

# INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA (INPA)

CARGO 40: PESQUISADOR ADJUNTO – ESPECIALIDADE: P40

ÁREA DE ATUAÇÃO: MICROBIOLOGIA E BIOTECNOLOGIA NA AMAZÔNIA (MBIOA)

Prova Discursiva – Questão 1

Aplicação: 24/03/2024

## PADRÃO DE RESPOSTA DEFINITIVO

O (A) candidato (a) deve demonstrar conhecimento sobre a diversidade de microrganismos presentes no solo e a sua variação entre biomas e tipos de solos. Além disso, deve também demonstrar compreensão quanto ao papel dos diversos serviços ecossistêmicos que os microrganismos do solo realizam, como ciclagem do nitrogênio, biorremediação, biocontrole de patógenos para plantas, polinização e ciclagem da matéria orgânica, permitindo então uma maior disponibilidade de nutrientes a plantas, ambiente mais saudável e com condições mais adequadas ao desenvolvimento vegetal, o que pode proporcionar maior e melhor produção vegetal no bioma Amazônia, assim como em outros biomas.

### QUESITOS AVALIADOS

#### QUESITO 2.1 Diversidade microbiana do solo

Conceito 0 – Não abordou o tema ou o fez de forma totalmente equivocada.

Conceito 1 – Abordou o tema apenas de forma superficial sem desenvolvê-lo.

Conceito 2 – Abordou o tema de forma inconsistente.

Conceito 3 – Abordou o tema de forma consistente, mas cometeu algum erro conceitual.

Conceito 4 – Abordou o tema de forma adequada e consistente.

#### QUESITO 2.2 Microrganismos do solo: fertilidade do solo e nutrição vegetal

Conceito 0 – Não abordou o tema ou o fez de forma totalmente equivocada.

Conceito 1 – Abordou o tema apenas de forma superficial sem desenvolvê-lo.

Conceito 2 – Abordou o tema de forma inconsistente.

Conceito 3 – Abordou o tema de forma consistente, mas cometeu algum erro conceitual.

Conceito 4 – Abordou o tema de forma adequada e consistente.

# INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA (INPA)

CARGO 40: PESQUISADOR ADJUNTO – ESPECIALIDADE: P40

ÁREA DE ATUAÇÃO: MICROBIOLOGIA E BIOTECNOLOGIA NA AMAZÔNIA (MBIOA)

Prova Discursiva – Questão 2

Aplicação: 24/03/2024

## PADRÃO DE RESPOSTA DEFINITIVO

O(A) candidato(a) deve demonstrar conhecimento sobre a importância do funcionamento dos processos biológicos naturais de fixação biológica do nitrogênio em leguminosas (Rhizobia) e das micorrizas arbusculares, assim como os microrganismos envolvidos, sendo as bactérias fixadoras responsáveis pela fixação biológica do nitrogênio (FBN), enquanto os fungos são os microrganismos que atuam nas micorrizas arbusculares. A FBN envolve a fixação do nitrogênio atmosférico pelas bactérias fixadoras de nitrogênio presente nas raízes das plantas, as quais convertem o nitrogênio atmosférico em formas nitrogenadas assimiláveis pelas plantas. Já as micorrizas arbusculares são consideradas simbioses entre fungos micorrízicos e as plantas. Esses fungos apresentam a capacidade de ramificação e agem como uma extensão das raízes das plantas, promovendo então o aumento da capacidade pelas plantas de absorção de água e nutrientes minerais presentes no solo. A biotecnologia relacionada ao isolamento, à identificação gênica e à produção destes microrganismos em laboratório pode possibilitar estratégias de manejo no cultivo vegetal, otimizando o potencial de uso destes microrganismos para a nutrição das plantas, entre elas, a sua inoculação em solos com deficiência de nutrientes, como parte dos solos amazônicos, reduzindo ou eliminando a necessidade de utilização de adubos químicos no solo.

### QUESITOS AVALIADOS

#### QUESITO 2.1 Fixação biológica do nitrogênio em leguminosas (Rhizobia)

Conceito 0 – Não abordou o tema ou o fez de forma totalmente equivocada.

Conceito 1 – Abordou o tema apenas de forma superficial sem desenvolvê-lo.

Conceito 2 – Abordou o tema de forma pouco consistente.

