



**HAL**  
open science

## Dynamique à court terme de la masse sur pied et de la digestibilité de fourrages herbacés sous pâture ou mis en défens dans le Sahel sénégalais

Ousmane Diatta, Paulo Salgado, Sékouna Diatta, Ousmane Ndiaye, Daouda Ngom, Denis Bastianelli, Mohamed Habibou Assouma, Alexandre Ickowicz, Simon Taugourdeau

### ► To cite this version:

Ousmane Diatta, Paulo Salgado, Sékouna Diatta, Ousmane Ndiaye, Daouda Ngom, et al.. Dynamique à court terme de la masse sur pied et de la digestibilité de fourrages herbacés sous pâture ou mis en défens dans le Sahel sénégalais. *Revue d'Élevage et de Médecine Vétérinaire des Pays Tropicaux*, 2023, 76, pp.1-7. 10.19182/remvt.37271 . hal-04483384

**HAL Id: hal-04483384**

**<https://hal.inrae.fr/hal-04483384>**

Submitted on 29 Feb 2024

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

# Dynamique à court terme de la masse sur pied et de la digestibilité de fourrages herbacés sous pâture ou mis en défens dans le Sahel sénégalais

Ousmane Diatta <sup>1,2\*</sup> Paulo Salgado <sup>3,5</sup> Sékou Diatta <sup>2</sup>  
 Ousmane Ndiaye <sup>1</sup> Daouda Ngom <sup>2</sup> Denis Bastianelli <sup>4,5</sup>  
 Mohamed Habibou Assouma <sup>4,5</sup> Alexandre Ickowicz <sup>4,5</sup>  
 Simon Taugourdeau <sup>3,5</sup>

## Mots-clés

Pâturages naturels, phytomasse, phénologie, variation saisonnière, valeur nutritive, Sahel, Sénégal

© O. Diatta et al., 2023



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Submitted: 04 December 2021

Accepted: 03 October 2023

Online: 30 November 2023

DOI: 10.19182/remvt.37271

## Résumé

L'effet de la pâture sur l'évolution de la masse herbacée et sa digestibilité au cours de l'année a été étudié à Dahra, dans le Sahel sénégalais. Dans cette zone d'élevage la strate herbacée, base de l'alimentation du bétail, a une croissance brève pendant la saison des pluies. L'étude a été conduite pendant la saison des pluies et la saison sèche sur deux années consécutives, de juillet 2018 à juin 2020. Les mesures de phytomasse et de qualité fourragère (digestibilité *in vitro* de la matière organique, DMO) ont démarré dix jours après la première pluie et ont été répétées avec une fréquence de dix jours en saison des pluies et trente en saison sèche. La dynamique des herbacées annuelles se fait en trois étapes : une première de faible croissance, une deuxième de croissance rapide et une troisième de sénescence. La quantité maximale de masse sur pied sous pâture était de  $1992 \pm 755$  kg MS.ha<sup>-1</sup> en 2018 et de  $1801 \pm 601$  kg MS.ha<sup>-1</sup> en 2019 alors que, dans la mise en défens, elle était de  $2022 \pm 375$  kg MS.ha<sup>-1</sup> en 2018 et de  $2357 \pm 664$  kg MS.ha<sup>-1</sup> en 2019. La DMO a fortement décru au cours de la saison de végétation : de 70 % en début de saison des pluies, elle était en moyenne de 52 % en pleine saison des pluies et 30 % en saison sèche. La matière organique du fourrage a été plus digestible sous pâture que sous mise en défens. La pâture n'a pas systématiquement diminué la masse sur pied disponible de façon significative, mais en revanche elle en a amélioré la digestibilité.

■ Comment citer cet article : Diatta O., Salgado P., Diatta S., Ndiaye O., Ngom D., Bastianelli D., Assouma M.H., Ickowicz A., Taugourdeau S., 2023. Dynamique à court terme de la masse sur pied et de la digestibilité de la matière organique de fourrages herbacés sous pâture ou mis en défens à Dahra, dans le Sahel sénégalais. *Rev. Elev. Med. Vet. Pays Trop.*, 76: 37271, doi: 10.19182/remvt.37271

## ■ INTRODUCTION

L'élevage pastoral, activité économique principale de la population nord-sahélienne, dépend du disponible fourrager des parcours naturels pour les besoins nutritionnels pour l'entretien et la production des animaux. Les conditions climatiques dans la région nord-sahélienne induisent la formation de steppes à plantes annuelles avec une strate de végétaux ligneux épars, souvent des arbustes épineux, qui surmonte une strate d'herbacées annuelles en majorité constituées de graminées (*Schoenefeldia gracilis* Kunth, *Aristida mutabilis* Trin.

& Rupr., *Eragrostis tremula* [Lam.] Hochst. ex Steud., *Cenchrus biflorus* Roxb. etc.). La strate herbacée sur laquelle porte cette étude constitue, de la saison des pluies (juin-juillet) jusqu'en février-mars, la base de l'alimentation du bétail dans cette région. En fin de saison sèche (mars-juin) les ressources herbagères deviennent rares poussant les bergers à se tourner vers les ligneux fourragers pour assurer l'alimentation de leur bétail (Ngom, 2008). La dynamique de cette strate herbacée, très liée au régime des pluies (Ndiaye, 2015), est également en interaction avec son utilisation en tant que fourrage par les animaux (Diatta, 2021). Cette interaction de la strate herbacée avec les pluies et les animaux doit être évaluée sur les aspects quantitatifs et qualitatifs. La masse sur pied disponible et sa digestibilité sont des paramètres d'importance majeure dans la gestion des pâturages et l'alimentation animale.

L'importance et la répartition des pluies en début de saison des pluies conditionne l'installation du tapis herbacé, sa composition floristique et sa masse sur pied en fin de saison. Des pluies précoces et continues permettent une production élevée par rapport aux autres années ayant

1. ISRA, CRZ Dahra, Sénégal

2. UCAD, FST, Département de Biologie Végétale, Dakar, Sénégal

3. CIRAD, UMR SELMET, Dakar, Sénégal

4. CIRAD, UMR SELMET, Montpellier, France

5. SELMET, Univ Montpellier, CIRAD, INRAE, Institut Agro, Montpellier, France

\*Auteur pour la correspondance

Tél. : + 221 762 865 020 ; email : sadioumane@hotmail.com

connu des pluies tardives. La masse sur pied peut varier du simple au double suivant la durée de la période pendant laquelle la régularité des pluies permet une croissance continue des herbacées (Penning de Vries & Djitéye, 1982).

