

INFLUENCIA DEL ACIDO INDOLBUTIRICO Y ACIDO NAFTALENOACETICO SOBRE EL ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE CAÑA FLECHA (*Gynerium sagittatum* Aubl.)

EFFECT OF INDOLEBUTIRIC ACID AND NAFTALENACETIC ACID ON ROOTING OF ARROW CANE (*Gynerium sagittatum* Aubl.) CUTTINGS

Jerry Rafael Hernández¹, Hermes Aramendiz², Carlos Enrique Cardona³

RESUMEN

El estudio se realizó durante el segundo semestre del 2004, en la Universidad de Córdoba de Montería - Colombia, con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes concentraciones de auxinas en la formación de raíces adventicias en estacas basales de caña flecha (*Gynerium sagittatum* Aubl.). Las estacas, de tres y cuatro nudos, se obtuvieron del tercio inferior del tallo en la variedad "Criolla". Los tratamientos empleados para la investigación correspondieron a: 0, 400, 800, 1200, 1600 y 2000 mg L⁻¹, para AIB, ANA y AIB+ANA. Se utilizó un diseño completamente al azar, con dieciséis (16) tratamientos y tres (3) repeticiones. Se evaluaron las variables número de raíces, longitud máxima de raíces, masa seca de raíces, porcentaje de enraizamiento, número de brotes, número de hojas y longitud máxima de brotes. El AIB a 2000 mg L⁻¹ propicio el mayor número de raíces por estaca y cuando se utilizó ANA a 400 mg L⁻¹ y AIB + ANA a 1200 mg L⁻¹ se logró obtener un 100% de estacas enraizadas, en tanto que con el testigo un 75 % de enraizamiento. Así mismo, AIB + ANA a 400 mg L⁻¹, indujo resultados satisfactorios para longitud máxima de raíz y masa seca de raíz. Por consiguiente, para propagar rápida y masivamente la caña flecha por medio de estacas, resulta efectivo el uso de ANA a 400 mg L⁻¹ por su menor costo, colectando las estacas cuando las plantas madres estén con buen vigor vegetativo y con poco grado de lignificación.

Palabras clave: Propagación vegetativa, raíces adventicias, fitoreguladores

¹Ingeniero Agrónomo. Universidad de Córdoba, Grupo de Investigación en Cultivos Tropicales de Clima Cálido, Montería, Córdoba. E-mail: jerryrafael76@yahoo.com

²Ingeniero Agrónomo, Ph.D. Docente Universidad de Córdoba, Grupo de Investigación en Cultivos Tropicales de Clima Cálido. E-mail: haramendiz@hotmail.com

³Ingeniero Agrónomo, M.Sc. Docente Universidad de Córdoba, Grupo de Investigación en Cultivos Tropicales de Clima Cálido. E-mail: ccardona@sinu.unicordoba.edu.co

ABSTRACT

The present study was done during the second semester of 2004, in the Universidad de Córdoba Experimental Field (Montería – Colombia). The main objective was to evaluate different exogenous auxin type and concentrations on rooting of *Gynerium sagittatum* cuttings, with three to four knots, taken from the third stem basal section. The treatments consisting of 0, 400, 800, 1200, 1600 and 2000 mg L⁻¹, for AIB and ANA and a combination of IBA+NAA were distributed using a complete randomized design with three replicates for each treatment. The evaluated variables were root number, maximum root length and root dry mass, rooting percentage, shoot number, maximum shoot length and leaf number. The results showed that 2000 mg L⁻¹ of IBA induced the higher number of roots per cutting and 400 mg L⁻¹ of NAA and 1200 mg L⁻¹ of IBA + NAA produced a 100% rooting while only a 75 % rooting was achieved in the control treatment. A 400 mg L⁻¹ of IBA+ NAA showed good results for root length and root dry mass. In order to obtain cost adequate plants, we recommend the use of 400 mg L⁻¹ of NAA on cuttings taken from active vegetative growing stock plants.

