

# Épocas y concentraciones de ácido indol butírico en el enraizamiento de estaquillas de duraznero criollo (*Prunus persica* (L.) Batsch).

Jesús Cordova; Alberto Centellas; Juan Calisaya

Fundación PROINPA

E mail: a.centellas@umss.edu.bo

**Resumen.** Se evaluó el efecto de la época de estaquillado y la concentración óptima de AIB (Ácido Indol Butírico), en el enraizamiento de seis genotipos de duraznero criollo. El experimento se estableció en condiciones de invernadero de enraizamiento, en la Fundación PROINPA. Las épocas fueron invierno y primavera (del año 2011), las estaquillas se extrajeron de ramas de la colección de frutales de PROINPA y se prepararon con un tamaño de 12 cm; fueron tratadas por inmersión de la base durante 10 segundos en una solución AIB en concentraciones de 1000, 1500, 2000 y 2500 ppm, y se mantuvieron durante 90 días bajo invernadero y nebulización intermitente. Se utilizó como sustrato, cáscara de arroz carbonizada. La mejor respuesta se dio con la concentración de 2500 ppm de AIB, en la época de invierno, obteniéndose la mayor tasa de enraizamiento. A nivel de genotipos, en orden de importancia, los mejores resultados de enraizamiento fueron para "Rojo FC 001 Mocito (4)", "Criollo 3" y "Kjuchi Enano".

**Palabras clave:** Fruticultura; Propagación vegetativa; Fitoreguladores

**Summary: Times and concentrations of indol butyric acid in the rooting of peach cuttings of criollo peach (*Prunus persica* (L.) Batsch).** The effect of the staking period and the optimum concentration of AIB (Butyric Indol Acid) was evaluated in the rooting of six criollo peach genotypes. The experiment was established in rooting greenhouse conditions, in the PROINPA Foundation. The seasons were winter and spring (of the year 2011), the cuttings were extracted from branches of the PROINPA fruit collection and prepared with a size of 12 cm; they were treated by immersion of the base for 10 seconds in an AIB solution in concentrations of 1000, 1500, 2000 and 2500 ppm, and they were maintained for 90 days under greenhouse and intermittent nebulization. It was used as a substrate, carbonized rice husk. The best response was obtained with the concentration of 2500 ppm of AIB, in the winter season, obtaining the highest rooting rate. At genotype level, in order of importance, the best rooting results were for "Rojo FC 001 Mocito (4)", "Criollo 3" and "Kjuchi Enano".

**Keywords:** Fruticulture; Vegetative propagating; Phyto-regulators

## Introducción

Se estima que en Bolivia se producen alrededor de 14.000 t de durazno por año, de las cuales el 75% es consumido como fruta fresca y el 25% se procesa y transforma en diferentes productos (durazno

deshidratado, mermeladas, jugos, etc.). Las importaciones de durazno se estiman en 2000 t/año (Gutiérrez 2007).

En cuanto a propagación, la forma más común es el uso del carozo (propagación sexual), en todas las zonas productoras de

Bolivia, con los procedimientos de estratificación, germinación, repique injertado y desarrollo del plantín hasta su venta. En relación a este tipo de manejo (propagación sexual), Centellas *et al.* (2011), indican que son varios los factores que perjudican a la producción de un plantín con calidad e identidad genética, y consecuentemente afectan la productividad de los futuros huertos. Entre los principales factores que provocan esta situación, se puede mencionar a los siguientes:

**a) La semilla es de origen desconocido y diverso.** No existe un solo viverista en el Valle Alto de Cochabamba, que produzca su propia semilla, además de ser adquirida de cualquier oferente la semilla tiene un origen diverso, tanto de los valles de Cochabamba como de los valles del interior del país y consecuentemente hay una fuerte mezcla de variedades, desde *ulincates* a *mocitos*, lo cual implica la producción de una diversidad de tipos de plantines en vivero.

**b) Falta de una variedad definida de porta injerto.** Se tenían los criollos o *kjasis*, pero siempre en mezclas y no como variedades exclusivas para este fin, con huertos injertados para la producción de semilla.

**c) Producción de plantines a raíz desnuda.** Al producirse los plantines de carozo, el tiempo que demora hasta contar con una planta apta para injertar, es entre 18 a 24 meses. Esto trae algunas desventajas, tales como la oportunidad de vender que solo es en invierno, si por alguna situación no se llega a vender una parte de estos lotes producidos, estos quedan para el próximo año. La otra es la parte fitosanitaria, siendo el principal problema la agalla de corona (*Agrobacterium tumefaciens*). Se asume que gran parte del Valle Alto de Cochabamba, está plagado con esta bacteria, existiendo siempre el riesgo de presentarse en plantas a raíz desnuda.

