

HORMONES VEGETALES

Por **Ricardo Sánchez Tamés**

Profesor emérito de la Universidad d'Uviéu
Departamentu de Bioloxía d'Organismos y Sistemes
Fisioloxía vexetal

La idea de que las correlaciones que se establecen entre el medio ambiente y el espoxigue d'una planta regúlense per mediu d'unos compuestos químicos que difunden a lo llargo del organismu nun foi bono d'asimilar, porque se taba mui lloñe de la conciencia qu'había al rodiu del control que sobre l'organismu animal exerce'l sistema nerviosu.

El conceutu de control hormonal n'animales definióse mucho antes qu'en plantes y llevó tiempu la so aceutación per parte de la comunidá científica. En 1894 Berthold demostró n'esperimentos con pitinos la existencia d'una sustancia difusible produció nos testículos y que difundía na sangre. Foren Bayliss y Starling en 1902 los que descubrieron que'l páncrees respondía a la presencia d'una sustancia proceden-

te del intestín delgáu y acuñaron el términu *hormona* pa esti tipu de sustancias.

Hormona ye un términu garráu del griegu col significáu de «qu'escita». Ye polo tanto un mensaxeru que se produz nun muérganu o texíu y se tresporta a otra parte del cuerpu, al *muérganu diana* onde exerce los sos efeutos.

El descubrimientu de les hormones vexetales foi precedíu per un refileru d'espublizaciones independientes y abondo xebrades en tiempu. En 1758 **Duhamel de Monceau** observó que cuan-



do s'eliminaba un anellu de corteza nun tueru, na parte superior del anielláu produciáse un hinchamientu y formábense raíces, pero nada d'esto ocurría na parte inferior. Posteriormente **Sachs** propunxo que les sustancias formadores de raíces produciéndose nes fueyes y desplazábense de forma descendente nos tallos.

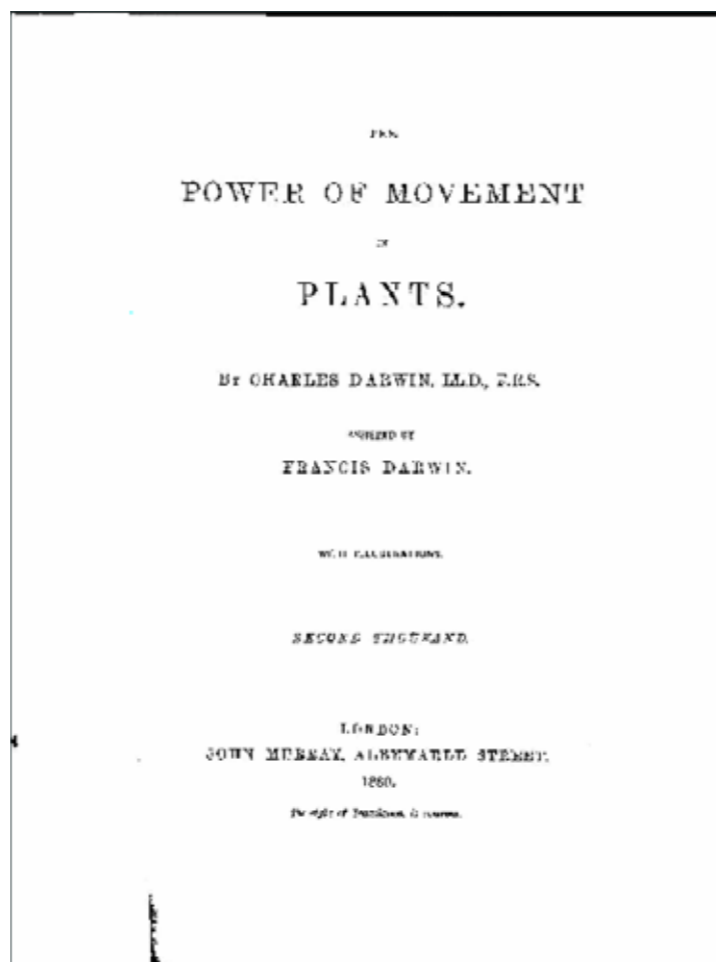
Tomates ensin etilenu a la manzorga y en presencia d'ello (derecha); nel primer casu (enriba) caltiénense verdes ensin ello y nel segundu vese cómo maduren distinto.

LA HORMONA DEL CRECIMIENTU (AUXINA)

Nuna obra espublizada en 1880 sol títulu de *The power of movements in plants*, **Charles Darwin** a comuña col so fíu Francis concluyeron que: «cuando les plantes tán espuestas a iluminación llatéral, dalguna influencia tresmítense dende la parte superior a la inferior, faciendo qu'ésta se curve». Los trabayos de **Boysen Jensen**, **Paal** y **Soding** llevaron a postular la idea de que'l control del crecimientu facíalu una sustancia producío nel ápiz del coleóptilu y que se distribuyía de forma asimétrica.

Hans Fitting observó qu'un extractu de granos de polen d'orquídees producía l'amostiar y la cayida de los pétalos, los mesmos efeutos qu'asocedíen cuando se facía la polinización de forma natural. A esa sustancia desconocío denominó *hormona vexetal*.