Key words: Vegetative propagation, adventitious roots, plant growth regulators

INTRODUCCION

La caña flecha es una gramínea no cultivada de la cual se extrae la fibra de la nervadura central de las hojas para la elaboración de diversas artesanías (sombreros, gorros, pulseras, carteras, etc.), por las comunidades indígenas Zenúes que habitan en los departamentos de Córdoba y Sucre (CVS *et al.*, 2002).

La explotación intensiva y caótica de la especie, para el suministro y atención de la demanda de los comercializadores de artesanías, pone en riesgo su acervo genético; ante la deficiencia de cultivos comerciales y la falta de semilla asexual de buena calidad. En este orden de ideas, la propagación vegetativa, mediante la utilización de esquejes, se muestra como una alternativa eficaz para el suministro de semilla.

La propagación de la caña flecha es principalmente de tipo asexual, para lo cual se utilizan hijuelos, estacas y trasplante de plantas adultas, con un prendimiento de las mismas entre un 50 a 60 por ciento (CVS *et al.*, 2002). Se producen así nuevas plantas que son genéticamente iguales a las plantas madres (Hartmann y Kester, 1997). La

propagación por estacas de dicha especie ha resultado poco exitosa, generando pérdidas en el establecimiento de cultivos; no obstante, se reporta un 52.5% de enraizamiento en estacas de tres nudos y 62.5% en estacas de cuatro nudos, sembradas verticalmente en bolsas (Barrios y Echavarría, 1993). En este sentido, el uso de fitohormonas puede contribuir a la propagación asexual, en forma acelerada y puede constituirse en una herramienta excelente para la producción de semilla sexual, libre de problemas fitosanitarios.

Las auxinas intervienen en diferentes actividades de la planta como crecimiento del tallo, formación de raíces, inhibición de las yemas laterales, abscisión de hojas y frutos al igual que en la activación de las células del cambium (Hartmann y Kester, 1997). Su principal efecto es la estimulación del alargamiento celular o su depresión según la concentración (Rojas y Ramírez, 1993).

Uno de los estimulantes del enraizamiento es la auxina ácido indolbutírico (AIB), el cual tiene una actividad auxínica débil y los sistemas de enzimas destructores de auxinas la destruyen en forma relativamente lenta. Otra auxina excelente utilizada con

frecuencia en la promoción de raíces es el ácido naftalenacético (ANA); sin embargo, este producto es más tóxico que el AIB y deben evitarse las concentraciones excesivas del mismo por el peligro de provocar daños en las células (Weaver, 1987).

García y Hernández (2004), reportaron enraizamiento en estacas de caña flecha colectadas en época seca, aplicando las auxinas AIB, ANA y la combinación de ambos, con concentraciones de 2000, 4000, 6000 y 8000 mg L⁻¹, obteniendo los mejores resultados con AIB a 2000 mg L⁻¹ con un 64% y a la vez encontraron que las concentraciones por encima de 2000 mg L⁻¹ generaron fitotoxicidad. Bonell (1980), señaló que los tejidos de plantas monocotiledóneas tienen dificultad para responder a la aplicación de auxinas y una baja capacidad de los meristemas, para el caso de caña de azúcar, para reaccionar a las aplicaciones exógenas de estas sustancias de crecimiento. Couvillon (1985), reportó que las soluciones de AIB a concentraciones entre 1000 y 5000 mg L⁻¹ proporcionaron los mejores resultados de enraizamiento con estacas leñosas de durazno (*Prunus persica* L.); lo cual fue corroborado por Tonietto *et al.* (1997), quienes observaron un incremento del número de estacas enraizadas en el cultivar Diamante cuando éstas fueron tratadas con soluciones de AIB a concentración de 1752 mg L⁻¹. Waever (1987), afirma que la capacidad de las estacas para enraizar es afectada por la época de colecta y a éste respecto, Hoffmann *et al.* (1995), anotan que diversos factores están relacionados con la época ideal de colecta, tales como el grado de lignificación, estado fisiológico, balance hormonal y estado nutricional de las plantas madres.