Conceito 3 – Abordou o tema de forma consistente, mas cometeu algum erro conceitual.

Conceito 4 – Abordou o tema de forma adequada e consistente.

#### QUESITO 2.2 Micorrizas arbusculares

Conceito 0 – Não abordou o tema ou o fez de forma totalmente equivocada.

Conceito 1 – Abordou o tema apenas de forma superficial sem desenvolvê-lo.

Conceito 2 – Abordou o tema de forma pouco consistente.

Conceito 3 – Abordou o tema de forma consistente, mas cometeu algum erro conceitual.

Conceito 4 – Abordou o tema de forma adequada e consistente.

#### QUESITO 2.3 Biotecnologia relacionada aos dois processos biológicos

Conceito 0 – Não abordou o tema ou o fez de forma totalmente equivocada.

Conceito 1 – Abordou o tema apenas de forma superficial sem desenvolvê-lo.

Conceito 2 – Abordou o tema de forma pouco consistente.

Conceito 3 – Abordou o tema de forma consistente, mas cometeu algum erro conceitual.

Conceito 4 – Abordou o tema de forma adequada e consistente.

# INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA (INPA)

## CARGO 40: PESQUISADOR ADJUNTO – ESPECIALIDADE: P40 ÁREA DE ATUAÇÃO: MICROBIOLOGIA E BIOTECNOLOGIA NA AMAZÔNIA (MBIOA)

### Prova Discursiva – Questão 3

Aplicação: 24/03/2024

## PADRÃO DE RESPOSTA DEFINITIVO

1 Espera-se que o candidato responda que os sistemas CRISPR/Cas são encontrados naturalmente em seres procariontes (bactérias e arqueias) e, quando presentes no genoma desses micro-organismos, atuam como mecanismo de defesa específico contra a entrada de elementos genéticos móveis, como bacteriófagos e plasmídeos. Para a sua utilização como ferramenta de edição gênica, duas pesquisadoras inicialmente criaram uma molécula única (quimera) de RNA a partir da união do RNA CRISPR (crRNA) e do tracrRNA, chamada de *single-guide* RNA (sgRNA), e utilizaram a nuclease Cas9, a partir da bactéria *Streptococcus pyogenes*.

2 Espera-se que o candidato mencione os componentes básicos tanto para a edição gênica para fins de *knock-out* (sem criar um organismo transgênico) como para *knock-in* (criando um organismo transgênico). Para *knock-out*, o candidato deve mencionar um RNA guia (ou sgRNA ou crRNA) e uma nuclease (p. ex., Cas9, Cas12 ou Cas13). Para *knock-in*, o candidato deve mencionar também um DNA doador, além dos componentes anteriores.

3 Aqui, o candidato deve mencionar que as vantagens são o custo, a praticidade, a simplicidade e o tempo menor para uma edição gênica. Mencionar as outras tecnologias de edição gênica, como meganucleases, TALENs (nucleases com efetores do tipo ativador transcricional) e ZFN (nucleases dedo de zinco), é importante para contextualizar a resposta. O candidato deverá desenvolver sua resposta para explicar o que confere essas vantagens ao sistema de edição gênica CRISPR/Cas sobre as outras tecnologias. Para tal, o candidato deverá comentar sobre os seguintes aspectos: política de acesso aberto à tecnologia CRISPR/Cas; poucos nucleotídeos (aproximadamente 20) do crRNA são suficientes para determinar a especificidade da edição (embora haja a desvantagem de possíveis efeitos *off-target*); não há necessidade de engenharia de proteínas como nas demais tecnologias e o experimento de edição gênica pode ser feito em alguns dias (as demais tecnologias levam semanas a meses).

4 O candidato deve mencionar as diferentes abordagens para entrega dos componentes de edição gênica via CRISPR/Cas às células vegetais, independentemente das suas vantagens e desvantagens. O candidato deve citar os principais métodos diretos (aqueles que provocam modificações na superfície celular — membranas e parede celular — seja por processos químicos ou físicos) e indiretos (aqueles que usam vetores biológicos). Entre os vetores biológicos, podem ser usados bactérias (p. ex., *Agrobacterium tumefaciens* e *Agrobacterium rhizogenes*) ou vírus (p. ex., vírus adeno-associados, lentivírus e adenovírus). Entre os métodos diretos, existem a eletroporação de protoplastos, a transformação mediada por polietilenoglicol (PEG), a biolística (ou biobalística), uso de vesículas lipídicas (lipossomos), uso de nanopartículas (p. ex., nanopartículas de sílica mesoporosas revestidas de lipídios, nanopartículas de ouro, nanopartículas magnéticas) e microinjeção.

