



AUXINA: HORMÔNIO DE DESENVOLVIMENTO FISIOLÓGICO VEGETAL

MORETI, Uidson De Souza¹; PEREIRA, Júlio César Santos²; ALTHMAN, Michael Patrick Ferreira³

RESUMO (Auxina: hormônio desenvolvimento fisiológico vegetal) - Auxina são hormônios vegetais, também conhecidos como fitormônios, são compostos orgânicos produzidos pelas plantas e desempenham funções fundamentais no seu crescimento e desenvolvimento. Esses hormônios estão presentes em pequenas quantidades e são produzidos nos tecidos vegetais, e influenciam praticamente todos os estádios do ciclo de vida de um vegetal, da germinação à senescência.

Palavra-chave: Crescimento, fitormônios, hormônios, vegetal.

ABSTRACT (Auxin: plant physiological development hormone) - Auxin vegetable hormones, also known as phytohormones, are organic compounds produced by the plants and play fundamental functions in its growth and development. Such hormones are present in small quantities and are produced in plant tissue, influencing practically all life cycle stages of a vegetable, germinating senescence.

Keywords: Growth, phytohormones, hormone, vegetable.

1. INTRODUÇÃO

Auxina significa em grego "crescer" e o nome é dado a um grupo de compostos que estimulam o crescimento. A auxina foi o primeiro hormônio descoberto em plantas e é um, dentre uma vasta gama, dos agentes químicos sinalizados que regulam o desenvolvimento vegetal e o mais comum de ocorrência natural é o ÁCIDO 4-CLOROINDOL 3- ACÉTICO (4-CL-AIA), ÁCIDO INDOL 3-BUTIRICO (AIB) e o ÁCIDO INDOL 3-ACETICO (AIA) e também existe auxinas sintéticas, o ÁCIDO 2,4-DICLOROFENO-XIACÉTICO (2,4-D) e ÁCIDO 2-METÓXI 3,6 -DICLOROBENZÓICO (DICAMBA) que podem ser utilizados como herbicidas na horticultura e na agricultura. Uma das principais funções desse hormônio

¹ Acadêmicos do curso de Engenharia Agrônômica da FAEF – Garça – SP – Brasil. e-mail: uidson_moretti@hotmail.com; Julio.spereira@hotmail.com; michael.p@hotmail.com

nos vegetais superiores é a regulação do crescimento por alongamento de caules jovens e coleóptilos. Baixos níveis de auxina são também necessários para o alongamento da raiz, embora altas concentrações atuem inibindo o crescimento desse órgão (TAIZ, L. e ZEIGER, E. 2004).

2. DESENVOLVIMENTO

A auxina pode ser de origem natural (hormônio) ou sintética e podem estar em diferentes regiões nas plantas (folhas, caule, raiz, frutos, sementes), que atuam como mediadores de processos fisiológicos, provocando alterações nos processos vitais e estruturais, com a finalidade de aumentar o crescimento dos órgãos, e com isso melhorarem a produção, e promover uma melhor qualidade da planta (CASTRO; VIEIRA, 2001).

O efeito dessas substâncias sobre as plantas cultivadas tem sido pesquisado com o intuito de melhorar qualitativa e quantitativamente a produtividade das culturas (ALLEONI et al. 2000).

2.1. LOCALIZAÇÃO DA AUXINA

Pôde-se comprovar que as auxinas estão largamente distribuídas no reino vegetal. As quantidades de AIA que se medem oscilam entre 1 e 100µg por Kg. de importância seco, embora com as modernas técnicas de extração e correção das perdas ao longo do processo os valores máximos em alguns tecidos podem ser inclusive três vezes maiores (TAIZ, L. e ZEIGER, E. 2004)

Quanto à distribuição da auxina nos diferentes órgãos ou tecidos, viu-se, utilizando o teste de epicótilo de ervilha, que na plântula de trigo existia alto conteúdo no ápice do coleótilo que ia diminuindo à medida que se descia ao longo do mesmo, se atingindo o mínimo na base e um incremento à medida que se progredia para o ápice da raiz, sendo o valor neste ponto menor que o que existe no ápice do coleótilo (TAIZ, L. e ZEIGER, E. 2004).

