

Efecto de las podas pre-cosecha en plantas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cultivadas en Corrientes, Argentina

Pre-harvest pruning effect in cassava (*Manihot esculenta* Crantz) plants cultivated in Corrientes, Argentina

Pedro Jorge CENÓZ ✉ y **Angela María BURGOS**

Cátedra de Cultivos III. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional del Nordeste. Sargento Cabral 2131 CP 3400 Corrientes, Argentina. E-mails: pjcenoz@agr.unne.edu.ar y burgosangela@agr.unne.edu.ar
✉ Autor para correspondencia

Recibido: 14/05/2012

Fin de arbitraje: 06/07/2012

Revisión recibida: 05/08/2012

Aceptado: 27/08/2012

RESUMEN

La poda pre-cosecha de tallos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) puede realizarse con diversos fines. El objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos de un sistema de tres alturas de podas en tres momentos de cosecha, sobre el rendimiento y características comerciales de raíces. El ensayo se realizó en la Provincia de Corrientes, Argentina. Se evaluaron los cultivares o clones Rocha y Santacatarina y se establecieron cuatro tratamientos, un testigo sin podar y tres en función de las alturas de poda (apical, media y basal); sus efectos se registraron a los 60, 75 y 90 días después de realizada la misma (ddpo). Se midió diámetro del tallo; número, longitud, diámetro y rendimiento de raíces. Los resultados evidenciaron que el lapso poda-cosecha, más que la altura de las podas en sí mismas, modifica el rendimiento de raíces de ambos cultivares. La poda incrementó el rendimiento en el cv Santacatarina cuando la cosecha fue temprana (60 ddpo), mientras en el cv Rocha la poda solo fue favorable cuando la cosecha fue tardía (90 ddpo) en relación a sus respectivos testigos. El rendimiento potencial de las plantas testigo resultó contrapuesto al de las plantas podadas, se observó que Santacatarina es un clon tardío y Rocha es un clon temprano. Particularmente las alturas de poda condicionaron el rendimiento del cv Santacatarina, mientras el cv Rocha fue menos sensible.

Palabras clave: *Manihot esculenta* Crantz, raíces amiláceas, cultivos tropicales, técnica de cultivo

ABSTRACT

The stem pre-harvest pruning of cassava plants (*Manihot esculenta* Crantz) can be done with different purposes. The aim of this study was to evaluate the effects of a system of three pruning heights in three harvest moments, on the yield and on root commercial characteristics. The assay was carried out in Corrientes Province, Argentina. The cultivars or clones Rocha and Santacatarina were evaluated and four treatments were established, a control with no pruning and the three other treatments according to the pruning height (apical, intermediate, basal); their effects were recorded at 60, 75 and 90 days after pruning (ddpo). The stem diameter and the number, length and diameter of the roots; as well as the total root yield were measured. The results showed that the pruning-harvest period, more than the height of the pruning's itself, changed the behaviour of both cultivars. Pruning increased the early yield of the cv Santacatarina (60 ddpo), while in the cv Rocha pruning was favourable only when the harvest was late (90 ddpo) in relation to their respective controls. The potential yield of control plants was opposed to the pruned plants, it was observed that Santacatarina is a late clon and Rocha is an early clon. Pruning heights particularly conditioned the performance of the cv Santacatarina root yield, while cv Rocha was less sensitive to those treatments.

Key words: *Manihot esculenta* Crantz, starch roots, tropical crops, crop technique

INTRODUCCIÓN

La mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) puede utilizarse como cultivo multipropósito, destinándose tanto las raíces reservantes como las hojas para la alimentación humana o animal. Las raíces pueden abastecer otras industrias como la elaboración de alcohol a partir del almidón y para la elaboración de subproductos de la industria del papel

y maderas prensadas entre numerosos destinos (Tonukari, 2004). Las grandes ventajas del cultivo son su elevado potencial productivo, su plasticidad ambiental, su rusticidad, flexibilidad en la época de cosecha y tolerancia a factores adversos (Mejía de Tafur, 2002) que le otorgan la gran posibilidad de poder integrarse en sistemas productivos de alimentos con baja agresión al medio ambiente (Cardoso y da Silva Souza, 2002). A pesar de sus capacidades

intrínsecas, se evidencia una amplia brecha entre los rendimientos potenciales y reales del cultivo (Hershey, 1991), por lo que toda práctica cultural que se pueda implementar para contribuir a elevar los rendimientos de raíces actuales pueden considerarse de gran interés para su evaluación.