En contraposición a estos factores, la propagación vegetativa asegura que los árboles que se obtengan sean idénticos a aquel o aquellos de los que se tomó el material vegetal, pudiendo de esta manera producirse individuos vegetales idénticos (clones), que correspondan a una variedad o material deseado, tanto por las características de su fruto, como por la buena adaptación y comportamiento que pueda tener en una región particular.

En este sentido, el uso de estaquillas como órganos de propagación, permite mantener intactos los genotipos de los durazneros criollos o usarlos, si fuera el caso, como porta injertos para el Valle Alto de Cochabamba.

A más del objetivo general del trabajo, enfocado en la evaluación de la época de estaquillado y la concentración óptima de AIB, también se buscó identificar los mejores genotipos de duraznero criollo, en términos de enraizamiento de estaquillas.

## Materiales y métodos

La investigación se realizó en predios de la Fundación PROINPA, ubicada en la zona de “El Paso” (Cochabamba). PROINPA se encuentra localizada en las coordenadas 17° 18' de latitud Sud y 66° 14' de longitud Oeste, a una altitud de 2540 msnm.

El material genético fue extraído de la colección de frutales de la Fundación PROINPA, de plantas madre de dos años de edad, de selecciones de durazneros criollos colectadas de diversos valles.

Los genotipos fueron los siguientes:

- Pepa Roja
- 001 Pepa Roja
- 002 Pepa Roja
- Rojo FC 001 Mocito (4)
- Criollo 3
- Kjuchi enano

Se utilizó el fitorregulador auxínico Acido Indol-3-Butirico (AIB), preparado a cuatro concentraciones:

- 1000 ppm
- 1500 ppm
- 2000 ppm
- 2500 ppm

El disolvente fue alcohol etílico al 96% de uso comercial. El sustrato de la cama de enraizamiento estuvo compuesto de cascarilla de arroz carbonizada.

La preparación de camas de enraizamiento y las estaquillas y el estaquillado, se realizaron del 13 al 15 de junio de 2011, para la primera época. Para la segunda época el preparado de camas de enraizamiento y las estaquillas se realizó el 2 de noviembre y el estaquillado el 5 de noviembre de 2011.

La recolección del material vegetal para el estaquillado, se la realizó durante las primeras horas de la mañana, colocándose en baldes con agua para evitar la deshidratación. Para el ensayo se seleccionaron las ramas laterales y las menos lignificadas, con una longitud de 25 cm a 1 metro. Las estaquillas fueron preparadas de un diámetro de 5 a 8 mm, de 15 cm de largo, dejándose una hoja cortada a la mitad. En la parte superior de las estaquillas se realizó un corte en bisel y en la parte inferior un corte horizontal, con dos incisiones laterales de 1 cm de longitud.

Las estaquillas se colocaron en baldes con agua para evitar su deshidratación.

Para la evaluación estadística, el diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar, considerando dos épocas, 24 tratamientos en cada época, en cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por 8 estaquillas o esquejes, el espaciado entre estacas fue de 4 cm \* 4 cm. Cada bloque estaba comprendido por 192 estaquillas.

Previamente a la siembra de las estaquillas, las camas de enraizamiento con cascarilla de arroz carbonizada fueron humedecidas, luego se tomó un manojo de estaquillas preparadas del balde con agua, que fueron previamente escurridas y sumergidas en las diversas concentraciones de AIB durante 10 segundos, asegurándose que todas estén en contacto con la solución.

Se retiró las estaquillas del AIB, escurriendo el excedente, y se las estableció en la cama de enraizamiento, a una profundidad igual a  $\frac{1}{3}$  o  $\frac{1}{2}$  de su tamaño, y a una distancia de 4 cm entre surcos y 4 cm, entre estaquillas.

Una vez concluido el establecimiento, se inició el riego por nebulización, con el controlador automático, programado durante la primera época (invierno) a 15 segundos de nebulización a intervalos de 30 minutos durante el día (8:00 a 18:00). Para la segunda época (primavera verano), se programó a 15 segundos, cada 15 minutos de intervalo.

El diseño de bloques completos al azar se desarrolló en base a los factores *genotipo de durazno criollo* y *concentraciones de AIB*; ambos factores fueron distribuidos aleatoriamente. Los tratamientos construidos en base a los factores descritos,

fueron de tipo estructurado, haciendo un total de 24 tratamientos en cada bloque, con cuatro repeticiones.

