doi.org/10.51891/rease.v12i11.32902

# CRESCIMENTO E MORFOLOGIA DE COLÔNIAS MICROBIANAS CULTIVADAS EM BDA A PARTIR DE SOLOS DE MARINGÁ E MARIALVA

## GROWTH AND MORPHOLOGY OF MICROBIAL COLONIES CULTURED ON PDA FROM SOILS IN MARINGÁ AND MARIALVA

## CRECIMIENTO Y MORFOLOGÍA DE COLONIAS MICROBIANAS CULTIVADAS EN APD A PARTIR DE SUELOS DE MARINGÁ Y MARIALVA

**Gabriela Winsch**[1]
**Renata Arantes Stefani**[2]
**Adriely Lazarim da Silva**[3]
**Andréa Florindo das Neves**[4]
**Arney Eduardo do Amaral Ecker**[5]
**Bruna Teixeira Baixo**[6]

RESUMO: Este estudo comparou, de forma descritiva, o crescimento e a morfologia de colônias obtidas de amostras superficiais de solo de seis locais em Maringá e Marialva, Paraná. As suspensões de solo foram submetidas a diluições decimais e semeadas em superfície em batata-dextrose-ágar. As placas foram fotografadas entre 12 e 72 horas de incubação. O crescimento foi caracterizado macroscopicamente aos 20 dias, e materiais de colônias selecionadas foram observados por microscopia óptica. Os números de colônias visíveis às 12 e 24 horas foram estimados a partir do gráfico original e analisados descritivamente. Às 36 horas, a sobreposição das colônias dificultou a delimitação das unidades individuais e inviabilizou uma contagem confiável. O crescimento branco algodonoso recobriu algumas placas da área gramada. Na área alagada, destacaram-se regiões lisas e mucoides. A microscopia revelou estruturas filamentosas e elementos de morfologia variada, com diferentes graus de preservação. Os registros distinguem padrões de crescimento entre as amostras e mostram como a confluência restringiu a leitura quantitativa.

**Palavras-chave:** Microbiologia do solo. Cultivo em placa. Morfologia colonial.

[1]Graduanda em Agronomia pelo Centro Universitário Ingá (UNINGÁ).
[2]Mestranda em Genética e Melhoramento pela Universidade Estadual de Maringá (UEM).
[3]Mestra em Agronomia pelo Centro Universitário Ingá (UNINGÁ), orientadora do trabalho de conclusão de curso (TCC).
[4]Doutora em Genética e Melhoramento pela Universidade Estadual de Maringá (UEM).
[5]Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL) e coordenador do curso de Agronomia do Centro Universitário Ingá (UNINGÁ).
[6]Engenheira Agrônoma e mestra em Agronomia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL).

ABSTRACT: This study descriptively compared the growth and morphology of microbial colonies cultured from topsoil samples collected at six sites in Maringá and Marialva, Paraná, Brazil. Soil suspensions were serially diluted tenfold and spread onto potato dextrose agar. Plates were photographed between 12 and 72 hours of incubation. Growth was characterized macroscopically after 20 days, and material from selected colonies was examined by light microscopy. Visible colony counts at 12 and 24 hours were estimated from the original chart and analyzed descriptively. At 36 hours, overlapping colonies made individual boundaries difficult to distinguish, preventing a reliable count. White cottony growth covered some plates from the grassed site. Smooth, mucoid areas were prominent on plates from the flooded site. Microscopy revealed filamentous structures and elements of varied morphology with different degrees of preservation. The records show differences in growth patterns among samples and document how colony confluence restricted quantitative readings under the culture conditions used.

**Keywords:** Soil microbiology. Plate culture. Colony morphology.

RESUMEN: Este estudio comparó de forma descriptiva el crecimiento y la morfología de colonias microbianas cultivadas a partir de muestras superficiales de suelo de seis sitios de Maringá y Marialva, Paraná, Brasil. Las suspensiones de suelo se sometieron a diluciones decimales y se sembraron en superficie en agar papa dextrosa. Las placas se fotografiaron entre las 12 y las 72 horas de incubación. A los 20 días se caracterizó macroscópicamente el crecimiento y se examinó material de colonias seleccionadas mediante microscopía óptica. Los recuentos de colonias visibles a las 12 y 24 horas se estimaron a partir del gráfico original y se analizaron descriptivamente. A las 36 horas, la superposición de las colonias dificultó la delimitación de las unidades individuales e impidió un recuento fiable. El crecimiento blanco algodonoso cubrió algunas placas del área con césped. En el área inundada destacaron las zonas lisas y mucoides. La microscopía reveló estructuras filamentosas y elementos de morfología variada con distintos grados de conservación. Los registros muestran diferencias entre las muestras y documentan cómo la confluencia limitó el recuento.