La poda pre-cosecha de plantas de mandioca es una práctica cultural que puede ser realizada con diversos fines: utilizar la parte aérea en forma directa o ensilada como alimento para el ganado (Wobeto *et al.*, 2006; Alves da Silva *et al.*, 2008), guardar ramas para la multiplicación clonal preservándolas de la acción de las heladas, facilitar la cosecha de raíces y prolongar el tiempo de conservación postcosecha de las mismas (Tanaka *et al.*, 1984; Oirschot *et al.*, 2000, Arismendi, 2001; El-Sharkawy, 2003). Las consecuencias negativas de esta práctica son la posible diseminación de enfermedades, mayor incidencia de malezas, y disminución del contenido de almidón de raíces; por lo que resultaría una técnica de manejo útil para la comercialización de raíces en fresco pero no recomendable cuando el destino de la producción es la extracción de almidón. Asimismo, si bien tiende a descender particularmente el contenido de almidón por la degradación a azúcares simples; no desciende el de los carbohidratos totales; por lo que no perjudicaría el producto de cosecha cuando este se destina a la elaboración de alcohol (Lorenzi, 1978).

En este contexto, la técnica de realizar podas pre-cosecha en plantas de mandioca pareciera ser una estrategia aparentemente eficiente y viable, si bien difiere según los cultivares y las zonas bioclimáticas de cultivo (Silva de Andrade, 2010). En la zona productora de Argentina, la alta probabilidad de ocurrencia de heladas tempranas hacia el final del ciclo del cultivo, obliga a los agricultores a realizar la poda pre-cosecha de los tallos de las plantas de mandioca a fin de almacenar las ramas estaqueras que se utilizarán para la multiplicación comercial del cultivo en la siguiente campaña. Asimismo, es una práctica empírica difundida entre los productores, quienes la utilizan para regular el crecimiento de los órganos aéreos y consecuentemente promover el de los órganos subterráneos cosechables. En relación a este último relevamiento, su acción se explicaría a través del control del índice de área foliar (IAF) y de la partición de asimilados entre los tallos y las raíces reservantes cuyo crecimiento y desarrollo ocurren de manera simultánea y competitiva (El-Sharkawy, 2003). Según Lorenzi (2003), la poda implica la alteración del IAF, uno de los factores responsables

de la capacidad de la planta de producir carbohidratos, pero cita que los resultados experimentales mostraron que la misma puede aumentar, disminuir o no alterar la producción de raíces, dependiendo de la variedad, altura de poda y época de cosecha después de su aplicación. Por otra parte, la altura del tallo a la que se realicen las podas y la frecuencia con que se las practique, pueden reducir el tenor de materia seca de las raíces (Moura y Costa, 2001). En estudios iniciales llevados a cabo por Cock *et al.* (1979) consistentes en eliminar ápices jóvenes 150 días después de la plantación; se encontró un incremento del rendimiento de raíces, justificado por modificaciones del IAF y en la partición de los asimilados destinados al crecimiento prioritario de la parte aérea.

Dos aspectos relacionados con esta práctica no han sido aún suficientemente estudiados, la altura del tallo a la cual debe realizarse la poda y el lapso más oportuno entre poda y cosecha sin que repercuta negativamente en el rendimiento y en la productividad del cultivo. La altura a la cual se realice la poda, puede determinar la utilidad de la misma. Podas altas, que solo extraen la parte apical, no permitirían obtener material para multiplicación del cultivo dada la falta de madurez y de sustancias de reservas presentes, si bien podría ser de utilidad para otros objetivos antes mencionados. Las podas medias y más aún las basales, permitirían recolectar mayor cantidad de material caulinar de la mejor calidad (El-Sharkawy, 2003) y suficiente materia verde para la alimentación animal, al tiempo que facilitarían las labores propias de la cosecha.

