

Evaluation de diferentes strategies de fertilisation organique pour restaurer la fertilité des sols dans les bananeraies antillaises

Elodie Dorey ^{1,2 *}; Charles Meynard ^{1,2}; Steewy Lakhia ^{1,2}; Marie Ruillé ^{1,2}; Marc Dorel ^{1,2}

1CIRAD, UPR GECO, F-97130 Capesterre-Belle-Eau, Guadeloupe, France; 2GECO, Univ Montpellier, CIRAD, Montpellier, France.

**Autor de*

Correspondencia:

Jéssika P. Torres S
jetorres@corbana.co.cr

Contribución:

Tecnológica

Sección:

Manejo de Suelos y
Nutrición

Recibido:

15 Diciembre, 2023

Aceptado:

15 Enero, 2024

Publicado:

16 Abril, 2024

Cita:

Dorey E, Meynard C,
Lakhia S, Ruillé M et Dorel
M. 2024. Evaluation de
differentes strategies de
fertilisation organique pour
restaurer la fertilité des sols
dans les bananeraies
antillaises. *Acorbat Revista
de Tecnología y Ciencia*
1(1):9
<https://doi.org/10.62498.A>
RTC.2409



RESUMEN

En las plantaciones intensivas de banano convencionales, la fertilización, principalmente mineral, tiene como objetivo satisfacer las necesidades nutricionales de las plantas, pero no asegura una reserva suficiente de materia orgánica para mantener una fertilidad adecuada del suelo. Sin embargo, el uso de fertilizantes orgánicos complica el manejo de la fertilización ya que los nutrientes proporcionados sólo están disponibles para la planta después de la mineralización de la materia orgánica por los microorganismos del suelo. Por lo tanto, el objetivo del estudio es diseñar estrategias de fertilización orgánica que permitan restablecer la fertilidad a lo largo de los años, basándose en un modelo de equilibrio húmico, validado experimentalmente en condiciones reales en cultivo de plátano.

Palabras Clave: fertilización orgánica, fertilidad, modelo, nutrición.

RÉSUMÉ

Dans les bananeraies intensives conventionnelles, la fertilisation, essentiellement minérale, vise à satisfaire les besoins nutritionnels des bananiers mais ne permet pas d'assurer un stock de matière organique suffisant pour maintenir une fertilité des sols optimale. Or, l'utilisation de fertilisants organiques complexifie le raisonnement de la fertilisation puisque les nutriments apportés ne sont disponibles pour la plante qu'après minéralisation de la matière organique par les microorganismes du sol. L'objectif de l'étude est donc de concevoir des stratégies de fertilisation organique qui permettent de restaurer la fertilité sur plusieurs années, en s'appuyant sur un modèle de bilan humique, validé expérimentalement en condition réelles sous culture de banane plantain.

Most clés: fertilisation organique, fertilité, modèle, nutriments.

INTRODUCCION

Dans les systèmes de monoculture bananière intensifs, la fertilisation est raisonnée de manière à maintenir le stock des nutriments essentiels à des niveaux élevés afin de garantir une nutrition optimale du bananier par des apports importants et fréquents d'engrais minéraux (Godefroy et Dormoy, 1983; Turner et Lahav, 1983). Cette stratégie conduit généralement à des apports de fertilisants excédant largement les capacités d'absorption du bananier, et les capacités d'adsorption du sol (Godefroy *et al.*, 1975). Ainsi, la croissance de la plante n'est jamais contrainte mais le stock de matière organique, relié à la fertilité des sols, s'appauvrit.

Aujourd'hui, l'utilisation massive d'intrants de synthèse d'origine minérale fait débat, en effet l'azote sous forme ionique NO_3 est très mobile dans les sols et participe à la pollution des nappes aquifères et à l'eutrophisation des écosystèmes aquatiques. De plus, la synthèse de ces fertilisants engendre la production de gaz à effet de serre participant au réchauffement climatique (IPCC, 2022). S'ajoute à ces enjeux environnementaux le coût des intrants, en effet le prix des engrais minéraux de synthèse a largement augmenté ces dernières années, ce qui amène les agriculteurs à se tourner de plus en plus vers une fertilisation organique. Mais l'utilisation de fertilisants organiques complexifie le raisonnement de la fertilisation. En effet les éléments nutritifs apportés ne sont disponibles pour la plante qu'après minéralisation de la matière organique par les microorganismes du sol. Ce mode de fertilisation, qui permet de réduire les pertes d'éléments minéraux en favorisant leur recyclage et d'améliorer les composantes physiques et biologiques de la fertilité des sols, risque de générer des stress nutritionnels pour la culture. L'utilisation de fertilisation organique demande donc de concilier deux objectifs : (i) alimenter les microorganismes du sol hétérotrophes afin d'augmenter les services qu'ils rendent à l'agrosystème (recyclage des éléments nutritifs, amélioration de la structure du sol, régulation biologique des bio-agresseurs, etc.), (ii) mettre à disposition des plantes les éléments nutritifs nécessaires à leur croissance. Il est donc nécessaire de pouvoir prédire la cinétique de minéralisation des apports organiques, qui semble être régie en grande partie par le rapport C/N des apports (Nicolardot *et al.* 2011) et la part qui contribuera à augmenter le stock d'humus du sol.

