

## Impact des fertilisants synthétiques et organiques sur la communauté fongique des sols en Haïti : une révision de littérature

Renan Previl<sup>1</sup>

Samuel Delphin<sup>2</sup>

Johnny Jean<sup>3</sup>

Cameau Cadostin<sup>4</sup>

Althene Jean-Louis<sup>5</sup>

Bamel Sydne<sup>6</sup>

### Résumé

Étant un environnement vivant, le sol constitue l'habitat d'une multitude d'organismes vivants dont les rôles sont d'une importance cruciale pour l'agriculture. Parmi ces organismes, les champignons suscitent un intérêt particulier en raison de leurs activités qui favorisent le bon fonctionnement de l'écosystème édaphique. Cependant, au cours des cinq dernières décennies, l'application de fertilisants chimiques a entraîné des conséquences graves sur les communautés fongiques. Dans ce travail, un ensemble d'études scientifiques a été passé en revue pour mettre en évidence les impacts de l'utilisation de fertilisants chimiques et organiques sur les communautés fongiques dans les sols haïtiens, avec une attention particulière aux champignons mycorhiziens arbusculaires. Les travaux consultés montrent que la structure, la biomasse, l'abondance ainsi que la diversité des champignons sont influencées par la qualité et la quantité des résidus de fertilisants chimiques présents dans le sol. En ce qui concerne l'utilisation de fertilisants organiques, la majorité des études consultées montrent un impact positif direct de ces types de fertilisants sur les communautés fongiques, assurant à la fois leur stabilité et leur abondance. Ainsi, l'objectif de ce travail est d'investiguer les impacts des fertilisants synthétiques et organiques sur les communautés de champignons des sols en Haïti.

Mots-clés : Champignons mycorhizien ; engrais organique ; engrais synthétique ; micro-organisme.

<sup>1</sup> Doctorant en sciences du sol à l'Université Fédérale de Lavras (UFLA) Lavras, Minas Gerais, Brésil, enseignant et chercheur à l'Université Chrétienne du Nord d'Haïti (UCNH), [previlr1@gmail.com](mailto:previlr1@gmail.com).

<sup>2</sup> Doctorant en écologie du sol à l'Université des Sciences agronomiques et médecines vétérinaires Cluj-Napoca (USAMV CN) en Roumanie, [samueldelphin645@gmail.com](mailto:samueldelphin645@gmail.com)

<sup>3</sup> Doctorant en science des sols à l'Université Fédérale de Lavras (UFLA) ; Lavras, Minas Gerais, Brésil ; [johnnyjean9@gmail.com](mailto:johnnyjean9@gmail.com)

<sup>4</sup> Masterant en science des sols à l'Université Fédérale de Lavras (UFLA) ; Lavras, Minas Gerais, Brésil ; [cadostincameau30@gmail.com](mailto:cadostincameau30@gmail.com).

<sup>5</sup> Doctorant en science des sols à l'Université Fédérale de Lavras (UFLA) ; Lavras, Minas Gerais, Brésil ; [altenejeanlouis@hotmail.com](mailto:altenejeanlouis@hotmail.com)

<sup>6</sup> Master en ingénierie agricole, Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf) Brésil, [banelsydne07@gmail.com](mailto:banelsydne07@gmail.com).

## 1. Introduction

En tant qu'élément clé de l'environnement, les sols agricoles jouent un rôle crucial dans le maintien de la sécurité alimentaire et de l'approvisionnement en eau, étant fondamentaux pour le soutien de la vie. L'érosion des sols, un phénomène complexe et multifacette, a des impacts significatifs tant au niveau local, en ce qui concerne la sécurité alimentaire, qu'au niveau mondial, affectant la sécurité hydrique (BORRELLI et al., 2018 ; MARDHIAH et al., 2016). De plus, la compréhension de la dynamique de l'érosion des sols et de ses effets est essentielle pour la mise en œuvre de pratiques agricoles durables et de stratégies de gestion efficaces. Diverses études, y compris les contributions de BORRELLI et al. (2018) et MARDHIAH et al. (2016), soulignent l'importance d'aborder l'érosion des sols comme une question interconnectée à la sécurité alimentaire et hydrique, nécessitant une approche holistique et intégrée pour atténuer ses effets néfastes.

A fertilização representa uma prática de grande importância na otimização da fertilidade do solo e no aumento do rendimento das culturas. Nas últimas cinco décadas, a aplicação de fertilizantes químicos em terras agrícolas expandiu-se mais de dez vezes, com o objetivo de apoiar a produtividade agrícola e satisfazer as necessidades alimentares de uma população global crescente (HAIYANG et al, 2021). No entanto, a administração em grande escala de quantidades substanciais de fertilizantes químicos provoca a deterioração do solo, a concomitante diminuição da produtividade das culturas ao longo do tempo, mas sobretudo o declínio de certas espécies de microrganismos do solo (ŞANDOR, 2017). Dentre esses microrganismos, os fungos representam uma das espécies mais afetadas pela fertilização química. Além disso, na Holanda existe uma lista vermelha de fungos na qual são apresentadas 937 espécies conhecidas por estarem em perigo de extinção (JEFFREY et al, 2010).

Cependant, les champignons jouent un rôle fondamental dans la qualité du sol en tant qu'agents de décomposition de la matière organique et contribuent au cyclage des nutriments dans le sol (LUCIAN et al., 2022). Dans ce travail, des recherches telles que des articles, des dissertations, des thèses et des rapports ont été examinées, mettant l'accent sur les impacts des fertilisants synthétiques et organiques sur la communauté fongique, en particulier les champignons mycorhiziens arbusculaires<sup>7</sup>. Une brève présentation du règne des champignons

---

<sup>7</sup> Les **arbuscules** sont des structures spécifiques formées par l'association symbiotique entre les racines des plantes et les hyphes de champignons mycorhiziens, en particulier ceux de la division **Glomeromycota**. Cette

ainsi que des pratiques de fertilisation a également été réalisée afin de mieux comprendre ces organismes et d'identifier les désavantages causés par les fertilisants inorganiques tout en appréciant les bénéfices des fertilisants organiques sur la communauté des champignons mycorrhiziens arbusculaires.

L'activité des microorganismes présents dans la rhizosphère exerce un impact direct sur les attributs chimiques et physiques du sol par le biais du cyclage des nutriments, influençant à la fois la transformation de la matière organique et l'échange de carbone et de nutriments (LUCIAN et al., 2022). Dans ce contexte, cette revue vise à mettre en évidence les dommages provoqués par l'utilisation adéquate et/ou intensive de fertilisants chimiques synthétiques sur la communauté fongique du sol et ses répercussions sur les systèmes de production agricole. L'emploi excessif de ces fertilisants peut conduire à la dégradation des activités biologiques du sol, compromettant ainsi la santé de l'écosystème.

Haïti, un pays des Caraïbes, abrite un écosystème très diversifié et souvent victime d'érosion, puisque les deux tiers du pays sont constitués de montagnes, ce qui représente déjà un facteur fortement impactant sur la population microbienne. L'utilisation extensive de produits chimiques dans l'agriculture haïtienne est une question de grande importance et d'impact, comme l'indique le ministère de l'Agriculture, des Ressources naturelles et du Développement rural d'Haïti (MARNDR, 2012).