La qualité nutritionnelle des fourrages a souvent été abordée en terme de valeur pastorale à partir des analyses bromatologiques.

L'objectif de cette étude est d'étudier différents paramètres liés à la production de fourrage durant la saison des pluies et la saison sèche en lien avec une pratique de pâture.

■ MATERIEL ET METHODES

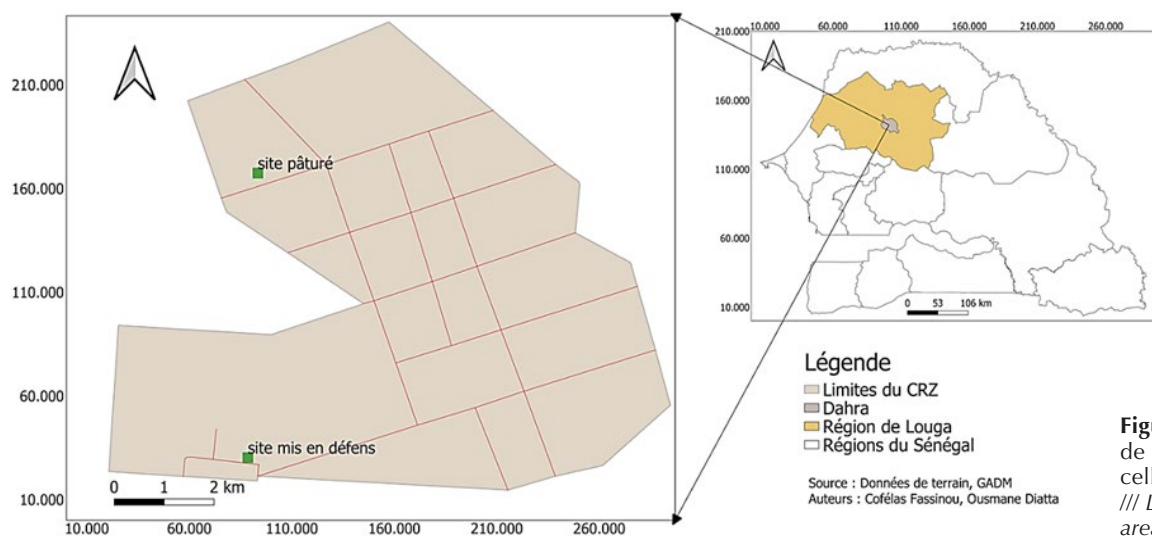
**Présentation de la zone d'étude**

L'étude a été faite au Centre de Recherches Zootechniques de Dahra au nord du Sénégal, dans la zone appelée Ferlo et qui fait partie du domaine sahélien sénégalais. Cette région connaît une pluviosité moyenne de 372 mm sur une période de 50 ans (1964-2013) (Ndiaye, 2015). La pluviosité totale est de 356 mm en 2018 et 336 mm en 2019. Les sols sont regroupés en trois grands ensembles pédologiques selon leurs propriétés physiques et chimiques : des formations sablonneuses d'origine éolienne, qui sont dominantes ; des

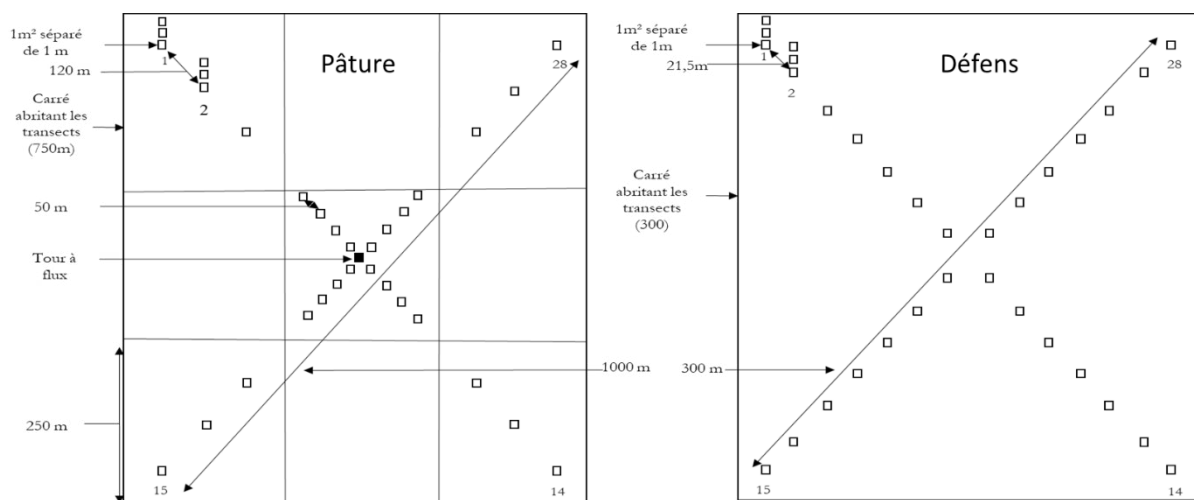
formations détritiques sur grès ou latérite et des formations fluviales ou lacustres (Casenave & Valentin, 1989). Sur les dunes de sable, le tapis herbacé est abondant et se compose principalement de plantes annuelles, la strate ligneuse y est peu développée tandis que, dans les dépressions, les ligneux sont plus denses (Ndiaye, 2015). Au total, 60 espèces appartenant à 47 genres et 21 familles botaniques y ont été dénombrées en 2018 et 2019. La famille des Poaceae a été la plus représentée avec 17 espèces (voir Mat. Suppl. SI). La Fabaceae *Zornia glochidiata* Rchb. ex DC. était dominante dans la parcelle mise en défens alors que la Rubiaceae *Hexasepalum sarmentosum* (Sw.) Delprete & J.H.Kirkbr. l'a été dans celle pâturée au cours des deux années (voir Mat. Suppl. SII et SIII).