El objetivo del presente trabajo fue aumentar la capacidad de enraizamiento de estacas basales de caña flecha (*Gynerium sagittatum* Aubl.), mediante la aplicación de ácido indolbutírico (AIB) y ácido naftalenacético (ANA) a diferentes concentraciones.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en el vivero de la Universidad de Córdoba, en Montería (Córdoba), ubicada a una altura de 13 msnm. Sus coordenadas geográficas corresponden a 8° 44' de Latitud Norte y 75° 53' de Longitud Oeste, con respecto al meridiano de Greenwich. La localidad presenta 28 °C de temperatura media, 6.8 horas diarias de brillo solar y 83% de humedad relativa, con régimen unimodal de lluvias que aporta 1200 mm de precipitación promedio al año. Se encuentra en la zona de transición de bosque húmedo a bosque seco tropical.

El material vegetal consistió de estacas de 3 y 4 nudos obtenidas de culmos del banco de germoplasma de caña flecha de la Universidad de Córdoba de la variedad "Criolla". Los esquejes se trataron previamente con una solución de fungicida más insecticida (Oxicloruro de cobre 5 g L⁻¹ y Malathion 2 cc L⁻¹ de agua).

Se utilizó el diseño experimental completamente al azar, con 16 tratamientos y 3 repeticiones; cada unidad experimental estuvo conformada por 5 estacas. Los tratamientos aplicados fueron AIB, ANA y AIB + ANA, a las concentraciones de 0, 400, 800, 1200, 1600 y 2000 mg L⁻¹, cada una. Se evaluaron las variables correspondientes a: número de raíces por estacas, longitud máxima de raíces, masa seca de raíces, número de brotes por estaca, longitud máxima de brotes, número de hojas y porcentaje de enraizamiento. Se hicieron evaluaciones a los 30 días sobre la base de un estaca por cada unidad experimental; en tanto que a los 60 días sobre toda la población de cada parcela.

La presentación de los reguladores de crecimiento utilizados fue en polvo con una pureza del 99% y se disolvieron en agua destilada adicionando hidróxido de potasio (KOH 1N), hasta obtener una dilución completa con ajuste de pH de 6.5 a 7.0. Su

aplicación se hizo sumergiendo aproximadamente 5 cm de la base de cada estaca durante 1 h en la solución de acuerdo con la dosis de cada tratamiento.

La información obtenida se sometió a su respectivo análisis de varianza, contrastes ortogonales y prueba de Tukey. Se hizo necesario usar la transformación logarítmica en las variables número de raíces por estacas, longitud máxima de raíces, masa seca de raíces, número de brotes, longitud máxima de brotes y número de hojas ($\log Y+5$), ante el incumplimiento de algunos supuestos estadísticos.

RESULTADOS Y DISCUSION

La evaluación a los 30 días después de la siembra de los esquejes no acusó diferencias significativas ($Pr>0.05$) para ninguna de las variables bajo las condiciones en las cuales se efectuó el estudio, hecho éste que concuerda con lo informado por Poliszulk *et al.* (1999). Sin embargo, se presentaron promedios generales satisfactorios con respecto al número de raíces por estaca (2.38), longitud máxima de raíz (3.38 cm), número de brotes (2.13), longitud máxima de brotes (2.43 cm), número de hojas (2.06) y masa seca por estaca (1.65 g). Lo anterior permite afirmar que a los 30 días, las auxinas sintéticas y sus diferentes concentraciones evaluadas, no tuvieron ningún efecto diferencial sobre las variables estudiadas, lo cual se puede atribuir a que posiblemente las auxinas exógenas no tuvieron un reconocimiento de las células blanco y/o de la proteína receptora para originar un cambio metabólico. Esa homogeneidad en su respuesta puede obedecer a que las estacas fueron cosechadas en época lluviosa con suficiente acumulación de auxinas, que le otorga mayor capacidad de los tejidos de sintetizar IAA, lo que favoreció el movimiento basipétalo para que las mismas presentaran brotes y enraizaran con facilidad, lo que concuerda con lo expresado en el mismo