L'importation et l'utilisation massive de produits chimiques, en particulier les pesticides, émergent comme un problème significatif pour l'agriculture du pays. Il est essentiel de souligner que l'utilisation massive de produits chimiques dans l'agriculture haïtienne nécessite une analyse critique et une approche prudente, en tenant compte des impacts potentiels sur la santé humaine, l'environnement et, en particulier, sur la communauté biologique du sol, en raison de l'utilisation de ces produits sans une connaissance technique approfondie de la part des agriculteurs. Cette préoccupation est corroborée par le document du MARNDR, qui souligne la nécessité de traduire les informations des étiquettes des produits chimiques dans les langues locales et de fournir des orientations aux producteurs sur l'utilisation sécurisée de ces intrants. Par conséquent, l'utilisation de produits chimiques dans l'agriculture haïtienne doit être abordée avec prudence et attention aux impacts potentiels, afin

---

symbiose, connue sous le nom de mycorhization arbusculaire, facilite les échanges nutritifs entre les deux organismes, permettant aux plantes d'absorber des nutriments essentiels, tels que l'eau, le phosphore et l'azote, tout en fournissant au champignon des sucres produits par la photosynthèse. (SANTOS et al., 2019).

de promouvoir des pratiques agricoles plus durables et la préservation de l'environnement et de la santé humaine.

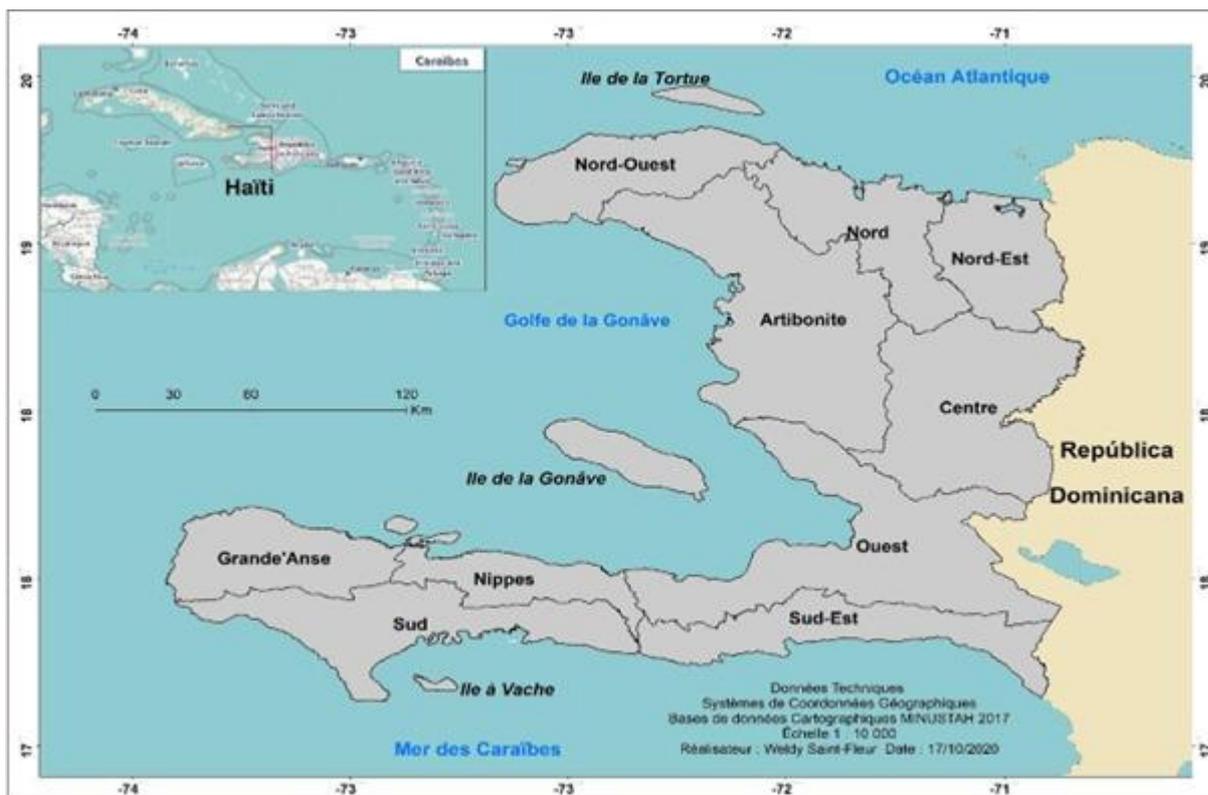
Cette étude a pour but d'examiner et d'analyser les aspects liés à l'utilisation significative de produits chimiques, en cherchant à offrir des réflexions et des suggestions pour promouvoir des pratiques plus durables. Par conséquent, l'objectif de ce travail est d'investiguer les effets des fertilisants synthétiques et organiques sur la communauté de champignons du sol en Haïti.

## **2. Revue de la littérature**

### **2.1. Situation topographique d'Haïti**

La localisation topographique d'Haïti (Figure 1) exerce une influence significative sur les caractéristiques du sol, façonnant ainsi les conditions propices à divers types d'activités agricoles. Le relief haïtien est principalement composé de régions montagneuses avec des variations considérables d'altitude. Environ 80 % du territoire haïtien est caractérisé par des terrains très accidentés, tandis que seulement 20 % consistent en des plaines avec une pente inférieure à 10 %. De plus, plus de la moitié des terrains présentent des pentes supérieures à 40 % (MDE, 2015 ; COLMET-DAAGE et al., 1969).

La typologie des sols en Haïti résulte de la conjonction de plusieurs facteurs, incluant la topographie, le climat et la nature de la roche mère. Selon des sources telles que le ministère de l'Environnement (MDE), le Programme de Développement du Gouvernement (PAGE) et l'Institut National de l'Environnement et des Sciences agricoles (INESA) en 2008, les sols haïtiens sont principalement dérivés de roches volcaniques et sédimentaires. La diversité notable des conditions climatiques, la variété des substrats géologiques et le relief accidenté contribuent à conférer à Haïti une écologie complexe et compartimentée. Cette diversité écologique entraîne des variations significatives dans la typologie et les propriétés physiques et chimiques des sols à travers le pays, ce qui a des implications importantes pour les pratiques agricoles et la gestion des terres (JEUNE, 2015 ; MDE, 2015 ; BUTTERLIN, 1955).



**Figure 1** : Présentation d'Haïti dans les caraïbes

Source : SAINT-FLEUR Weldy, 2020

Cependant, la question de la fertilité du sol associée à la topographie est une grande préoccupation dans de nombreuses régions, influençant directement la productivité agricole et la durabilité du sol. Les zones de plaines, qui représentent seulement 11 % de l'agriculture irriguée, sont vulnérables à la salinité en raison de l'accumulation de sels provenant de l'utilisation excessive de fertilisants synthétiques. En revanche, plus de 50 % du territoire, principalement des zones avec des pentes abruptes, sont exposés à des risques élevés d'érosion en raison des pratiques agricoles ou de la déforestation.

Ainsi, la topographie exerce une influence significative sur la distribution des nutriments dans le paysage, créant des disparités dans la fertilité du sol qui nécessitent une gestion adaptative, notamment par le biais de pratiques agricoles de conservation du sol et de planification adéquate de l'utilisation des terres (UTSIG, 2002 ; MDE, 2015 ; YLKEMA, 2011).

## 2.2. Brève présentation du règne des champignons

Les champignons sont des organismes présents dans presque tous les environnements (terrestres et aquatiques) et colonisent une grande variété de substrats (sol, eau, plantes, débris organiques, etc.). Diversifiés, ils incluent des taxons allant des levures unicellulaires microscopiques et chytrides aquatiques aux champignons multicellulaires macroscopiques et lichénisés (ALEXOPOLOUS & MIMS, 1979 ; Kirk, 2008).