**Palabras clave:** Microbiología del suelo. Cultivo en placa. Morfología colonial.

## 1 INTRODUÇÃO

Os microrganismos do solo participam da decomposição da matéria orgânica, da ciclagem de nutrientes e das interações com as plantas. A composição e a atividade das comunidades microbianas variam com as propriedades físicas e químicas do solo e com as condições locais. A interpretação de diferenças entre amostras depende, portanto, tanto do modo de coleta como do método usado para examinar os microrganismos (BANERJEE; VAN DER HEIJDEN, 2023; PHILIPPOT *et al.*, 2024).

O cultivo em meio sólido permite observar diretamente o aparecimento de colônias e descrever atributos como pigmentação, textura e padrão de expansão. O meio, a concentração do inóculo e o tempo de incubação influenciam quais microrganismos formam colônias visíveis

(DAVIS; JOSEPH; JANSSEN, 2005; JANSSEN *et al.*, 2002). Mesmo entre os organismos que crescem em placa, características visuais semelhantes podem ocorrer em grupos distintos (WATANABE, 2010).

Entre duas leituras de uma placa, novas colônias podem se tornar visíveis ao mesmo tempo que colônias já formadas se expandem e perdem seus limites individuais. A sequência fotográfica ajuda a reconhecer essa transição quando a sobreposição começa a comprometer a contagem.

O objetivo foi comparar descritivamente o crescimento em batata-dextrose-ágar (BDA) de colônias obtidas de amostras superficiais de solo de seis locais de Maringá e Marialva, Paraná. A comparação considerou as contagens visuais iniciais, o padrão de ocupação das placas e a morfologia das colônias e das estruturas observadas ao microscópio.

## 2 MÉTODOS

### 2.1 ORIGEM E PREPARO DAS AMOSTRAS

O estudo descritivo reuniu os registros de um trabalho de conclusão de curso que avaliou amostras da camada superficial do solo de seis locais. Em Maringá, as coletas abrangeram a área gramada da Universidade Estadual de Maringá e a margem do lago do Parque do Ingá. Em Marialva, incluíram uma área de cultivo com solo exposto, uma área com cobertura vegetal, um carreador agrícola e uma área alagada. Foram utilizadas ferramentas previamente higienizadas, e os solos foram acondicionados em recipientes identificados pelo local de origem.



Para cada amostra, uma alíquota de 5,0 g de solo foi suspensa em 45 mL de água destilada estéril, constituindo a diluição inicial de $10^{-1}$. Após homogeneização mecânica, foram preparadas as diluições decimais de $10^{-2}$ e $10^{-3}$ a partir do sobrenadante. Os registros disponíveis informam a camada amostrada, mas não especificam a profundidade exata, a data de coleta ou o número de amostras independentes por local.

### 2.2 MEIO DE CULTURA E SEMEADURA

O meio comercial BDA foi preparado na proporção de 39 g do reagente desidratado por litro de água destilada. Após dissolução por aquecimento, o meio foi autoclavado a 121 °C por 15 minutos e distribuído em placas de Petri estéreis após resfriamento a aproximadamente 45–50 °C. Foram vertidos cerca de 20 mL por placa.

Alíquotas de 100 μL das diluições selecionadas foram depositadas sobre o meio solidificado e espalhadas com alça de Drigalski estéril. As placas foram identificadas pelo local de origem do solo e seladas. O protocolo descreve incubação à temperatura ambiente, sem valor numérico. A documentação também menciona uma estufa em uma observação posterior sobre as placas da margem do lago, sem detalhar as condições dessa etapa.

## 2.3 ACOMPANHAMENTO DO CRESCIMENTO E MICROSCOPIA

Foram obtidos registros fotográficos às 12, 24, 36, 48, 60 e 72 horas de incubação. Os resultados originais disponibilizaram contagens visuais para 12 e 24 horas. O registro de 36 horas foi mantido na série fotográfica, pois a avaliação nesse horário permitiu documentar a confluência que interferiu na contagem. Aos 20 dias, o crescimento foi descrito com base na pigmentação, na textura, no formato e no padrão de ocupação da superfície.

