

A Biologia Molecular e a Engenharia Genética compõem um avanço e um pilar para a Fitopatologia Moderna. A partir das suas introduções, foi possível ampliar os estudos gênicos e proteicos. As áreas de estudos de identificação de patógenos, manejo e sustentabilidade são exemplos de conhecimentos influenciados por esses avanços.

Através da Biologia Molecular é possível realizar a identificação de patógenos mesmo em condições assintomáticas.

Para isso, são utilizados genes conservados do genoma de bactérias, como exemplo o 16S. Assim como para identificação de fungos, no qual podem ser utilizadas as regiões conservadas ITS e LSU.

A realização dessas identificações, assim como outras metodologias que envolvem a biologia molecular, são possibilitadas pelas técnicas de PCR, RT-PCR ou RT-qPCR. Atualmente, novas técnicas ampliaram e facilitaram a aplicação da biologia molecular, como exemplo o sequenciamento de nova geração.

O uso do RNA-seq ou RT-PCR possibilita a identificação de genes envolvidos nas vias de sinalização de defesa vegetal. Hoje é possível identificar a expressão gênica de ácido salicílico, ácido jasmônico e etileno. Uma aplicação dessa metodologia poderá ser na decisão de escolha de



melhor fungo endofítico para bioestimulação de defesa vegetal.

Enquanto isso, a Engenharia Genética possibilitou a criação de plantas geneticamente modificadas para resistência a patógenos. O uso de CRISPR-Cas possibilitou a edição do genoma vegetal, com a introdução de genes de resistência (gene R). Dessa forma, proporcionando uma resistência mais duradoura.

Outra possibilidade de alteração pode ser realizada através do RNA de interferência (RNAi), no qual pode ser realizado o silenciamento de genes de suscetibilidade (gene S). Portanto, poderá ocorrer uma redução da colonização.

Também ocorreu avanço quanto ao uso de partes do patógeno para aumento da defesa vegetal. A exemplo pode ser utilizada a proteína do capside viral que poderá proporcionar interferência na replicação viral. Tal metodologia proporcionou ganhos contra doenças virais.

Tais modificações genéticas podem ocorrer através de diferentes meios. Uma alternativa é a utilização de microrganismos como *Agrobacterium tumefaciens*. Outro meio é o físico com o uso de biobalística.

A aplicação desses conhecimentos possibilita estudos sobre a variabilidade



genética de patógenos, identificação de genes de virulência, melhoramento genético. Assim como, a criação de biofábricas para a produção de proteínas recombinantes.

Todavia, o uso dessas aplicações poderá encontrar barreiras como a regulação constitucional, biossegurança e, principalmente, a aceitação da população. Esses entraves ocorrem, pois o uso dessas tecnologias podem afetar a segurança ambiental e alimentar, desse modo impactando diretamente os seres humanos, a fauna e a flora.

Em síntese, a Biologia Molecular proporcionou à fitopatologia um aumento em estudos filogenéticos e de caracterização. Assim como, a Engenharia Genética em modificações no genoma. Esses avanços possibilitaram e continuam possibilitando o incremento de conhecimento na área da Fitopatologia. Bem como, no aumento da produção agrícola brasileira e mundial.