Si nos animales el fluxu de les hormones ta canalizáu per aciu del sistema circulatoriu, nes plantes el fluxu de sustancias con función d'hormones nun ye tan evidente; pue ser pela corriente ascendente impulsao pola trespriación, o per aciu del fluxu de los productos de la foto-

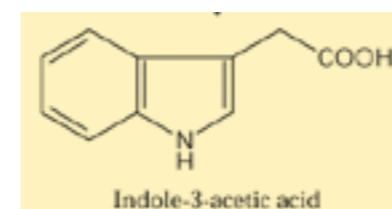


tar ápices de coleóptilos y allugalos sobro pequeños bloques d'agar a los que difundía «daqué» procedente de los ápices en función del tiempu de contactu. Posteriormente, estos bloques colo-

cábalos asimétricamente sobro coleóptilos decapitados lo qu'inducía néstos una curvadura, siendo l'ángulu de curvadura proporcional al númberu d'ápices depositaos sobro'l bloque y al tiempu de permanencia. D'estos resultaos deduxo que de los ápices de los coleóptilos difundía hacia los bloques d'agar una sustancia que yera a inducir la curvadura observada. Pudo asina comprobar que nel ápiz d'un coleóptilu produzse'l doble d'esta

sustancia na parte escura que na allumada. **Dolk** demostró que, si un coleóptilu se coloca horizontalmente, la parte inferior contién más d'esta sustancia de crecimientu, cuasi'l doble, que la parte superior.

Kögl y **Haagen Smith** propunxeron la palabra auxina del griegu *auxein*, (medrar, aumentar), pa designar la sustancia o sustancias que resultaben actives nel ensayu de curvadura del coleóptilu; estos autores demostraron qu'una sustancia aislao del mexu humano amosaba gran actividá nel bioensayu puesto a puntu por Went; esta sustancia yera l'ácidu 3-indolacético



y ye l'auxina por antonomasia. Posteriormente aislóse ácidu 3-indolacético de formientos, de granos de maíz, de coleóptilos d'avena y de dellos texíos. Cítense na lliteratura otros compuestos con actividá auxínica magar que paez que la so actividá depende de la posibilidá de que seyan tresformaes polos texíos n'ácidu 3-indolacético.

IZQUIERDA

Figura 1. Portada de la obra de Darwin y el so fíu onde describen los sos esperimentos con plantes.

ENRIBA

Figura 2. L'auxina por antonomasia ye l'ácidu 3-indolacético.

LES HORMONES DE LA REPRODUCCIÓN (ÁCIDU XIBERÉLICO)

Hai otra historia mui alloñada xeográficamente de la que llevó al descubrimientu de la primer hormona vexetal y que s'entamó nel Xapón anterior a la Segunda Guerra Mundial. En 1926 **Kurosawa**, un botánicu xaponés que trabayaba en Taiwan, estudiando una enfermedá del arroz llamada *Bakanae* (plantes lloques) observó que les plantes enfermes yeren más altes y amarellúes que les normales y frutaben muncho menos. Demostró que la enfermedá producíala'l fungu *Gibberella fujikuroii* y que un filtráu del mediu de cultivu en que crecía'l fungu, cuando s'aplicaba a les plantes d'arroz producía idénticos síntomas. Del filtráu del mediu de cultivu **Yabuta** y **Sumiki** aislaron la sustancia responsable de producir los síntomas descritos y denominárenla Xiberelina A. Estos trabayos permanecieren inorados nel mundu occidental por torgues de comunicación, puesto que s'asoleyaren en xaponés y más entá pol españíu de la Segunda Guerra Mundial. Acabada la guerra, investigadores ingleses de la empresa Imperial Chemical Industries retomaren estos trabayos ya identificaren una sustancia a lo que denominaren ácidu xiberélico y que difería de la Xiberelina A porque ésta resultó ser una mestura de, pelo menos, 3 compuestos.

Otra llinia d'investigación qu'empobinó a incrementar el conocimientu al rodiu de les xiberelines y el so papel nel control del crecimientu y desendolcu de les plantes fundamentóse na afición de los ingleses pola cerveza y ls so fabricación. A lo cabero del sieglu XIX había nicios de que los azucres lliberaos a partir de la hidrólisis del almidón diben destinaos al crecimientu del embrión de la semiente de cebada y que si se desanicaba l'embrión de la semiente, primero d'embebelos n'agua, nun había hidrólisis.

IZQUIERDA

Figura 3. Crecimientu de plántules d'arroz cuando s'apliquen concentraciones crecientes de xiberelina. El primer tiestu de la izquierda ye'l control.

DERECHA

Figura 4. L'ácidu xiberélicu ye la xiberelina más empregada.

ABAXO DERECHA

Figura 5. Dalgunes de les citoquinines más conocíes



Tamién demostraren que los embriones aisllaos colocaos sobre una llámina d'almidón producíen un cercu d'hidrólisis na so rodiada. Pasaren bastantes años hasta que nuevamente en Xapón y estudiando'l mesmu fenómenu Yomo descubrió que'l mediu azucráu au tuvieren creciendo embriones aisllaos de cebada yera p'activar la hidrólisis del almidón. D'estos trabayos y de los de **Paleg** n'Australia llegóse a la conclusión de que la sustancia responsable d'inducir la hidrólisis del almidón, per aciu de la lliberación de α -amilasa, yera l'ácidu xiberélicu.

