

# CONFERENCIA DEL ACADEMICO DE NUMERO

**Ing. Agr. Edgardo R. Montaldi**

sobre MORFOGENESIS EXPERIMENTAL

**EN EL Gramón (*Cynodon dactylon*)**

En esta disertación se darán a conocer, de manera sucinta, los resultados de experimentos realizados con la maleza conocida como **gramón** con el fin de determinar los mecanismos biológicos que regulan su morfología.

En razón que no existe acuerdo sobre la sistemática de las especies y ecotipos de la Argentina, el nombre de **gramón** se usará para ***Cynodon dactylon*** según la descripción de Parodi. Esta aclaración evita la confusión existente sobre la presencia de las nueve especies descritas por Caro y Sánchez y los posibles híbridos sugeridos por Covas y Figini Salvai.

El **gramón** es una especie de origen indomalayo, algunos la consideran africana, ahora cosmopolita, limitada en su dispersión sólo por las bajas temperaturas o por condiciones de aridez extremas. Es una maleza pionera u oportunista principalmente de suelos perturbados que tolera muy poco la competencia, por lo que sería clasificada entre las especies **apocratas** (del griego, **apo** = sin, **kratos** = poder) por Erdtman. Siendo una especie C4 explota al máximo las altas temperaturas e irradiancias. Este último factor ambiental tiene fuerte influencia sobre su morfología y hábito de crecimiento, como se mostrará más adelante.

Normalmente en condiciones de campo, posee vástagos erectos con hojas alargadas (mesomórficas), aproximadamente planófilas y otros postrados (estolones) con láminas de variada

longitud, pero siempre más pequeñas que aquellas de los tallos ortótopos. En pleno verano las hojas de la mayoría de los estolones se convierten en minúsculos apéndices retrorsos, siempre perpendiculares a la dirección de la gravedad. Los estolones poseen una posición liminar de aproximadamente 30° por debajo de la horizontal, aunque este ángulo varía según la irradiancia recibida por la planta. Los rizomas son numerosos y crecen a profundidad variable según la resistencia que le ofrece el terreno. En los suelos francos de la región pampeana vegetan por encima del horizonte arcilloso pero en los arenosos del este lo hacen a mayor profundidad. Los rizomas son tallos transformados con las hojas reducidas a escamas, estomas no funcionales, cutícula gruesa y entrenudos cortos y más numerosos que los estolones y tallos erectos. Estos tallos subterráneos tienen la capacidad de absorber agua y nutrientes minerales por las jóvenes y delgadas vainas apicales.

Las raíces que se diferencian en la base de los tallos ortótopos y en los nudos de estolones y rizomas crecen hasta una profundidad variable según el tipo de suelo. Sus ápices excretan un mucílago que protege a las bacterias fijadoras de nitrógeno atmosférico (*azospirillum*) y evita la desecación del meristema radicular en situaciones de sequía edáfica. El becario Ing. Agr. Pedro Balatti midió en el Instituto cantidades entre 3 y 15 kg ha<sup>-2</sup> año<sup>-1</sup>.

El corte de los tallos erectos produce cambios sustanciales en la morfología. Los estolones se curvan hacia arriba adoptando la posición ortótropa, sus hojas cambian de xeromórficas a mesomórficas y reemplazan rápidamente la masa aérea erecta. Los rizomas emergen del suelo y cuando la luz incide sobre el ápice transforman sus escamas en láminas mesomórficas contribuyendo a formar un canopeo denso que posteriormente diferencia nuevos estolones y rizomas. La misma respuesta que al corte se obtiene sombreando los tallos erectos, pero no ocurre esta reacción haciendo lo mismo con los estolones y dejando la luz y el resto de la planta. Es evidente, en primer lugar, que desde el punto de vista fisiológico se trata de un fenómeno de correlación y que, además, una sustancia (s) sintetizada en los tallos erectos debe trasladarse a los estolones y rizomas regulando la dirección del crecimiento.

Numerosas experiencias con estolones separados de la planta (explantos) y sumergidos por la base cortada en soluciones de diversas hormonas —las primeras sustancias sospechosas del control de la morfogénesis— resultaron en un fracaso. Ninguna hormona conocida mantenía el crecimiento diageotrópico de los estolones. Sobre la base del efecto singular de la luz se ensayó la sacarosa obteniendo, cuando la concentración de este azúcar era relativamente alta (0,3 M) el crecimiento indefinidamente postrado de los estolones. Esta acción de la sacarosa fue antagonizada por el ácido giberélico y por diversas sustancias nitrogenadas (nitrato de amonio, urea, etc.). Explantos de ápices de rizomas respondieron de manera similar a altas dosis de sacarosa. Resultó de mucho interés fisiológico la curvatura hacia la posición horizontal (liminar) de explantos de estolones colocados en soluciones de sacarosa en posición casi vertical. Las concentraciones altas de sacarosa provocaron la curvatura hacia la dirección de crecimiento horizontal (epinastia) de los explantos, efecto que también fue contrarrestado por el ácido giberélico y sustancias nitrogenadas.

En estos experimentos se observó que las hojas de los explantos que absorbían sacarosa diferenciaban hojas

xeromórficas, mientras que los testigos en agua o soluciones diluidas de este azúcar (0,03 M) producían hojas con láminas alargadas, típicas mesomórficas. Un estudio más detenido determinó que gradientes de sacarosa desde 0,03 M a 0,40 M imitaban las distintas formas de láminas encontradas en condiciones naturales, desde extremadamente reducidas (xeromórficas) hasta largamente lanceoladas (mesomórficas).

Estos resultados corroboran la teoría que las xeromorfosis no son consecuencia solamente de condiciones de falta de agua sino que pueden ser debidas a deficiencias minerales y exceso relativo de hidratos de carbono (Arens, 1958 Ferri, 1961).