2.2. BIOSÍNTESES DA AUXINA

Segundo Pompelli, M. (2012), existem informações suficiente para demonstrar que o Ácido indol-3-acético (AIA) se sintetiza a partir de triptofano. Esta transformação pode levá-la a cabo microrganismos e inclusive pode ser produzida uma conversão oxidativa quando o triptofano se encontra em presença de peroxidase e de radicais livres. As

vias de sínteses do AIA baseiam-se na evidência obtida a partir da presença de intermediários e sua atividade biológica e o isolamento de enzimas capazes de converter *in vivo* estes intermediários em AIA.

A produção de auxina sugere-se que pode estar unida a troca de tal forma que a autólise do conteúdo celular de células de xilema em diferenciação liberta triptofano que é convertido em AIA (TAIZ, L. e ZEIGER, E. 2004).

Em folhas encontrou-se AIA e parece que seu conteúdo decresce com a idade, embora possa haver um novo acréscimo em tecido senescente, provavelmente por causa do acréscimo de triptofano como consequência da proteólise. Se acrescentar C-triptofano a folhas, estas são capazes de transformar em AIA, embora sejam mais eficientes as folhas mais jovens (TAIZ, L. e ZEIGER, E. 2004).

Há que considerar a possibilidade de que os elevados níveis de AIA que se mede em tecidos jovens podem ser consequência da presença de substâncias protetoras que evitem sua oxidação, e não de uma elevada atividade Biosintética (CASTRO, P. 1979).

Pode ser concluído que os locais mais importantes de sínteses de auxina são: as folhas jovens em expansão, o tecido cambial, os ovários imaturos e sementes em desenvolvimento. No entanto, outros tecidos também têm a capacidade de sintetizar AIA (folhas maduras, caules e raízes) (CASTRO, P. 1979).

2.3. TRANSPORTE DAS AUXINAS

Um hormônio caracteriza-se por mover no organismo vegetal desde o ponto de síntese até seu local de ação. Apesar de algumas objeções, está claro que existe um movimento das auxinas através do organismo; este deslocamento de um local a outro se denomina transporte da auxina, embora os mecanismos que participam neste processo não sejam totalmente conhecidos (POMPELLI, M. 2012).

A particularidade mais notável do transporte de auxina é que se realiza de forma polar, isto é, em um segmento de caule irá sempre em direção basipétala, em um segmento de raiz irá em direção aceopétala (se deslocaria para o ápice da raiz). A polaridade do transporte de auxina foi evidenciada por Went em coleóptilos de aveia. Posteriormente demonstrou-se em outros tecidos, tanto de caules como de raízes (AMARAL, L. 2016).

2.4. CATABOLISMO AUXINICO

A concentração de auxina nas plantas pode ser regulada não só por sua taxa de síntese e a velocidade de transporte para e desde o órgão que se considere, senão pelos mecanismos de inativação; de fato, está claramente demonstrado que a AIA é inativada facilmente por quase todos os tecidos vegetais. Às vezes a inativação do AIA pode ser conseguida mediante conjugação do AIA com outras moléculas como açúcares ou aminoácidos. Detectou-se em plantas o ácido indol-3-acetil L-aspartico (SANTOS, D. et al. 2013).

2.5. RECEPTORES DAS AUXINAS

As plantas embora careçam de sistema nervoso, possuem, ao igual que os animais, um sistema hormonal de comunicação a longa distância mediante o qual as células alvo traduzem o sinal hormonal em uma resposta específica. Embora se desconheçam quais são os mecanismos que regulam esta transmissão se pensa que podem ser parecidos aos que funcionam nos animais (SANTOS, D. et al. 2013).

Estes receptores são proteínas que se unem de forma específica e reversível ao sinal químico; depois de realizar-se a união experimentam uma mudança conformacional, passando de uma forma inativa a uma forma ativa, pondo em marcha um programa molecular que conduz à resposta característica (SANTOS, D. et al. 2013).

Depois de ensaiar diversos substituintes e estudar seu comportamento como auxinas, concluiu-se que, para que existisse atividade, era necessária a presença de uma carga fracionária positiva no anel, situada a uma distância de 0.50 nm da carga negativa do grupo carboxílico (SANTOS, D. et al. 2013).