**Dispositif expérimental**

Des mesures et prélèvements ont été faites sur un parcours pâturé et une parcelle mise en défens durant la saison des pluies (figure 2). Le parcours pâturé, d'une surface de 60 ha est exploité par des bovins, ovins, caprins, asins, camélidés et équidés des villages environnants et qui pâturent sans calendrier prédéfini. Compte tenu de la complexité de la fréquentation, la charge animale sur la parcelle n'a pas pu être estimée. La parcelle de 9 ha mise en défens en saison des pluies est ouverte au pâturage en fin de saison sèche (fin octobre). Elle est clôturée depuis 2006 et permet une exploitation agricole (niébé fourrager



**Figure 1 :** Localisation de la zone et des parcelles d'étude, Sénégal // Location of the study area and plots, Senegal



**Figure 2 :** Disposition spatiale des carrés de rendement utilisés pour les mesures destructives de masse herbacée dans les parcelles soumises à la pâture et mise en défens // Spatial layout of the yield squares used for destructive measurements of herbaceous mass in grazed and fenced plots

et sésame) sur une partie de sa superficie. Le dispositif de suivi a été installé sur la partie non cultivée de la parcelle. Des animaux ont pu occasionnellement y pénétrer et paître, mais ce phénomène a été considéré mineur.

Dans chaque parcelle, nous avons installé deux transects perpendiculaires qui comptent chacun 14 points de mesure qui sont des carrés de prélèvement de 1 m<sup>2</sup>. La parcelle pâturée est divisée en neuf sous-carrés dont celui au centre abrite une tour à flux (Tagesson et al., 2015). A l'intérieur du sous-carré central, les points de collecte sont distants de 50 mètres et à l'extérieur de 120 mètres. La différence d'écartement des points s'explique par le besoin d'avoir plus de mesures aux alentours de la tour à flux pour calibrer les mesures de flux. Le dispositif de la parcelle mise en défens reproduit celui de la parcelle pâturée à plus petite taille à cause des dimensions réduites de l'espace. Sur chaque point de mesure, les prélèvements aux différentes dates sont séparés par une distance de 1 mètre vers le nord (voir figure 2, points 1 et 2).

### Mesures et analyses de la composition chimique

Les mesures destructives de masse herbacée ont commencé dix jours après la première pluie et ont été réalisées en saison des pluies et en saison sèche pendant deux années consécutives (du 6 juillet 2018 au 3 mai 2019 et du 5 août 2019 au 4 mars 2020). Les mesures sont suspendues en fin de saison sèche lorsque qu'il n'y a plus de paille dressée mesurable sur le terrain. La fréquence des mesures est de dix jours en saison des pluies et mensuelle en saison sèche. Au total, vingt-huit (28) carrés de rendement sont mesurés à chaque jour de mesure de masse sur pied sur chacune des parcelles. Les carrés de rendements sont décalés d'un mètre à chaque nouvelle date de mesure. Une mesure consiste à prélever au ras du sol toute la masse sur pied aérienne dressée contenue dans une surface de 1 m<sup>2</sup> (Levang & Grouzis, 1980) délimitée par un quadrat en fer.

Les mesures en saison des pluies et en saison sèche ont porté sur : (a) la quantité totale de masse sèche sur pied après séchage d'un échantillon à l'étuve à 65 °C jusqu'à obtention d'un poids constant ; (b) la prédiction par spectrométrie dans le proche infrarouge (SPIR) de la digestibilité de la matière organique *in vitro* après broyage des échantillons secs (Bastianelli et al., 2018). Il s'agit donc d'une mesure indirecte de la digestibilité.

### Analyses statistiques

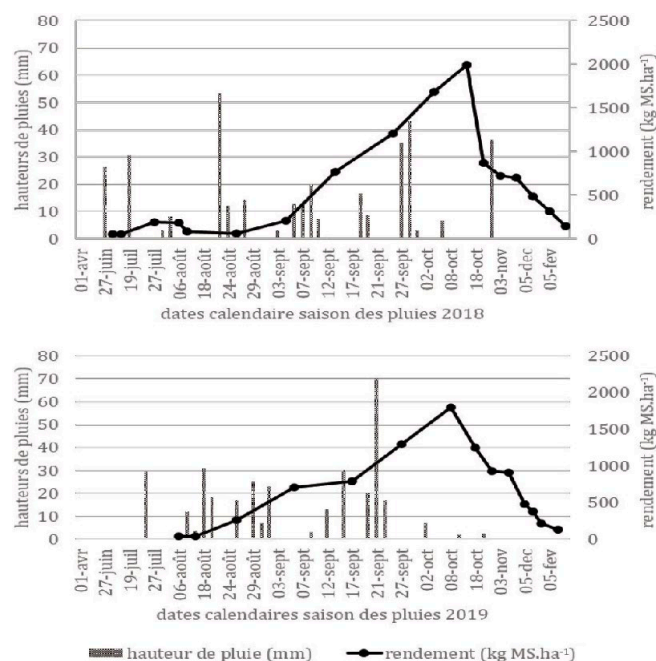
Le test de Student a été utilisé à l'aide du logiciel R (R Core Team, 2021) pour comparer les valeurs moyennes de masse sèche et de digestibilité entre les parcelles pâturée et mise en défens et entre 2018 et 2019 pour chaque jour de mesure avec comme unité expérimentale le quadrat de 1 m<sup>2</sup>.

## ■ RESULTATS

### Description des saisons des pluies 2018 et 2019 et dynamique de la masse sur pied

Les deux années ont connu une pluviosité comparable : 356 mm en 2018 et 336 mm en 2019 avec un nombre de jours de pluie presque égal (21 et 20 respectivement). Cependant, elles diffèrent par la distribution temporelle des pluies. En début et en fin de saison, les écarts entre les événements de pluie (pauses pluviales) ont été importants (Diatta et al., 2021). Environ 80 % des événements de pluies ont été enregistrés pendant la période du 15 août au 10 octobre. C'est également la période pendant laquelle ont été reçues les quantités de pluies les plus importantes. Au cours de cette partie de la saison des pluies, la masse sur pied est entrée dans une phase de croissance rapide jusqu'à atteindre son niveau maximal en début octobre. En 2019, la

saison des pluies a démarré un mois après celle de 2018 (25 juillet 2019 vs 24 juin 2018). En conséquence, la saison des pluies de 2019 a été plus courte (92 jours contre 125 jours en 2018) avec moins de pauses pluviales. La distribution des pluies dans le temps était plus régulière et plus fréquente en 2019 (une pluie tous les 5 jours en 2019 contre une pluie tous les 6 jours en 2018).