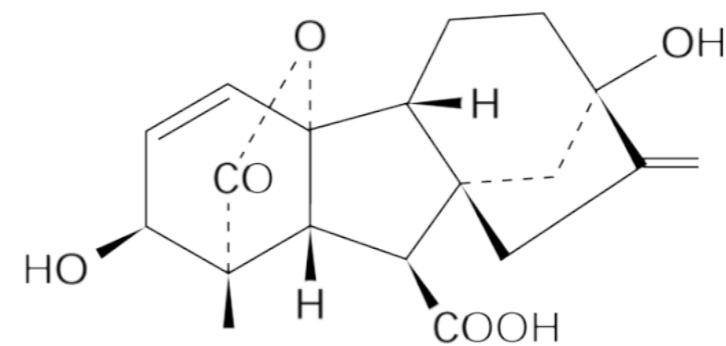
Magar que non toes puedan considerase hormones, puesto qu'en bien de casos se trata de catabolitos o de precursores metabólicos de les moléculas actives, pasen del centenar les estructures moleculares tipu xiberelina aisllaes de fungos y distintos muérganos de plantes superiores (fueyes, flores, frutos, semiente, granos de polen ya inclusive de cloroplastos aisllaos). El conteníu nestos muérganos varia mucho acordies col estáu d'espoixigue de los mesmos.

LES HORMONES DE LA MULTIPLICACIÓN CELULAR (CITOQUININES)

Otru grupu de sustancias con caráuter hormonal constitúinlu les citoquinines. El so estudiu pue considerase que s'entama nel añu 1913 cuando

Haberlandt, observa que de los texíos floemáticos difundía una o unes sustancias capaces d'inducir la división celular en cachos de pataca. Esto fixo que se confirmare la idea de **Wiesner**, espuesta en 1892, de que tenía qu'haber nes plantes un sistema que controlare la división celular. Posteriormente, el mesmu Haberlandt observó que cuando se colocaben célules machucaes alreodor d'una mancadura aumentaba la división celular nos bordes de la mesma, efeutu que desaparecía al llavar la mancadura.

Como consecuencia de los estudios sobre cultivos de texíos y los problemes que se planteaben, **Skoog** observó que los segmentos de tallu de *Nicotiana tabacum* qu'incluyíen corteza, vasos y médula, nun medraben bien nun mediu simple y necesitaba amesta-y una auxina pa qu'hubiere allargamientu y proliferación de la médula. Per otra parte, si se ponía la médula aislao y s'amestaba auxina, observábase un enorme allargamientu de les célules ensin que, pelo contrario, s'observare división de les mesmes. Sicasí, cuando la médula se ponía en contautu con texíu vascular, podía observase de nuevo división celular. Estos resultaos llevaron a la busca d'una sustancia responsable de la inducción de la división celular qu'actua de la mesma forma que lo facía la sustancia desconocío del texíu vascular.



GA₃ (Gibberellic acid)

Alcontróse que la lleche de cocu, extractu de malta, extractu de formientu y ADN sometíu al autoclave, presentaben actividá elevada como inductores de la división celular. Del productu de someter al autoclave ADN de la espelma de areques, obtuviéronse los primeros cristales d'una sustancia mui activo na inducción de la división celular. Pola so aición sobre la citocinesis denominóse *kinetina* o *quinetina* y poco dempués se sintetizaron un gran númberu de compuestos con propiedaes asemeyaes.

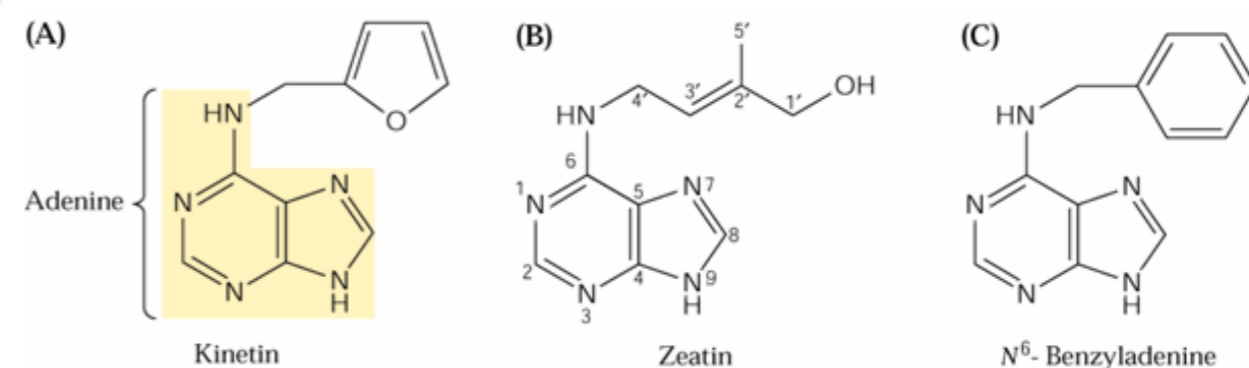
Per munchu tiempu se duldó de la existencia de citoquinines nes plantes, pese a qu'había muchos datos y observaciones que presaxaben la so existencia. Na lleche de cocu hai sustancias con actividá citoquinina, darréu que citoquinina y lleche de cocu son equivalentes pa caltener el crecimientu de muchos cultivos de texíos. Nun s'atopó namái actividá citoquinina na lleche de cocu, sinón tamién en zusmiu de tomate,

extractos de flores, en raíces, tubérculos y nódulos radiculares; n'exudaos de xilema y floema tamién se detectó la presencia de citoquinines. En xeneral, una bona fonte de citoquinines constitúinla los frutos y la semiente inmaduro, observándose nesto un aumentu na xerminación. De semiente de maíz llogró aisllar **Miller** una citoquinina que, tres cristalización y estudiu de les sos propiedaes, denominó Zeatina. Posteriormente foron incorporándose nueves estructures al grupu de les citoquinines.

