

# A VIDA MICROSCÓPICA DO SOLO: UMA ALIADA DA AGRICULTURA SUSTENTÁVEL

## MICROSCOPIC LIFE IN THE SOIL: AN ALLY OF SUSTAINABLE AGRICULTURE

Quando olhamos para o solo, especialmente no caso de solo desprovido de plantas, poucas vezes pensamos na quantidade de vida que alberga. De facto, a maioria dos organismos que habitam este ecossistema é invisível a olho nu e é precisamente ao nível microscópico que decorre uma importante parte da vida no solo. O que sabemos atualmente sobre esses micro-organismos? Sabemos que as plantas que vivem associadas a determinados micro-organismos do solo, crescem melhor e são mais resilientes, não só por conseguirem ter acesso a mais nutrientes, mas também por ativação de determinadas vias metabólicas da planta que vão permitir que esta se desenvolva melhor e seja mais resistente a situações de stress. São precisamente estes micro-organismos benéficos para o

When we look at the soil, especially soil without plants, very infrequently would we realize the amount of life that it hosts. In fact, most of the organisms that live in this ecosystem are invisible to the naked eye, and it is at microscopic level that a significant part of life in the soil takes place. What do we know nowadays about these microorganisms? We know that plants associated to some soil microorganisms grow better and are more resilient, not only for being able to access more nutrients, but also due to the activation of certain metabolic pathways in the plant, that will allow it to develop better and be more resistant to stress. It is precisely these plant growth-beneficial microorganisms that are studied in the Laboratory of Soil Microbiology – MED, of the University of Évora.

crescimento das plantas que são estudados no Laboratório de Microbiologia do Solo-MED, da Universidade de Évora.

Alguns micro-organismos do solo fazem coisas extraordinárias como metabolizar o azoto que existe em abundância na atmosfera, e fornecer este macronutriente às plantas. É esta a base da simbiose mutualista<sup>1</sup> que se estabelece entre um grupo particular de bactérias do solo (rizóbios) e um conjunto particular de plantas (leguminosas). Esta interação bactéria-planta leva à formação de pequenos nódulos na raiz da leguminosa hospedeira, onde estão reunidas as condições necessárias para que os rizóbios possam realizar a fixação do azoto atmosférico.

A relevância desta simbiose para a agricultura assenta, de uma forma muito imediata, na possibilidade reduzir o uso de fertilizantes azotados na cultura de leguminosas tão importantes para a alimentação como o feijão, o grão-de-bico ou a soja. Essa redução, mesmo que parcial, tem um impacto ambiental muito relevante, uma vez que a síntese de fertilizantes azotados requer elevados consumos de combustíveis fósseis e a sua aplicação no campo é, muitas vezes, acompanhada de importantes perdas por lixiviação que conduz, por exemplo, à contaminação de massas de água. Assim, a investigação das simbioses rizóbio-leguminosa é fundamental porque quanto melhor percebermos as bases moleculares desta interação, melhor poderemos potenciar os seus benefícios, não só ao nível do aporte de azoto para as culturas, mas também ao nível de outras atividades promotoras do crescimento das plantas que os rizóbios podem desempenhar.

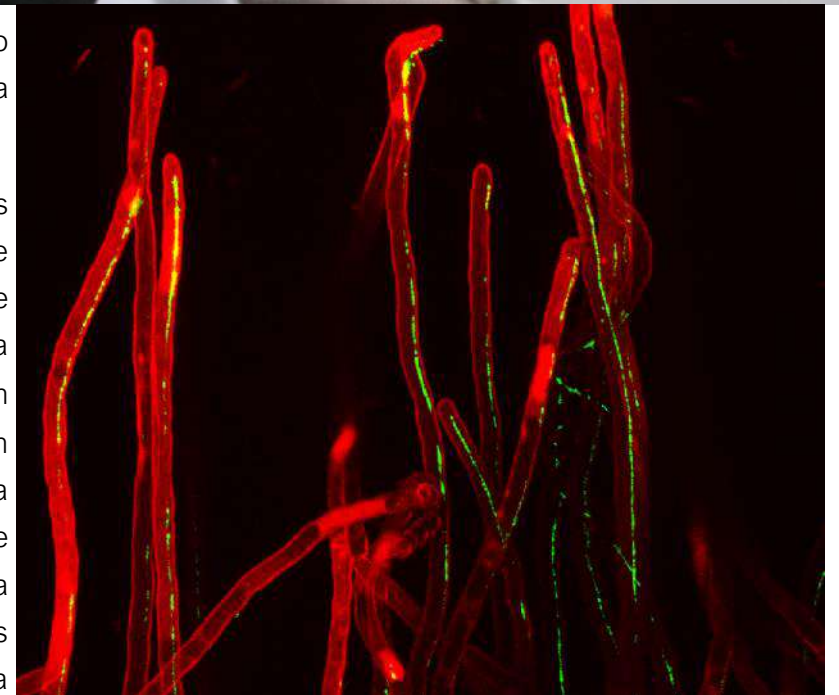


Imagem de microscopia confocal de uma fase inicial da simbiose. Os rizóbios (verde) formam canais de infeção nos pelos radiculares de grão-de-bico (a vermelho) e deste modo entram na raiz, para posteriormente desencadear a formação de nódulos.