**Figure 3 :** Distribution temporelle des pluies et dynamique de la masse herbacée sur pied en 2018 (haut) et 2019 (bas), Centre de Recherches Zootechniques de Dahra, Sénégal /// *Temporal rainfall distribution and dynamics of standing herbaceous mass in 2018 (top) and 2019 (bottom), Dahra Animal Research Center, Senegal*

### Masse sur pied disponible et pâture

Au cours du cycle de croissance des herbacées, trois phases peuvent être distinguées. La première de 0 à 60 jours après la première pluie s'est caractérisée par une faible croissance de la masse sur pied : 11 kg MS.ha<sup>-1</sup>.jour<sup>-1</sup> en moyenne pour les deux années. Durant la deuxième phase allant de 60 à 110 jours après la première pluie, cette masse s'est accrue jusqu'à atteindre son niveau maximal de 117 kg MS.ha<sup>-1</sup>.jour<sup>-1</sup> en 2018 et 115 kg MS.ha<sup>-1</sup>.jour<sup>-1</sup> en 2019 en moyenne. La troisième phase a été observée au-delà de 110 jours après la première pluie avec une diminution de la masse sur pied de 25 kg MS.ha<sup>-1</sup>.jour<sup>-1</sup> en 2018 et 31 kg MS.ha<sup>-1</sup>.jour<sup>-1</sup> en 2019 en moyenne.

Avec le retard de la saison des pluies en 2019, la première phase a été brève par rapport à 2018. La deuxième phase a démarré 30 jours après la première en 2019 alors qu'en 2018 elle a démarré 80 jours après. Au cours de la croissance la masse sur pied a peu varié entre les deux années. Le pic de masse sur pied de 1801 ± 601 kg MS.ha<sup>-1</sup> a été atteint plus tôt en 2019 et il est resté inférieur à celui de 1992 ± 755 kg MS.ha<sup>-1</sup> en 2018.

En 2018, la masse sur pied a peu varié entre la parcelle pâturée et la parcelle mise en défens, sans qu'il n'y ait de supériorité de l'un ou de l'autre (figure 4). Le maximum de masse sur pied observé en début octobre, a été de 1992 ± 755 kg MS.ha<sup>-1</sup> sous pâture et de 2023 ± 375 kg MS.ha<sup>-1</sup> dans la mise en défens. Ces maximums de masse n'étaient pas significativement différents.

En 2019 par contre, la masse sur pied disponible sous pâture a été inférieure à celle de la mise en défens. Les pics de masse sur pied



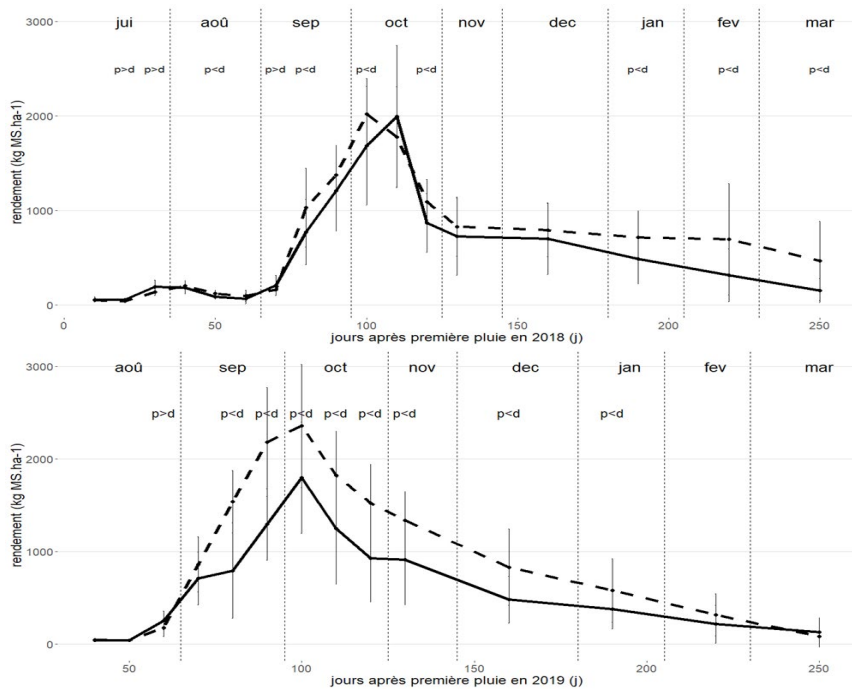
disponible ont été atteints à la même période, début octobre, à  $1801 \pm 601$  kg MS.ha<sup>-1</sup> sous pâture contre  $2357 \pm 664$  kg MS.ha<sup>-1</sup> dans la mise en défens.