sentido, por Weaver (1987), Da Fonseca *et al.* (1991), Salisbury y Ross (1994), Hoffmann *et al.* (1995) y Rosal y Kersten (1997).

A los 60 días no se encontró diferencias entre los diferentes tratamientos para las variables número de brotes por estaca, número de raíces, longitud máxima de raíces, número de hojas y porcentaje de enraizamiento, mientras que se observó significancia ($Pr<0.05$) para longitud máxima de brotes y masa seca de raíces (Tabla 1). En lo referente a las comparaciones planeadas, destaca que las auxinas exógenas no mostraron una diferencia significativa frente al testigo en todas las variables evaluadas; registrándose como de mayor interés por su efecto particular los contrastes de 1200 vs 1600 mg L⁻¹ de ANA para longitud máxima de brotes y 400 vs 800 mg L⁻¹ de AIB + ANA para longitud máxima de raíces que acusaron significancia ($Pr<0.05$); 1200 vs 1600 mg L⁻¹ de ANA ($Pr<0.05$) y 400 vs 800 mg L⁻¹ de AIB + ANA ($Pr<0.01$) para masa seca de raíces, y 400 vs 800 mg L⁻¹ de ANA ($Pr<0.05$) y 1200 vs 1600 mg L⁻¹ de AIB + ANA ($Pr<0.01$) en el porcentaje de enraizamiento. Esta irregularidad en la conducta de las auxinas exógenas posiblemente obedezca a que las altas concentraciones actúan como inhibidores en el transporte basipétalo de las auxinas independientemente del sitio de aplicación, generando una menor respuesta de las variables estudiadas, por una menor disponibilidad de AIA (ácido indoleacético), lo que repercute en la diferenciación celular como lo registraron Reed *et al.* (1998) y Guerrero *et al.* (1999); pudiendo llegar a causar fitotoxicidad en la células tanto a nivel individual como en mezcla de los diferentes tratamientos, lo que concuerda con lo reportado por Bidwell (1993) y Rosal y Kersten (1997).

El número de brotes osciló entre 1.89 a 2.29 con un promedio de 2.13 (Tabla 1). Lo antes anotado, indica que las auxinas solas o en mezcla, no registraron un estímulo significativo en esta variable. La ausencia de

Tabla 1. Valores medios transformados (log Y+5) de dos fitohormonas para siete características, (excepto porcentaje de enraizamiento), evaluadas a los 60 días después de su aplicación. Montería 2005