LA HORMONA DE LA MADURACIÓN (ETILENU)

Los descubrimientos que llevaron a considerar l'etilenu ($\text{CH}_2=\text{CH}_2$) como una hormona vexetal remonten a 1878, añu nel que **Wiesner** estudia les curvadures y mutaciones producíes nos tallos de dalgunes plántules, observando qu'aquélles qu'espoixgaben n'escuridá, en cuentes de facelo verticalmente, amosaben xeotropismu negativu, tomando una posición horizontal.

En 1884, **Molishn** refierse al efeutu que'l gas del allumáu y el fumu producen na respuesta xeotrópica de les raíces. Esti fechu pasa desapercibíu y en 1901 **Neljubow** demuestra que la orientación horizontal de les raíces yera pola mor de la presencia del gas del allumáu nel lla-



boratoriu, identificando etilenu y acetilenu como los componentes activos, siendo l'etilenu'l más potente y carauterísticu nos síntomas producidos, ye dicir, mengua de la elongación, aumentu de la expansión radial del tallu y orientación horizontal. Estos síntomas conociéronse dende entós como la respuesta triple de les plantes lle-guminoses frente al etilenu. Non solamente se produz etilenu en frutos climatéricos a lo llargo de la so maduración, sinón tamién en fueyes nel periodu d'expansión, o nel amostiar de los pétalos.

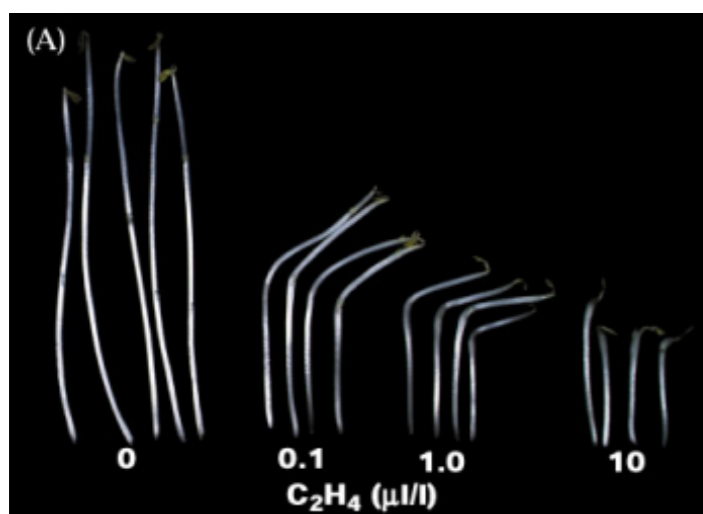
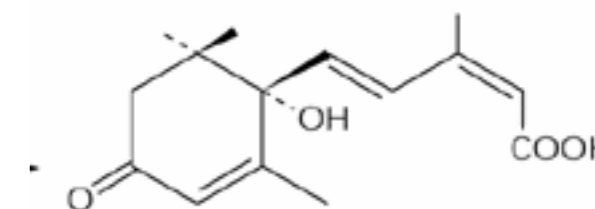
Cousins demostró que les naranxes maduras aceleraben la maduración de plátanos que taben nel mesmu recipiente: dalguna sustancia volátil de los frutos maduros yera p'acelerar la maduración d'otros

L'etilenu constitúi una anomalía dentro del conceutu d'hormona, puesto que ye un gas a la temperatura ambiente y ensin embargu xuega un papel importante na regulación de dalgunos procesos, mui principalmente na maduración de los llamaos frutos climatéricos. Cousins observó

que dalguna sustancia volátil produció polos frutos maduros yera p'acelerar la maduración d'otros frutos puestos nel mesmu recipiente; y asina demostró que les naranxes maduras aceleraben la maduración de plátanos que taben nel mesmu recipiente. Trabayos posteriores fechos en dellos laboratorios llevaron a identificar esta sustancia como l'etilenu y dióse-y el nome d'**hormona de la maduración**. Al introducirse téuniques d'análisis más fines, como la cromatografía de gases, comprobóse que l'etilenu nun lo producien namái los frutos, sinón qu'otros muérganos de la planta tamién yeren capaces de producilo.

tolos criterios pa ser una hormona: aparte del so efeutu inhibitor sobre'l crecimiento cuando s'aplica a plantes intautes y antagonizar l'aición d'hormones promotores del crecimentu, exerce una gran variedá d'efeutos sobre'l metabolismu vexetal.

Posteriormente aislóse ácidu ascísico tanto de Monocotiledónees como de Dicotiledónees, inclusive s'atoparon en Ximnospermes y felechos. En plantes superiores aislóse de fueyes, frutos, semiente, brotos, raíces, tallos y tamién n'exudaos de floema y xilema.