En el caso del **gramón** es evidente que opera un balance en el cual intervienen la sacarosa y las sustancias nitrogenadas y que determina variaciones morfológicas que no se heredan (écadas).

Un interrogante que se mantuvo latente pero sin resolver fue qué factores determinaban la formación de rizomas. Fue intrigante por qué el **gramón** diferencia estos órganos, y especies afines como **C. hirsutus**, **C. plectostachyum** no lo hacían. Era obvio que la concentración de **sacarosa** determinaba el crecimiento horizontal pero ¿por qué debajo de la superficie? Los Ings. Agrs. Jorge Willemoes y José Beltrano realizaron un aporte significativo al descubrir que los estolones de **gramón** podían transformarse en rizomas en condiciones de oscuridad absoluta, pero no en una situación en que eran irradiados con breves períodos de luz roja. Asimismo hallaron que este efecto era anulado si a las irradiaciones con luz roja le seguían tratamientos de luz roja lejana. Estos resultados demostraban que, además de un alto suministro de azúcar, los rizomas requerían condiciones de oscuridad permanente. Experiencias realizadas con **C. plectostachyum** mostraron que sus estolones también se convertían en rizomas en una cámara oscura. ¿Pero cuál era la causa que no los produjeran naturalmente? Haciendo crecer estos "rizomas" de **C. plectostachyum** inmersos en distintos sustratos de creciente densidad y, por lo tanto, creciente resistencia al avance de los tallos, se observó que so-

lamente en medios muy livianos éstos continuaban creciendo horizontales mientras que en sustratos más pesados los estolones transformados sufrían una curvatura hacia arriba emergiendo del sustrato. Este experimento demostraba que la resistencia del sustrato al crecimiento del ápice del "rizoma" jugaba un papel importante en este fenómeno. Analizada esta respuesta en una forma más simple (se empleó un dispositivo que permitía variar la resistencia al crecimiento) se corroboró que el contacto de los ápices de los "rizomas" con cierto grado de resistencia generaba una curvatura gravitrópica negativa, hecho que explicaba por qué estos órganos no crecían enterrados en el suelo. Este fenómeno, que era operativo también en el **gramón** fue llamado tigmogeotropismo o tigmogravitropismo, de acuerdo a la terminología moderna. El hecho que la curvatura generada por el contacto en el **gramón** podía ser geotrópicamente negativa o positiva según la resistencia del sustrato permitió asumir que la profundidad variable de crecimiento de los rizomas podía deberse también a este fenómeno trópico.

Estos estudios permitieron descubrir un movimiento de circunmutación en los ápices de los estolones (¿rizomas?) que les permite cundir sorteando pequeños obstáculos.

La discusión del modo de acción de la sacarosa en los fenómenos gravitrópicos generó una pregunta de interés: ¿Qué tipo de respuesta se obtendría con altas concentraciones de sacarosa bajo condiciones de hipogravedad (microgravedad) (1 g) o hipergravedad (1 g)? Mediante un clinostato se crearon condiciones de gravedad simulada desde aproximadamente 0 g hasta 2 g. En un campo casi agravitatorio ( $2,5 \times 10^{-6}$  g) la sacarosa no generó ninguna respuesta, creciendo el estolón en la dirección que tenía al comienzo del experimento. En una situación de aceleración de masa de 1 g se obtuvo la respuesta encontrada en experimentos arriba descritos, pero en un campo de 2 g (el doble de la gravedad terrestre) los explantos sufrieron una gravicurvatura negativa aun en presencia de 0,30 M de sacarosa y fue necesario aumentar la con-

centración a 0,40 M para lograr el crecimiento recto similar al obtenido bajo 1 g y 0,30 M de sacarosa. De acuerdo a este resultado fue obvio esperar que en situaciones de hipogravedad ( $< 1$  g) las dosis de azúcar para mantener el crecimiento recto fueran menores. Se obtuvo un valor aproximadamente de 0,15 M para una aceleración de masa de 0,5 g. Es evidente que en los estolones (y rizomas) existe una tendencia a crecer en contra de la dirección de la gravedad y que la sacarosa la anula. Esta tendencia es mayor cuanto más intensa es la aceleración de la gravedad y en consecuencia se requiere más sacarosa para mantener el crecimiento perpendicular a la fuerza de gravedad. En un nivel subcelular se podría afirmar que a mayor presión sobre un hipotético sensor (estatólitos?) mayor la reacción en sentido contrario y cantidades más altas de sacarosa son necesarias para mantener el estolón creciendo a un ángulo de  $90^\circ$  con la fuerza gravitacional.

El **gramón** es una especie que evita la sombra. Es una heliófita que reacciona de una manera muy particular cuando es sombreada. Los movimientos de los tallos y el cambio de forma de sus hojas deben ser vistos como una estrategia más que para aumentar su productividad para su supervivencia. El **gramón** sombreado cambia de manera acentuada su morfología de manera de sacar a la planta de esta situación. La conversión de tallos diageotrópicos (estolones y rizomas) en ortótropos y la aparición de hojas largas mesomórficas permite que su aparato fotosintético funcione más eficientemente en un canopeo denso. A diferencia de otras especies que perciben la sombra por un cambio en la calidad de luz (sistema Roja - Roja lejana) el **gramón** lo hace por la irradiancia total.

Los cambios en la arquitectura y en la morfología foliar en habitats diferentemente iluminados se deben a su extraordinaria plasticidad fenotípica. No obstante este acomodamiento a cada nueva situación, la manera ecológica de luchar contra esta maleza es crearle un canopeo competitivo por la luz, tal como fue ensayado con el de topinambur.