L'objectif de cette étude est d'évaluer à l'aide d'un outil de simulation de bilan humique l'évolution du stock de matière organique du sol en fonction de deux stratégies de fertilisation organique, qui privilégient l'objectif (i) ou (ii) pour une même quantité d'éléments nutritifs fournis à la culture. La 1^{ère} stratégie est basée sur l'utilisation d'un compost local, à faible cout, avec une efficacité de l'azote modéré et un fort coefficient isohumique (K1). La 2nd stratégie est basée sur l'application d'un fertilisant organique importé à fort efficacité de l'azote et d'ajout de fientes de poules.

Cette seconde stratégie a un coefficient isohumique K1 réduit mais un cout assez élevé. Ces stratégies ont d'abord été simulées en partant d'un état initial du sol dégradé présentant un faible stock de matière organique et mises en œuvre expérimentalement pour une validation en conditions réelles sous culture de banane plantain.

MATÉRIELS ET MÉTHODES

Structure du modèle

L'outil utilisé dans cette étude se base sur le calcul simple de bilan humique des sols selon le modèle de Hénin et Dupuis (1945) qui compare la différence entre la quantité de matière organique du sol stable produit par l'humification des matières organiques apportées et la quantité de substances humiques dégradée par minéralisation (pertes) au cours de l'année. Le rendement en humus d'une matière organique apportée (A) est estimé par son coefficient isohumique (K1), déterminé ici selon les équations de Nicolardot *et al.* (2001), basée sur le rapport C:N des apports organiques. Les pertes en humus sont déterminées par le coefficient de minéralisation K2 et sont proportionnelles au stock en place (B).

La variation de stock ΔB s'écrit alors:

$$\Delta B = k1A - k2B \quad (1)$$

avec B=stock d'humus, K1A=apports, K2B= pertes

Les coefficient iso-humiques (K1) des différents fertilisants organiques utilisés sont présentées dans le tableau 1.

Le coefficient K2 correspond au coefficient de minéralisation d'un andosol en Guadeloupe (0,01).

Le modèle est ensuite utilisé pour analyser l'évolution des teneurs en matière organique du sol en fonction des stratégies simulées et évaluées en milieu réel sur 10 ans.

Dispositif expérimental

Deux stratégies de fertilisation organique (S1 et S2) ont été mises en œuvre et évaluées au bout de 18 mois sur une parcelle expérimentale de la station CIRAD de Neufchâteau (Guadeloupe, 16° 13'N, 61° 36' W, altitude 250 m) sur une surface de 0,5ha, plantée en bananier plantain. La zone d'étude est caractérisée par un climat tropical avec une pluviométrie annuelle moyenne de 3500 mm. Le sol est classé comme andosol (WRB, 2022) et se caractérise par un pH 5,5, 62% d'argile, 32% de limon et

6% de sable, et une densité apparente de $0,8 \text{ Mg m}^{-3}$. Chaque stratégie été répétées 5 fois sur des parcelles élémentaires 150 m². Les apports ont été calculés de manière à ce que ceux-ci fournissent annuellement une quantité d'azote minéral de 375 kg/ha.

