

FAIT MARQUANT

Les systèmes intégrés culture-arbre-élevage comme une solution potentielle pour l'élevage durable de demain

Face au changement climatique, les systèmes d'élevage doivent évoluer pour devenir plus durables et résilients. Les ruminants jouent un rôle essentiel dans l'alimentation mondiale, mais ils sont exposés aux aléas climatiques et émettent du méthane, un des principaux gaz à effet de serre issu de l'élevage. Diversifier les systèmes, en associant cultures et sylvopastoralisme, apparaît comme une piste prometteuse pour concilier productivité, résilience animale et réduction de l'impact environnemental. C'est dans ce cadre qu'une collaboration scientifique entre l'Université de São Paulo (USP, Brésil) et l'INRAE (UMR Herbivores et UMR ASSET) a permis de mener une étude approfondie d'expérimentation suivie d'une étape de modélisation avec le but de comparer différents systèmes : pâturage simple, associations cultures-élevage et systèmes intégrés cultures-arbres-élevage. Les résultats montrent que les systèmes avec des cultures et ceux en associant culture et arbres produisent beaucoup plus de protéines ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) pour l'alimentation humaine que le système spécialisé en élevage uniquement, stockent davantage de carbone et améliorent le confort thermique des animaux, sans augmenter les émissions de méthane par individu.

Le changement climatique impose de repenser les systèmes de production alimentaire pour les rendre plus durables et résilients. Les élevages de ruminants au pâturage, directement exposés aux aléas climatiques et à la baisse de qualité des fourrages, doivent évoluer. Leur rôle reste essentiel pour la sécurité alimentaire mondiale grâce à leur capacité à valoriser la cellulose, mais leurs émissions de méthane en font une source majeure de GES. L'enjeu est donc de concilier production et réduction d'impact environnemental. Selon les principes agroécologiques, la diversification (arbres, cultures, associations d'espèces) renforce la capacité des systèmes d'encaisser les aléas (résilience) en même temps qu'il augmente sa capacité à réduire les pertes de carbone dans son cycle bio-geo-chimique. L'hypothèse testée

est que les systèmes intégrés – sylvo-pastoraux ou cultures-élevage – sont plus adaptés au changement climatique et présentent une empreinte environnementale moindre que les systèmes spécialisés.

Pour l'évaluer, une expérimentation de quatre ans a été menée à la frontière sud de l'Amazonie brésilienne, zone emblématique de déforestation. Quatre systèmes bovins viande ont été comparés : pâturage simple (L), pâturage avec eucalyptus (LF), rotation cultures-élevage (CL) et rotation cultures-élevage-forêt (CLF). Les performances ont été mesurées selon la production de protéines destinées à l'alimentation humaine, les émissions de GES, le bilan carbone et le confort thermique (indice ITH).

Les systèmes intégrés – sylvo-pastoraux ou cultures-élevage – ont nettement amélioré la durabilité par rapport au système spécialisé. L'introduction de cultures (CL, CLF) a multiplié par quatre la production de protéines pour l'alimentation humaine (3010 contre $755 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$), démontrant l'intérêt de la diversification pour la sécurité alimentaire.

L'intégration d'arbres (LF, CLF) a renforcé le stockage de carbone et amélioré le bilan net, en particulier pour LF à l'hectare et CLF par kilogramme de carcasse. Ces systèmes agissent comme puits de carbone capables de compenser une partie des émissions de méthane entérique.

Les arbres ont aussi amélioré le confort thermique : l'ombrage et la régulation microclimatique ont limité le stress thermique, favorisant de meilleures performances animales. En saison sèche, le système LF a affiché +47 % de productivité avec +33 % de chargement animal par rapport au système spécialisé, sans hausse du méthane ($\text{g CH}_4\cdot\text{vache}^{-1}\cdot\text{jour}^{-1}$). Les systèmes sylvo-pastoraux apparaissent ainsi comme une voie d'intensification durable conciliant productivité et atténuation environnementale.

Ces résultats, issus d'une thèse soutenue en 2024 à l'Université de São Paulo et co-encadrée par l'INRAE (UMR Herbivores, UMR ASSET), ouvrent des perspectives fortes pour la transition agroécologique des systèmes d'élevage tropicaux et tempérés. La diversification associant cultures et arbres à l'élevage constitue une stratégie efficace d'adaptation et d'atténuation face au changement climatique. Elle a inspiré un projet ANR-FAPESP visant à tester ces synergies dans des élevages laitiers et allaitants au Brésil et en France. La reconnaissance scientifique est notable : l'article publié en 2024 a valu le docteur Alyce Monteiro le prix de la meilleure publication nationale 2025 de la Société Brésilienne de Zootechnie. Ce partenariat entre l'USP, l'UMR Herbivores et l'UMR ASSET a aussi contribué, entre autres, à la création du Planetary Health International Research Center, récemment signé entre l'INRAE et l'USP, illustrant l'ouverture internationale de l'institut et son engagement en faveur de solutions à impact global.



Légende : Système intégré cultures-élevage-forêt (CLF) à l'Embrapa Agrossilvopastoril, Sinop, état de Mato Grosso, Brésil. Auteur : Alyce Monteiro

Valorisation : MONTEIRO, A.; SILVA, F.S.; ABDALLA, A.L.; EUGENE, M.; BARRETO-MENDES, L.; RODRIGUES, R.A.R.; MAGALHAES, C.A.; PEDREIRA, B. 2025. Enteric methane emissions and thermal comfort indexes of Nellore steers in a livestock-forestry system in the Amazon biome. *TROPICAL ANIMAL HEALTH AND PRODUCTION*, v. 57. DOI: 10.1007/s11250-025-04607-0.

MONTEIRO, A.; BARRETO-MENDES, L.; FANCHONE, A.; MORGAVI, D.; PEDREIRA, B.; MAGALHÃES, C.; ABDALLA, A.; EUGÈNE, M. 2024. Crop-livestock-forestry systems as a strategy for mitigating greenhouse gas emissions and enhancing the sustainability of forage-based livestock systems in the Amazon biome. *SCIENCE OF THE TOTAL ENVIRONMENT*, v. 906, p. 167396. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2023.167396.

Contact : BARRETO-MENDES Luciano ; luciano.mendes@inrae.fr, UMR Herbivores, F-63122 Saint-Genès Charnier, France.