Esta distância entre a carga positiva e negativa dá-se sempre entre os compostos com atividade auxínica, sejam indólicos, fenoxiacéticos, benzoicos ou picolínicos, inclusive na auxina sem anel carboximetildimentil-ditiocarbamato pode adotar uma configuração plana que recorda a um anel e nesta situação o átomo de N toma uma ligeira carga positiva situada a 0.50 nm do grupo carboxílico.

Cabe pensar que, graças a esta configuração, as auxinas se unirão ao receptor que apresente uma distribuição de cargas situadas à mesma distância.

A busca de receptores para auxinas em plantas baseou-se no estudo de duas respostas características: a proliferação de calos e indução de raízes ou caules regulados pelo balanço auxinas/citoquininas e o alongamento do coleótilo ou seções de caule.

2.6. MECANISMO DE AÇÃO

Quando se aplica auxina a um tecido com capacidade de resposta de crescimento há um período de latência de duração variável antes que aumente a taxa de crescimento. Depois desse período, que quase nunca é inferior a 8 minutos, a taxa de crescimento aumenta rapidamente durante 30-60 minutos até atingir o máximo; posteriormente, a taxa de crescimento pode ser feita estável, atingir um segundo máximo ou inclusive diminuir (TAIZ, L. e ZEIGER, E. 2004).

O período de latência varia de uns tecidos a outros, aumenta ao diminuir a concentração de auxina aplicada ou se alonga ao diminuir a temperatura, mas não pode ser eliminado o período de latência nem com temperatura elevada, nem com alta concentração de auxina nem eliminando a cutícula que rodeia ao tecido. O atraso não pode ser relacionado por tanto com o tempo que demora em penetrar a auxina (TAIZ, L. e ZEIGER, E. 2004).

2.7. PRINCIPAIS FUNÇÕES DAS AUXINAS

Crescimento do caule e da raiz - ocorre através do processo de alongamento das células vegetais. Quando a planta apresenta baixa quantidade de auxinas, suas raízes podem crescer, porém o caule não se desenvolve. Já a alta concentração de auxinas pode provocar o crescimento do caule, deixando as raízes pouco desenvolvidas (TAIZ, L. e ZEIGER, E. 2004).

Dominância apical – auxinas fabricadas pelo meristema apical do caule diminuem a atividade das gemas axilares que ficam perto do ápice. Quando a gema apical é extraída da planta, ocorre o surgimento de ramos, folhas e flores laterais (TAIZ, L. e ZEIGER, E. 2004)

Tropismos – as auxinas atuam no controle dos tropismos (movimentos relacionados ao crescimento das plantas de acordo com estímulos da natureza). Exemplo: fototropismo (movimento das plantas em reação aos estímulos luminosos). Produção e desenvolvimento de frutos – as auxinas são produzidas nas sementes, possibilitando a formação dos frutos pelo ovário (TAIZ, L. e ZEIGER, E. 2004).

Queda de folhas velhas – como apresentam baixa concentração de auxinas, as folhas velhas caem da planta. Formação de raízes – são as raízes que brotam na base do caule. Este processo é gerado pela presença das auxinas (TAIZ, L. e ZEIGER, E. 2004).

2.8. AUXINAS SINTÉTICAS

Depois da descoberta do AIA, pensou-se que, se uma estrutura tão simples era capaz de produzir respostas tão notáveis sobre o crescimento, teria que haver mais compostos com

propriedades análogas; muitos pesquisadores começaram a ensaiar diferentes moléculas para ver se tinham as propriedades descritas para o AIA, e assim, cedo se descobriu que também era capaz de favorecer o crescimento das células o ácido indenoacético, o ácido 2-benzofuranacético, o ácido 3-benzofuranacético, o ácidonaftalenacético e uma série de compostos.

Posteriormente, viu-se que outros compostos que possuíam anel indólico também resultavam ativos, como o ácido 3-indolpirúvico, e o ácido indolbutírico derivados do naftaleno como o ácido naftil-1-acético e o ácido naftoxi-2-acético. Por último, o fato de que alguns ácidos fenoxiacéticos tinham atividade auxínica levou à descoberta do 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D) com uma grande atividade. A partir de aqui desenvolveu-se uma larga gama de moléculas com atividade auxínica, como o ácido 2-metil, 4-clorofenoxiacético (MCPA) e o ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético (2,4,5-T). (AMARAL, L. 2016).