Tableau 1. Coefficient iso-humiques (K1)

Apports organiques	K1
Fertigwa	0,171
Fiente de poules	0,128
ABFLOR 7-5-7	0,120
Résidus bananiers	0,121

Les quantités de fertilisants apportés par stratégie sont décrites ci-après :

- Fertilisation organique S1 : Apport de 8,5 kg par pied d'engrais organique local tous les 3 mois. Coût : 1000 Eur/ha/an

- Fertilisation organique S2 : Apport de 0,6 kg de fientes de poules par pied tous les 3 mois et apport mensuel de 225 g par pied pied d'un engrais d'importation 7-5-7 S. Coût : 4155 Eur/ha/an

Des analyses de sols ont été réalisées pour chaque parcelles élémentaires au début de l'expérimentation (T0) et 18 mois plus tard (T18) afin de comparer l'évolution du stock de matière organique du sol en fonction des 2 stratégies de fertilisation.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

L'évolution de la MOS (%) a été simulé d'après le modèle de bilan humique pour les 2 stratégies de fertilisation organique S1 et S2 de l'étude (Tableau 2).

On observe un accroissement plus important de la MOS (%) pour la stratégie 1, qui a pourtant une teneur initiale de MOS légèrement plus faible. Des teneurs en MOS de 7% bien que semblant élevées dans les sols non andiques, ne garantissent pas une fertilité élevée dans les andosols. En effet, dans les andosols se trouvent de fortes teneurs en allophanes qui protège la MOS de la dégradation par les microorganismes. C'est pourquoi, des teneurs en matière organique très élevées sont retrouvées en Guadeloupe comparativement à d'autres sols de régions tropicales. Malgré ces fortes teneurs initiales, l'augmentation de la MOS (%) reste très faible sur une simulation de 10 ans, avec seulement 2,25% d'augmentation pour S1 et 0,29% pour S2. Il apparaît

donc nécessaire de mettre en place des pratiques culturales qui préservent le stock de MOS, très lent à reconstituer une fois qu'il est dégradé (Ardenti *et al.*, 2023).

Tableau 2. Simulation de l'évolution de la matière organique du sol (MOS) (%) pour les stratégies de fertilisation S1 et S2 sur 10 ans.

	Strategie S1		Strategie S2	
	MOS	Stock MO	MOS	Stock MO
Année 0	6,68%	160,	7,08%	169
Année 1	6,91%	165	7,09%	170
Année 2	7,15%	172	7,10%	170
Année 3	7,41%	178	7,14%	171
Année 4	7,67%	184	7,18%	172
Année 5	7,93%	190	7,22%	173
Année 6	8,18%	196	7,26%	174
Année 7	8,43%	202	7,30%	175
Année 8	8,68%	208	7,33%	176
Année 9	8,93%	214	7,37%	176

Une évaluation du statut organique du sol a été effectuée 18 mois après le début de l'application des stratégies S1 et S2 (Figure 1).

On constate également un accroissement plus important de la teneur en MOS avec la stratégie 1 comme le prévoyait les simulations par le modèle. Bien qu'initialement les parcelles élémentaires recevant la stratégie 1 aient des teneurs en matière organique plus faibles, après 18 mois les teneurs en matière organique sont équivalentes dans les deux stratégies. L'engrais organique utilisé dans la stratégie 1 enrichit la matière organique du sol. Sa dynamique de minéralisation, lente et progressive, conduit à une faible quantité d'azote biodisponible potentiellement lessivable. En revanche, l'engrais organique importé utilisé dans S2 a un coefficient d'équivalence fertilisante élevé, puisqu'en 90 jours, le rapport entre la quantité d'azote minéral libérée et fournie est presque équivalent à celui de l'engrais minéral (0,75 vs 0,92) (Dorel *et al.*, 2023). Mais son pouvoir amendant reste faible et S2 ne semble pas la stratégie la plus avantageuse pour restaurer la fertilité d'autant plus qu'elle se base sur des apports d'engrais d'importation avec un coût élevé (4,5 fois plus cher que S1). L'accroissement des teneurs semblent cependant plus rapide que les prévisions du modèle. Ceci s'explique par le fait que les mesures ont été effectuées au pied des

bananiers dans la zone d'épandage des fertilisants organiques alors que le modèle simule l'évolution des teneurs sur l'ensemble de la parcelle.