### Dynamique saisonnière de la digestibilité des herbacées, impact de la pâture

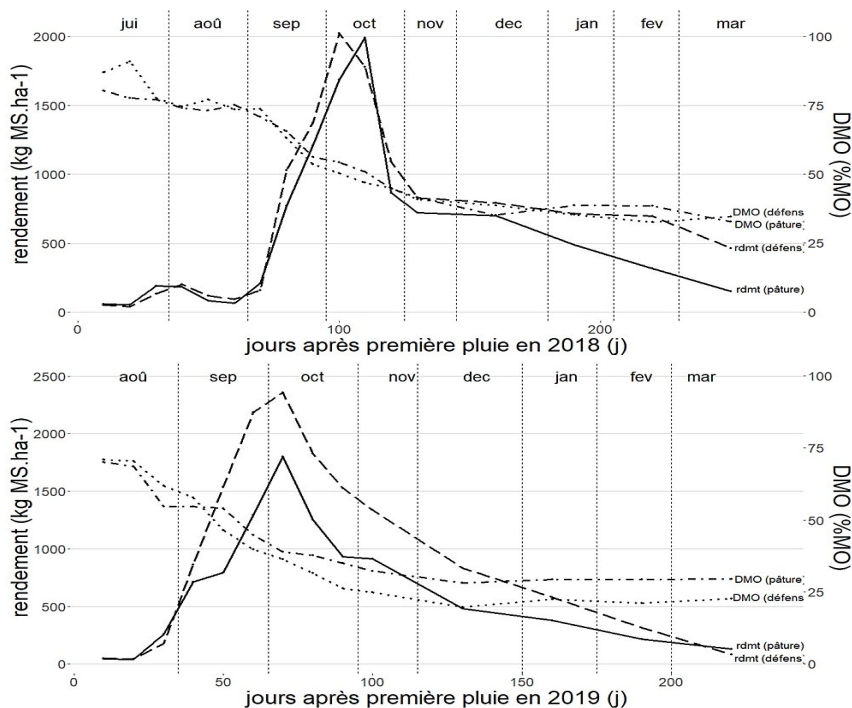
En début de saison des pluies la digestibilité de la matière organique (DMO) a été de 63,5 % en moyenne alors que les masses de fourrage étaient faibles. Ensuite, la DMO a diminué de 62,7 % à 59,3 % en milieu pâturé et de 68,1 % à 60,0 % en milieu mis en défens entre juillet et août. Puis, la DMO est passée de 51,3 % à 40,0 % en milieu pâturé et de 50,7 % à 37,9 % en milieu mis en défens entre septembre et octobre avant de se stabiliser à environ 30 % à partir de novembre

et tout au long de la saison sèche (figure 5). Le moment où la masse sur pied a atteint ses valeurs les plus élevées ne correspond donc pas à la période de meilleure DMO. Les valeurs moyennes de DMO ont été de 52 % et 30 % respectivement pour la saison des pluies et la saison sèche. Entre les deux années, la digestibilité a peu varié malgré quelques différences significatives au cours de la saison des pluies.

La DMO n'a pas été significativement différente entre la parcelle pâturée et la parcelle mise en défens en 2018 (saison des pluies précoce). Par contre en 2019 (saison des pluies plus tardive), la DMO des herbacées a été significativement plus élevée sous pâture que dans la mise en défens de septembre à mars. En 2019, la DMO moyenne était de 51 % sous pâture contre 49 % dans la mise en défens au cours de la saison des pluies et respectivement 30 % contre 22 % au cours de la saison sèche.



**Figure 4 :** Effets de la mise en défens sur le disponible de masse sur pied en 2018 et 2019. p = parcelle pâturée (ligne continue), d = parcelle mise en défens (ligne pointillée); les barres d'erreur représentent les écarts types; si p > d ou p < d il y a une différence significative, sinon pas de différence /// Effects of fencing on standing mass availability in 2018 and 2019. p = grazed plot (solid line), d = fenced plot (dotted line); error bars represent standard deviations; if p > d or p < d there is a significant difference, otherwise no difference



**Figure 5 :** Effets de la mise en défens sur la digestibilité de la matière organique en 2018 et 2019. DMO = digestibilité de la matière organique; rdmt = rendement. /// Effects of fencing on organic matter digestibility in 2018 and 2019. DMO = organic matter digestibility; rdmt = yield

## ■ DISCUSSION

### *Masse sur pied disponible*

Durant la phase de grande croissance des herbacées (figure 4), 117 kg MS.ha<sup>-1</sup> ont été produits par jour en 2018 et 115 kg MS.ha<sup>-1</sup> jour<sup>-1</sup> en 2019. Ces résultats sont bien au-dessus des 35-50 kg MS.ha<sup>-1</sup> jour<sup>-1</sup> mesurés par Penning de Vries et Djitéye (1982) à Niono (Mali). Ils sont aussi plus élevés que la productivité au cours de la phase de croissance rapide mesurée sur une trentaine de sites dans le Gourma malien de 1984 à 2006 qui variait de 38 à 66 kg MS.ha<sup>-1</sup> jour<sup>-1</sup> en fonction de la texture des sols (Hiernaux et al., 2009). Cela signifierait des sols plus fertiles dans notre zone d'étude par rapport à d'autres endroits du Sahel.

En se basant sur la carte des sols du CRZ-Dahra établie par Audry en 1962, la parcelle pâturée est établie sur des sols diors brun-rouge. En fonction des faibles teneurs en matière organique de ces sols, les teneurs en azote sont également très faibles, comprises entre 0,02 à 0,035 % dans l'horizon superficiel. Pourtant, en face de ces teneurs faibles, les taux d'azote minéralisable sont moyens et surtout, les coefficients de minéralisation de l'azote sont très élevés, indiquant une dynamique très favorable de cet élément pour une rapide mise à la disposition des plantes dans la limite des réserves faibles (Audry, 1962).

La production des herbacées consiste en une première phase de germination, d'installation des plantules et de tallage des graminées pendant laquelle la masse sur pied reste faible, une deuxième phase de montaison des graminées où elle s'accroît pour atteindre un pic à la floraison et fructification et une troisième phase pendant laquelle la masse sur pied décroît progressivement suite à la dispersion des diaspores, puis la fanaison des herbacées. Ces phases de croissance sont en lien avec la phénologie des espèces. Ce résultat est confirmé par Penning de Vries & Djitéye (1982) et Grouzis (1992). Ce dernier nomme ces trois phases : (a) établissement du couvert herbacé ; (b) croissance, fleurissement et fructification ; (c) dessèchement et dissémination des diaspores, respectivement. Ces phases correspondraient respectivement à des pluies faibles et irrégulières, des pluies fortes et régulières et enfin une baisse de l'intensité et de la fréquence des pluies (Carrière, 1989). La première phase a débuté avec des quantités de pluie qui atteignent 10 à 20 mm et elle est caractérisée par des précipitations irrégulières, séparées par des séquences sèches longues, au cours desquelles toutes les plantules issues d'une cohorte peuvent brutalement sécher et disparaître.