Bien que les estimations de la diversité mondiale des espèces varient de 2,2 à 3,8 millions (HAWKSWORTH et al., 2017 ; WILLIS, 2018) à 165,6 millions (AMEEN et al., 2020), seulement 151 381 espèces ont été nommées et classifiées. Les publications scientifiques traitant de la révision systématique et de l'évaluation des champignons au niveau local, régional et mondial sont relativement rares et fragmentées (AMEEN et al., 2020 ; YANG, 2020).

Les études se sont principalement concentrées sur les rôles joués par les champignons dans le fonctionnement des écosystèmes en tant que décomposeurs, symbiontes, pathogènes, sources de nourriture et dans les cycles du carbone (HEILMANN-CLAUSEN et al., 2014 ; ZANNE et al., 2019 ; FAO, 2020). La recherche a également confirmé que les changements climatiques et leurs conséquences sur la croissance des champignons ont des impacts significatifs sur les fonctions des écosystèmes et les services écosystémiques (WILLIS et al., 2018 ; CRIPPS et al., 2018).

Les services écosystémiques, couramment classés en services d'approvisionnement, de régulation, culturels et de soutien, sont soutenus par l'état de la biodiversité et contribuent directement au bien-être humain (MEA, 2005). Les champignons font partie de tous les services écosystémiques essentiels — de la production primaire (nutriments) à l'utilisation des ressources naturelles, la production de nutriments, l'augmentation des nutriments, la production secondaire (fourniture de nourriture, interactions champignons-faune) et la régulation des populations et des communautés (WILLIS et al., 2018 ; HEILMANN-CLAUSEN et al., 2014 ; ZEDDA et al., 2015 ; JOÃO et al., 2016).

En tant qu'organismes hétérotrophes, les champignons établissent des relations avec presque tous les organismes connus (par exemple, en tant que mutualistes avec les cyanobactéries et les algues dans les lichens et dans différents environnements extrêmes) et fournissent une multitude de services écosystémiques, en particulier des services de régulation

(HEILMANN-CLAUSEN et al., 2014; PRINGLE et al., 2011). De plus, en tant que composant important de la biodiversité du sol, les champignons jouent un rôle dans le cycle des nutriments, la transformation du carbone et la régulation biologique à l'échelle mondiale (FAO, 2020).

### **2.3. Diversité Fongique : Pilier Écologique du Sol Agricole (PES)**

La diversité des champignons en agriculture représente un domaine de recherche extrêmement important, suscitant un intérêt croissant au sein de la communauté agronomique. Des auteurs comme BAJPAI & RASHID (2021) et MONIKA et al. (2019) ont contribué à mettre en lumière l'étendue de cette diversité et son impact positif sur les systèmes agricoles.

Les champignons, y compris des espèces proéminentes comme *Penicillium expansum*, *Aspergillus fumigatus* et les champignons mycorhiziens arbusculaires (FMA), jouent un rôle clé dans ce contexte. Leur capacité à établir des relations symbiotiques avec les plantes, leur fournissant des phytohormones, des nutriments, ainsi qu'une protection contre les agents pathogènes et les stress environnementaux, en fait des partenaires inestimables pour l'agriculture moderne (DAS et al., 2021).

Un aspect particulièrement notable est leur capacité à solubiliser les nutriments et à dégrader les polluants présents dans le sol. Cette capacité de bioconversion des nutriments et de dépollution contribue à la promotion de l'agriculture durable et de la phytoremédiation, deux objectifs fondamentaux dans la quête d'une agriculture durable.

De plus, les champignons endophytes, un composant diversifié des champignons trouvés dans les plantes, attirent de plus en plus d'intérêt en raison de leur capacité à produire des composés naturels bioactifs. Ces produits peuvent être exploités dans diverses applications agricoles et pharmaceutiques, offrant ainsi des perspectives prometteuses d'innovation dans ces domaines (SELVASEKARAN & CHIDAMBARAM, 2020).

Globalement, la diversité fongique en agriculture émerge comme une ressource précieuse pour relever les défis agricoles actuels. Elle représente une voie prometteuse pour réduire la dépendance aux engrais synthétiques, améliorer la fertilité des sols, protéger les cultures et promouvoir une agriculture durable. Des recherches récentes, comme celle de DAS et al. (2021), mettent en lumière le potentiel de ces organismes peu connus pour transformer

positivement nos pratiques agricoles, ouvrant ainsi la voie à un avenir plus durable pour l'agriculture.

La diversité fongique en agriculture est un sujet d'importance croissante dans le domaine de l'Agronomie, et plus particulièrement dans le contexte de la recherche sur la diversité fongique. Cette diversité se réfère à la multiplicité des espèces de champignons qui exercent des influences positives sur les systèmes agricoles, contribuant de manière significative à l'amélioration des cultures, à l'augmentation de la fertilité des sols, ainsi qu'à la protection contre une gamme variée de stress biotiques et abiotiques (BAJPAI & RASHID, 2021 ; MONIKA et al., 2019).

#### **2.4. Importance de la communauté fongique dans le sol**

Les microorganismes du sol jouent un rôle crucial dans les cycles biogéochimiques mondiaux et sont essentiels à la régulation des écosystèmes naturels (FALKOWSKI et al., 2008 ; van der HEIJDEN et al., 2008 ; BARDGETT & van der PUTTEN, 2014). Certains de ces microorganismes établissent des relations étroites avec les plantes, ce qui est fondamental pour la productivité, la résistance et la résilience des plantes (VANDENKOORNHUYSE et al., 2015).

Au sein de la communauté microbienne du sol, les champignons jouent un rôle écologique important. Ils prennent une part active dans les cycles du carbone et des nutriments, favorisent l'assimilation des nutriments et de l'eau par les plantes, et servent de protection contre les stress biotiques et abiotiques, tels que les sécheresses et les attaques de pathogènes (READ & PEREZ-MORENO, 2003 ; SIKES et al., 2009 ; SCHNEIDER et coll., 2012 ; TEDERSO et al., 2014).

Les champignons du sol sont également reconnus comme des contributeurs essentiels à la fertilité du sol (DUHAMEL & VANDENKOORNHUYSE, 2013) et à la sécurité alimentaire mondiale (MARX, 2004). Ainsi, l'étude de la caractérisation, des fonctions écologiques et des mécanismes de formation des communautés fongiques du sol est au cœur des préoccupations de l'écologie microbienne.

Les théories écologiques actuelles suggèrent une rétroaction positive entre la fertilité du sol et sa biodiversité (DELGADO-BAQUERIZO et al., 2017). Les champignons du sol, en tant que décomposeurs et symbiotes des plantes, influencent la fertilité du sol

(KYASCHENKO et al., 2017). En retour, les propriétés du sol liées à la fertilité influencent la structure et le fonctionnement des communautés fongiques, favorisant les espèces les mieux adaptées (ABBOTT & JOHNSON, 2017).

Cependant, la fertilité du sol est multifactorielle et la plupart des études se sont concentrées sur des composants spécifiques, tels que la concentration de nutriments minéraux, qui peuvent ne pas refléter totalement le service écosystémique lié à la fertilité du sol. De plus, les études sur les communautés de champignons du sol se sont souvent concentrées sur les caractéristiques individuelles du sol, comme le pH (ROUSK et al., 2010 ; TEDERSOO et al., 2014), la salinité (MOHAMED & MARTINY, 2011), la matière organique et le carbone (LIU et al., 2015), ainsi que les nutriments du sol (EGERTON-WARBURTON & ALLEN, 2000).