Dado que el interés principal del cultivo de mandioca reside en la cosecha de raíces reservantes, el objetivo de esta investigación fue evaluar un sistema de podas a tres diferentes alturas del tallo en tres momentos de cosecha, sobre la productividad de dos cultivares o clones de amplia difusión en la Provincia de Corrientes, Argentina.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de experimentación y características biogeográficas

El ensayo se llevó a cabo en el Campo Didáctico y Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), ubicado al noroeste de la Provincia de Corrientes, Argentina (27° 28' 27" S, 58° 47' 00" O, 70

msnm), durante dos campañas consecutivas. El clima se caracteriza por presentar precipitaciones promedio de 1300 mm anuales, evapotranspiración media anual según Thornthwite de 1100 mm y una temperatura media anual de 21,6° C; con un período libre de heladas de 340 a 360 días. De acuerdo a la clasificación climática de Köppen, la región se clasifica como Cf w'a (h) que expresa un clima mesotermal, cálido templado, sin estación seca con precipitaciones máximas en otoño y veranos muy cálidos con temperaturas superiores a los 22° C y media superior a los 18° C. Por sus características, según Köppen corresponde a Climas Templados Húmedos (De Fina y Ravelo, 1985; Strahler y Strahler, 1997; Pascale y Damario, 2004).

El suelo del sitio de experimentación ha sido clasificado como Udipsamments álficos, mixto, hipertérmico, perteneciente a la serie Ensenada Grande. Estos suelos se encuentran dentro de los albardones, depresiones y planos de la terraza entre el Arroyo Riachuelo y el Arroyo Sombrero (Escobar *et al.*, 1994).

Material biológico

Se evaluaron los cultivares o clones localmente denominados Rocha y Santacatarina. El cv Rocha se caracteriza por presentar ramificaciones dicotómicas y hábito de crecimiento decumbente. Sus hojas son de color verde claro, el pecíolo es rojo verdoso y los lóbulos foliares son oblongo lanceolados. Las raíces reservantes, rugosas, pedunculadas, de forma cilindro-cónicas se caracterizan por poseer pigmentación rojiza en la corteza interna, lo cual deprecia la calidad industrial del almidón razón por la cual se destina principalmente para la comercialización en fresco como hortaliza. El cv Santacatarina, es reconocido por su productividad, palatabilidad y elevado contenido de almidón. A diferencia del cv Rocha normalmente no ramifica y su hábito de crecimiento es erecto. Sus hojas son verde claro, el pecíolo también es rojo verdoso pero los lóbulos foliares son lanceolados. Sus raíces, lisas, de pulpa y corteza interna blanca no presentan pedúnculo (datos no publicados).

VARIABLES MEDIDAS

En cada muestreo se midió el diámetro del tallo a la altura del cuello (mm) y el diámetro promedio de raíces reservantes por planta (mm)

utilizando un calibre digital; el rendimiento de raíces reservantes expresado como peso fresco de raíces por planta (kg) utilizando una balanza con 5 g de precisión; el número de raíces reservantes por planta se obtuvo por conteo individual, y la longitud promedio de las raíces reservantes con cinta métrica en sentido acrópeto.

Diseño del experimento

Se establecieron cuatro tratamientos (Trat), en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones y dos cultivares de mandioca. La plantación se realizó con estacas en posición horizontal a una densidad de 10000 pl.ha⁻¹, con un distanciamiento de 1,0 m entre líneas y entre plantas. Las diferentes podas se realizaron en un único momento que coincidió con los 180 días después de la plantación de las estacas en el campo. Las podas se practicaron a tres diferentes alturas de tallo: apical, media y basal. La poda apical consistió en extraer ¼ de la altura total inicial del tallo (Trat 4), la poda media (Trat 3) consistió en extraer 2/4, y la poda basal (Trat 2) consistió en extraer ¾ de la altura total inicial del tallo, restando en este último tratamiento solo un tocón sobre la superficie del suelo. Las plantas que se mantuvieron sin podar conformaron el tratamiento testigo (Trat 1). Las mediciones de las variables se realizaron a los 60, 75 y 90 días después de la poda (ddpo). Cada parcela experimental contó con una superficie de 20 m² (4 m x 5 m) con 4 líneas, de los cuales solo los dos centrales fueron utilizados para tomar muestras, resultando 10 plantas útiles por parcela y 12 unidades muestrales para cada cultivar. De esas plantas, se tomaron aleatoriamente grupos de tres plantas para cada medición, de las que se consideró el promedio.