El ensayo se evaluó en base a 6 variables de respuesta: *enraizamiento, número de raíces, tamaño de raíces, tamaño de brotes, diámetro del brote y materia seca de raíces.*

## Resultados y discusión

### Enraizamiento

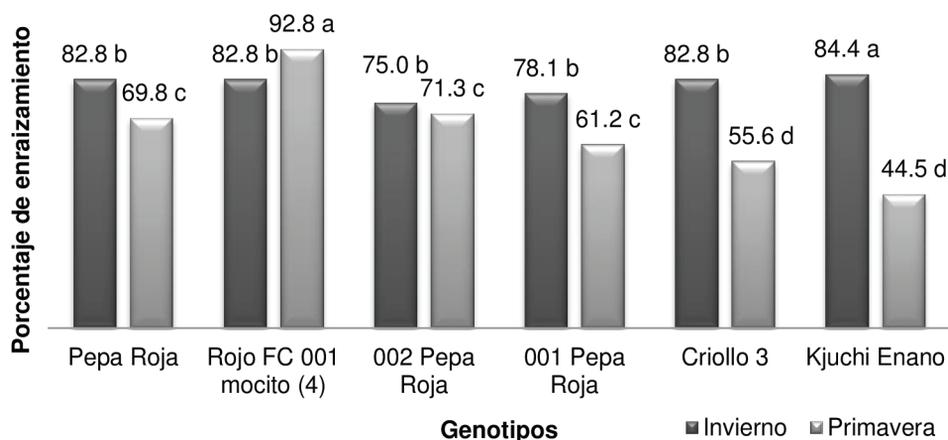
El efecto principal de las épocas fue significativo para el enraizamiento, obteniéndose un enraizamiento de 80.98 % en invierno, mientras que en primavera solo se alcanzó 65.86%, con diferencias significativas según la prueba t de Student ( $\alpha = 0.05$ ).

La Figura 1 detalla el efecto de la interacción época \* genotipo, para el porcentaje de enraizamiento, el cual fue significativo. García (2002), trabajando con el portainjerto “Garfi \* Nemarred No. 3”, reporta que las mejores épocas de estaquillado son en primavera (17 de noviembre) logrando 90.83% de enraiza-

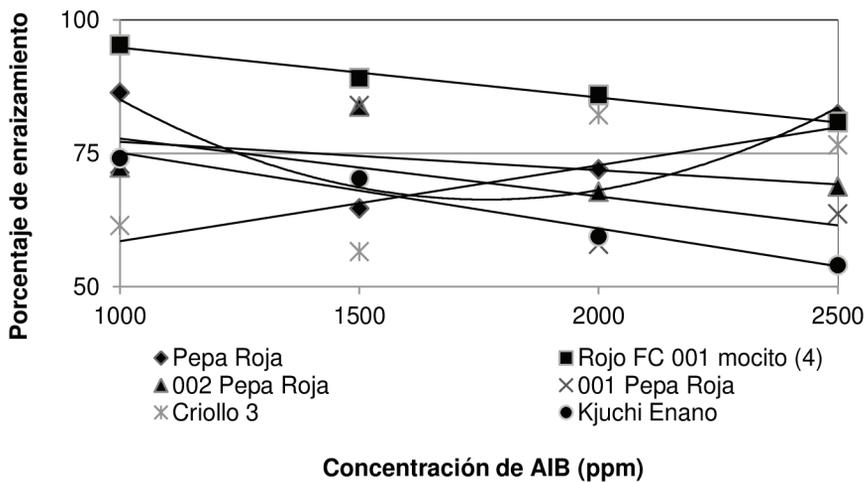
miento y en verano (2 de diciembre) llegando a 89.16% de enraizamiento.

En la Figura 2 se observa, de manera general, que a medida que se incrementa la concentración de AIB, disminuye el porcentaje de enraizamiento. Así, para el genotipo “Rojo FC 001 mocito (4)” la concentración óptima es de 1000 ppm de AIB, de la misma manera, para los genotipos “002 Pepa Roja”, “Kjuchi Enano”, “001 Pepa Roja”. En el genotipo “Pepa Roja”, a medida que aumenta la concentración de AIB, disminuye el porcentaje de enraizamiento, hasta 1750 ppm, luego tiende a incrementar a partir de 2000 ppm; la concentración óptima para este genotipo fue de 1000 ppm y para el genotipo “Criollo 3”, la mejor concentración fue de 2500 ppm de AIB.

Para Ardaya (2012), no solo el tipo de ramo fue el factor considerable para el enraizamiento, sino también que se pudo promover un mayor porcentaje de enraizamiento aplicando reguladores de crecimiento auxínicos, como el AIB, que ayuda a la formación de raíces adventicias en estacas de hoja, como las del portainjerto “G\*N Garnem”.