Confocal microscopy image of the initial phase of symbiosis. The rhizobium (green) forms infection threads in the root hairs of a chickpea plant (red), colonizing the root cells, where they will trigger the formation of nodules.

Some soil microorganisms do extraordinary things like metabolizing the nitrogen that is abundant in the atmosphere, making this macronutrient available to plants. This is the basis of the mutualistic symbiosis<sup>1</sup> that is established between a group of soil bacteria (rhizobium) and a few particular plants (legumes). This plant-bacteria interaction induces the formation of small nodules on the root of the host legume, where all the conditions necessary for fixing atmospheric nitrogen are available.

The relevance of this symbiosis for agriculture from an immediate perspective, relies on possibility of reducing the use of nitrogen fertilizers in the cultivation of important legumes such as beans,



Sementes de grão-de-bico pré-germinadas. É nesta fase que, em laboratório, fazemos a inoculação das sementes com as estirpes de rizóbio que queremos estudar.

33 Chickpeas that have been pre-germinated. It is in this phase that, in the laboratory, we inoculate the seeds with the strain of rhizobium that we want to study.



35 Imagem de microscopia ótica de nódulos na raiz de leguminosa modelo (*Medicago truncatula*) resultantes da simbiose com rizóbio (*Sinorhizobium meliloti*). No interior dos nódulos é necessário um controlo preciso da disponibilidade de oxigénio e energia, para que a enzima que permite a fixação de azoto atmosférico possa funcionar.  
 Optical microscopy image of the nodules in the roots of the model legume (*Medicago truncatula*), resulting from the symbiosis with the rhizobium (*Sinorhizobium meliloti*). Inside the nodules, a precise control of oxygen and energy availability is necessary, so that the enzyme that fixes atmospheric nitrogen can work.

Uma componente muito importante da investigação na área da microbiologia do solo é a sua vertente aplicada, que procura encontrar soluções para problemas reais. Neste âmbito, temos em curso no laboratório o projeto “Bioprotomate: Bioproteção de Tomateiro Contra a Fusariose - Impacto das práticas agrónomicas” (ALT20-03-0246-FEDER-000056), que pretende transferir para a realidade da cultura do tomate uma estratégia agrónómica para modelar o microbioma do solo, de modo a maximizar a proteção da cultura contra o fungo fitopatogénico *Fusarium oxysporum*. Pretende-se tirar partido da simbiose mutualista que a maior parte das plantas estabelece com os fungos micorrízicos arbusculares<sup>2</sup>, uma vez que esta simbiose pode ter um papel protetor na planta do tomateiro (<http://www.bioprotomate.uevora.pt/>).

Esta área de investigação tem mostrado que os micro-organismos do solo podem ser aliados importantes na agricultura, e permitir a redução do uso de fertilizantes e produtos fitofarmacêuticos, e por estas razões são um fator com cada vez mais relevância no âmbito da agricultura sustentável.

chickpeas, or soybean. This reduction, even if partial, has a very relevant environmental impact, as the synthesis of nitrogen fertilizer requires high consumption of fossil fuels. Also, its application in the fields often suffers significant loss through leaching, which can then contaminate groundwater. As such, the investigation into rhizobium-legume symbioses is fundamental; the more we understand the molecular basis of this interaction, the better we can enhance its benefits, not only in optimizing nitrogen fixation in crops, but also in enhancing other benefits that rhizobium have on the development of the host plant.

A very important component of the research in the area of soil microbiology is its applicability, which helps find solutions for real problems. In this sense, we are currently working on the project “Bioprotomate: Bioprotection of Tomato plants against Fusarium - Impact of agricultural practices” (ALT20-03-0246-FEDER-000056), which intends to transfer an agricultural strategy to the reality of tomato cultivation, that will allow for the modulation of the microbiome of the soil, to

36

Raiz de uma planta de grão-de-bico (*Cicer arietinum*) com nódulos resultantes da simbiose com rizóbio (*Mesorhizobium* sp.). É nos nódulos que os rizóbios se diferenciam e convertem o azoto atmosférico em outros compostos azotados que a planta consegue utilizar.  
 Root of a chickpea plant (*Cicer arietinum*) with nodules resulting from symbiosis with the rhizobium (*Mesorhizobium* sp.). It is in the nodules that the rhizobium differentiates and converts atmospheric nitrogen in nitrogen compounds the plant can use.