Los lotes experimentales fueron conducidos sin restricciones nutricionales, la necesidad de fertilizante se calculó según el requerimiento establecido por Howeler (1981) y la oferta del suelo, según análisis químico. En función a ello, se agregó solo nitrógeno, bajo la forma de nitrato de amonio (35% N) a razón de 13 g por planta, repartido en partes iguales en dos oportunidades; 45 y 75 días después de la plantación. Las malezas se controlaron manualmente mediante carpidas.

Análisis estadístico

Los datos se evaluaron determinando la prueba de normalidad. A cada variable estudiada se le

aplicó el análisis de la varianza y se elaboró un cuadro de promedios. Cuando se detectaron diferencias, la separación de medias se efectuó con el Test de Tukey ($p \leq 0,05$) con el software InfoStat versión 2002.

Los resultados obtenidos fueron estudiados independientemente para cada cultivar, y para cada variable medida se calcularon los valores promedio y coeficientes de variación ($p=0,05\%$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cv Rocha los efectos negativos de las podas se observaron en la cosecha a corto y mediano plazo (60 y 75 ddp), generando reducciones significativas del rendimiento (Figura 1) y diámetro (Cuadros 1 y 2) de las raíces, respecto de las plantas sin podar, habiendo alcanzado una diferencia de orden significativo cuando se realizó la poda basal (Trat 2). Ambos atributos son considerados de importancia para la comercialización en fresco del producto. Por otra parte, ni el número ni la longitud de las raíces comerciales, mostraron modificaciones por efecto de los tratamientos (Cuadros 1, 2 y 3).

En la cosecha realizada a mediano plazo (75 ddp), las podas también redujeron el diámetro de los

tallos (Cuadro 2) y a los 90 ddp, solo el diámetro de raíces se mostró sensible a los tratamientos (Cuadro 3). Finalmente, el peso y el diámetro de las raíces resultaron variables altamente sensibles a las podas, y especialmente este último parámetro respondió a los tratamientos y se mostró significativamente reducido por la poda basal (Trat 2).

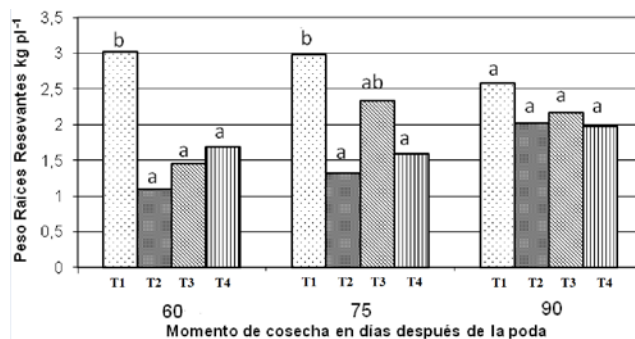


Figura 1. Rendimiento promedio de raíces reservantes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cv. Rocha expresado en peso fresco (kg planta^{-1}) en Corrientes, Argentina, evaluadas a la altura apical (T4), media (T3) y basal (T2) del tallo, frente a testigos sin podar (T1). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes de acuerdo al Test de Tukey ($p \leq 0,05$).

Cuadro 1. Evolución de las variables evaluadas en el cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cv. Rocha a los 240 días después de la siembra y 60 días después de podar, en Corrientes, Argentina.

Tratamiento	Variables			
	† Diámetro de tallo (mm)	Número de raíces	Diámetro de raíces (mm)	Longitud de raíces (cm)
1	28,36 a	8,20 a	57,60 b	50,20 a
2	22,74 a	6,20 a	36,94 a	39,40 a
3	23,90 a	7,20 a	46,92 ab	38,80 a
4	23,78 a	8,20 a	46,86 ab	36,60 a
CV %	12,97	19,10	17,22	25,61

Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes de acuerdo al Test de Tukey ($p \leq 0,05$).