**Figura 1.** Efecto de la interacción época\*genotipo en el enraizamiento de estaquillas de duraznero criollo (según la prueba de “t”,  $\alpha = 0.05$ )



**Figura 2.** Efecto de interacción del genotipo\*concentración en el enraizamiento de estaquillas de genotipos de duraznero criollo

### Número de raíces

El efecto de la interacción época\*genotipo en general, en la variable número de raíces, fue significativamente mayor en primavera (noviembre). Los genotipos que desarrollaron mayor cantidad de raíces fueron “Criollo 3”, “Rojo FC 001 mocito (4)” y “Pepa Roja”.

En invierno (junio) los seis genotipos desarrollaron la misma cantidad de raíces, tal como se observa en la Figura 3.

Se estimaron las diferencias significativas en la interacción de épocas por concentración, el número de raíces *versus* la concentración de AIB, que varió de una época a otra.

Se observó mayor número de raíces en la primavera (noviembre), en comparación al invierno (junio), siendo en consecuencia la primavera, la mejor época para el estaquillado de los durazneros criollos (Figura 4) y la mejor concentración 2500 ppm de AIB.

Para García (2002), en la época de primavera, la concentración de 3000 ppm de AIB fue la mejor, con 14 raíces por estaquilla. En verano las mejores concentraciones fueron de 3000 ppm y 2000 ppm de AIB, con 15 y 13 raíces por estaca, respectivamente.

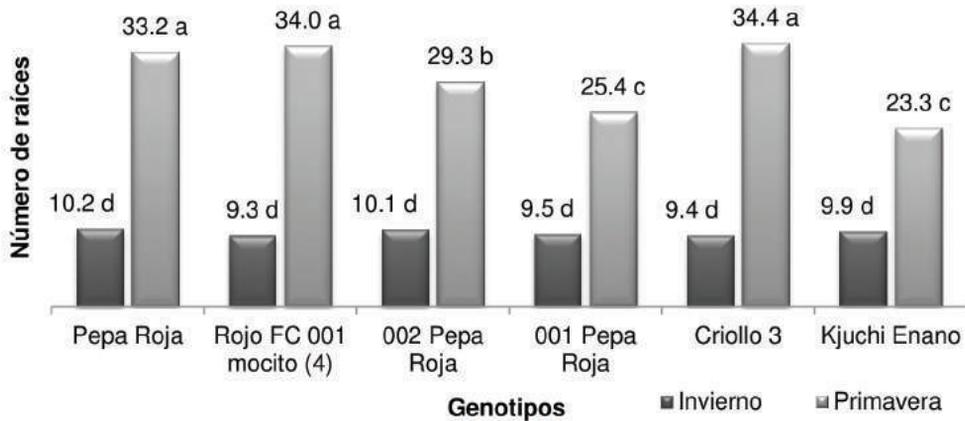
### Tamaño de raíces

La interacción época \* genotipo, para la variable tamaño de raíz, presentó diferencias significativas para la época de primavera, siendo el genotipo Rojo FC001, el de mejor tamaño de raíces para esa época.

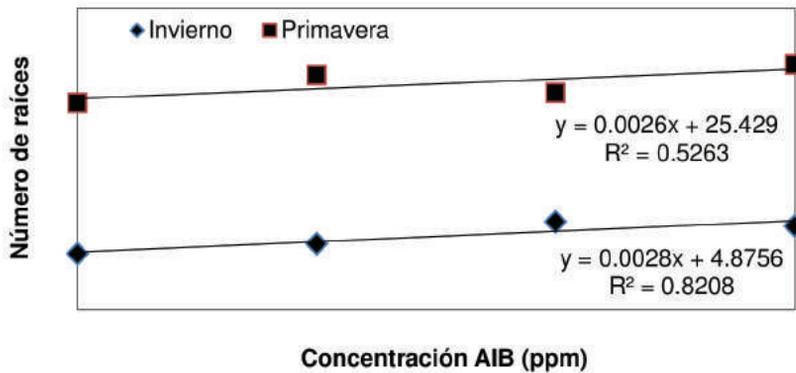
Así los genotipos que obtuvieron mayor tamaño de raíces fueron:

- “Rojo FC 001 Mocito (4)” con 7.8 cm
- “Kjuchi Enano” con 6.5 cm
- “002 Pepa Roja” con 6.1 cm.