Les différents composants de la fertilité du sol, avec leurs interactions biotiques potentiellement synergiques ou antagonistes, peuvent entraîner des variations dans les communautés fongiques du sol (SICILIANO et al., 2014 ; GRAU et al., 2017). Cette étude vise à approfondir notre compréhension de la diversité des communautés fongiques le long d'un gradient de fertilité du sol, en se concentrant particulièrement sur les principales fonctions des champignons, notamment les symbiotes végétaux, les décomposeurs (saprotrophes), les agents pathogènes végétaux, et l'utilisation intensive de produits synthétiques.

## **2.5. Les engrais inorganiques comme facteur négatif pour la diversité des champignons mycorhiziens arbusculaires**

Les résultats indiquent que la fertilisation minérale à long terme peut altérer la structure de la communauté fongique et diminuer la diversité des espèces (WANG et al., 2011). Dans le cas des champignons mycorhiziens arbusculaires, un groupe répandu de symbiotes végétaux bénéfiques, la biomasse microbienne a été significativement corrélée négativement avec la quantité de résidus d'engrais inorganiques dans le sol (JUDITH et al., 2021). Dans plusieurs études, il a été fermement établi que les engrais inorganiques exercent un impact négatif sur la diversité des champignons mycorhiziens arbusculaires (FMA) (BAJPAI & RASHID, 2021 ; JIANG et al., 2021). Ces recherches ont révélé que l'enrichissement en nutriments résultant de la fertilisation inorganique provoque un déclin marqué des populations de FMA (JIANG et al., 2021).

De plus, il a été constaté que ce déclin, en termes de diversité et d'abondance des FMA, augmente proportionnellement à la durée expérimentale, à la température moyenne annuelle et à la précipitation moyenne annuelle (MA et al., 2021). Il est important de noter que les modifications du pH du sol et de la disponibilité du phosphore, attribuables à l'apport de nutriments, exercent une régulation prédominante sur les réponses relatives à la diversité et à l'abondance des FMA.

En revanche, il a été démontré que les engrais organiques ont des impacts moins préjudiciables sur la richesse des FMA et favorisent l'augmentation de la biomasse fongique des FMA (MA et al., 2021). De plus, les observations ont révélé que la fertilisation organique a un impact positif sur la colonisation des FMA dans des contextes tels que les sols pauvres en phosphore, les régions caractérisées par un climat sec à semi-aride, les basses latitudes et les sites d'essai contenant une diversité d'espèces de plantes, y compris les légumineuses. L'utilisation d'engrais inorganiques influence négativement la diversité des FMA, tandis que les engrais organiques peuvent être considérés comme une pratique efficace pour préserver la symbiose des FMA contre les effets délétères de l'enrichissement en nutriments dans les systèmes agricoles (ZHANG et al., 2019).

Les activités humaines, telles que l'application d'engrais et la combustion de combustibles fossiles, ont causé des augmentations généralisées des apports en nutriments dans les écosystèmes terrestres (IPCC, 2013 ; DELAVAUUX et al., 2017 ; CROWTHER et al., 2019). Cet excès de nutriments a provoqué des changements substantiels dans la diversité microbienne des composants des plantes au-dessus et en dessous du sol, ainsi que dans les interactions entre les plantes et les microorganismes (CEULEMANS et al., 2013 ; WEI et al., 2013 ; LEFF et al., 2015 ; PAYNE et al., 2017).

En tant que mutualistes végétaux prédominants, les champignons mycorhiziens arbusculaires (FMA) bénéficient d'une distribution mondiale et établissent des associations symbiotiques bénéfiques avec près de 80 % des espèces de plantes terrestres (WANG & QIU, 2006 ; SMITH & READ, 2010). Ces associations mutualistes permettent aux FMA d'assimiler le carbone fourni par les plantes et facilitent l'absorption des nutriments par les plantes hôtes (SMITH & READ, 2010). Il devient de plus en plus évident que ces interactions plante champignon mycorhiziennes sont d'une importance cruciale pour le maintien des cycles biogéochimiques, la préservation de la biodiversité et le fonctionnement des

écosystèmes (RILLIG, 2004 ; LEE et al., 2013 ; BENDER et al., 2015 ; VAN der Heijden et al., 2015 ; POWELL & RILLIG, 2018).

## **2.6. Les résidus de fertilisants chimiques comme facteur négatif pour l'abondance des champignons**

Il est bien établi que la fertilisation minérale réduit l'abondance et la diversité des champignons mycorhiziens arbusculaires (VAN et al., 2002 ; CAMENZIND, 2014). Tous les groupes microbiens (Gram-positifs, Gram-négatifs, actinobactéries et champignons) sont plus nombreux dans les systèmes d'agriculture biologique que dans les systèmes conventionnels. Il a également été constaté qu'un système d'agriculture biologique aide à maintenir ou à augmenter l'abondance de la communauté microbienne du sol, qui est une composante importante de la santé du sol (TIINA et al., 2022).

Il a été établi que les résidus de fertilisants chimiques ont un impact négatif sur la profusion de champignons dans le sol. La recherche a révélé que l'utilisation exclusive de fertilisants chimiques peut entraîner une réduction des populations de champignons mycorhiziens arbusculaires (FMA), ainsi que de la richesse fongique globale (TRESEDER, 2004). En revanche, il a été démontré que l'incorporation de fertilisants organiques favorise la richesse et la biomasse fongiques, se posant ainsi comme une approche viable pour préserver la biodiversité du sol et le bon fonctionnement des écosystèmes. Il a également été observé que l'utilisation prolongée de fertilisants minéraux neutralise les influences des plantes sur les communautés fongiques de la rhizosphère, donnant lieu à la formation de communautés fongiques distinctes dans ce micro-environnement (JIANG et al., 2021b).

De plus, l'introduction de matière organique dans le sol entraîne des modifications significatives de la composition et de la structure des communautés fongiques, différents types de matière organique influençant la direction de ces modifications. Globalement, il semble que l'utilisation de fertilisants chimiques puisse entraîner une réduction de l'abondance des champignons, tandis que les fertilisants organiques peuvent contribuer à la préservation et au renforcement des communautés fongiques du sol (TRESEDER, 2004 ; ZHANG et al., 2019).

L'influence des fertilisants chimiques sur le développement des champignons constitue un domaine crucial de recherche dans le contexte de l'agronomie contemporaine. Les fertilisants chimiques, largement utilisés pour augmenter la productivité agricole,

suscitent un intérêt croissant en raison de leur impact potentiel sur la diversité et l'activité des champignons du sol. Une étude menée par VAN et ses collègues en 2016 a apporté une clarté significative à cette question complexe, soulignant les effets potentiellement nocifs des fertilisants synthétiques sur les champignons du sol.

Les résultats de cette recherche ont démontré que les fertilisants synthétiques, lorsqu'ils sont présents dans le sol, peuvent exercer une influence directe et parfois préjudiciable sur le développement des hyphes fongiques. Les hyphes fongiques, composants essentiels du réseau mycorhizien, jouent un rôle central dans l'absorption et le transport des métabolites et des nutriments entre les champignons et les plantes. L'étude a découvert que les fertilisants chimiques peuvent perturber ces processus physiologiques cruciaux, compromettant ainsi l'efficacité de la symbiose mycorhizienne.

L'une des principales conséquences de cette interférence potentielle est l'interruption de la signalisation entre la plante hôte et le champignon mycorhizien. Cette communication complexe est essentielle pour optimiser l'apport en nutriments à la plante et pour sa capacité à faire face aux stress environnementaux. Ainsi, l'impact des fertilisants chimiques sur cette signalisation peut entraîner des répercussions significatives sur la croissance et la santé des cultures.