† Tratamientos de poda: Trat 1: testigo sin podar, Trat 2: basal del tallo, Trat 3: media y Trat 4: altura apical.

Cuadro 2. Evolución de las variables evaluadas en el cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cv. Rocha a los 255 días después de la siembra y 75 días después de podar, en Corrientes, Argentina.

Tratamiento	Variables			
	† Diámetro de tallo (mm)	Número de raíces	Diámetro de raíces (mm)	Longitud de raíces (cm)
1	27,58 b	8,20 a	57,56 b	50,40 a
2	22,40 ab	6,40 a	38,40 a	39,00 a
3	24,74 ab	7,20 a	45,94 ab	38,90 a
4	19,14 a	8,40 a	46,46 ab	39,00 a
CV %	12,97	19,10	17,22	25,61

Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes de acuerdo al Test de Tukey ($p \leq 0,05$).

† Tratamientos de poda: Trat 1: testigo sin podar, Trat 2: basal del tallo, Trat 3: media y Trat 4: altura apical.

De manera similar, Ayoola y Agboola (2004), encontraron disminuciones en el rendimiento de plantas de mandioca sometidas a podas, como consecuencia de la reducción de las fuentes y por la removilización de sustancias almacenadas en las raíces que se utilizaron en el rebrote post-poda y generación de nuevos tallos y hojas. Asimismo, Silva de Andrade (2010) postuló que las reducciones observadas en la productividad de las plantas podadas, probablemente ocurran por el consumo de reservas de las raíces, para la recuperación de la parte aérea retirada. Entendemos que la removilización de sustancias de reserva puede asimilarse con las reducciones observadas en el diámetro de los órganos de almacenamiento, tanto de tallos como de raíces.

En este ensayo, la cosecha tardía realizada a los 270 después de la plantación (90 ddp) coincidió con el mes de junio, momento de madurez del cultivo, etapa de receso invernal en el cual las plantas no podadas pierden las hojas pero se encuentran en mejores condiciones que las que habían sido sometidas a poda, dado que no tuvieron que removilizar sustancias para el rebrote, lo que se comprobó por el mayor diámetro de sus raíces (Cuadro 3). Si bien la aplicación de podas, repercutió negativamente sobre el rendimiento expresado como peso de las raíces (Figura 1), no se encontraron importantes diferencias en función a la altura en que se realicen las mismas, resultados que coinciden con los citados por Almeida *et al.* (1991). En contraposición, el diámetro de las raíces mostró una disminución en relación directa a la altura del tallo a la que se realizaron las podas; cuanto más baja la poda, mayor fue la reducción del diámetro de las raíces (Cuadros 1, 2 y 3). En este sentido, numerosos autores (Lorenzi, 1978; Data *et al.*, 1984; Ceballos y de la Cruz, 2002; Burgos *et al.*, 2005) comprobaron que las podas pre-cosecha de plantas de mandioca causan diferentes rangos de disminución en el

contenido de almidón de las raíces, el cual podría asociarse a las disminuciones del diámetro de las mismas encontradas en este cultivar.

En relación al número de raíces, los resultados hallados coincidieron con los reportados por Oliveira (2009) quien encontró que la poda no modifica el número de raíces tuberosas por planta a pesar de modificar otros parámetros.

En las plantas podadas del cv Rocha, la cosecha a los 90 ddp, resultó el momento más conveniente en términos de rendimiento y calidad comercial de raíces. La altura de la poda en general no modificó los rendimientos, por lo que este cultivar solo responde al lapso entre poda y cosecha. Particularmente la poda apical y la cosecha tardía a los 90 ddp, sería la práctica más recomendable, dado que no modificó significativamente el peso, el diámetro, ni la longitud de las raíces, por lo que estas plantas resultaron en términos generales iguales al testigo, en relación al rendimiento y calidad comercial para el consumo en fresco.