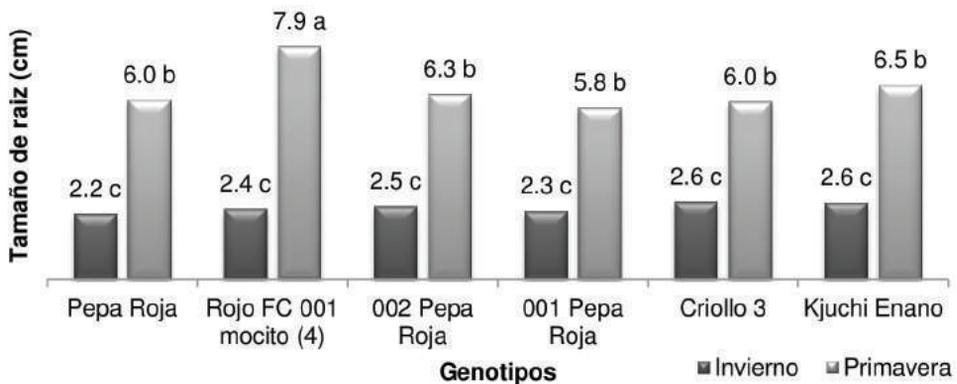
En invierno (junio), no hubo diferencia significativa entre genotipos (Figura 5).



**Figura 3.** Efecto de interacción época\*genotipo en duraznero criollo en dos épocas de estaquillado, sobre el número de raíces por estaca (según la prueba “t”,  $\alpha = 0.05$ )



**Figura 4.** Efecto de la concentración de AIB y la época de estaquillado sobre el número de raíces por estaca en durazneros criollos



**Figura 5.** Efecto de la interacción época\*genotipo para tamaño de raíces en durazneros criollos (según la prueba “t”,  $\alpha = 0.05$ )

Estudios similares realizados en el portainjerto Garfi x Nematred (García 2002), probando épocas, reportan que se logró las mejores respuestas en la segunda época (2 de diciembre), la tercera época (17 de diciembre) y la cuarta época (4 de enero), presentaron la mayor longitud de raíces con 18.48 cm; 19.31 cm y 19.44 cm, respectivamente.

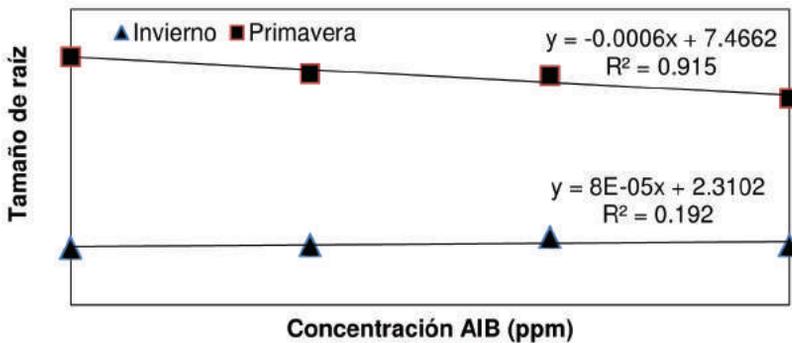
En la Figura 6 se observa que en la primavera, a medida que aumenta la concentración de AIB, disminuye el tamaño de las raíces, lo cual podría deberse a la baja acumulación de carbohidratos, por tanto, para esta época, la concentración óptima sería 1000 ppm, mientras que en invierno (junio), a medida que aumenta la

concentración de AIB aumenta también el tamaño de las raíces, esto podría deberse a que en esta época la acumulación de carbohidratos es mayor, siendo 2500 ppm la concentración óptima.

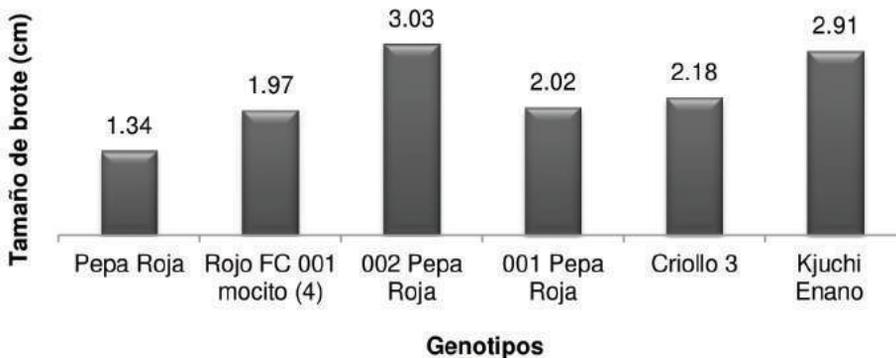
Carvalho (2011), al evaluar el efecto de las dosis de AIB en la longitud de raíces, verificó que el mayor promedio se logró con la concentración de 3000 ppm, alcanzando 3.01 cm.