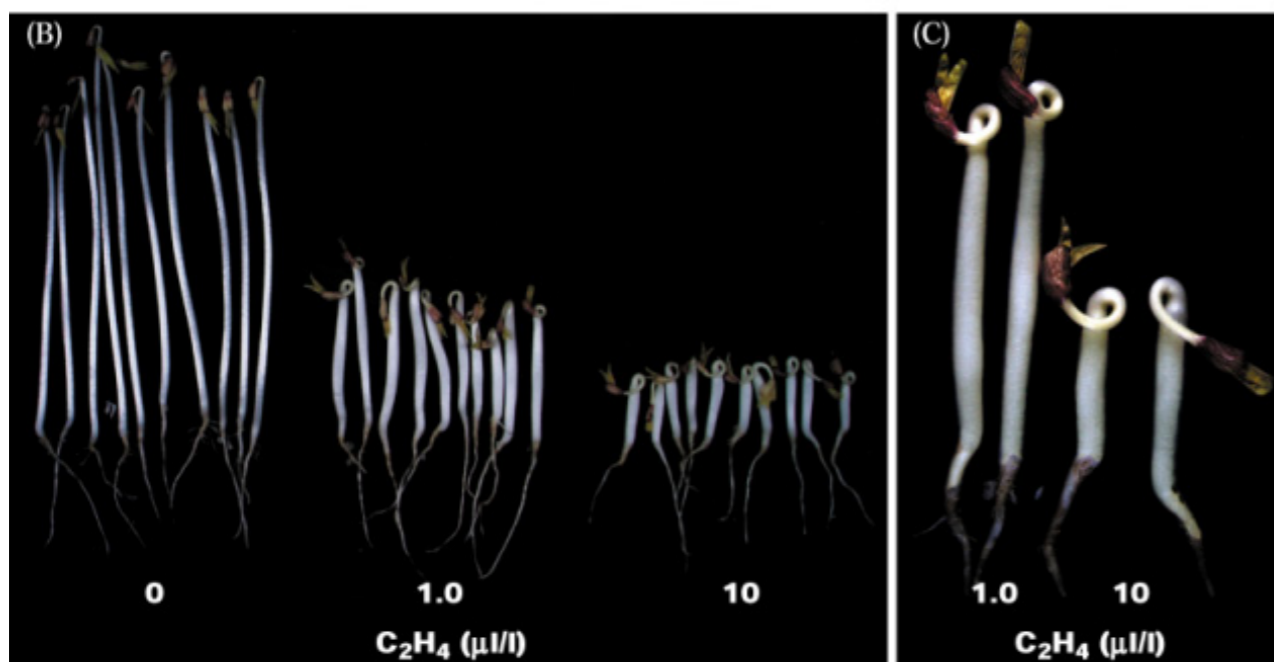


IZQUIERDA Y ABAXO

Figura 6. Nestes plántules de faba apréciase l'efeutu del etilenu sobre'l so crecimentu.

DERECHA

Figura 7. Ácidu ascísico.



LA HORMONA DEL LLETARGU (ÁCIDU ASCÍSIKU)

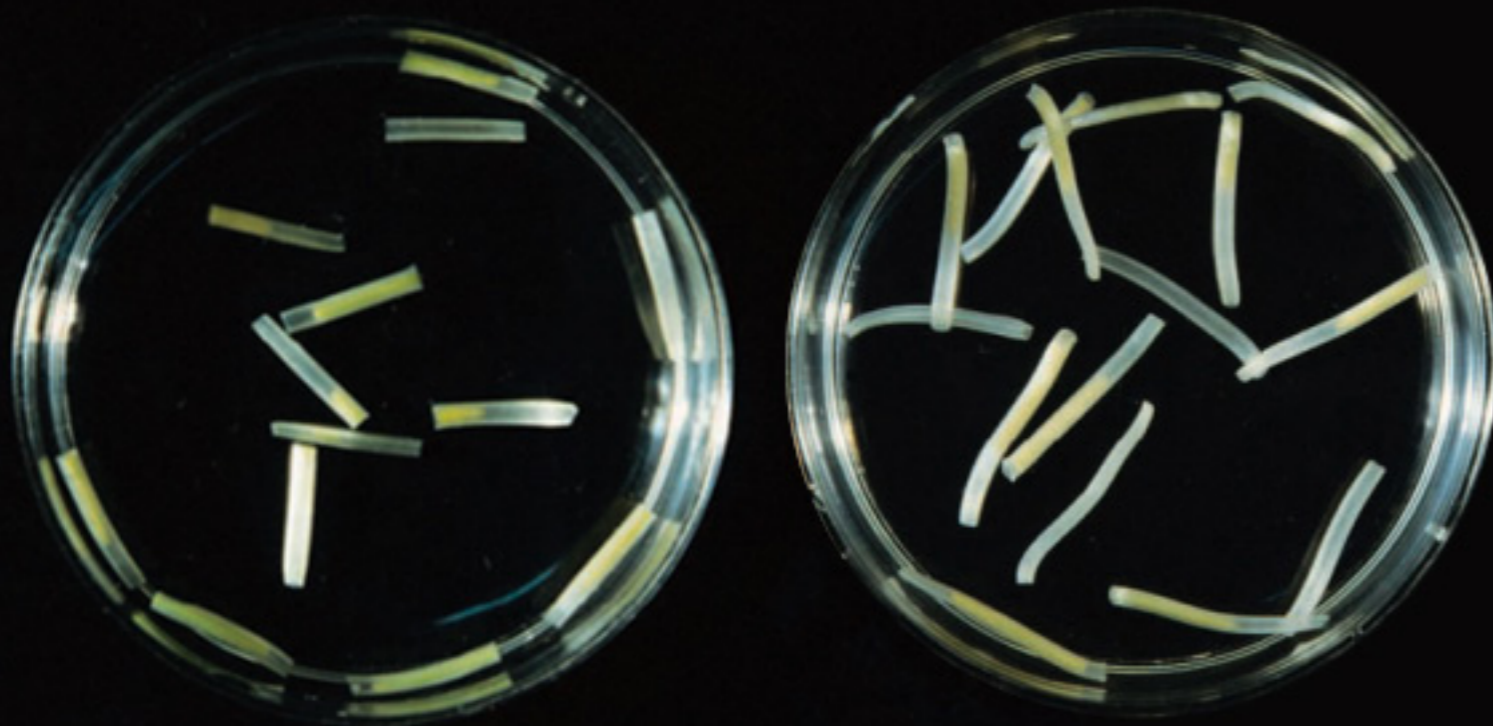
Una de les últimes moléculas incorporaes al grupu de les hormones vexetales ye l'ácidu ascísico. Nos Estaos Xuníos, Carns y los sos collaboradores estudiaben les causes poles que se producía la cayida temprana del frutu del algodón, cola consiguiente mengua na producción, y atoparen una sustancia antagonista del AIA que yera a promover l'ascisión. En 1963 Addicot llogró'l so aislamientu y dio-y el nome d'Abscisina II.