Ao término do cultivo, materiais de colônias selecionadas foram transferidos para lâminas, submetidos à fixação pelo calor e corados com cristal violeta. A observação foi realizada por microscopia óptica com objetivas de 40× e 100×, esta última com óleo de imersão. A leitura das lâminas concentrou-se na forma das estruturas e no seu arranjo no campo.

Para reproduzir o gráfico das contagens iniciais em escala comum, os valores foram estimados a partir da posição vertical do topo das barras vetoriais no gráfico da monografia de origem (p. 52). Cada painel foi calibrado separadamente pela distância entre as linhas de referência do eixo, e os valores foram arredondados ao inteiro mais próximo. Essas estimativas reproduzem as leituras apresentadas no gráfico de origem. As fotografias foram usadas para análise visual do crescimento.



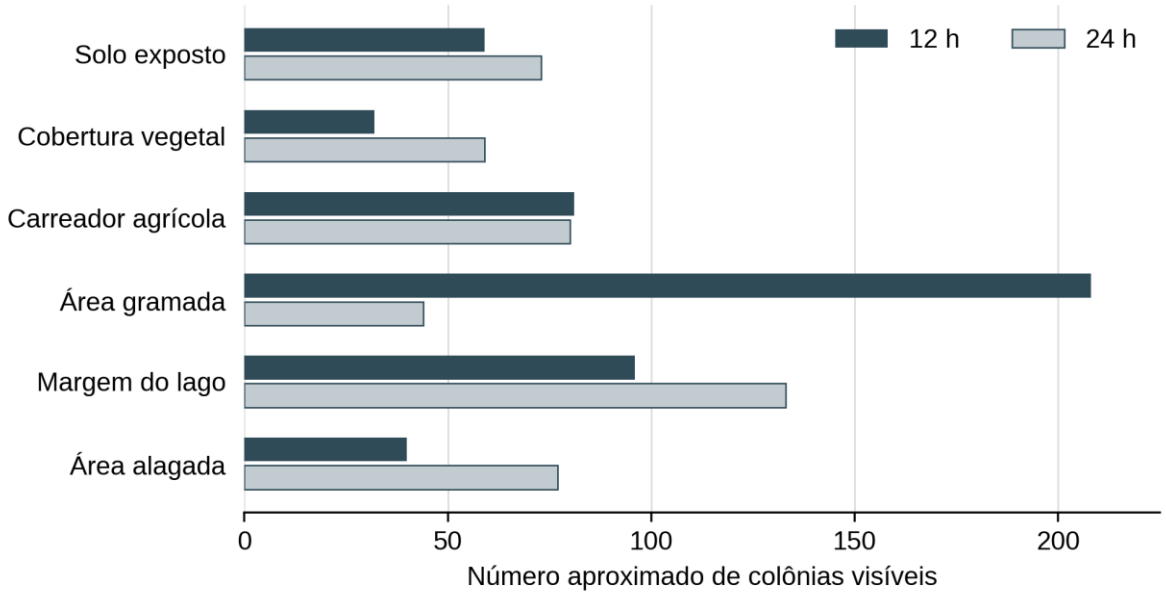
A documentação disponível não especifica quais placas e diluições entraram em cada leitura, os critérios de inclusão das placas contadas ou a forma de agregação dos valores por local. Por isso, o número de colônias visíveis foi tratado como uma leitura descritiva, sem conversão em unidades formadoras de colônia por grama de solo (UFC/g), estimativas de dispersão ou testes entre locais. As fotografias foram selecionadas segundo a procedência e o tempo de incubação, e as fotomicrografias, segundo a origem do material indicado nas legendas.

# 3 RESULTADOS

## 3.1 CONTAGENS VISUAIS NAS PRIMEIRAS 24 HORAS

Às 12 horas, a área gramada apresentou o maior valor aproximado, de 208 colônias visíveis. Às 24 horas, o maior valor foi o da margem do lago, de aproximadamente 133, ante 96 na leitura inicial. Os valores passaram de cerca de 59 para 73 no solo exposto, de 32 para 59 no solo com cobertura vegetal e de 40 para 77 na área alagada. No carreador, as duas leituras ficaram próximas de 80. Na área gramada, o valor passou de aproximadamente 208 para 44 (Gráfico 1).

**Gráfico 1** – Número aproximado de colônias visíveis em BDA às 12 e 24 horas de incubação, por local de coleta.




**Fonte**: Reconstrução vetorial do gráfico original do experimento (2026). Os valores são aproximações das alturas das barras.