Cependant, il convient de noter que les effets des fertilisants chimiques sur les champignons du sol peuvent varier en fonction de plusieurs facteurs, notamment le type de fertilisant utilisé, les conditions du sol et les espèces de champignons présentes. Par conséquent, il est impératif de mener davantage d'études pour mieux comprendre ces interactions complexes et développer des pratiques agricoles qui minimisent les impacts négatifs tout en préservant la productivité agricole.

L'étude de VAN et al. (2016) souligne l'importance cruciale de considérer l'influence des fertilisants chimiques sur la diversité et la fonction des champignons du sol en agriculture. Ces découvertes nécessitent une approche plus nuancée de la gestion des fertilisants chimiques, mettant en avant la nécessité de promouvoir des pratiques agricoles durables qui préservent la santé du sol et maximisent les bénéfices de la symbiose mycorhizienne, tout en minimisant les effets adverses. Ce domaine de recherche reste ouvert à de nouvelles études pour mieux comprendre ces interactions complexes et guider la prise de décision dans le secteur agricole.

## 2.7. Influence de la fertilisation phosphatée et azotée sur la mycorhization

Afin d'étudier les effets de la fertilisation phosphatée en pépinière sur la croissance et la mycorhization de *Cedrus atlantica* MANETTI citer par TRICHOLOMA TRIDENTINUM, HASSAN ET DANIEL (2001) ont montré que la fertilisation phosphatée à 86,8 mg L<sup>-1</sup> réduisait significativement le pourcentage de pointes de racines mycorhizées et le contenu total en mycélium viable des racines obtenues avec un apport modéré de P (43,4 mg L<sup>-1</sup>).

LIZA (2023) a affirmé que l'application de fertilisants minéraux, tels que le phosphore et le phosphate nuit aux symbioses mycorhiziennes. Ces substances affectent les champignons et réduisent leur capacité à fournir du phosphore aux plantes via les racines (VAN DER HEIJDEN et al., 2022). DANIELA et al. (2014) ont trouvé le niveau le plus élevé de colonisation des racines par les mycorhizes arbusculaires dans les variantes corrigées avec du compost. En ce qui concerne la fertilisation azotée, une étude réalisée sur une vaste gamme de prairies a montré que l'enrichissement en azote a un impact sur l'attribution des mycorhizes dans divers écosystèmes de prairies, tout en réduisant les structures des champignons mycorhiziens arbusculaires (FMA).

Ces changements sont importants, car ils suggèrent un fonctionnement mycorhizien altéré qui, à son tour, peut impacter la composition de la communauté végétale et la fonction de l'écosystème (JOHNSON et al., 2003 ; MADER et al., 2000) ont découvert que le pourcentage de la longueur des racines colonisées par les champignons AM était de 30-60 % plus élevé ( $P < 0,05$ ) chez les plantes cultivées dans des sols biologiques et biodynamiques que dans ceux issus de l'agriculture conventionnelle.

L'impact de la fertilisation phosphatée sur la diversité des espèces de champignons est un sujet de grande importance en agronomie, car il influence directement la santé et la fertilité du sol, ainsi que la productivité des cultures. Une recherche menée dans un champ semi-aride de luzerne a présenté des découvertes importantes sur l'impact de la fertilisation phosphatée sur les communautés de microorganismes du sol (BEAUREGARD., 2010).

Les résultats de cette recherche ont clairement indiqué que l'application de doses variées de phosphore au sol avait un impact notable sur la composition des communautés bactériennes et fongiques. Dans ce contexte, il a été découvert que la fertilisation au phosphate impactait la structure générale de ces communautés microbiennes dans les systèmes étudiés.

De manière particulièrement intéressante, l'ajout de phosphore a entraîné une réduction significative de la richesse des espèces de champignons dans le sol. Cette observation suggère que la fertilisation phosphatée peut avoir un effet sélectif sur les populations de champignons présentes dans le sol, modifiant ainsi la composition de la communauté fongique. Cette conclusion est en accord avec les résultats de l'étude réalisée par HE et al. (2016).

De plus, l'effet de la fertilisation au phosphate à long terme, en particulier avec des formulations telles que NP et NPK, a également été examiné dans le contexte des champignons mycorhiziens arbusculaires (FMA). Les résultats des recherches de LIN et al. en 2012 et Liu (2018) ont indiqué que la diversité et la richesse des FMA ont subi une réduction significative en réponse à ces fertilisations phosphatées prolongées.

En Haïti, les agriculteurs ont utilisé des produits chimiques en agriculture sans contrôle adéquat des doses, ce qui a eu un impact environnemental significatif sur la microbiologie du sol. Cette pratique a été préjudiciable à la santé du sol et, par conséquent, à la productivité agricole. Le manque de connaissances techniques des agriculteurs sur l'utilisation correcte des produits chimiques en agriculture a contribué à ces impacts négatifs.

Ces observations soulignent l'importance critique de comprendre les effets de la fertilisation au phosphate sur la diversité des espèces de champignons, en particulier les champignons mycorhiziens arbusculaires qui jouent un rôle essentiel dans l'absorption des nutriments par les plantes. Ces résultats appellent à une réflexion plus approfondie sur la gestion de la fertilisation phosphatée dans les systèmes agricoles, en tenant compte de son impact potentiel sur la diversité fongique du sol et, par extension, sur la santé des écosystèmes agricoles et la durabilité de la production. Cette analyse bibliographique met également en évidence la nécessité de surveiller ces effets dans le cadre de la gestion agricole durable.

### **3. CONSIDÉRATIONS FINALES**

Étant donné leurs multiples fonctions, la communauté fongique joue un rôle crucial dans le fonctionnement de l'écosystème édaphique. Dans les travaux consultés, divers auteurs ont démontré que la structure, la stabilité, la biomasse, le fonctionnement et la diversité des champignons sont significativement influencés par la qualité et la quantité des résidus de

fertilisants chimiques présents dans le sol. Les résultats suggèrent également que la perte de diversité fongique et les changements à long terme dans la stabilité de l'écosystème peuvent résulter de la gestion de la fertilisation qui prend en compte la durée de l'exposition des champignons aux fertilisants chimiques.

D'autre part, il est possible de conclure que l'application de certains fertilisants organiques, comme le compostage, améliore la colonisation par les mycorhizes arbusculaires et favorise la diversité fongique. Cependant, les effets causés par la fertilisation synthétique sur la communauté microbienne du sol et les conséquences sur la fertilité du sol n'ont pas été suffisamment étudiés à différents niveaux. De plus, en raison du manque de réglementation, les pratiques de fertilisation chimique occupent de plus en plus de place, ce qui impacte la vie des champignons, mais aussi celle d'autres microorganismes du sol.

Haïti doit, sans plus tarder, mettre en avant un plan de vulgarisation des fertilisants accompagné d'une campagne de sensibilisation où l'accent sera mis sur l'explication aux agriculteurs des éléments chimiques constitutifs des fertilisants et de leurs impacts directs sur la santé humaine, ainsi que sur la méthodologie adéquate d'application. Cette étude propose des recherches approfondies sur la microbiologie des sols en Haïti et une caractérisation de cette faune.