Paralelamente a estos estudios, Wareing en Gran Bretaña, descubrió una sustancia nes fueyes de dalgunos árboles de fueya cayedizo, a lo que denominó «Dormina», que causaba inhibición del crecimentu ya inducía al reposu de los brotos. Lueu se vio que Dormina y Abscisina II yeren la mesma sustancia y llamóse-y a esti compuestu ácidu ascísico. L'ácidu ascísico cumple

EXTRACCIÓN Y VALORACIÓN DE LES HORMONES VEXETALES

Cuando se conoz la naturaleza del compuestu que se quier estudiar, la química analítica vien desdolvando un gran númberu de téuniques cada vegada mas refinaes pa la so identificación y midida. Sicasí, cuando lo único que se sabe ye qu'hai «daqué» qu'induz una respuesta nun muérganu, el problema complícase bastante, pues lo primero que fai falta ye saber qué ye esi «daqué» y aú s'alluga. Por ello los primeros trabayos nel estudiu de les hormones vexetales centráronse en comprobar que determinaos extractos contienen un principiu activu qu'ocasiona una respuesta nun texíu. Podemos ilustrar esti procesu col casu de l'Auxina.

A partir del material vexetal que se quier estudiar, convenientemente triturao, procédese a la extracción con una mestura de metanol y



ARRIBA

Figura 8: Seiciones de coleóptilu d'avena incubaes nun mediu control (izquierda) y énte una solución d'auxina (derecha)

agua, d'equí eliminase'l metanol, dexando un residuu acuoso que contién tolo que fore soluble na mestura inicial. Variando'l pH d'esti extractu acuoso, procédese al fraccionamientu con éter etílico, y na fracción ácida xebraránse na capa etérea aquelles sustancias que tengan esti caráuter. Esta capa etérea reduzse en volume per mediu de la vaporación y el concentráu resultante cromatografíase sobro papel. Del cromatograma resultante tómense seiciones a lo llargo del mesmu y caúna d'elles sométese a un bioensayu, ye dicir a una prueba que manifieste si nel cachín

de papel cromatográfico hai dalguna sustancia capaz d'inducir una respuesta nun texíu qu'actúa como detector. Nel casu de l'auxina'l detector usáu son seiciones de coleóptilu d'avena nes que se mide la ellongación qu'esperimentaren llueu de tar en contautu col papel. Aquella seición qu'esperimente mayor ellongación que'l control supónse que ye pola mor de la presencia de la sustancia del nuesu interés.

Esto diznos simplemente qu'existe la sustancia capaz d'estimular la ellongación de les seiciones de coleóptilu, pero nada al rodiu de la so

naturaleza; hai que recurrir a la química analítica pa confirmar qu'efeutivamente la sustancia responsable d'incrementar el llargor de les seiciones de coleóptilu ye l'auxina. Establecida la rutina, pue almitise que la zona de papel qu'induz la respuesta máxima ye la que contién l'auxina, ensin falta de proceder al so aisllamientu y análisis. Sistemes análogos, con diferentes «detectores» usárense pa les demás hormones: p.ex. seiciones de granos de cebada pa les xiberelines; proliferación celular en callos de médula de tabacu o de cenahoria pa les citoquinines, etc.

Pa dilucidar si nun texíu o muérganu hai hormones vexetales y en qué cantidá tán presentes hai que les estraer y proceder a la so cuantificación. El progresu de les téuniques analítiques incidió de forma importante nesti procesu. Dende los primeros tiempos en que se partía del orde del quilogramu pa entamar la extracción hasta

Dende los tiempos que se partía del orde del quilogramu pa entamar la extracción hasta güei, que pue facese la valoración a partir de miligramos, progresóse munchísimo

güei en que pue facese la valoración a partir de muestras de miligramos progresóse munchísimo. Estos avances llevaren a meyorar tamién les téuniques d'extracción y xebradura, pasando del repartu ente solventes a refinaes téuniques de cromatografía de diferente tipu, qu'inclusive lleguen a realizar la xebradura y l'análisis nuna única operación como l'acoplamiento de la cromatografía llíquida d'alta presión cola espectrometría de mases (HPLC-MS).

Pa dalgunes hormones como l'ácidu indolacético, les citoquinines o l'ácidu ascísico desendolcárense, con considerable éxitu, téuniques inmunolóxicques pa la so separación y valoración,

per aciu de la preparación d'anticuerpos con mayor o menor grau d'especificidá.