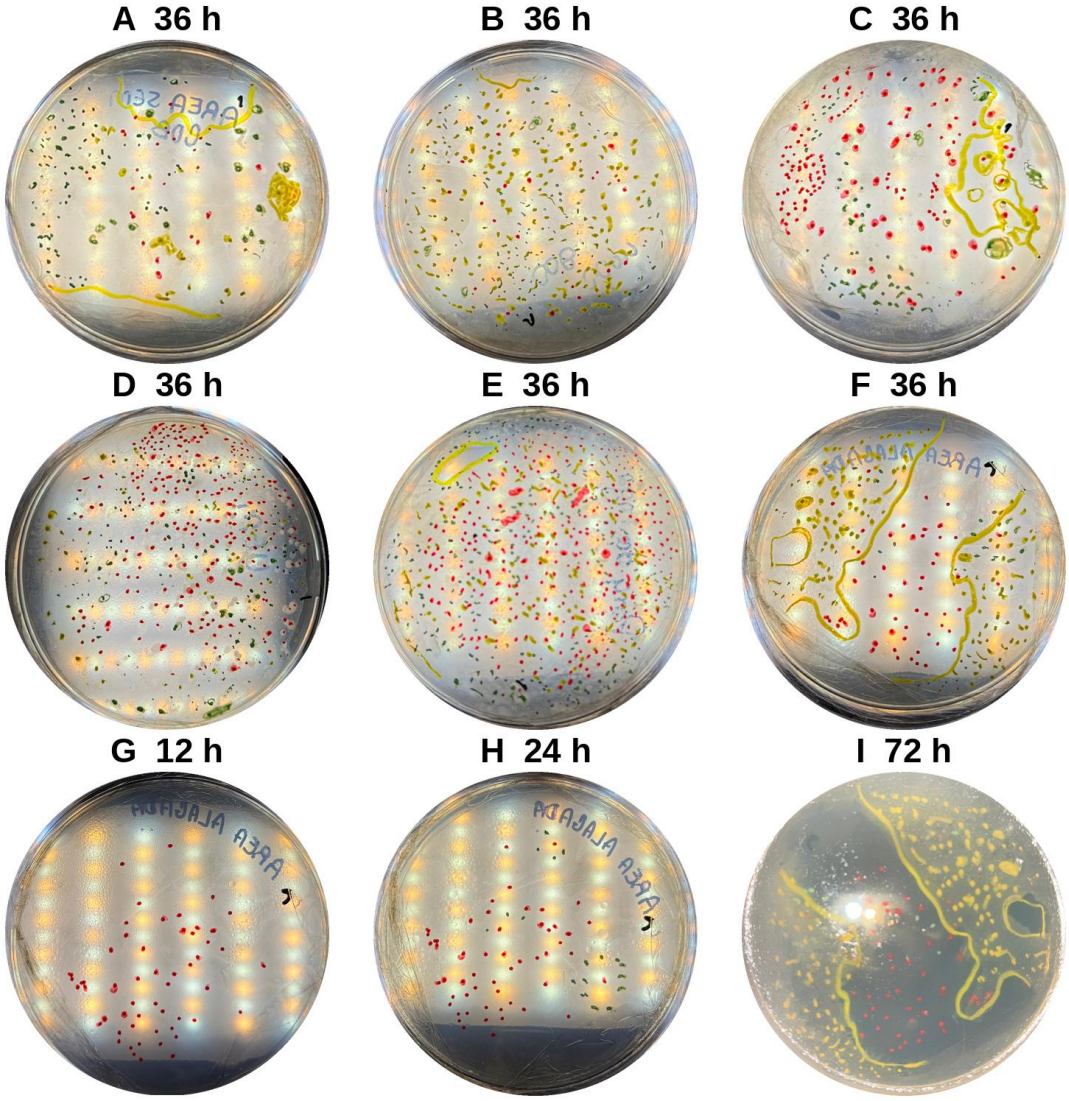
## 3.2 REGISTRO FOTOGRÁFICO E SOBREPOSIÇÃO DAS COLÔNIAS

Às 36 horas, os registros mostraram tanto pontos de crescimento ainda distinguíveis quanto regiões de crescimento contínuo. Na tentativa de contagem relatada para esse horário, a expansão e a sobreposição das colônias dificultaram delimitar unidades individuais e impediram uma contagem confiável. A extensão e a distribuição dessas regiões variaram entre as placas fotografadas (Figura 1A–F).

Na área alagada, as fotografias de 12 e 24 horas mostram pontos de crescimento visualmente separados em parte da placa. Aos 36 e 72 h, são visíveis áreas contínuas, com limites

menos definidos entre parte dos pontos de crescimento. O painel ilustra essas diferenças sem atribuir as imagens a uma série individual de placas ou a uma diluição específica (Figura 1F–I).