En el cv Santacatarina, las podas y la altura a las que estas se realizaron produjeron efectos menos drásticos y aún favorables sobre el peso de raíces en el corto y largo plazo, cosechas realizadas a los 60 y 75 ddp (Figura 2). En relación con estos resultados, la poda apical (Trat 4) generó incrementos de rendimiento cuando se cosechó tempranamente (Figura 2). Mientras más leves fueron las podas, menos diferencias causaron en el rendimiento respecto a las plantas testigo. La poda basal (Trat 2) sería la menos recomendable, por afectar más negativamente los rendimientos en todas las instancias de cosecha (Figura 2). Los efectos favorables de las podas podrían asociarse con la regulación del IAF (índice de área foliar) y la partición de asimilados mencionado por Lorenzi

Cuadro 3. Evolución de las variables evaluadas en el cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cv. Rocha a los 270 días después de la siembra y 90 días después de podar, en Corrientes, Argentina.

Tratamiento	Variables			
	† Diámetro de tallo (mm)	Número de raíces	Diámetro de raíces (mm)	Longitud de raíces (cm)
1	24,98 a	8,20 a	56,16 b	59,20 a
2	23,92 a	6,60 a	41,36 a	55,80 a
3	22,13 a	7,30 a	42,00 a	47,25 a
4	26,02 a	8,20 a	44,94 ab	52,60 a
CV %	17,40	14,07	15,94	18,99

Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes de acuerdo al Test de Tukey ($p \leq 0,05$).

† Tratamientos de poda: Trat 1: testigo sin podar, Trat 2: basal del tallo, Trat 3: media y Trat 4: altura apical.

(2003) y Cock *et al.* (1979). Asimismo, estudios previos llevados a cabo por Burgos *et al.* (2005) en las mismas condiciones bioclimáticas, encontraron que las podas pre-cosecha podían favorecer el rendimiento de raíces en tres cultivares de mandioca, inclusive sin modificar los tenores de almidón de las mismas.

En relación al efecto de la altura de la poda, los resultados encontrados coinciden con Villamayor y Labayan (1981) quienes reportaron que el rendimiento de las raíces se vio adversamente afectado por la longitud de la porción extraída de la planta podada, disminuyendo el peso de raíces comerciales y el rendimiento total de raíces.

La poda del cv Santacatarina afectó el número de raíces por planta únicamente a corto plazo (Cuadro 4), pero a mediano (Cuadro 5) y largo plazo (Cuadro 6), no hubo diferencia estadísticamente significativa. Estos resultados coinciden con los presentados por Ayoola y Agboola (2004), quienes hallaron modificaciones en este componente del rendimiento por efecto de la aplicación de podas pre-cosecha. De cualquier manera, en términos generales los resultados hallados en este ensayo demuestran un leve o casi nulo efecto de la poda sobre el número de

raíces comerciales. En este sentido, según Cock *et al.* (1979) citado por Negrete *et al.* (2004), la planta de mandioca define el número de raíces durante el primer período de su desarrollo, posiblemente como respuesta a una mayor cantidad de fotoasimilados producto de una actividad fotosintética más eficiente. Dado que en esta experiencia las podas se realizaron

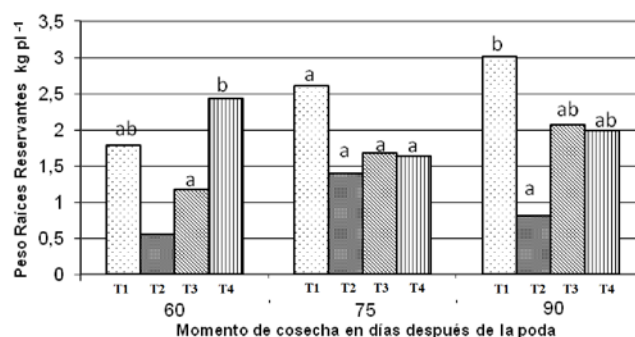


Figura 2. Rendimiento promedio de raíces reservantes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cv. Santacatarina expresado en peso fresco (kg planta⁻¹) en Corrientes, Argentina, evaluadas a la altura apical (T4), media (T3) y basal (T2) del tallo, frente a testigos sin podar (T1). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes de acuerdo al Test de Tukey ($p \leq 0,05$).

Cuadro 4. Evolución de las variables evaluadas en el cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cv. Santacatarina a los 240 días después de la siembra y 60 días después de podar, en Corrientes, Argentina.