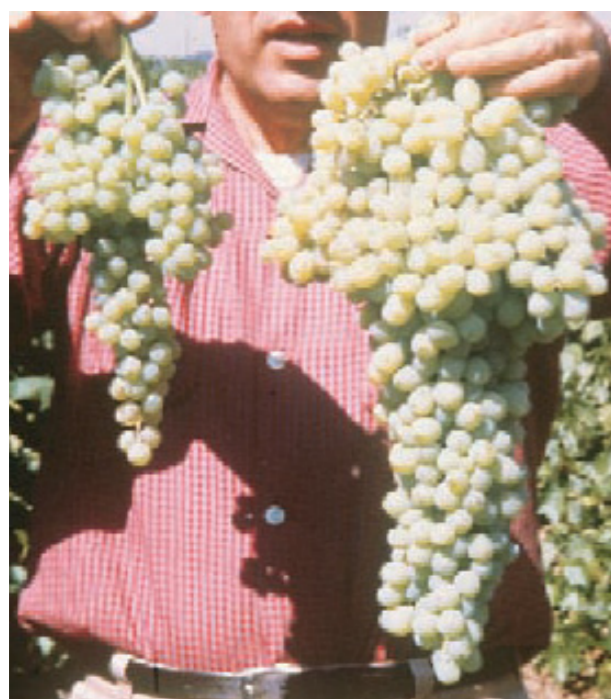
EL PAPEL DE LES HORMONES

Diemos nome a les hormones acordies col procesu más interesante que regulen, pero hai que señalar que toes elles causen efeutos pleiotrópicos, ello ye, nun regulen exclusivamente un procesu sinón que son a influir na regulación de diferentes procesos y sobre manera d'interactuar unes con otres siendo malo d'atribuyir un papel esclusivu na regulación d'un fenómenu.

Yá nos primeros estudios de cultivos de texíos, observóse que la médula de tabacu aisllao yera a aumentar el grandor de las células en presencia de l'auxina, pero yera precisu amestar citoquinina pa llograr la división celular y polo tanto la proliferación de les células hasta formar una masa multicelular denominao *callu*. Per otra parte hai antagonismu ente dalgunes hormones, asina l'ácidu ascísico inhibe l'efectu estimulante de l'auxina na ellongación celular. Na regulación del florecimientu paez que ye precisu la participación simultánea de citoquinines y auxina.

Magar que s'apliquen principalmente a colleches d'altu valor amestáu, un antagonista de les xiberelines pue aplicase para llimitar l'encamáu del trigu, o'l glifosatu, qu'inda que ye un yerbicida, incrementa'l conteníu d'azucre na caña d'azucre. Otros aplíquense al algodón pa desanicar fueyes y dexar la bola d'algodón llibre de torgues y direutamente accesible a la máquina pañadora.

Hai casos en que nun se busca tanto aumentar la producción sinón namái meyorar l'aspeutu de los frutos, como'l color de les mazanes o l'aspeutu de los cítricos. N'otros casos lo que se quier ye facer que'l frutu nun tea fuertemente venceyáu a la



Ún de los aspectos más conocíos de l'aplicación d'hormones –auxines– ye'l desaniciu de la vecería nel pumar

planta y asina qu'al facer la coyeta mecánica nun se causen daños a aquélla. Agrupar la coyeta nun tiempu más curtiu p'aplicar la pañadura mecánica d'una sola vegada. O pelo contrario, nel casu de los llimones ampliar la temporada de coyeta impidiendo'l deterioru de la corteza pente medies de l'aplicación de xiberelines.

Quiciabes ún de los aspectos más conocíos de l'aplicación de les hormones, y concretamente de les auxines, seya'l desaniciu de la vecería nel pumar, al traviés del claréu del florecimientu cuando ésti ye abondoso, yá qu'un añu tendrán muchos frutos y pequeños y al otru pocos y de mayor tamañu; lo que interesa ye caltener una producción uniforme en cantidá y calidá tolos años. Les auxines tamién puen usase pa evitar la cayida temprana de los frutos, concretamen

IZQUIERDA

Figura 9: Racimu d'uves ensin aplicación de ácidu xiberélico (izquierda) y tres de l'aplicación del mesmu (derecha).

DERECHA

Figura 10: Camudando la proporción de citoquinina (CQ) y auxines (AIA) pue obtense, nun cachu de médula de tabacu, tallos, fueyes o masa indiferenciada de callu. (Fonte en castellanu).