**Figura 1** – Crescimento em BDA. Após 36 h, (A) solo exposto, (B) cobertura vegetal, (C) carreador agrícola, (D) área gramada, (E) margem do lago e (F) área alagada. Para a área alagada, mostram-se também (G) 12 h, (H) 24 h e (I) 72 h.




**Fonte**: Fotografias do experimento (2026), com reenquadramento das imagens e identificação dos painéis.

## 3.3 ASPECTO MACROSCÓPICO AOS 20 DIAS

Aos 20 dias, o crescimento branco algodonoso chegou a recobrir algumas placas da área gramada e se estendeu sobre outras colônias no carreador. As descrições do solo exposto e do carreador registraram também colônias escuras de superfície seca. Na margem do lago, foram registradas colônias coral com limites definidos e colônias puntiformes. Na área alagada, chamaram a atenção as regiões extensas, translúcidas a amareladas, de superfície lisa e mucoide.

Colônias puntiformes pigmentadas também apareceram no solo com cobertura vegetal (Tabela 1).

**Tabela 1** – Aspectos macroscópicos registrados em placas de BDA aos 20 dias de incubação, por local de coleta.

| Local de coleta | Características registradas nas placas |
|---|---|
| Solo exposto | Crescimento branco algodonoso, colônias verdes pulverulentas ou aveludadas, áreas escuras de superfície seca e regiões translúcidas ou amareladas de aspecto mucoide. Também houve crescimento irregular rosa ou salmão. |
| Área com cobertura vegetal | Colônias verdes ou oliva, áreas escuras de superfície seca, crescimento branco algodonoso, regiões laranja ou salmão e colônias puntiformes amarelas ou vermelhas. |
| Carreador agrícola | Crescimento branco algodonoso sobre outras colônias, colônias verdes aveludadas ou pulverulentas, áreas escuras de superfície seca e pontos pigmentados. |
| Área gramada | Crescimento branco denso e algodonoso, com recobrimento de algumas placas, além de áreas verdes, alaranjadas ou escuras. |
| Margem do lago | Colônias laranja ou coral delimitadas, regiões salmão de aspecto pulverulento, áreas verdes ou escuras, crescimento branco algodonoso e colônias puntiformes. |
| Área alagada | Áreas translúcidas a amareladas de superfície lisa e mucoide, crescimento branco algodonoso e colônias verdes, acinzentadas ou escuras. |