Auxina	Concentración (mg L ⁻¹)	Número de brotes	Longitud de brote (cm)	Número de raíces	Longitud de raíz (cm)	Masa seca de raíz (g)	Número de hojas	Enraizamiento (%)
TESTIGO	0	2.16 a ¹	3.28 ab*	2.30 a*	3.44 a*	1.68 ab*	3.40 a*	75.00 a*
AIB	400	2.06 a	3.12 ab	2.44 a	3.59 a	1.68 ab	2.79 a	75.00 a
AIB	800	2.22 a	3.11 ab	2.32 a	3.46 a	1.65 ab	3.53 a	91.67 a
AIB	1200	2.08 a	3.13 ab	2.53 a	3.64 a	1.67 ab	3.09 a	75.00 a
AIB	1600	2.20 a	3.58 a	2.87 a	3.78 a	1.72 ab	3.53 a	83.33 a
AIB	2000	2.22 a	3.74 a	2.89 a	3.57 a	1.75 ab	3.50 a	91.67 a
ANA	400	2.16 a	2.89 ab	2.56 a	3.52 a	1.66 ab	3.34 a	100.0 a
ANA	800	1.98 a	2.23 ab	2.44 a	3.52 a	1.66 ab	2.92 a	66.67 a
ANA	1200	2.12 a	1.81 b	2.30 a	3.12 a	1.65 ab	3.15 a	91.67 a
ANA	1600	2.19 a	3.76 a	2.81 a	3.86 a	1.76 ab	3.35 a	83.33 a
ANA	2000	1.99 a	3.56 a	2.80 a	3.82 a	1.68 ab	3.07 a	75.00 a
AIB+ANA	400	2.19 a	3.38 ab	2.43 a	3.93 a	1.79 a	3.45 a	75.00 a
AIB+ANA	800	2.15 a	2.76 ab	2.25 a	3.03 a	1.63 b	3.25 a	75.00 a
AIB+ANA	1200	2.29 a	3.01 ab	2.40 a	3.53 a	1.67 ab	3.47 a	100.0 a
AIB+ANA	1600	1.89 a	3.38 ab	2.32 a	3.63 a	1.65 ab	2.75 a	58.33 a
AIB+ANA	2000	2.24 a	3.25 ab	2.35 a	3.21 a	1.72 ab	3.46 a	91.67 a
PROMEDIO		2.13	3.12	2.50	3.54	1.69	3.25	81.77
C.V. ² (%)		13.53	17.84	13.53	12.42	3.14	11.87	22.50

¹Medias con la misma letra no difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ($P < 0.05$)

²Coeficiente de Variación

una respuesta marcada posiblemente obedezca a la particularidad de las especies semileñosas y leñosas como anotan Botelho *et al.* (2005). Situación que concuerda con Breen y Muraoka (1974), quienes sugieren que la presencia de brotes, estimula la formación de hojas jóvenes que contribuyen a la producción de auxinas y co-factores de enraizamiento transportados a la parte basal de las estacas. Además, el proceso de fotosíntesis en las hojas pudo haber sido el responsable de la síntesis de carbohidratos necesarios para la formación y crecimiento

de raíces (Fontanazza y Rugini, 1977; Avidan y Lavee, 1978; Caballero y Nahlawi, 1979; Davis, 1988).

La longitud máxima de brotes fluctuó entre 1.81 a 3.76 cm con una media de 3.12 cm (Tabla 1). Los registros contenidos en dicha tabla indican que el tratamiento de 1200 mg L⁻¹ de ANA fue el más bajo registro (1,28 cm) frente al testigo (3.28 cm). Las comparaciones ortogonales acusaron diferencias estadísticas cuando se comparó AIB vs ANA, resultando mucho más efectivo AIB con un promedio de

3.34 cm por brote respecto al de ANA de 2.85 cm, lo que señala que la auxina AIB es bastante efectiva en esta especie y relativamente estable en su respuesta, lo que coincide con lo manifestado por Pires y Biasi (2003). También se registró diferencias altamente significativas ($Pr < 0.0001$) cuando se compararon las concentraciones 1200 vs 1600 mg L⁻¹ de ANA, siendo más eficiente la de 1600 ppm con 3.76 cm, respecto a 1200 mg L⁻¹ con 1.81 cm (Tabla 1). La poca longitud de los brotes puede ser atribuido a una escasa cantidad de auxinas o a falta de cofactores de crecimiento, como lo expresan Costa y Baraldi (1983) y Mattiuz y Fachinella (1996) en estudios realizados en kiwi (*Actinida chinensis*).