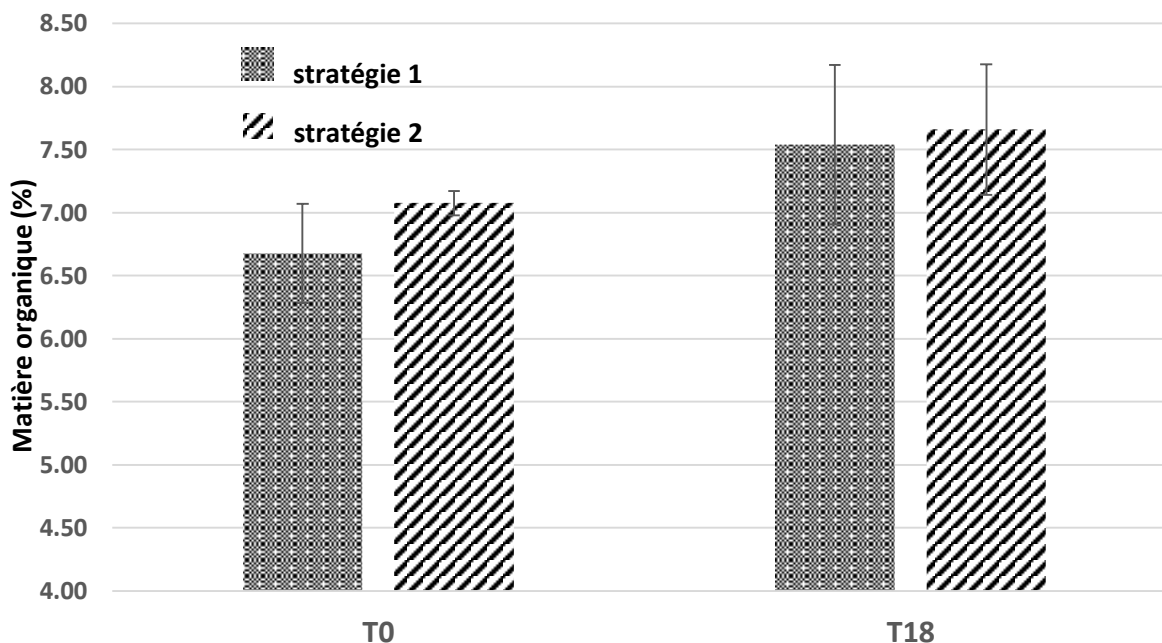


Figure 1. Comparaison du statut organique du sol en début d'expérimentation (T0) et 18 mois plus tard (T18) en fonction des stratégies de fertilisation S1 et S2 appliquées.

CONCLUSION

Avec le développement de systèmes agroécologiques, accroître et maintenir un niveau idéal de MOS est une priorité dans la conception de stratégies de fertilisation. Seule la fertilisation organique permet d'enrichir la MOS et de restaurer les fonctionnalités des sols afin de maintenir une fertilité des sols optimale et ne pas impacter à terme, les rendements. L'utilisation d'un outil de simulation semble pertinente pour élaborer des stratégies de fertilisation organique en fonction du statut organique initial des parcelles et des objectifs de production, qui font souvent l'objet de compromis entre maintenir un stock de MOS élevé tout en assurant la nutrition des bananiers.

REFERENCIAS

72. Ardenti F, Capra F, Lommi M, Fiorini A, Tabaglio, V. 2023. Long-term C and N sequestration under no-till is governed by biomass production of cover crops rather than differences in grass vs. Legume biomass quality. *Soil and Tillage Research*, 228, 105630.
73. Dorel M, Lakhia S, Achard R. 2023. Mineral nutrition of banana in organic agriculture. *Acta Horticulturae*, 1367, 87-96.
74. Hénin S and Dupuis M. 1945. Bilan de la matière Organique des sols. *Ann. Agron*, 1: 17-29.
75. Godefroy J. 1975. Estimation des pertes par les eaux de ruissellement et de drainage des éléments fertilisants dans un sol de bananeraie du sud de la Côte d'Ivoire. *Fruits*, 30(4), 223-235.
76. Godefroy J and Dormoy M. 1983. Dynamique des éléments minéraux fertilisants dans les sols des bananeraies martiniquaises. *Fruits*, vol 38, n° 5 et 6, pp 373- 387 et 451-459.
77. IPCC. 2022. *Climate Change 2022 : Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II Contribution to the IPCC Sixth Assessment Report.*
78. Nicolardot B, Recous S, Mary B. 2001. Simulation of C and N mineralisation during crop residue decomposition: a simple dynamic model based on the C:N ratio of the residues. *Plant Soil* 228 (1), 83–103.
79. Turner DW and Lahav E. 1983. The growth of banana plants in relation with temperature. *Aust. J. Plant Physiol.* 10, 43–53.
80. WRB. 2022. *Banane, Analyse du Marché 2020.* Rome: Food and Agric. Organisation of the UN (FAO).