Au cours de l'année 2019 (saison des pluies tardive), nous avons observé que le temps d'établissement du couvert est raccourci. En effet, Cornet (1981) et Cissé (1986) ont rapporté que la plupart des espèces herbacées sont susceptibles de raccourcir leur cycle végétatif et d'assurer une fructification malgré un développement très réduit lorsque les pluies sont tardives. Le raccourcissement de la phase d'établissement du couvert observé sur les deux parcelles en 2019 n'a pas empêché les plantules qui ont germé tardivement d'entamer rapidement leur montaison et d'atteindre une masse sur pied voisine de celle atteinte avec des pluies précoces en 2018. En effet, la masse sur pied maximale était de 1 800 kg MS.ha<sup>-1</sup> en 2019 et elle était atteinte plus tôt dans l'année avec des pluies tardives alors qu'elle était de 1 993 kg MS.ha<sup>-1</sup> en 2018 avec des pluies précoces. La production des pâturages sahéliens varie d'une année à l'autre en fonction de la pluviosité (Boutrais, 1994 ; Tracol, 2004). Pour Cornet (1981), les conditions de levée dans les sols sableux des milieux sahéliens correspondent à des précipitations supérieures à 20 mm, ou bien à une pluie supérieure à 10 mm, suivie d'une deuxième décade qui comporte au moins 10 mm de pluie. Par ailleurs, Penning de Vries et Djitéye (1982) ainsi que Hiernaux et Le Houérou (2006) ont souligné le rôle déterminant que jouent la distribution et la fréquence des pluies dans les variations de la masse sur pied. Or,

dans la description de la situation pluviométrique des années de suivi, nous avons observé une fréquence des pluies plus élevée en 2019. Aussi, il y avait moins de longues périodes de sécheresse en début de saison cette même année, ce qui amoindrit les pertes de vagues de germination par assèchement des couches superficielles du sol. En plus, Hiernaux et Le Houérou (2006) ont évoqué la bonne capacité de réaction des herbacées annuelles (par rapport aux espèces pérennes) aux variations du régime hydrique des sols. Abondant dans le même sens, Akpo (1990) remarque face à la variabilité interannuelle de la pluviosité une certaine plasticité des phytocénoses sahéliennes. Tous ces arguments n'ont pourtant pas pu jouer en faveur d'une masse sur pied plus importante en 2019 par rapport à 2018. Il serait nécessaire de prendre en compte le bilan hydrique dans des études futures.

Cette étude visait à analyser l'impact de la pâture en comparant la dynamique de la végétation herbacée de deux parcelles : l'une en pâture libre et l'autre avec exclusion du bétail durant la saison des pluies et la saison sèche. Nous n'avons malheureusement pas pu quantifier le chargement sur la parcelle pâturée mais des traces de passage du bétail ont été observées au cours des travaux de terrain.

La masse sur pied disponible est inférieure sous pâture en comparaison à la mise en défens en 2019. Ce résultat confirme les observations de Penning de Vries et Djitéye (1982) selon qui l'élevage peut causer une réduction de la production des parcelles. Cependant, Diawara et al. (2018) précisent que la pâture ne modifie de façon significative la dynamique de la masse herbacée sèche que lorsqu'elle atteint ou dépasse 30 % de la charge moyenne (0,08 UBT.ha<sup>-1</sup>) dans leur cas. Cela pourrait laisser supposer que ce seuil n'a pas été atteint dans la parcelle pâturée lors de notre étude. En plus, Hiernaux et Turner (1996) expliquent que, grâce à la capacité de tallage et de repousse, le piétinement et le prélèvement fourrager en saison des pluies ne peuvent réduire la production d'herbacées annuelles au-delà de 50 %. Par contre en saison sèche, piétinement et prélèvement se conjuguent pour accélérer le passage en litière (Hiernaux & Le Houérou, 2006).

Des essais de mise en défens contre la pâture réalisés au Niger, au Burkina Faso et au Sénégal ont abouti à une production herbacée légèrement inférieure à celle du témoin pâturé, surtout à cause de l'importance relative supérieure des dicotylédones (Hiernaux et Le Houérou, 2006).

### *Digestibilité de la matière organique des fourrages*

La DMO est une mesure de la part de la matière organique ingérée qui peut être utilisée comme source de nutriments et d'énergie par l'animal. Chez les graminées, la DMO est liée au développement des plantes et diminue peu à peu au cours du vieillissement (Nozière et al., 2018). Cette décroissance est d'abord lente en début de saison des pluies (juillet-août), puis s'accélère entre septembre et octobre et la DMO se stabilise à une valeur très basse à partir de novembre. En effet, les constituants solubles des fourrages (sucres, acides organiques, acides aminés libres, certaines protéines, substances pectiques, etc.) présents à l'état jeune, sont digérés très rapidement et plus complètement dans le rumen. La cellulose et les hémicelluloses des parois non-lignifiées sont elles aussi dégradées dans une proportion importante mais à un rythme plus lent. Par contre les tissus lignifiés et les épidermes recouverts d'une cuticule constituent l'essentiel de la fraction non-digestible des fourrages et se retrouvent dans ces fourrages en saison sèche. La diminution de la DMO observée dans notre étude au cours de l'année (saison des pluies puis saison sèche) est donc la conséquence directe d'une diminution des constituants solubles des fourrages (sucres, protéines) et d'une augmentation des tissus lignifiés avec l'assèchement des herbes. En fait, il y a d'abord une diminution relative au cours de la croissance à mesure que les tissus cellulose et lignifiés se développent, puis une diminution absolue quand l'herbe fane et meurt, se transformant en paille.

Sous pâture, le renouvellement plus régulier de la masse sur pied à travers les repousses aura comme conséquence une réjuvenation de certains organes des plantes durant la saison de croissance. Il en résulte une augmentation relative des teneurs en constituants solubles des fourrages (sucres, protéines) et une diminution des constituants pariétaux (tissus lignifiés). Si la pâture est bien gérée (respect de la charge animale, périodes de repos, etc.), elle pourrait améliorer la qualité nutritionnelle fourragère des parcours. Cependant, si la pâture est très faible, cette différence de qualité peut ne pas être observée car le renouvellement de la masse sur pied est moindre. Dans la parcelle mise en défens par contre, certes les plantes émettent de nouvelles pousses au cours de leur croissance (observation de terrain), mais les plantes se lignifient plus rapidement, entraînant une diminution de la DMO des fourrages. C'est la situation qui a été observée en 2019. En 2018 par contre, l'hypothèse émise à propos de la possible faiblesse de la charge animale sous pâture pourrait signifier un faible niveau de pâture et donc peu de croissance compensatoire et de rajeunissement des plantes par les repousses qu'entraîne le broutage. Ce qui a finalement entraîné peu de différence de qualité fourragère entre le site pâturé et la mise en défens.