### Références

- ABBOTT L.K, JOHNSON N.C. (2017). *Introduction : perspectives on mycorrhizas and soil fertility*. In: Johnson NC, Gehring C, Jansa J, eds. *Mycorrhizal mediation of soil: fertility, structure, and carbon storage*. Amsterdam, the Netherlands: Elsevier Academic Press, 93–105.
- ALEXOPOLOUS C.J., MIMS W. (2008). *Introductory Mycology*, Third, John Wiley., Chichester, UK. [2] M.P. Kirk, P.F. Cannon, D.W. Minter, J.A. Stalpers, *Dictionary of the Fungi*, tenth ed., CAB International, Wallingford.
- AMEEN F., STEPHENSON S.L., AL NADHARI S., YASSIN M.A. (2020). *A review of fungi associated with Arabian desert soils*, Nova Hedwigia 1-2 173–195, <https://doi.org/10.1127/nova>.
- BARDGETT R.D, VAN DER PUTTEN W.H. (2014). *Belowground biodiversity and ecosystem functioning*. Nature 515 : 505–511.
- BEAUREGARD M. (2010). *Impacts de la fertilisation phosphatée sur la biodiversité microbienne de sols agricoles*. These de doctorat : Université de Montreal.
- CAMENZIND T., HEMPEL S., HOMEIER J., HORN S., VELESCU A., WILCKE W., RILLIG M.C. (2014). *Nitrogen and phosphorus additions impact arbuscular mycorrhizal*

*abundance and molecular diversity in a tropical montane forest*. *Global Change Biology*, 20 (12), 3646-3659.

CHOWDHURY A., PRADHAN S., SAHA M., SANYAL N. (2008). *Impact of pesticides on soil microbiological parameters and possible bioremediation strategies*. *Indian J. Microbiol.* 48 (1), 114-27, DOI: 10.1007/s12088-008-0011-8.

CRAWFORD S.D. (2019). *Lichens used in traditional medicine*, in: B. Rankovic (Ed.), *Lichen Secondary Metabolites: Bioactive Properties and Pharmaceutical Potential, Second*, Springer International Publishing, Switzerland <https://doi.org/10.1007/978-3-319-13374-4>.

CRIPPS C.L., EVENSON V.S., KUO M. (2016). *The Essential Guide to Rocky Mountain Mushrooms by Habitat*, University of Illinois Press Urbana, Chicago, and Springfield.

DANIELA K., JAKUB E., FLORIEN N., LUKAS P., (2014). *Effect of compost amendment on arbuscular mycorrhiza in relation to bioavailability of heavy metals in contaminated soils*. MendelNet. Accessed on September 30 2023 on <https://www.researchgate.net/publication/280736320>

DELGADO-BAQUERIZO M., POWELL J.R, HAMONTS K., REITH F., MELE P., BROWN M.V., DENNIS P.G., FERRARI B.C., FITZGERALD A., YOUNG A. (2017). *Circular linkages between soil biodiversity, fertility and plant productivity are limited to topsoil at the continental scale*. *New Phytologist* 215: 1186–1196.

EGERTON-WARBURTON L.M, ALLEN E.B. (2000). *Shifts in arbuscular mycorrhizal communities along an anthropogenic nitrogen deposition gradient*. *Ecological Applications* 10: 484-496.

Falkowski P.G., Fenchel T., DeLong E.F. (2008). *The microbial engines that drive Earth's biogeochemical cycles*. *Science* 320 : 1034-1039.

FAO, ITPS, GSBI, CBD, EC. (2020). *State of Knowledge of Soil Biodiversity - Status, Challenges and Potentialities*, Report 2020, FAO, Rome, 2020, <https://doi.org/10.4060/cb1928en>.

FENG B., YANG Z. (2018). *Studies on diversity of higher fungi in Yunnan, southwestern China: a review*, *Plant Divers* 40 1– 7, <https://doi.org/10.1016/j.pld.2018.07.001>.

GEISSELER D., SCOW K.M. (2014). *Long-term effects of mineral fertilizers on soil microorganisms-a review*. *Soil Biol Biochem* 75: 54-63

GRAU O., GEML J., PEREZ-HAASE A., NINOT J.M, SEMENOVA-NELSEN T.A, PENUELAS J. (2017). *Abrupt changes in the composition and function of fungal communities along an environmental gradient in the high Arctic*. *Molecular Ecology* 26: 4798-4810

HAGE-AHMED K., ROSNER K., STEINKELLNER S. (2019). *Arbuscular mycorrhizal fungi and their response to pesticides*. *Pest Manage. Sci.*, 75 (3), 583-590.

HASSAN B, DANIEL M. (2001), *Effets de la fertilisation phosphatée sur la mycorrhization, la croissance et la nutrition en phosphore et en azote de semis de Cèdre (Cedrus atlantica Manetti) inoculés en pépinière par Tricholoma tridentinum Sing. var. cedretorum Bon*. *Annals of Forest Science*, 58 (3), pp. 289-300. [ff10.1051/forest](https://doi.org/10.1051/forest) : 2 001 127ff. [ffhal-00883334](https://doi.org/10.1051/forest)

HAWKSWORTH D., LUCKING R. (2017). *Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species*, Microbiol. Spectr. (5) 1-17, <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.FUNK-0052-2016>.

HE D., XINGJIA X., JIN-SHENG H., CHAO W., GUANGMIN C., JONATHAN A., HAIYAN C. (2016) *Composition of the soil fungal community is more sensitive to phosphorus than nitrogen addition in the alpine meadow on the Qinghai-Tibetan Plateau*. Biol Fertil Soils 52:1059-1072. <https://doi.org/10.1007/s00374-016-1142-4>

HELMANN-CLAUSEN J., BARRON E.S., BODDY L., DAHLBERG A., GRIFFITH G.W., NORDEN J., OVASKAINEN O., PERINI C., SENN-IRLET B., HALME P., *A fungal perspective on conservation biology*, Conserv. Biol. 29 (2014) 61–68, <https://doi.org/10.1111/cobi.12388>.

JEFFREY S., GARDI C., JONES A., MONTANARELLA L., MARMO L., MIKO L., RITZ K., PERES G., ROMBKE J., VAN DER PUTTEN W.H. (2010). *European Atlas of Soil Biodiversity*. European Commission. Publications Office of the European Union, Luxembourg.

JOHN D. (2016). *Fungi in Ecosystem Processes*, *Fungi in Ecosystem Processes*, second ed., <https://doi.org/10.1201/b19652-1>, i–xxvi.

JOHNSON N.C, ROWLAND D.L. CORKIDI L., EGERTONWARBURTON L.M., ALLEN E.B. (2003) *Nitrogen enrichment alters mycorrhizal allocation at five mesic to semiarid grasslands*. Ecology, 84 (7), 1895-1908.

UDITH R., FELIX E., WETTSTEIN A. R., CHANTAL H., SAMIRAN B., LUCIE B., RAPHAËL C., DANIEL W., FABRICE M., THOMAS D.B., FLORIAN W., AND MARCEL G., VAN DER HEIJDEN A. (2021). *Widespread Occurrence of Pesticides in Organically Managed Agricultural Soils – the Ghost of a Conventional Agricultural Past*. Environ. Sci. Technol. DOI : <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.0c06405>

KYASCHENKO J., CLEMMENSEN K.E, KARLTUN E., LINDAHL B.D. (2017). *Below-ground organic matter accumulation along a boreal forest fertility gradient relates to guild interaction within fungal communities*, Ecology Letters 20: 1546-1555.