**Tamaño de brotes**

Los genotipos con mayor tamaño de brote fueron el “002 Pepa Roja”, “Kjuchi Enano” y el “Criollo”, en comparación con los demás genotipos (Figura 7).



**Figura 6.** Tamaño de raíz para cuatro concentraciones de AIB y dos épocas de estaquillado en duraznero criollo



**Figura 7.** Efecto principal del genotipo sobre el tamaño de brote en estacas de hoja de duraznero criollo (según la prueba “t”,  $\alpha = 0.05$ )

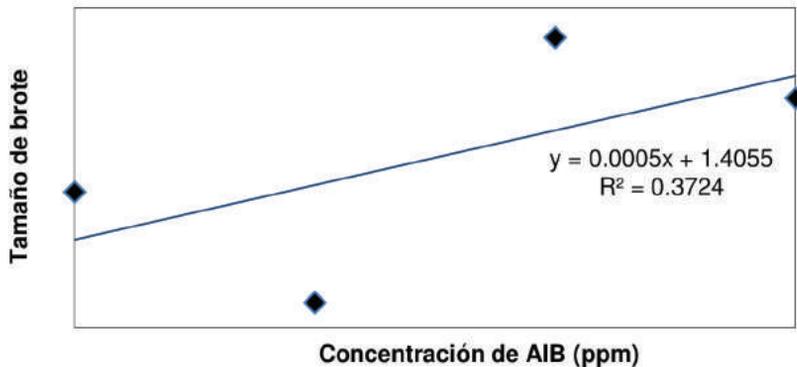
En la Figura 8 se muestra que a una concentración de 2500 ppm, existe una mejor conformación de raíces, sobre todo en el número de éstas, lo cual favorece al anclaje y por tanto a una mejor respuesta de los brotes. Resultados similares fueron encontrados por Noda (1995), quién indica que la longitud de brote es mayor con la concentración de 1200 ppm de AIB.

### *Diámetro del brote*

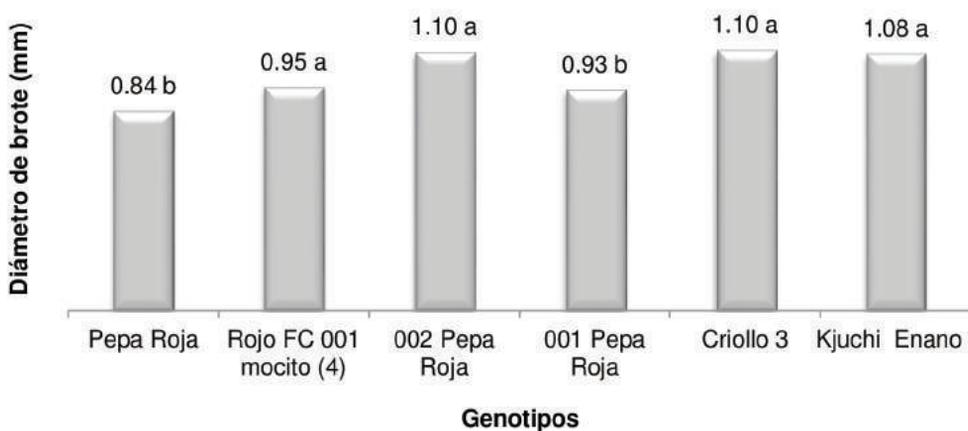
Los resultados de la respuesta a esta variable, para los diversos genotipos considerados, se observan en la Figura 9.

En un ensayo realizado por Ardaya (2012), en el portainjerto GxN 15 Garmen, se observó que un ramo semileñoso, presenta brotes de buen tamaño y de diámetro superior a un ramo juvenil.

Sin embargo, concluye que es importante obtener raíces más largas, fuertes y vigorosas, para posteriormente permitir el desarrollo de los brotes.



**Figura 8.** Efecto de cuatro concentraciones de AIB sobre el tamaño de brote



**Figura 9.** Efecto de los genotipos sobre el diámetro de brote en estacas de duraznero criollo (según la prueba "t",  $\alpha = 0,05$ )