Tratamiento	Variables			
	† Diámetro de tallo (mm)	Número de raíces	Diámetro de raíces (mm)	Longitud de raíces (cm)
1	26,88 a	9,60 b	46,76 ab	36,00 ab
2	23,86 a	5,20 a	36,36 a	25,60 a
3	23,24 a	7,40 a	48,80 b	46,20 b
4	27,38 a	7,20 ab	50,60 b	38,80 ab
CV %	16,02	14,88	13,59	23,70

Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes de acuerdo al Test de Tukey ($p \leq 0,05$).

† Tratamientos de poda: Trat 1: testigo sin podar, Trat 2: basal del tallo, Trat 3: media y Trat 4: altura apical.

Cuadro 5. Evolución de las variables evaluadas en el cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cv. Santacatarina a los 255 días después de la siembra y 75 días después de podar, en Corrientes, Argentina.

Tratamiento	Variables			
	† Diámetro de tallo (mm)	Número de raíces	Diámetro de raíces (mm)	Longitud de raíces (cm)
1	30,86 a	9,80 a	46,86 a	39,40 a
2	24,34 a	5,60 a	46,28 a	39,40 a
3	25,80 a	7,40 a	48,86 a	47,40 a
4	23,82 a	7,20 a	49,82 a	39,65 a
CV %	17,54	21,67	19,50	20,93

Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes de acuerdo al Test de Tukey ($p \leq 0,05$).

† Tratamientos de poda: Trat 1: testigo sin podar, Trat 2: basal del tallo, Trat 3: media y Trat 4: altura apical.

en una instancia avanzada del ciclo (180 días después de la plantación); los factores determinantes de este componente del rendimiento no fueron afectados por los tratamientos en sí mismos.

Los dos componentes determinantes de la calidad comercial para consumo en fresco, longitud y diámetro de raíces, no presentaron diferencias en relación a las plantas testigo cuando se cosechó a mediano y largo plazo, independientemente de la altura de poda (Cuadros 5 y 6). En el corto plazo (Cuadro 4), ambos parámetros de calidad comercial mostraron modificaciones positivas en relación a los tratamientos aplicados, que fueron en general favorecidos por las podas menos severas (Trat 3 y 4), siendo solo afectados negativamente con la poda basal (Trat 2). Burgos *et al.* (2005) encontraron que la aplicación de podas podía favorecer el rendimiento de raíces sin modificar su contenido de almidón, por esta razón, consecuentemente el diámetro de las raíces no habría disminuido.

El diámetro del tallo sufrió modificaciones únicamente 90 ddpo, dado que la energía necesaria para el rebrote de la parte aérea de las plantas de mandioca debió obtenerse principalmente a partir de la redistribución de reservas que se encontraban almacenadas en los tallos (Cuadro 6).

En el mediano plazo, cosecha realizada a los 75 ddpo (Cuadro 5), no se encontraron diferencias de orden estadístico en ninguna de las variables bajo estudio entre las plantas testigo y las podadas del cv Santacatarina. En el caso de este cultivar, la poda basal asociada a una cosecha 75 ddpo, permitió recolectar la máxima cantidad de material de propagación, sin que haya repercutido negativamente en el rendimiento de raíces, satisfaciendo el doble propósito de su producción. Por otra parte, resultó factible incrementar el rendimiento de raíces mediante la realización de la poda apical cuando esta

se cosechó tempranamente 60 ddpo, antes de que ocurra el rebrote y la removilización de reservas, como contraparte el material caulinar apical que se extrae al podar no es apto para almacenar, dado que es inmaduro, carece de reservas y es altamente susceptible a la deshidratación.

El factor determinante para recomendar una práctica de manejo en un cultivo, es en definitiva, su efecto sobre el rendimiento del mismo. La podas independientemente de la altura del tallo a la que se realicen, no afectaron el peso de las raíces de mandioca cuando se cosecharon 90 ddpo en el cv Rocha. Sin embargo, el cv Santacatarina presentó una respuesta más favorable a las podas en general y a los tratamientos de menor intensidad en particular (Trat 3 y 4), además de demostrar una mayor plasticidad a los momentos de cosecha según el manejo que se haga del cultivo.