El número de raíces varió entre 2.25 y 2.89 con una media de 2.50 (Tabla 1). La falta de significancia se explica por la presencia de brotes y el desarrollo de los mismos en la formación de hojas y causar un pobre estímulo en el crecimiento de raíces. El contraste AIB, ANA vs AIB + ANA detectó significancia ($Pr < 0.05$) de probabilidad estadística, en la cual resultaron superiores los tratamientos individuales con relación a las mezclas y ello obedece a un posible sinergismo negativo de dicha mezcla. Así mismo, el contraste AIB (400, 800 mg L⁻¹) vs AIB (1200, 1600, 2000 mg L⁻¹), resultó significativo ($Pr < 0.05$), a favor de las dosis altas, lo que corrobora el efecto benéfico de AIB en la formación de raíz. El poco número de raíces formadas en todos los tratamientos, puede obedecer a la edad de las plantas de donde se obtuvieron dichas estacas, circunstancia ésta que concuerda con lo reportado por Hartman y Kester (1997), Da Fonseca *et al.* (1991) y Pasinato *et al.* (1998), quienes señalan como responsable a la lignificación de los tejidos y el contenido de carbohidratos.

Los resultados obtenidos con AIB, ANA y AIB + ANA a 800, 400 y 1200 mg L⁻¹ son divergentes a los reportados por García y Hernández (2004), cuando estudiaron la

respuesta de esta auxina a concentraciones de 2000, 4000, 6000 y 8000 mg L⁻¹ sobre estacas cosechadas en época seca. A este respecto Hartmann y Kester (1997), manifiestan que el estímulo al enraizamiento se da hasta una determinada concentración, a partir de la cual el efecto pasa a ser inhibitorio y es lo que pudo suceder con los tratamientos aplicados.

La longitud máxima de raíz osciló entre 3.03 y 3.93 cm con una media de 3.54 cm (Tabla 1). Se detectaron diferencias estadísticas ($Pr < 0.05$) en los contrastes 1200 vs 1600 mg L⁻¹ de ANA y 400 vs 800 mg L⁻¹ de AIB + ANA, resultando superiores las concentraciones de 1600 mg L⁻¹ de ANA y 800 mg L⁻¹ de AIB + ANA. Respuestas similares reportan García y Hernández (2004), quienes obtuvieron el mayor promedio con AIB + ANA a 2000 mg L⁻¹. En términos generales, el crecimiento de las raíces se estimula positivamente cuando se utilizan las auxinas AIB y ANA combinados a bajas concentraciones causando una diferenciación y elongación de las células meristemáticas, lo que garantiza un desarrollo radical más rápido para empezar a absorber nutrientes (Cifuentes y Clavijo, 1989). Así mismo, el efecto de la aplicación de una cantidad conocida de fitorregulador, se añade al de las hormonas endógenas que se encuentran en concentraciones variables, de modo que la reacción no será uniforme (Rojas y Ramírez, 1993).

La masa seca de raíz fluctuó entre 1.63 y 1.79 g con una media de 1.69 g. El análisis de variancia acusó diferencias estadísticas ($Pr < 0.05$) entre tratamientos. En los tratamientos aplicados hubo acumulación de masa seca en raíces y se encontró correspondencia entre la longitud máxima de raíz y masa seca de raíz para los valores máximos y mínimos entre éstas dos variables, como un reflejo de la longitud máxima de los brotes que le permite a las hojas aumentar su área disponible para la producción de fotosintatos destinados a la formación y crecimiento del sistema radical. El

tratamiento de menor acumulación correspondió a la mezcla de 800 mg L⁻¹ de AIB + ANA con 1.63 g y el mayor valor a la mezcla de 400 mg L⁻¹ de ANA + AIB con 1.79 g (Tabla 1).

El número de hojas osciló entre 2.75 y 3.53 con un promedio de 3.25 hojas por estacas. El anava no detectó significancia estadística entre tratamientos; correspondiendo el valor más bajo al tratamiento 1600 mg L⁻¹ de AIB + ANA y el más alto a 400 mg L⁻¹ de ANA y 1600 mg L⁻¹ de AIB. El testigo arrojó un valor bastante significativo y corrobora con su resultado lo anotado por Breen y Muraoka (1974), quienes señalan que la presencia de brotes estimula la formación de hojas como respuesta a los contenidos endógenos de auxinas.