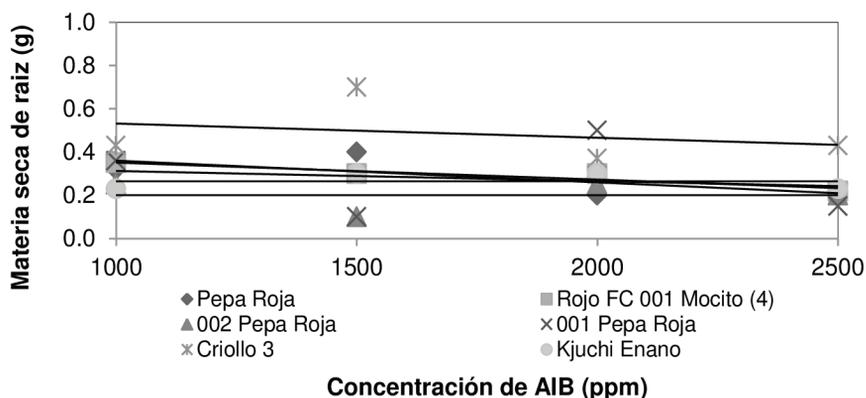
**Materia seca de raíces**

**a) Para invierno:** La mejor concentración de AIB fue de 1000 ppm. En los genotipos “Pepa Roja”, “Rojo FC 001 Mocito (4)”, “001 Pepa Roja” y “Criollo 3”. A medida que aumentó la concentración de AIB, disminuyó la materia seca de raíces, excepto en los genotipos “002 Pepa Roja” y “Kjuchi Enano”, que mantuvieron constante esta variable, para la época de invierno (Figura 10).

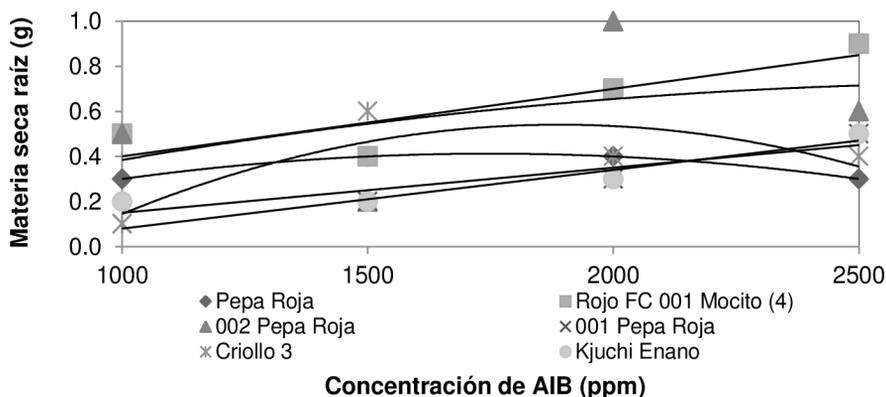
Resultados obtenidos por Olivera *et al.* (2005), concluyen que el uso de AIB en estacas semi-leñosas de durazneros, proporcionó mayor número de raíces por

estaca, mayor tamaño y mayor volumen de masa seca de raíz.

**b) Para primavera:** La concentración óptima de AIB fue de 2500 ppm en los genotipos “Rojo FC 001 Mocito (4)”, “001 Pepa Roja”, “Kjuchi Enano” y “002 Pepa Roja”. Todos estos genotipos tienden a incrementar su materia seca a medida que aumenta la concentración de AIB, mientras que para los genotipos “Criollo 3” y “Pepa Roja”, a medida que aumenta la concentración de AIB disminuye la cantidad de materia seca (Figura 11).



**Figura 10.** Materia seca de raíz en estaquillas de genotipos de duraznero criollo y cuatro concentraciones de AIB, en época de invierno



**Figura 11.** Materia seca raíz en estaquillas de seis genotipos de duraznero criollo y cuatro concentraciones de AIB en época de primavera

**Para invierno**, el genotipo “Criollo 3”, presentó el mayor peso en materia seca de raíz con 0.48 g, en comparación con los demás genotipos en la primera época. El rango de materia seca varió de 0.20 a 0.48 g (Figura 12).

**Para la época de primavera**, los genotipos con mejor respuesta fueron: “Rojo FC 001 Mocito (4)” y “Pepa Roja” (Figura 13).

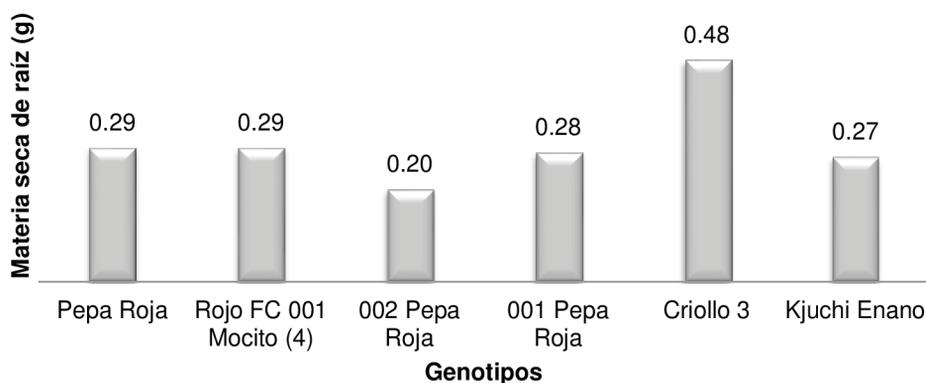
## Conclusiones

- La mejor época para el enraizamiento por estaquillado de duraznero criollo fue en invierno, y la mejor concen-

