance. En revanche, les températures élevées en SDP pourraient avoir un effet bénéfique sur les processus de minéralisation intervenant dans le sol.

Le régime hydrique auquel sont soumises les plantes ne présente pas de variations significatives au cours de l'année, ce qui correspond aux résultats des études *in vitro* de BERNHARD-REVERSAT (1) sur plusieurs types de sols au Sénégal, où la production d'azote minéral semble peu dépendante du facteur eau en SDP.

Le régime hydrique ne peut suffire à lui seul pour expliquer les différences entre les saisons quant à la fourniture d'azote par le sol. Il est possible que les températures minimales élevées durant la SDP soient responsables de la plus grande disponibilité de l'azote dans le sol.

Les températures minimales semblent donc avoir un effet direct sur le métabolisme et la physiologie du *B. mutica* pendant les saisons sèches, alors qu'en saison des pluies elles agiraient sur la capacité de minéralisation de l'azote.

MANDRET (G.), OURRY (A.), ROBERGE (G.). Effects of temperature and nitrogen nutrition factors on the growth of tropical fodder plants. I. Seasonal variation of the growth of a tropical grass: *Brachiaria mutica* in Senegal. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (1) : 119-124.

Growth of *Brachiaria mutica* with irrigation and nitrogen fertilization was studied in a sahelo-subcanarian climate. Growth curves was established during the cool dry season (November-March), the warm dry season (March-mid July) and during the rainy season (mid July-October). All results showed that *Brachiaria mutica* had a low productivity during the cool dry season, mainly because of too low temperatures. The dry matter yield was higher during the rainy season. It seemed that in addition to the influence of low temperature on growth curves, the effect of nitrogen fertilization was large during the cool dry season. This study shows the interest of using temperate grasses during the cool dry season. *Key words* : Fodder grass - *Brachiaria mutica* - Growth potential - Temperature - Nitrogen fertilization - Season variability - Irrigation - Senegal.

CONCLUSION

L'ensemble des résultats relatifs à la croissance de la graminée tropicale *B. mutica* met en évidence des potentialités de production particulièrement bonnes lorsque la température minimale moyenne est supérieure à 20 °C.

En saison des pluies, la charge d'azote apportée n'a pas besoin d'être élevée.

De novembre à avril, la croissance est limitée par l'effet thermique de la saison sèche froide, c'est-à-dire par des températures minimales trop basses sous l'influence du climat subcanarien.

Avec l'intensification fourragère qui s'annonce au Sénégal dans la zone des Niayes, l'introduction de graminées et de légumineuses de régions tempérées, moins exigeantes vis-à-vis des températures, semble justifiée.

L'utilisation d'engrais azotés serait alors essentielle pour les graminées tempérées, face à la faible disponibilité en azote du sol.

MANDRET (G.), OURRY (A.), ROBERGE (G.). Efecto de la temperatura y de la nutrición nitrogenada sobre el crecimiento de plantas forrageras tropicales. I. Variación estacional del crecimiento de una gramínea tropical, *Brachiaria mutica*, en Senegal. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1990, 43 (1) : 119-124.

Se estudió el crecimiento en clima sahelino subcanario de una gramínea tropical, *Brachiaria mutica*, durante las estaciones seca y fría (de noviembre a marzo), seca y caliente (de marzo a mediados de julio) y lluviosa (de mediados de julio a octubre). Los resultados muestran que esta gramínea presenta una baja productividad durante la estación seca y fría, debido a las bajas temperaturas mínimas, opuestas a aquellas registradas durante la estación lluviosa. Por otro lado, parece existir un desplazamiento del factor limitante (temperaturas mínimas bajas) hacia un efecto nitrogenado, lo que demuestra la poca disponibilidad de nitrógeno en los suelos durante la estación fría, así como la importancia de la fertilización nitrogenada. El presente estudio realza la importancia de la introducción de plantas forrageras propias de regiones templadas, durante la estación seca y fría, debido a que éstas presentan una menor exigencia con respecto a la temperatura. *Palabras claves* : Gramínea forrajera - *Brachiaria mutica* - Crecimiento - Temperatura - Fertilización nitrogenada - Variación estacional - Cultivo irrigado - Senegal.

BIBLIOGRAPHIE

1. BERNHARD-REVERSAT (F.). Note sur l'influence du régime thermique et hydrique sur l'ammonification et la nitrification dans un sol de savane sahélienne. Cah. ORSTOM, Sér. Pédol., 1980, **18** (2) : 147-152.
2. BOYER (J.), GROUZIS (M.). Études écophysiologiques de la productivité de quelques graminées fourragères cultivées au Sénégal. I. Influence de certains facteurs du milieu sur le comportement hydrique et la croissance. Cah. ORSTOM, Sér. Biol., 1977, **12** (4) : 249-267.
3. BOYER (J.), ROBERGE (G.). Étude écophysiologique de la productivité de quelques graminées à hauts rendements fourragers cultivées au Sénégal. I. Influence des conditions matérielles d'exploitation sur les valeurs en matière sèche de la production sur pied et de l'efficacité de l'utilisation de l'eau. *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop.*, 1985, **38** (4) : 320-338.
4. CALOIN (M.), YU (O.). Relation entre dilution de l'azote et cinétique de croissance chez les graminées. *Agronomie*, 1986, **6** (2) : 167-174.
5. LEMAIRE (G.), SALETTE (J.). Relation entre dynamique de croissance et dynamique de prélèvement d'azote pour un peuplement de graminées fourragères. I. Étude de l'effet du milieu. *Agronomie*, 1984, **4** (5) : 423-430.
6. PERROT (C.). Analyses des données climatiques recueillies à Sangalkam de 1975 à 1986. Dakar, LNERV-ISRA. 21 p.
7. RIVIERE (R.). Manuel d'alimentation des ruminants domestiques en milieu tropical. Paris, Ministère de la Coopération, 1977. 523 p. (Coll. IEMVT Manuels et Précis d'Élevage n° 9).
8. SALETTE (J.), LEMAIRE (G.). Sur la variation de la teneur en azote de graminées fourragères pendant leur croissance : formulation d'une loi de dilution. *C.R. Acad. Sci.*, 1981, **292** : 875-878.