**Fonte**: Síntese das observações macroscópicas do experimento (2026).

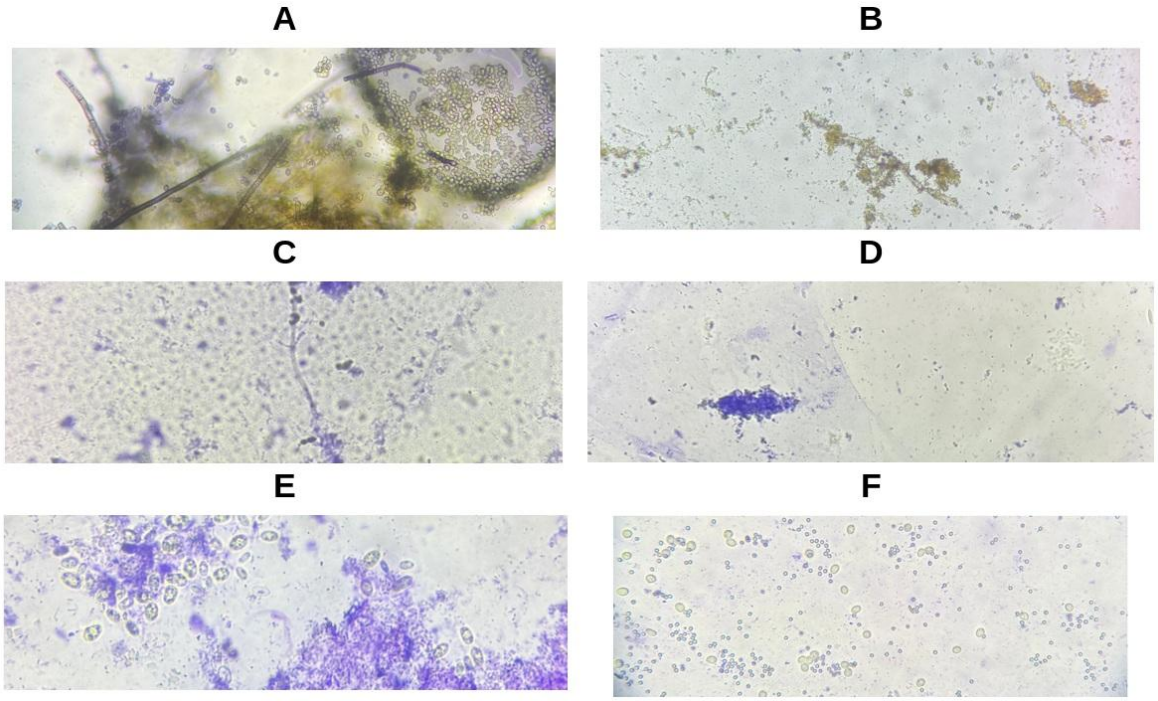


## 3.4 OBSERVAÇÕES MICROSCÓPICAS

No material da colônia escura do solo exposto, observou-se uma estrutura alongada associada a uma região globosa, com numerosos elementos arredondados. Na colônia branca da área alagada, descreveu-se um fragmento filamentoso largo e irregular. No material da colônia amarela da margem do lago, foram descritos um filamento fino e estruturas arredondadas ou ovais (Figura 2A–C).

Na amostra da área gramada, o material da colônia verde apresentou agregados corados e elementos dispersos. Na área com cobertura vegetal, o material da colônia laranja apresentou agregados e estruturas ovais a alongadas. No material da colônia escura do carreador, foram observados elementos arredondados dispersos, com poucas estruturas associadas que permitissem interpretar sua origem (Figura 2D–F).

**Figura 2** – Microscopia óptica de materiais de colônias selecionadas. (A) Colônia escura do solo exposto. (B) Colônia branca da área alagada. (C) Colônia amarela da margem do lago. (D) Colônia verde da área gramada. (E) Colônia laranja da área com cobertura vegetal. (F) Colônia escura do carreador.




**Fonte**: Fotomicrografias do experimento (2026). O aumento de cada imagem e a escala não foram registrados nas legendas originais.



## 4 DISCUSSÃO

### 4.1 CONTAGENS VISUAIS E CONFLUÊNCIA

O maior valor inicial foi observado na área gramada, enquanto a margem do lago apresentou o maior valor na segunda leitura. Essa mudança mostra que a ordenação dos locais pelo número de colônias visíveis depende do momento da leitura. Na área gramada, a diminuição da contagem entre 12 e 24 horas é compatível com o encobrimento de colônias menores por áreas de crescimento mais extensas. Como a correspondência entre placas e leituras ficou indeterminada, também é possível que placas diferentes tenham sido incluídas em cada horário. No carreador, a proximidade entre as duas contagens, por si só, é insuficiente para caracterizar estabilização do crescimento.

A descrição original dos Métodos menciona contagem às 36 horas, enquanto os Resultados relatam que a confluência interrompeu a tentativa naquele horário. O gráfico contém apenas as leituras de 12 e 24 horas, e a série fotográfica preserva a observação qualitativa das placas às 36 horas e depois. O padrão da área gramada é compatível com perda de resolução

antes das 36 horas, embora essa explicação não possa ser verificada placa a placa. A janela útil de leitura, portanto, depende da placa e do objetivo da observação.

A interferência de fungos de expansão rápida na enumeração foi demonstrada por King Jr., Hocking e Pitt (1979) em cultivos puros e amostras de alimentos. O meio contendo diclorana e rosa-bengala restringiu a expansão de certas colônias, o que facilitou a recuperação de outros fungos naquele protocolo. Em outro contexto, Cheng *et al.* (2023) verificaram que o meio escolhido alterava os gêneros recuperados de solos da rizosfera do pepino e relataram encobrimento de colônias por um fungo de crescimento rápido em ágar de extrato de malte. Esses resultados ajudam a interpretar a sobreposição em BDA no presente ensaio, embora a escolha de um meio alternativo dependa da matriz e do grupo microbiano de interesse.

Além da confluência, a formação de uma colônia fúngica em placa pode partir de um esporo ou de um fragmento de hifa (WARCUP, 1955). Em ensaios com bactérias do solo, o meio, o tamanho do inóculo e o tempo de incubação também alteraram a recuperação de colônias (DAVIS; JOSEPH; JANSSEN, 2005; JANSSEN *et al.*, 2002). A leitura visual deste estudo reúne crescimento de origens possivelmente distintas em um único meio. Ela permite comparar os registros das amostras, mas não estimar separadamente a abundância de fungos e bactérias no solo.