El porcentaje de enraizamiento no registró diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Este caracter osciló entre 58.33% y 100% con una media de 81.77 % (Tabla 1). El AIB como ANA y sus respectivas mezclas estimularon el enraizamiento en todos los tratamientos y aun cuando no hubo diferencias significativas entre tratamientos frente al testigo que reportó un 75%. Los tratamientos 400 mg L⁻¹ de ANA y 1200 mg L⁻¹ de AIB + ANA alcanzaron un 100%, ello señala que dosis bajas son favorables para causar un estímulo positivo

en el enraizamiento de estacas de caña flecha, lo que concuerda con lo reportado por Pasinato *et al.* (1998).

La baja respuesta de los tratamientos con 1600 mg L⁻¹ AIB + ANA y de 800 mg L⁻¹ ANA para el porcentaje de enraizamiento, posiblemente obedezca al menor número de brotes originados y por ende, un menor estímulo en la síntesis de auxinas y cofactores fundamentales para el proceso de división celular y con ello la formación de raíces.

CONCLUSIONES

- La aplicación de los reguladores del crecimiento ANA y la combinación AIB + ANA, a 400 y 1200 mg L⁻¹, respectivamente, garantizan un enraizamiento del 100%, por lo que constituyen una buena alternativa en el enraizamiento de caña de flecha.
- La caña flecha resulta susceptible a la aplicación de dosis altas de auxinas exógenas, las células a causa de fitotoxicidad.
- Se puede producir plantas de caña flecha sin la aplicación de fitohormonas con un 75% de enraizamiento a los 60 días.

BIBLIOGRAFIA

- Avidan, B. y Lavee, S. 1978. Physiological aspects of the rooting ability of olive cultivars. *Acta Horticulturae* 79: 93-101.
- Barrios J. y Echavarría D. 1993. Evaluación de la propagación por estacas de la caña flecha (*Gynerium sagittatum* Aubl Beau.). Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de Córdoba, Montería, p.1-28.
- Bidwell, R. 1993. Fisiología vegetal. Control hormonal del desarrollo de plantas. AGT Editor S.A, México, p.599-608.
- Bonell, E. 1980. Evaluation anatomique et variabilite cytogetique desimplants foliaires de canne a sucre cultivos in vitro. These presentée a L'Universite de Paris. X I. Centre D'Ersay pour obtenir le Diplome de