## ■ CONCLUSION

La croissance des herbacées est très liée à la distribution des pluies. La digestibilité de la matière organique, dépend de la saison (saison des pluies ou saison sèche) et est influencée par la pâture.

En début de saison des pluies où la digestibilité de la matière organique est meilleure, la masse sur pied a été très faible ce qui a entraîné dans notre cas d'étude son faible prélèvement par les animaux. Par contre, au maximum de production, la digestibilité de la matière organique a déjà beaucoup baissé. Maximiser la valeur nutritionnelle des fourrages permettrait de limiter le recours aux compléments alimentaires dans l'alimentation des animaux et ainsi réduire les coûts de production et accroître l'autonomie alimentaire des systèmes d'élevage d'herbivores. Une meilleure dégradabilité des fourrages et une teneur en azote supérieure entraînent également une moindre production de méthane entérique lors de la rumination.

Lorsque la pâture est faible, de sorte que la masse sur pied varie peu entre le site pâturé et la mise en défens, la qualité nutritionnelle du fourrage entre ces deux sites varie peu également. Cette situation laisse apparaître la pâture comme un problème lorsqu'on veut conjuguer masse sur pied disponible et qualité nutritionnelle, de sorte qu'un choix d'objectif semble s'imposer entre quantité et qualité nutritionnelle. Cependant, compte tenu de la charge animale, plusieurs aspects de la pâture tels que le type d'animal (bovin ou petit ruminant) à introduire dans une parcelle, le nombre d'introduction d'animaux, la période d'introduction peuvent être expérimentés afin de trouver une stratégie de gestion qui pourrait concilier quantité et qualité nutritionnelle des fourrages en milieu contrôlé.

## Remerciements

Nos vifs remerciements à Laurent Bonnal pour son appui indéfectible dans le traitement des spectres issus du SPIR.

Cette recherche a été financée par le projet Séquestration de carbone et émissions de gaz à effet de serre dans les écosystèmes (agro) sylvo-pastoraux des États sahéliens du CILSS supporté par l'Union Européenne sous l'Initiative Development Smart Innovation through Research in Agriculture (DeSIRA). Les opinions exprimées dans cet article ne sont pas celles de l'Union Européenne.

## Conflits d'intérêts

L'étude a été réalisée sans aucun conflit d'intérêts.

## Déclaration des contributions des auteurs

OD, SD, PS, ON, DN, DB, MHA, AI et ST ont conçu l'étude. OD, SD, ST, PS ont planifié l'étude. OD a recueilli les données et rédigé la première version du manuscrit. OD et ST ont analysé les données. Tous les auteurs ont révisé l'article et autorisé la soumission de la version finale en vue de la publication.

## REFERENCES

- Akpo L.E., 1990. Dynamique des systèmes écologiques sahéliens : structure spécifique, productivité et qualité des herbages — le forage de Widdu Thiengoly. Mémoire de DEA d'écologie végétale, Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 65 p.
- Audry P., 1962. Etude pédologique du Centre de Recherches Zootechniques de Dahra-Djoloif (République du Sénégal). Rapport ORSTOM, Dakar, Sénégal, 131 p.
- Bastianelli D., Bonnal L., Barre P., Nabeneza S., Salgado P., Andueza D., 2018. La spectrométrie dans le proche infrarouge pour la caractérisation des ressources alimentaires. *INRA Prod. Anim.*, **31** (3) : 237-254, doi: 10.20870/productions-animales.2018.31.2.2330
- Boutrais J., 1994. Eleveurs, bétail et environnement. In: A la Croisée Des Parcours. Pasteurs, Éleveurs, Cultivateurs. (Coord. C Blanc-Pamard & J Boutrais). Colloques et Séminaires, ORSTOM Editions, Paris, France, pp. 303-319
- Carriere M., 1989. Les communautés végétales sahéliennes en Mauritanie (Région de Kaedi) ; analyse de la reconstitution annuelle du couvert herbacé. Thèse Doct., Université Paris-Sud, France, 238 p.
- Casenave A., Valentin C., 1989. Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration. Collection didactiques, Editions de l'ORSTOM, Paris, France, 229 p.
- Cissé A.M., 1986. Dynamique de la strate herbacée des pâturages de la zone sud-sahélienne Thèse Doct., Landbouw Universiteit, Wageningen, Pays Bas, 211 p.
- Cornet A., 1981. Le bilan hydrique et son rôle dans la production de la strate herbacée de quelques phytocénoses sahéliennes au Sénégal. Thèse Doct., Université des sciences et techniques du Languedoc, Montpellier, France, 351 p.
- Diatta O., 2021. Dynamique saisonnière et interannuelle de la strate herbacée des parcours sahéliens du Sénégal (crz-dahra, nord-Sénégal). Thèse Doct., Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 105 p.
- Diatta O., Ndiaye O., Ngom D., Diatta S., Fensholt R., Tagesson T., Taugourdeau S., 2021. Réponses de la phytomasse herbacée aux fluctuations de la pluviométrie en milieu pâturé sahélien du Ferlo. *Fourrages*, **246** (0) : 97-105
- Diawara M.O., Hiernaux P., Mougin E., Grippa M., Delon C., Diakité H.S., 2018. Effets de la pâture sur la dynamique de la végétation herbacée au Sahel (Gourma, Mali) : une approche par modélisation. *Cah. Agric.*, **27** (1) : 15010, doi : 10.1051/cagri/2018002
- Grouzis M., 1992. Germination et établissement des plantes annuelles sahéliennes. In: L'aridité, une contrainte au développement (Ed. Le Floc'h E., Grouzis M., Cornet A., Bille J.C.) Editions de l'ORSTOM, Paris, France, pp. 267-282
- Hiernaux P., Le Houérou H.N., 2006. Les parcours du Sahel. *Sécheresse*, **17** (1-2) : 51-71
- Hiernaux P., Mougin E., Diarra L., Soumaguel N., Lavenu F., Tracol Y., Diawara M., 2009. Sahelian rangeland response to changes in rainfall over two decades in the Gourma region, Mali. *J. Hydrol.* **375** (1-2) : 114-127, doi: 10.1016/j.jhydrol.2008.11.005
- Hiernaux P., Turner M.D., 1996. The effect of the timing and frequency of clipping on nutrient uptake and production of Sahelian annual rangelands. *J. Appl. Ecol.*, **33** : 387-399, doi: 10.2307/2404760
- Levang P., Grouzis M., 1980. Methods of studying the herbaceous biomass of Sahelian formations: application to the Oursi pond, Upper Volta. *Acta Oeco/Oecol Plant*, **15** (3) : 231-244
- Ndiaye O., 2015. Déterminants de la dynamique de la végétation d'un milieu pâturé en région sahélienne du Sénégal. Thèse Doct., Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 133 p.
- Ngom D., 2008. Définition d'indicateurs de gestion durable des ressources sylvo-pastorales au Ferlo (Nord-Sénégal). Thèse Doct., Université Cheikh Anta Diop, Dakar, Sénégal, 148 p.
- Nozière P., Sauvant D., Delaby L., 2018. Alimentation des ruminants. Éditions Quæ, Versailles, France, 728 p.