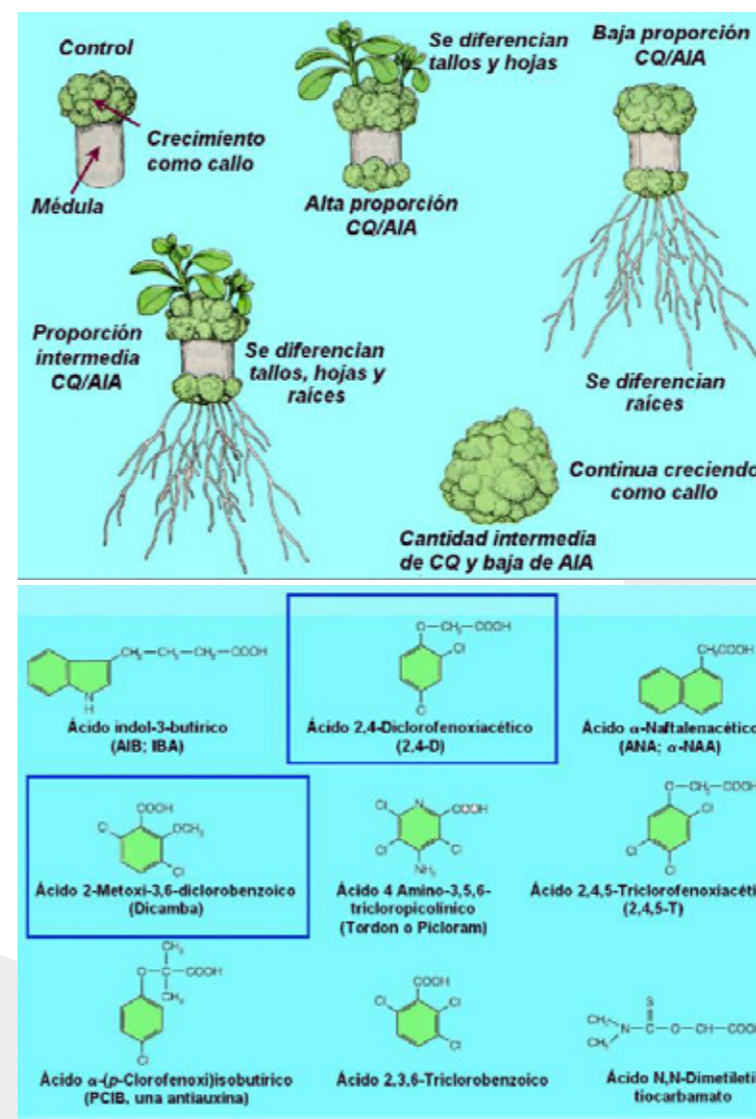
ABAXO DERECHA

Figura 11: Delles moléculas de calter auxínicu utilizaes n'agricultura como enraizadores o como yerbicides. (Fonte en castellanu).

te de les mazanes y evitar perdes nel momentu de la coyeta o tener que lo facer primero de que los frutos tean nel so meyor puntu. En dellos casos puen usase p'acelerar la formación de los frutos y poder tener colleches tempranes, lo qu'ameyora'l rendimientu económicu.

Una aplicación interesante de les auxines ye'l so papel como inductores de la formación de raiñaños n'inxertos, tanto de plantes ornamentales como d'árboles: comercialídense bayura de productos con esti envís que cualquier persona aficionada a cultivar plantes, anque seya en tiestu, usó. Tamién puen usase p'acelerar la floración, y llanzar asina al mercáu flores n'época temprana y polo tanto más rentable económicamente. Ye espectacular la so influencia nel aumentu del grandor de les uves. Retrasen la maduración de los llimones pa llograr qu'ésta se produza nos meses de mayor demanda. Yá mentamos que nel procesu de malteáu pa llograr cebada les xiberelines desendolquen un papel de repercusión económica abondo importante.

L'etilenu ye un compuestu malu de remanar, por ser un gas a temperatura ambiente; sicasí, conócense moléculas que son quien a lliberar etilenu cuando tán fuera o dientro de la plan-



ta. L'etilenu promueve l'ascisión de los frutos debilitando la xuntura del frutu a la planta y d'esti mou minimiza el puxu que tien que facer la máquina pañadora, evitando dañar les plantes. Nel cultivu de nueces desendolca un papel importante anticipando la coyeta de les mesmes, puesto que la maduración de la parte comestible tien llugar primero de que caya'l frutu, y una llarga permanencia nel árbol pue ocasionar alteraciones que les deterioren ya inutilicen pal mercáu. Tamién puen aplicase estos productores d'etilenu pa retrasar la floración y evitar daños poles xelaes tardíes en cerezal o pescal. L'aplicación d'ún d'estos compuestos ye a incrementar la producción d'exudáu de goma nel árbol del caucho. Ye perconociu'l so papel como aceleradores de la maduración nos frutos denomados climatéricos; nun hai más que poner

Non tolos yerbicides son auxines, pero l'aniciu d'ellos ta nestes hormones, y una potentísima industria xorreció xenerando estos productos

unos quivis que nun tean entá maduros nun recipiente con mazanes madures y ver cómo los quivis asina trataos maduren rápido.

De les citoquinines hai que destacar l'aplicación n'árboles frutales pa inducir la ramificación llimitando'l so espoxigue n'altor, lo que fadría más difícil la coyeta. Tamién pa incrementar la producción de claveles y roses darréu qu'a mayor ramificación más flores se producen. Un papel destacáu de les citoquinines ye'l cultivu *in vitro*, puesto que xunto coles auxines, y per mediu d'una aplicación equilibrada de les mesmes, pue regulase la formación de brotos o raíces a voluntá del cultivador.

Poco se pue dicir de les aplicaciones práutiques del ácidu ascísico, magar que'l so potencial como antitrespirante ye evidente, por embargu nun s'atopó un métodu afayadizu pa la so utilización n'agricultura.

Güei, les hormones naturales o sintétiques, al igual que los compuestos antagonistes o inhibidores de los sos efeutos, tienen amplia utilización n'agricultura, horticultura y floricultura y son más d'un millón d'hectárees de distintes colleches sobro les que s'apliquen dalgún d'estos compuestos.

L'ámbitu de mayor aplicación de les auxines sintétiques ye ensin dulda nenguna'l de los yerbicides y una potentísima industria xorreció xenerando estos productos. Non toes son auxines en sentíu estrictu, pero l'aniciu de los mesmos ta nestes hormones.