## 4.2 SEMELHANÇAS E CONTRASTES ENTRE OS LOCAIS

A comparação aos 20 dias revelou tanto atributos compartilhados quanto diferenças no padrão de ocupação das placas. A área gramada e o carreador tiveram crescimento branco algodonoso capaz de recobrir outras regiões da placa. Já o solo exposto e o carreador compartilharam colônias escuras de superfície seca. As duas semelhanças dizem respeito a atributos diferentes, um de expansão e outro de aparência colonial. Considerá-las separadamente evita tratar colônias com aparência parecida como uma única população.

O solo com cobertura vegetal e a área gramada também apresentaram crescimento branco algodonoso, mas os registros da cobertura vegetal incluem colônias puntiformes amarelas ou vermelhas. Entre as duas amostras associadas à presença de água, a margem do lago apresentou colônias coral bem delimitadas e a área alagada se destacou pelas regiões extensas de aspecto mucoide. Esses contrastes descrevem como o crescimento se apresentou no meio. A aparência mucoide, isoladamente, é insuficiente para atribuir o material a bactérias, demonstrar formação de biofilme ou inferir produção de exopolissacarídeos.

A hipótese da monografia atribuía as diferenças à cobertura vegetal, à compactação, à matéria orgânica e à umidade. Os resultados mostram semelhanças e contrastes no crescimento a partir dos seis locais. A contribuição isolada dos fatores ambientais permanece indeterminada. Propriedades do solo e manejo podem variar conjuntamente (FIERER, 2017; PHILIPPOT *et al.*, 2024), e os registros disponíveis não informam medições comparáveis dessas variáveis nem o número de coletas independentes. Placas que derivam da mesma coleta caracterizam a variação técnica daquela amostra e não substituem réplicas de campo (HURLBERT, 1984).

## 4.3 MORFOLOGIA E ALCANCE DA IDENTIFICAÇÃO

As características das colônias orientaram a seleção de material para microscopia. Watrud *et al.* (2006) usaram morfotipos coloniais como triagem em amostras de solo e serapilheira e os compararam com identificação taxonômica e análise molecular. Na presente análise, os registros de cor, textura e forma permitem descrever os cultivos. Como a classificação sistemática em morfotipos para todas as placas não está documentada, a tabela representa uma síntese de atributos observados, sem estimativa de riqueza. Cultivo e sequenciamento direto de solo também podem recuperar frações distintas da comunidade, como demonstrado por Stefani *et al.* (2015) em solos contaminados por hidrocarbonetos.



A estrutura globosa associada a um filamento na colônia escura do solo exposto é compatível, em caráter presuntivo, com uma estrutura do tipo aspergilar (WATANABE, 2010). Na colônia escura do carreador, a fotografia mostra elementos arredondados dispersos sem o mesmo arranjo. Na área alagada, o fragmento filamentoso observado carece de estruturas reprodutivas diagnósticas. A coloração com cristal violeta permite descrever formas e arranjos, mas as demais etapas da coloração de Gram ficaram sem registro. A identificação de espécies de *Aspergillus* exigiria caracterização complementar, com estruturas preservadas e marcadores apropriados, como a calmodulina (SAMSON *et al.*, 2014).

Para uma comparação quantitativa em estudos futuros, o protocolo poderia associar cada placa à sua amostra e à sua diluição, documentar o tempo e a temperatura de incubação e registrar os critérios de contagem. Coletas independentes por condição permitiriam separar a variação de campo da técnica. Se o objetivo incluir identificação taxonômica, repiques de colônias separadas e fotografias com escala e aumento definidos permitiriam testar as hipóteses morfológicas levantadas neste ensaio.

## 5 CONCLUSÃO

As amostras dos seis locais apresentaram padrões distintos de crescimento em BDA. A área gramada e o carreador compartilharam crescimento branco algodonoso de grande expansão, enquanto regiões lisas e mucoides se destacaram na área alagada. As contagens recuperadas descrevem colônias visíveis às 12 e 24 horas. Às 36 horas, a sobreposição comprometeu a contagem e o registro fotográfico passou a sustentar a comparação qualitativa. Esses dados respondem à comparação descritiva entre as amostras. O efeito de fatores ambientais e a abundância de fungos e bactérias no solo permanecem indeterminados.

A caracterização do crescimento microbiano em placa oferece um ponto de partida para investigar sua relação com as propriedades do solo. Em estudos futuros, a avaliação da umidade e do teor de matéria orgânica em diferentes épocas do ano poderá ajudar a entender se os padrões de crescimento observados se repetem ao longo do tempo e como se associam às condições locais.