5 O candidato deverá mencionar estratégias baseadas tanto nos patógenos como nos hospedeiros. As estratégias baseadas nos patógenos devem ter como alvo os vírus, interferindo com o genoma viral, de modo a inibir a replicação e a infecção de vírus invasores, sejam vírus com genoma DNA ou RNA. As estratégias baseadas nos hospedeiros devem manipular os fatores de suscetibilidade das plantas necessários para a infecção viral, a fim de aumentar a imunidade das plantas e bloquear a invasão de vírus. Os vírus recrutam os fatores de tradução celular do hospedeiro não só para traduzir RNA viral, mas também para facilitar outros processos de infecção. Outros fatores pró-virais do hospedeiro incluem genes relacionados à tradução/replicação/movimento/metabolismo. Os fatores de iniciação da tradução de eucariontes [o candidato pode citar vários exemplos, como eIF4E, eIF4G e suas isoformas, eIF(iso)4E e eIF(iso)4G] são os genes de resistência recessiva mais amplamente explorados necessários para processos de tradução a partir de vírus de RNA de planta. Embora muitos genes dominantes de resistência contra vírus de plantas tenham sido identificados, eles estão frequentemente ligados geneticamente a características indesejáveis. Da mesma forma, muitos genes de suscetibilidade dos vegetais envolvidos na infecção viral também afetam a viabilidade das plantas. Assim, mais genes do hospedeiro precisam ser identificados e aplicados para se obter recursos genéticos eficazes contra diferentes vírus de plantas. Tais genes podem ser: reguladores negativos das defesas das plantas, fatores de susceptibilidade das plantas envolvidos na replicação/tradução/movimento viral ou outros ciclos de vida, fatores do hospedeiro que participam na modificação das proteínas virais para alcançar sua função efetiva na infecção e fatores envolvidos nos processos celulares benéficos para o comportamento dos vírus.

## QUESITOS AVALIADOS

### **QUESITO 2.1 Definição do sistema CRISPR/Cas e adaptação para emprego como ferramenta de edição gênica**

Conceito 0 – Não definiu o que são sistemas CRISPR/Cas nem como foram inicialmente adaptados para serem utilizados como ferramenta de edição gênica.

Conceito 1 – Definiu o que são sistemas CRISPR/Cas, mas não desenvolveu OU mencionou como os sistemas CRISPR/Cas foram adaptados para se tornarem uma ferramenta de edição gênica, mas não desenvolveu.

Conceito 2 – Definiu o que são sistemas CRISPR/Cas e mencionou como os sistemas CRISPR/Cas foram adaptados para se tornarem uma ferramenta de edição gênica, mas só desenvolveu um dos tópicos abordados.

Conceito 3 – Definiu o que são sistemas CRISPR/Cas e mencionou como os sistemas CRISPR/Cas foram adaptados para se tornarem uma ferramenta de edição gênica, tendo desenvolvido ambos dos tópicos.

### **QUESITO 2.2 Componentes básicos de um sistema CRISPR/Cas para edição gênica**

Conceito 0 – Não mencionou nenhum componente básico dos sistemas CRISPR/Cas para edição gênica.

Conceito 1 – Mencionou parcialmente os componentes básicos para edição gênica para fins de *knock-in* OU *knock-out*.

Conceito 2 – Mencionou parcialmente os componentes básicos para edição gênica para fins de *knock-in* E *knock-out*.

Conceito 3 – Mencionou todos os componentes básicos para edição gênica para fins de *knock-in* E *knock-out*.

### **QUESITO 2.3 Vantagens da ferramenta CRISPR/Cas em relação a outras tecnologias de edição gênica**

Conceito 0 – Não mencionou nenhuma vantagem dos sistemas CRISPR/Cas sobre outras tecnologias de edição gênica.

Conceito 1 – Mencionou apenas uma vantagem dos sistemas CRISPR/Cas, sem desenvolver muito o tema.