37

Ensaio em condições controladas que permite avaliar a eficiência da simbiose entre rizóbio e leguminosas. Estes ensaios são realizados em fitoclimas que permitem definir as condições de temperatura, luminosidade e humidade. São usados substratos inertes para que se possa controlar todos os nutrientes fornecidos às plantas e desta forma monitorizar o efeito da presença dos rizóbios que estamos a estudar.  
 Plant trial in controlled conditions that allows the study of efficiency of the symbiosis between rhizobium and legume. These experiments are carried out in plant-growth chambers that allow the temperature, luminosity, and humidity conditions to be regulated. Inert substrates are used so that the nutrient levels given to plants can be regulated, thus allowing the monitoring of the effects of the presence of the rhizobium strain that we are studying.

maximise the protection of the crop against the pathogenic fungus *Fusarium oxysporum*. The idea is to make use of the mutualistic symbiosis that most plants establish with arbuscular mycorrhiza<sup>2</sup>, as these symbioses may have a protective role in the tomato plant (<http://www.bioprotomate.uevora.pt/>).

This research area has showed that soil microorganisms can be important allies in agriculture, and allow for reduction of the use of fertilizers and phytopharmaceutical products. For this reason, soil microorganisms are a factor with increasing relevance for sustainable agriculture.

**Ana Alexandre**

Investigadora no Laboratório de Microbiologia do Solo, MED, Universidade de Évora

Investigator at the Soil Microbiology Laboratory, MED, University of Évora



## LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, MED, UÉ SOIL MICROBIOLOGY LABORATORY, MED, UÉ

O Laboratório de Microbiologia do Solo (<http://www.icaam.uevora.pt/LabMicroSolo>), da Universidade de Évora, situa-se no Pólo da Mitra, a cerca de 12 km do centro da cidade de Évora, e pertence ao Instituto Mediterrâneo para a Agricultura, Ambiente e Desenvolvimento - MED (<https://www.med.uevora.pt/>). Este Instituto dedica-se à investigação de excelência, focada em promover a sustentabilidade dos ecossistemas Mediterrânicos, usando uma abordagem multidisciplinar e diferentes perspetivas (global, regional e local). O MED conta com mais de 300 investigadores e foi recentemente avaliado pela Fundação para a Ciência e a Tecnologia com a classificação máxima de “Excelente”. A diversidade de interesses e especialidades destes investigadores funciona em torno da missão de promover sustentabilidade dos ecossistemas e a segurança alimentar, para a coesão territorial e o bem-estar. Usando abordagens muito diversas e partindo de diferentes escalas (da célula ao ecossistema), o MED tem como principais objetivos:

“(i) melhorar a eficiência na utilização dos recursos e a competitividade da agricultura; (ii) melhorar a sustentabilidade do sistema alimentar preservando a Dieta Mediterrânica; (iii) assegurar a conservação da biodiversidade e a multi-funcionalidade da paisagem; (iv) promover a capacidade organizacional e os mecanismos de governação; (v) identificar vias de resiliência e adaptação em cenários conhecidos de alterações climáticas”.

A equipa do Laboratório de Microbiologia do Solo integra o grupo de investigação “Proteção de Plantas” (<https://www.med.uevora.pt/pt/grupos-de-investigacao/>) que se dedica à investigação dos micro-organismos promotores do crescimento das plantas e sua capacidade de proteção contra stresses bióticos e abióticos, e também ao estudo das principais doenças e pragas das culturas e florestas mediterrânicas.

The Soil Microbiology Laboratory (<https://www.en.icaam.uevora.pt/LabMicroSolo>) of the University of Évora is situated in the Mitra campus, around 12km from Évora city centre, and belongs to the Mediterranean Institute for Agriculture, Environment and Development—MED (<https://www.med.uevora.pt/>). This Institute aims at excellence in research, focused on promoting sustainability of Mediterranean ecosystems, using a multidisciplinary approach and varied perspectives (global, regional, and local). MED counts with the participation of 300 investigators and was recently evaluated by the Portuguese Foundation for Science and Technology with the maximum classification of “Excellent”. The diversity of interests and expertise of these investigators works around the mission of promoting ecosystem sustainability and food safety, for territorial cohesion and well-being. Using diverse approaches and starting from different scales (from the cell to the ecosystem), MED has five main objectives:

“(i) improving resource use efficiency and competitive agriculture; (ii) improving sustainability of food system while preserving the Mediterranean diet; (iii) assuring biodiversity conservation and landscape multi-functionality; (iv) promoting organizational capability and governance mechanisms; (v) identifying pathways towards resilience and adaptation under known climate change scenarios.”


The Soil Microbiology Laboratory team is part of the “Plant Protection” group (<https://www.med.uevora.pt/research-groups/>), that is dedicated to the investigation of microorganisms that promote plant growth and that heighten their protection against biotic and abiotic stress. This group also study the principal diseases and pests that effect of Mediterranean crops and forests.


## LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, MED, UÉ

## SOIL MICROBIOLOGY LABORATORY, MED, UÉ


### CONTACTOS


### CONTACTS

 [anaalex@uevora.pt](mailto:anaalex@uevora.pt)

 MED, Núcleo da Mitra, Apartado 94  
7002-554 Évora


Portugal

 <https://www.icaam.uevora.pt/LabMicroSolo>

 +351 266 760 878



**ANA ALEXANDRE**

 [anaalex@uevora.pt](mailto:anaalex@uevora.pt)