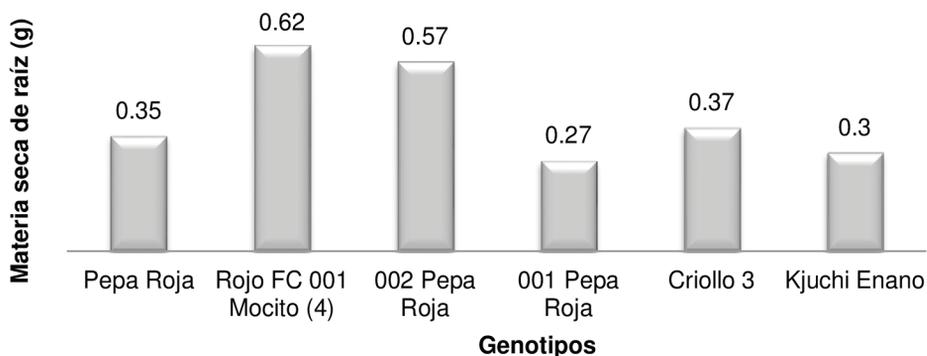
tración de AIB fue de 2500 ppm obteniéndose un 80.98% de enraizamiento y un mayor número de raíces en primavera (22 raíces por estaca).

- Para el tamaño de raíces, la mejor concentración de AIB fue de 1000 ppm, durante la época de primavera, mientras que en invierno la concentración óptima de AIB fue de 2500 ppm.

- En cuanto al diámetro de brote, la mejor respuesta se obtuvo en invierno, con la concentración de 2000 ppm de AIB, logrando un tamaño de brotes de hasta 3.1 cm.



**Figura 12.** Materia seca de raíz para estaquillas de seis genotipos de duraznero criollo en la época de **invierno** (según la prueba “t”,  $\alpha = 0.05$ )



**Figura 13.** Materia seca de raíz para estaquillas de seis genotipos de duraznero criollo en la época de **primavera** (según la prueba “t”,  $\alpha = 0.05$ )

- En cuanto a la materia seca de raíz, en la época de invierno, el mejor genotipo fue “Criollo 3” con 2500 ppm de AIB. En primavera el mejor genotipo fue “Rojo FC 001 Mocito (4)”, con la misma concentración.
- En cuanto a la materia seca de brotes, en invierno, el mejor genotipo es el “Criollo 3” con la concentración de AIB de 2500 ppm; en primavera fue el “Rojo FC 001 Mocito (4)”, con la concentración de 2500 ppm de AIB.
- Los mejores genotipos para realizar el estaquillado de durazneros criollos fueron: “Rojo FC 001 Mocito (4)”, “Criollo 3” y “Kjuchi Enano”.

## Referencias citadas

Ardaya P. 2012. Enraizamiento de estacas de hoja del porta injerto para duraznero G\*N Garnem (*Prunus amygdalus* \* *Prunus persica*). Tesis de grado. FCAPFyV - UMSS. Cochabamba, Bolivia. 129 p.

Carvallo E. 2011. Multiplicación por estaquillado en verde del porta injerto Garfi x Nemared con cuatro diferentes concentraciones de ácido indolbutírico y cinco sustratos. Tesis de grado. FCAPFyV – UMSS. Cochabamba, Bolivia. 119 p.

Centellas A., Álvarez V., Acuña E., Rocha E., Maita E. 2011. Manual de propagación de plantines de manzano y duraznero bajo invernadero. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 51 p.

García S. 2002. Multiplicación del porta injerto híbrido Garfi-Nemared No 3 (*Prunus dulcis* - *Prunus persica*; almendro-duraznero) por estaquillado en verde. Tesis de grado. FCAPFyV - UMSS. Cochabamba, Bolivia. 121 p.

Gutiérrez V. 2007. Manual de cultivo de durazno. FDTA-Valles. Cochabamba, Bolivia. 103 p.

Noda V. 1995. Multiplicación del portainjerto Nemared (*Prunus persica* L.) Batch) por estaquillado en verde. Tesis de grado. FCAPFyV - UMSS. Cochabamba, Bolivia. 103 p.

Trabajo recibido el 23 de agosto de 2017 - Trabajo aceptado el 14 de junio de 2019