LIN X., YOUZHI F., HUAYONG Z., RUIRUI C., JUNHUA W., JIABAO Z., HAIYAN C., (2012). *Long-term balanced fertilization decreases arbuscular mycorrhizal fungal diversity in an arable soil in north China revealed by 454 pyrosequencing*. Environ Sci Technol 46 : 5764-5771. <https://doi.org/10.1021/es3001695>

LIU M, LIU J, CHEN X., JIANG C., WU M., LI Z. (2018). *Shifts in bacterial and fungal diversity in a paddy soil faced with phosphorus surplus*. Biol Fer-il Soils 54 : 259-267. <https://doi.org/10.1007/s00374-017-1258-1>

LIZA T., (2023). *Labour, engrais minéraux et coupes rases détruisent les symbioses vitales entre champignons du sol et plantes*, Accessed on September 9 2023 on <https://urlz.fr/nwnl>

Long-Jun D., Jian-Qiang S., Guo-Xin S., Jin-Shui W., Wen-Xue W. (2018). *Increased microbial functional diversity under long-term organic and integrated fertilization in a paddy*

*soil. Appl Microbiol Biotechnol* 102(4):1969-1982. <https://doi.org/10.1007/s00253-017-8704-8>

LUCIAN C.D., PAOLA G., CRISTIAN O., AURELIA O. (2022). *Fertilization and Soil Microbial Community: a review*. *Applied sciences*, 12, 1198. <https://doi.org/10.3390/app12031198>

LUPWAYI N.Z., MONREAL M.A., CLAYTON G.W., GRANT C.A., JOHNSTON A.M., RICE W.A. (2001). *Soil microbial and diversity respond to tillage and sulfur fertilisers*. *Canadian Journal of Soil Science*, 81:577-589.

MA M., JIANG X., WANG Q., ONGENA M., WEI D., DING J., GUAN D., CAO F., ZHAO B., LI J. (2018). *Responses of fungal community composition to long-term chemical and organic fertilization strategies in Chinese Mollisols*. *Microbiologyopen* 7:e00597. <https://doi.org/10.1002/mbo3.597>

MADER P., EDENHOFER S., BOLLER T., WIEMKEN A., NIGGLI U. (2000). *Arbuscular mycorrhizae in a long-term field trial comparing low-input (organic, biological) and high-input (conventional) farming systems in a crop rotation*. *Biol. Fertil. Soils*, 31 (2), 150-156.

MARX J. (2004). *The roots of plant-microbe collaborations*. *Science* 304 : 234-236

MCMULLAN-FISHER S.J.M., MAY T.W., ROBINSON R.M., BELL, T.L., LEBEL T., CATCHESIDE P. (2011). *York A., Fungi and fire in Australian ecosystems: a review of current knowledge, management implications and future directions*, *Aust. J. Bot.* 59 70– 90, <https://doi.org/10.1071/bt10059>.

Millennium Ecosystem Assessment (MEA). (2005). *Ecosystems and Human Wellbeing*, Island Press, Washington, DC.

MOHAMED D.J, MARTINY J.B. (2011). *Patterns of fungal diversity and composition along a salinity gradient*. *ISME Journal* 5 : 379-388.

PAUL B., GERMAINE B., *Action in vitro d'un herbicide (molinate) sur trois champignons parasites du riz : Sclerotium oryzae Catt., S. hydrophilum Sacc. et Rhizoctonia oryzae Ryker et Gooch*. *Agronomie*, 1982, 2 (3), pp.301-304. fahal-00884385ff

PEREZ-MORENO J., GUERIN-LAGUETTE A., RINALDI A.C., YU F., VERBEKEN A., HERNANDEZ-SANTIAGO F., MARTÍNEZ-REYES M., *Edible mycorrhizal fungi of the world: what is their role in forest sustainability, food security, biocultural conservation and climate change?* *Plants People Planet* 3 (2021) 471-490, <https://doi.org/10.1002/ppp3.10199>.

PRINGLE A., BARRON E., SARTOR K., WARES J., (2011). *Fungi and the Anthropocene: biodiversity discovery in an epoch of loss*, *Fungal Ecol* 4 121–123, <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2011.01.001>.

READ D.J, PEREZ-MORENO J. (2003). *Mycorrhizas and nutrient cycling in ecosystems-a journey towards relevance?* *New Phytologist* 157: 475–492.

RICHARD B., SHAMSUL B., SUSANNE S., SCOTT B. (2017). *Soil biological health what is it and how can we improve it?* *Proc Aust Soc Sugar Cane Technol* Vol 39 2017.

RICHARDSON D.H.S. *LICHENS AND MAN*, IN: HAWKSWORTH D.H.S (ED.), *Frontiers in Mycology, 4th International Mycological Congress, Regensburg, Germany*, (1990), C.A.B. International, Wallingford, United Kingdom, 1991, pp. 187–210.

RITZ K., WHATREY R.E., GRIFFITHS B.S. (1997). *Effect of animal manure application and crop plants upon size and activity of soil microbial biomass under organically grown spring barley*. *Biology and fertility of soils*, 25:372-377.

ROUSK J., BAATH E., BROOKES P.C., LAUBER C.L., LOZUPONE C, CAPORASO JG, KNIGHT R, FIERER N. 2010. Soil bacterial and fungal communities across a pH gradient in an arable soil. *ISME Journal* 4 : 1340-1351

SAINT\_FLEUR, W. (2020). *Évaluation des phénomènes climatiques (cyclones ou ouragans) ayant frappé Haïti de 1816 à 2020, les dégradations et les vulnérabilités qui en résultent*. Rapport Décideur, Université Laval. Canada.

ȘANDOR M. S., (2017). *Biologia Solului. Note de Curs*. Editura AcademicPres, Cluj-Napoca.

SANTOS JUNIOR, PAULO SÉRGIO DOS ; COGO, FRANCIANE DINIZ; COGO, FLÁVIA APARECIDA DINIZ; SOUSA, LUCÍOLA LUCENA. *Fungos micorrízicos arbusculares: abordagem no ensino de Biologia / Arbuscular mycorrhizal fungi: approach in the teaching of Biology / Hongos micorrízicos arbusculares: enfoque en la enseñanza de la Biología*. *Revista*, v. 12, n. 23, 2019.

SICILIANO S.D., PALMER A.S, WINSLEY T., LAMB E., BISSETT A., BROWN M.V, VAN DORST J., JI M.K, FERRARI B.C, GROGAN P. (2014). *Soil fertility is associated with fungal and bacterial richness, whereas pH is associated with community composition in polar soil microbial communities*. *Soil Biology and Biochemistry* 78: 10-20.

SIKES B.A, COTTENIE K., KLIRONOMOS J.N. (2009). *Plant and fungal identity determines pathogen protection of plant roots by arbuscular mycorrhizas*. *Journal of Ecology* 97: 1274–1280.

SLUSARCZYK J., CZERWIK-MARCINKOWSKA J. (2021). *Fungi and algae as sources of medicinal and other biologically active compounds: a review*, *Nutrients* 13 3178, <https://doi.org/10.3390/nu13093178>

SMITH S.E., READ D.J. (2010). *Mycorrhizal symbiosis*. Academic press. Accessed on September 30 2023 on <https://urlr.me/sp1G2>

TEDERSOO L, BAHRAM M, POLME S, KOLJALG U, YOROU NS, WIJESUNDERA R, VILLARREAL RUIZ L, VASCO-PALACIOS AM, THU PQ, SUIJA A. (2014). *Global diversity and geography of soil fungi*. *Science* 346 : 1 256 688.

TEDERSOO L., BAHRAM M., POLME S., KOLJALG U., YOROU N.S, WIJESUNDERA R., VILLARREAL R.L, VASCO-PALACIOS A.M, THU P.Q, SUIJA A. (2014). *Global diversity and geography of soil fungi*. *Science* 346 : 1 256 688.