Conceito 2 – Mencionou duas ou mais vantagens, desenvolvendo parcialmente o tema.

Conceito 3 – Mencionou duas ou mais vantagens, desenvolvendo adequadamente o tema.

### **QUESITO 2.4 Métodos de entrega dos componentes do sistema CRISPR/Cas para dentro das células de plantas**

Conceito 0 – Não mencionou nenhuma abordagem para a entrega dos componentes de edição gênica via CRISPR/Cas às células vegetais.

Conceito 1 – Mencionou apenas uma abordagem (de método direto ou indireto), desenvolvendo parcialmente o tema.

Conceito 2 – Mencionou duas ou mais abordagens (de métodos diretos e indiretos), desenvolvendo parcialmente o tema.

Conceito 3 – Mencionou duas ou mais abordagens (de métodos diretos e indiretos), desenvolvendo adequadamente o tema.

### **QUESITO 2.5 Estratégias para o controle de infecções virais em plantas**

Conceito 0 – Não mencionou nenhuma estratégia baseada nos patógenos nem no hospedeiro.

Conceito 1 – Mencionou estratégias baseadas apenas no patógeno ou no hospedeiro, mas desenvolveu parcialmente o tema.

Conceito 2 – Mencionou estratégias baseadas no patógeno e no hospedeiro, mas desenvolveu parcialmente o tema.

Conceito 3 – Mencionou estratégias baseadas no patógeno e no hospedeiro e desenvolveu bem o tema.

# INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA (INPA)

CARGO 40: PESQUISADOR ADJUNTO – ESPECIALIDADE: P40

ÁREA DE ATUAÇÃO: MICROBIOLOGIA E BIOTECNOLOGIA NA AMAZÔNIA (MBIOA)

Prova Discursiva – Questão 4

Aplicação: 24/03/2024

## PADRÃO DE RESPOSTA DEFINITIVO

O(a) candidato(a) deve demonstrar conhecimento sobre a ecologia microbiana do solo e o metabolismo microbiano, especificamente em relação às interações entre os microrganismos e entre os microrganismos e o solo que são consideradas benéficas à produção vegetal, como relações simbióticas mutualísticas e comensalismo, assim como também em relação às consideradas maléficas, entre elas o antagonismo, predação, parasitismo e competição, demonstrando o entendimento de como estas relações afetam a produção vegetal. Além disso, deve também demonstrar compreensão dos processos metabólicos microbianos (fotossíntese, fermentação, respiração, entre outros) e como estes são afetados pelo uso do solo e as modificações provocadas no solo, considerando a importância destas informações para a adoção de um manejo mais adequado e sustentável do solo, visando a uma melhor produção vegetal.

### QUESITOS AVALIADOS

#### **QUESITO 2.1 Interações entre microrganismos e entre microrganismos e solo com efeitos benéficos para produção vegetal**

Conceito 0 – Não abordou o tema ou o fez de forma totalmente equivocada.

Conceito 1 – Abordou o tema apenas de forma superficial sem desenvolvê-lo.

Conceito 2 – Abordou o tema de forma pouco consistente.

Conceito 3 – Abordou o tema de forma consistente, mas cometeu algum erro conceitual.

Conceito 4 – Abordou o tema de forma adequada e consistente.

#### **QUESITO 2.2 Interações entre microrganismos e entre microrganismos e solo com efeitos maléficos para produção vegetal**

Conceito 0 – Não abordou o tema ou o fez de forma totalmente equivocada.

Conceito 1 – Abordou o tema apenas de forma superficial sem desenvolvê-lo.

Conceito 2 – Abordou o tema de forma pouco consistente.

Conceito 3 – Abordou o tema de forma consistente, mas cometeu algum erro conceitual.

Conceito 4 – Abordou o tema de forma adequada e consistente.

#### **QUESITO 2.3 Metabolismo microbiano: fatores que alteram e uso como estratégia para a sustentabilidade e produção vegetal**

Conceito 0 – Não abordou o tema ou o fez de forma totalmente equivocada.

Conceito 1 – Abordou o tema apenas de forma superficial sem desenvolvê-lo.

Conceito 2 – Abordou o tema de forma pouco consistente.

Conceito 3 – Abordou o tema de forma consistente, mas cometeu algum erro conceitual.

Conceito 4 – Abordou o tema de forma adequada e consistente.