- Docteur de Spécialité D'amélioration des plantes. (3 emecycle) 96 p.
- Botelho, R.; Maia, A. ; Pires, E. ; Paioli, M. y Schuck, E. 2005. Effects of plant regulators on the vegetative propagation of vine rootstock '43-43' (*Vitis vinifera* x *V. rotundifolia*). Revista Brasileira de Fruticultura 27(1):6-8
- Breen, P. y Muraoka, T. 1974. Effect of leaves on carbohydrate content and movement of ¹⁴C-assimilate in plum cuttings. Journal of the American Society for Horticultural Sciences 99(4):326-332
- Caballero, J. y Nahlawi, N. 1979. Influence of carbohydrates and washing with water on the rooting of the Gordal cultivar of the olive (*Olea europaea* L.). Anais Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, Serie Producción Vegetal, Madrid,11:219-230
- Cifuentes, F. y Clavijo, J. 1989. Propagación por estacas en Lulo, (*Solanum quitoense* Lan). Revista Agronomía Colombiana 6:37-41.
- Costa, G. y Baraldi, R. 1983. Ricerche sulla propagazione per taleae legnosa dell'*Actinida chinensis*. Rivista della Ortoflorofrutticoltura Italiana 67(2):123-128.
- Couvillon, G. 1985. Propagation and performance of inexpensive peach trees from cuttings for high density peach plantings. Acta Horticulturae 173:271-282.
- CVS (Corporación Autónoma de los Valles de Sinú y el San Jorge), CARSUCRE (Corporación Autónoma Regional de Sucre), MINAMBIENTE (Ministerio del medio ambiente) y FONADE (Fondo nacional de desarrollo). 2002. Boletín informativo. La caña flecha, presente y futuro para un pueblo artesano. 20p.
- Da Fonseca, C.; Sperandio, J.; Fernández, M.; Bueno, D. y Lima, R. 1991. Propagação vegetativa do jacaranda da baía (*Dalbergia nigra* Fr. Allem) através da estaquia. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 26(1):31-37.
- Davis, T. 1988. Photosynthesis during adventitious rooting. En: Davis, T.; Haissig, B. y Sankhla, N. (Ed). Adventitious Root Formation in Cuttings. Dioscorides Press, Portland, p.214-234.
- Fontanazza, G. y Rugini, E. 1977. Effect of leaves and buds removal on rooting ability of olive tree cuttings. Olea Córdoba 2: 9-28.
- García J. y Hernández M. 2004. Efecto de dos fitorreguladores sobre la formación de raíces en estacas de caña flecha (*Gynerium sagittatum* Aubl Beau.). Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de Córdoba, Montería, 68p.
- Guerrero J.; Garrido G.; Acosta M. y Sanchez Bravo J. 1999. Influence of 2,3,5-triiodobenzoic acid and 1-N-naphthylphthalamic acid on indoleacetic acid transport in carnation cuttings: relationship with rooting. Journal of Plant Growth Regulation 18(4):183-190
- Hartmann, M. y Kester, D. 1997. Propagación de plantas. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V., México, p.137-215
- Hoffmann, A.; Fachinella, J. y Dos Santos, A. 1995. Propagação de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) através de

- estacas. Pesquisa Agropecuária Brasileira 30 (2): 231-236,
- Mattiuz, B. y Fachinella, J. 1996. Enraizamiento de estacas de kiwi *Actinidia deliciosa* (A. Chev) C.I. Liang & A.R. Ferguson var. deliciosa. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 31(7):503-508.
- Pasinato, V.; Nachtigal, J. y Kersten, E. 1998. Enraizamiento de estacas leñosas de cultivares de ameixeira (*Prunus* spp) em condições de campo. Scienti Agrícola 55(2):265-268
- Pires, E. y Biasi, L. 2003. Propagação da videira. En: Pommer, C. La Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Cinco Continentes, Porto Alegre, p.295-350.
- Poliszulk, H.; Silva, W.; Ferrer, M.; Betancourt, E. y Rivero, G. 1999. Efectos de distintos tratamientos hormonales en la inducción de raíces adventicias en estacas apicales de Búcaro "*Bucida buceras*". Revista Facultad Agronomía, 16 (1): 71-75.
- Reed R.; Brady S. y Muday G. 1998. Inhibition of auxin movement from shoot into the roots inhibits lateral root development in *Arabidopsis*. Plant Physiology 118(4):1369-1378
- Rojas, G. y Ramírez, H. 1993. Control hormonal del desarrollo de las plantas. Limusa, México, 263p.
- Rossal, P. y Kersten, E. 1997. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de laranjeira cv. valência (*Citrus sinensis* Osbeck) sob condições intermitentes de nebulização. Scienti Agrícola 54 (1-2):9-13.
- Salisbury, F. y Ross, C. 1994. Fisiología Vegetal. Editorial Iberoamérica, México, p. 200-274.
- Tonietto, A.; Dutra, L. F.; Kersten, E. 1997. Influencia do ácido indolbutírico e ethephon no enraizamento de estacas de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch)..Ciência Rural, Santa Maria 27(4) : 567-569.
- Weaver, R. 1987. Reguladores de crecimiento de las plantas en la agricultura. Trillas, México, p.143-163.