TIINA T., LIINA T., MERILI T., LIINA E., ELINA K., BIRGIT K., VIACHESLAV E, ANNE L., EVELIN L., GUNNAR G. (2022). *Composition of the microbial community in*

*long-term organic and conventional farming systems*. *Zemdirbyste-Agriculture*, vol. 109, No. 2, p. 99-106 DOI 10.13080/z-a.2022.109.013

UPRETI D.K., BAJPAI R., NAYAKA S., *LICHENOLOGY: CURRENT RESEARCH IN INDIA*, IN: B. BAHADUR, M. VENKAT RAJAM, L. SAHIJRAM, K. K V (EDS.), *Plant Biology and Biotechnology: Volume I: Plant Diversity, Organization, Function and Improvement*, Springer India, 2015, pp. 263–280, <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2286-6>

VAN A.I.M., OLSSON P.A., SÖDERSTRÖM B. (2002). *Arbuscular mycorrhizal fungi respond to the substrate pH of their extraradical mycelium by altered growth and root colonization*. *New Phytol*, 155 (1), 173-182.

VAN DER HEIJDEN M.G. ; DE BRUIN S., LUCKERHOFF L., VAN LOGTESTIJN R.S., SCHLAEPPI K.A. (2016). *Widespread plant-fungal-bacterial symbiosis promotes plant biodiversity, plant nutrition and seedling recruitment*. *ISME J*, 10 (2), 389-399.

VAN DER HEIJDEN M.G.A, BARDGETT R.D, VAN STRAALEN N.M. (2008). *The unseen majority: soil microbes as drivers of plant diversity and productivity in terrestrial ecosystems*. *Ecology Letters* 11: 296-310.

VAN DER HEIJDEN M.G.A., EDLINGER A., RIEDO J., WALDER F., BUCHELI T.D. (2022). *Un champignon pour de bonnes récoltes*, *Nature Ecology & Evolution* 6, 1145–1154.

VANDENKOORNHUYSE P., QUAISER A., DUHAMEL M., LE VAN A., DUFRESNE A. (2015). *The importance of the microbiome of the plant holobiont*. *New Phytologist* 206: 1196–1206.

WAGG C., SCHLAEPPI K., BANERJEE S., KURAMAE E.E., VAN DER HEIJDEN M.G. (2019). *Fungal-bacterial diversity and microbiome complexity predict ecosystem functioning*. *Nat. Commun*, 10 (1), 1– 10, DOI: 10.1038/s41467-019-12798-y

WANG F.Y., LIN X.G., HU J.L., QIN S.W, WANG, J. H. (2003). *Arbuscular mycorrhizal fungal community structure and diversity in response to long-term fertilization: A field case from China*. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 2011, 27 (1), 67-74.

YANG M., DEVKOTA S., WANG L., SCHEIDEGGER C. (2021). *Ethnolichenology - the use of lichens in the Himalayas and southwestern parts of China*, *Diversity (Basel)* 13 (2021) 330, <https://doi.org/10.3390/d13070330>.

ZANNE A., ABARENKOV K., AFKHAMI M., AGUILAR C.T., BATES S., BHATNAGAR J., BUSBY P., CHRISTIAN N., CORNWELL W., CROWTHER T., FLORES-MORENO H., FLOUDAS D., GAZIS R., HIBBETT D., KENNEDY P., LINDNER D., MAYNARD D., MILO A., NILSSON R.H, TRESEDER K. (2019). *Fungal functional ecology: bringing a trait-based approach to plant-associated fungi*, *Biol. Rev.* 95, <https://doi.org/10.1111/brv.12570>.

ZEDDA L., RAMBOLD G. (2015). *THE DIVERSITY OF LICHENISED FUNGI: ECOSYSTEM FUNCTIONS AND ECOSYSTEM SERVICES*, IN: D.K. ET AL UPRETI (ED.), *Recent Advances in Lichenology: Modern Methods and Approaches in Lichen Systematics and Culture Techniques*, Vol. 2, 2015, pp. 121–145, <https://doi.org/10.1007/978-81-322-2235-47>.

## **Impacto dos fertilizantes sintéticos e orgânicos na comunidade fúngica dos solos no Haiti: uma revisão da literatura**

### **Resumo**

Sendo um ambiente vivo, o solo constitui o habitat de uma multiplicidade de organismos vivos cujos papéis são de importância crucial para a agricultura. Entre esses organismos, os fungos despertam um interesse particular devido às suas atividades que favorecem o bom funcionamento do ecossistema edáfico. No entanto, ao longo das últimas cinco décadas, a aplicação de fertilizantes químicos resultou em consequências graves para as comunidades fúngicas. Neste trabalho, um conjunto de estudos científicos foi revisado para destacar os impactos da utilização de fertilizantes químicos e orgânicos nas comunidades fúngicas dos solos haitianos, com uma atenção especial aos fungos micorrízicos arbusculares. Os trabalhos consultados mostram que a estrutura, a biomassa, a abundância e a diversidade dos fungos são influenciadas pela qualidade e quantidade dos resíduos de fertilizantes químicos presentes no solo. No que diz respeito ao uso de fertilizantes orgânicos, a maioria dos estudos consultados mostra um impacto positivo direto desses tipos de fertilizantes nas comunidades fúngicas, assegurando tanto sua estabilidade quanto sua abundância. Assim, o objetivo deste trabalho é investigar os impactos de fertilizantes sintéticos e orgânicos nas comunidades de fungos dos solos no Haiti.

Palavras-chave: Fungos micorrízicos; fertilizante orgânico; fertilizante sintético; micro-organismo.

## **Impact of Synthetic and Organic Fertilizers on the Fungal Community of Soils in Haiti: A Literature Review**

### **Abstract**

Being a living environment, soil serves as the habitat for a multitude of organisms whose roles are crucial for agriculture. Among these organisms, fungi garner particular attention due to their activities that support the proper functioning of the edaphic ecosystem. However, over the past five decades, the application of chemical fertilizers has had severe consequences on fungal communities. This study reviews a set of scientific research to highlight the impacts of chemical and organic fertilizers on fungal communities in Haitian soils, with a particular focus on arbuscular mycorrhizal fungi. The studies reviewed indicate that the structure, biomass, abundance, and diversity of fungi are influenced by the quality and quantity of chemical fertilizer residues present in the soil. Regarding the use of organic fertilizers, most of the studies reviewed demonstrate a direct positive impact of these types of fertilizers on fungal communities, ensuring both their stability and abundance. Therefore, the objective of this work is to investigate the impacts of synthetic and organic fertilizers on soil fungal communities in Haiti.

Keywords: Mycorrhizal fungi; organic fertilizers; synthetic fertilizers; microorganisms.

## **Impacto de los fertilizantes sintéticos y orgánicos en la comunidad fúngica de los suelos en Haití: una revisión de la literatura**

### **Resumen**

Siendo un entorno vivo, el suelo constituye el hábitat de una multitud de organismos cuyo papel es crucial para la agricultura. Entre estos organismos, los hongos reciben una atención particular debido a sus actividades que favorecen el buen funcionamiento del ecosistema edáfico. Sin embargo, durante las últimas cinco décadas, la aplicación de fertilizantes químicos ha tenido consecuencias graves en las comunidades fúngicas. Este estudio revisa un conjunto de investigaciones científicas para destacar los impactos del uso de fertilizantes químicos y orgánicos sobre las comunidades fúngicas en los suelos haitianos, con un enfoque particular en los hongos micorrízicos arbusculares. Los estudios revisados indican que la estructura, biomasa, abundancia y diversidad de los hongos se ven influenciadas por la calidad y cantidad de los residuos de fertilizantes químicos presentes en el suelo. En cuanto al uso de fertilizantes orgánicos, la mayoría de los estudios revisados demuestran un impacto positivo directo de estos tipos de fertilizantes sobre las comunidades fúngicas, asegurando tanto su estabilidad como su abundancia. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es investigar los impactos de los fertilizantes sintéticos y orgánicos en las comunidades de hongos del suelo en Haití.

Palabras clave : Hongos micorrízicos; fertilizantes orgánicos; fertilizantes sintéticos; microorganismos.