## 6 DECLARAÇÃO SOBRE O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Utilizou-se uma ferramenta de inteligência artificial como apoio à adaptação da monografia para artigo quanto às traduções e padronização das referências. O gráfico foi reconstruído com esse apoio a partir das alturas das barras originais, conforme descrito nos Métodos. As fotografias e os registros experimentais provêm da monografia.



## REFERÊNCIAS

BANERJEE, Samiran; VAN DER HEIJDEN, Marcel G. A. Soil microbiomes and one health. **Nature Reviews Microbiology**, London, v. 21, n. 1, p. 6–20, 2023. Disponível em: ‹https://doi.org/10.1038/s41579-022-00779-w›. Acesso em: 10 nov. 2026.

CHENG, Chong-Yang *et al.* Comparison of fungal genera isolated from cucumber plants and rhizosphere soil by using various cultural media. **Journal of Fungi**, Basel, v. 9, n. 9, art. 934, 2023. Disponível em: ‹https://doi.org/10.3390/jof9090934›. Acesso em: 10 nov. 2026.

DAVIS, Kathryn E. R.; JOSEPH, Shayne J.; JANSSEN, Peter H. Effects of growth medium, inoculum size, and incubation time on culturability and isolation of soil bacteria. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, District of Columbia, v. 71, n. 2, p. 826–834, 2005. Disponível em: ‹https://doi.org/10.1128/AEM.71.2.826-834.2005›. Acesso em: 10 nov. 2026.

FIERER, Noah. Embracing the unknown: disentangling the complexities of the soil microbiome. **Nature Reviews Microbiology**, London, v. 15, n. 10, p. 579–590, 2017. Disponível em: ‹https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.87›. Acesso em: 10 nov. 2026.

HURLBERT, Stuart Hartley Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. **Ecological Monographs**, Tempe, v. 54, n. 2, p. 187–211, 1984. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/1942661>. Acesso em: 10 nov. 2026.

JANSSEN, Peter H. *et al.* Improved culturability of soil bacteria and isolation in pure culture of novel members of the divisions Acidobacteria, Actinobacteria, Proteobacteria, and Verrucomicrobia. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, District of Columbia, v. 68, n. 5, p. 2391–2396, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/AEM.68.5.2391-2396.2002>. Acesso em: 10 nov. 2026.

KING JR., A. Douglas; HOCKING, Ailsa Diane; PITT, John Ingram Dichloran-rose bengal medium for enumeration and isolation of molds from foods. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, District of Columbia, v. 37, n. 5, p. 959–964, 1979. Disponível em: <https://doi.org/10.1128/aem.37.5.959-964.1979>. Acesso em: 10 nov. 2026.

PHILIPPOT, Laurent *et al.* The interplay between microbial communities and soil properties. **Nature Reviews Microbiology**, London, v. 22, n. 4, p. 226–239, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41579-023-00980-5>. Acesso em: 10 nov. 2026.

SAMSON, Robert A. *et al.* Phylogeny, identification and nomenclature of the genus *Aspergillus*. **Studies in Mycology**, Utrecht, v. 78, p. 141–173, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.07.004>. Acesso em: 10 nov. 2026.

STEFANI, Franck O. P. *et al.* Culture-dependent and -independent methods capture different microbial community fractions in hydrocarbon-contaminated soils. **PLOS ONE**, San Francisco, v. 10, n. 6, e0128272, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0128272>. Acesso em: 10 nov. 2026.



WARCUP, John Henry. Isolation of fungi from hyphæ present in soil. **Nature**, London, v. 175, p. 953–954, 1955. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/175953b0>. Acesso em: 10 nov. 2026.

WATANABE, Tsuneo. **Pictorial atlas of soil and seed fungi: morphologies of cultured fungi and key to species**. 3. ed. Boca Raton: CRC Press, 2010. Disponível em: <https://www.routledge.com/Pictorial-Atlas-of-Soil-and-Seed-Fungi-Morphologies-of-Cultured-Fungi-and-Key-to-Species/Watanabe/p/book/9781439804193>. Acesso em: 10 nov. 2026.

WATRUD, Lidia Sicari *et al.* Comparison of taxonomic, colony morphotype and PCR-RFLP methods to characterize microfungal diversity. **Mycologia**, Lawrence, v. 98, n. 3, p. 384–392, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.3852/mycologia.98.3.384>. Acesso em: 10 nov. 2026.