2.8.1. EXEMPLO:

Alga *Ascophyllum nodosum*:

A *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis, membro da ordem Fucales e a família Fuaceae, se destaca. É uma fonte natural de macro e micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe, Mn, Cu e Zn), aminoácidos (alanina, ácido aspártico e glutâmico, glicina, isoleucina, leucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, tirosina, triptofano e valina), citocininas, auxinas, e ácido abscísico, substâncias que afetam o metabolismo celular das plantas e conduzem ao aumento do crescimento, bem como ao incremento da produtividade.

É, ainda, portadora de compostos antioxidantes. Tais substâncias afetam o metabolismo celular das plantas e conduzem ao aumento do crescimento, bem como ao incremento da produtividade.

Os extratos de tais algas, pela riqueza de conteúdo, atuam na divisão celular e na síntese de proteínas (por terem em sua composição citocininas, auxinas e giberelinas); mantêm a integridade das membranas celulares por terem em sua composição antioxidantes (capazes de proteger as células das toxinas que ela própria produz naturalmente ou em resposta a estresses).

Benefícios: Estudos têm demonstrando que o emprego de extratos de algas marinhas propicia aumento de taxa de germinação, enraizamento, desenvolvimento inicial e produção de culturas como café, alface, tomate, milho e feijoeiro, entre outras.

3. CONCLUSÃO

Neste trabalho deu-se a conhecer, alguns dos aspetos mais importantes do ácido indol acético mais conhecido como a auxina. Dá-se a conhecer aspetos tão importantes como sua síntese, transporte, funções, características, efeitos. Podem também ser muito importante para novas pesquisas, auxiliando técnicas para o melhoramento vegetal. Do que se menciona do transporte auxínico é que se realiza de forma polar, isto é, em um segmento de caule irá sempre em direção basipétala, em um segmento de raiz irá em direção aceopétala (se deslocaria para o ápice da raiz).

Também neste trabalho se mostram outras características da auxina de igual importância, para o correto desenvolvimento fisiológico de uma planta.

4. REFERÊNCIAS :

AMARAL, L. **Os hormônios vegetais**. 2016. Disponível em :<https://www.nead.uesc.br/arquivos/biologia/mod4bloco4/eb7/eb7-os-hormonios-vegetais.pdf>>. Acesso em 14 de agosto.2016.

CASTRO, P. **Mecanismo de ação auxínica**. Anais da E. S. A. “Luiz de Queiroz” 1979. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/aesalq/v36/34.pdf>>. Acesso em 14 de agosto.2016.

J. AZCON-BIETO E M. TALON. MADRI. (1996). **Fisiologia e bioquímica Vegetal**. 1ra edição.

POMPELLI, M. **Auxinas e citocininas**. Pernambuco: Universidade federal de Pernambuco, 2012. Disponível em :https://www.ufpe.br/lev/downloads/auxinas_citocininas.pdf. Acesso em 14 de agosto.2016.

SALISBURY F/ROSS.C (1994). **Fisiologia Vegetal**. Editorial Ibero-americana. Sivory M./Caso 0 . (1980). Fisiologia Vegetal. Editorial Hemisfério Sul.

SANTOS, D. BRAGA, R. GUIMARAES, F. PASSOS, A. SILVA, D. SANTOS, J. NERY, M. **Determinação de espécies bioindicadores de resíduos de herbicidas auxínicos**. Viçosa:

Universidade federal de viçosa, 2013. Disponível em
:https://www.redalyc.org/pdf/3052/305228470008.pdf>. Acesso em 14 de agosto.2016.

TAIZ, L. E ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**.In:Auxina: hormônio de crescimento,3º ed. Porto alegre, 2004. Cap.19, p.449-482.

VERMELHAS GARDEÑAS MANUEL (1993). **Controle hormonal do Desenvolvimento das Plantas**.

A Revista Científica Eletrônica de Agronomia é uma publicação semestral da Faculdade de Ensino Superior e Formação Integral – FAEF e da Editora FAEF, mantidas pela Sociedade Cultural e Educacional de Garça. Rod. Cmte. João Ribeiro de Barros km 420, via de acesso a Garça km 1, CEP 17400-000 / Tel. (14) 3407-8000. www.faeF.br – www.faeF.revista.inf.br – agronomia@faef.br