Penning de Vries F.W.T., Djitéye M.A., 1982. La productivité des pâturages sahéliens—une étude des sols, des végétations et de l'exploitation de cette ressource naturelle. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, Pays Bas, 525 p.

R Core Team. 2021. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <https://www.R-project.org/>

Tagesson T., Fensholt R., Guiro I., Rasmussen M.O., Huber S., Mbow C., Garcia M., et al., 2015. Ecosystem properties of semiarid savanna grassland in West Africa and its relationship with environmental variability. *Glob. Change Biol.*, **21** (1): 250–264, doi: 10.1111/gcb.12734

Tracol Y., 2004. Etude des variations interannuelles de la production herbacée des pâturages sahéliens : Exemple du Gourma malien. Thèse Doct., Université Paul Sabatier, Toulouse, France, 262 p.

## Summary

**Diatta O., Salgado P., Diatta S., Ndiaye O., Ngom D., Bastianelli D., Assouma M.H., Ickowicz A., Taugourdeau S.** Short-term dynamics of standing mass and digestibility of herbaceous forages under grazing or set-aside in the Sahel region of Senegal

The effect of grazing on the evolution of the herbaceous mass and its digestibility during the year was studied at Centre de Recherches Zootechniques de Dahra (CRZ), in the Senegalese Sahel. It is a livestock production area where the herbaceous layer, basis of the livestock feed, has a short growth period during the rainy season (3 to 4 months) and therefore conditions a particular resource use strategy. The study was conducted during the rainy and dry seasons over two consecutive years: from July 2018 to June 2020. The measurements of phytomass and forage quality (in vitro digestibility of organic matter, DMO) started ten days after the first rainfall and were repeated every ten days in the rainy season and thirty days in the dry season. The dynamics of the annual herbaceous is in three stages: a first one of low growth, a second one of rapid growth, and a third one of senescence. The maximum amount of standing mass under grazing was  $1,992 \pm 755$  kg DM.ha<sup>-1</sup> in 2018 and  $1,801 \pm 601$  kg DM.ha<sup>-1</sup> in 2019 while in the fenced area it was  $2022 \pm 375$  kg DM.ha<sup>-1</sup> in 2018 and  $2357 \pm 664$  kg DM.ha<sup>-1</sup> in 2019. DMO decreased markedly over the growing season: from 70% at the beginning of the rainy season, it averaged 52% during the rainy season and 30% over the dry season. During the growing season, the organic matter digestibility decreased as the herbaceous mass increased. The forage remained more digestible under grazing than under fencing. Grazing did not systematically decrease the amount of available phytomass significantly but improved the forage digestibility.

**Keywords:** natural grasslands, biomass, phenology, seasonal variation, nutritive value, Sahel, Senegal

## Resumen

**Diatta O., Salgado P., Diatta S., Ndiaye O., Ngom D., Bastianelli D., Assouma M.H., Ickowicz A., Taugourdeau S.** Dinámica a corto plazo de la masa en pie y de la digestibilidad de los forrajes herbáceos en pastoreo o en exclusión de pastoreo en la región del Sahel de Senegal

El efecto del pastoreo en la evolución de la masa herbácea y su digestibilidad a lo largo del año se estudió en Dahra, en el Sahel senegalés. En esta zona ganadera el estrato herbáceo, base de la alimentación del ganado, tiene un crecimiento breve durante la estación lluviosa. El estudio fue llevado a cabo durante la estación lluviosa y la estación seca a lo largo de dos años consecutivos, de julio de 2018 a junio de 2020. Las medidas de fitomasa y de calidad forrajera (digestibilidad *in vitro* de la materia orgánica, DMO) empezaron diez días después de la primera lluvia y se repitieron con una frecuencia de diez días en la estación lluviosa y de treinta en la estación seca. La dinámica de las herbáceas anuales tiene tres etapas: una primera, de poco crecimiento; una segunda, de crecimiento rápido, y una tercera, de senescencia. La cantidad máxima de masa en pie con pastoreo fue de  $1\,992 \pm 755$  kg MS.ha<sup>-1</sup> en 2018 y de  $1\,801 \pm 601$  kg MS.ha<sup>-1</sup> en 2019; mientras que, con exclusión de pastoreo, fue de  $2022 \pm 375$  kg MS.ha<sup>-1</sup> en 2018 y de  $2357 \pm 664$  kg MS.ha<sup>-1</sup> en 2019. La DMO decreció fuertemente a lo largo de la temporada de crecimiento: del 70 % al principio de la estación lluviosa, pasó como media al 52 % en plena estación lluviosa y al 30 % en la estación seca. La materia orgánica del forraje fue más digestible con pastoreo que con la exclusión de pastoreo. El pastoreo no disminuyó sistemáticamente la masa en pie disponible de manera significativa; en cambio, mejoró su digestibilidad.

**Palabras clave:** praderas naturales, biomasa, fenología, Variación estacional, valor nutritivo, Sahel, Senegal