Las diferencias encontradas entre ambos cultivares pueden explicarse en función a su vigorosidad; relativa al ciclo fenológico. Mientras el cv. Rocha caracterizado como más vigoroso, de ciclo más corto a madurez comercial, respondió a las podas más rápidamente sacrificando reservas a los 60 y 75 ddpo, se estabilizó nuevamente a los 90, resultando el momento que consideramos oportuna su cosecha. Por su parte, el cv. Santacatarina, de menor vigor y consecuentemente de maduración más tardía, reaccionó frente a las podas de manera más tardía y sacrificó reservas recién 90 ddpo, por lo que las cosechas más cercanas a la aplicación de esta práctica (60 y 75 ddpo) resultan en un mayor rendimiento cultural.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este trabajo evidenciaron que los dos cultivares de mandioca evaluados, respondieron de manera diferente a las

Cuadro 6. Evolución de las variables evaluadas en el cultivo de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cv. Santacatarina a los 270 días después de la siembra y 90 días después de podar, en Corrientes, Argentina.

Tratamiento	Variables			
	† Diámetro de tallo (mm)	Número de raíces	Diámetro de raíces (mm)	Longitud de raíces (cm)
1	32,60 b	9,60 a	53,60 a	39,40 a
2	21,77 a	5,53 a	46,67 a	40,00 a
3	29,32 ab	7,60 a	48,80 a	47,80 a
4	24,67 ab	7,30 a	49,83.a	39,80 a
CV %	18,10	16,74	24,61	18,30

Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes de acuerdo al Test de Tukey ($p \leq 0,05$).

† Tratamientos de poda: Trat 1: testigo sin podar, Trat 2: basal del tallo, Trat 3: media y Trat 4: altura apical.

alturas de poda de tallos y al momento más oportuno de cosecha, y exhibieron diferentes grados de sensibilidad en las variables evaluadas.

El cv Rocha, es un cultivar de maduración temprana, las plantas no podadas alcanzaron su máximo rendimiento potencial a los 240 -255 después de la plantación. En el cv Rocha, si no hubiere una razón que justifique la necesidad de podar las ramas, es preferible no hacerlo, porque independientemente de la altura, repercute negativamente sobre el rendimiento. Si una necesidad particular justifica la poda de ramas, ésta se deberá restringir a la proporción del lote estrictamente necesaria tanto como a la altura que satisfaga la demanda, y cosechar a los 90 ddpo.

El cv Santacatarina, se diferencia del cv Rocha por madurar más tardíamente, las plantas no podadas alcanzan el máximo rendimiento potencial 270 días después de la plantación. Para lograr la producción de primicia, de mayor rendimiento respecto del testigo con igual calidad comercial, se deberá realizar la poda apical y cosecharse 60 días después, antes del rebrote. Si para otros fines (almacenar material de propagación) se tuviera que podar más intensamente, deberá cosecharse entre 75-90 ddpo.

De acuerdo a lo observado sobre el rendimiento de raíces a corto, mediano y largo plazo de efectuadas las podas, se pudo establecer un cronograma de cosechas escalonadas basadas en el material genético; la más temprana (60 y 75 ddpo) del cv. Santacatarina, seguida del cv Rocha hacia fin de la campaña (90 ddpo). Las alturas de poda resultan condicionantes del rendimiento de raíces del cv. Santacatarina, mientras en el cv Rocha esta variable es menos sensible.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo fue financiado por la Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste, a través del P.I. 40/07, Estudio de factores cuantitativos y cualitativos que afectan la producción de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).

BIBLIOGRAFÍA.

- Almeida, E. X. de.; M. Ternes, I. Agostini and J. A. Flaresso. 1991. Cassava leaves and stems for cattle feed. Research in Santa Catarina, Brazil. Cassava Newsletter (CIAT) 15 (2): 5-6.
- Alves da Silva, M. A.; A. C. Furlan, I. Moreira, D. Paiano, C. Scherer e E. Nunens Martins. 2008. Avaliação nutricional da silagem da raiz da mandioca contendo soja integral para leitões na fase inicial. Rev. Bras. Zootec. 37 (8): 1441-1449.
- Arismendi, L. G. 2001. Investigación sobre el cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz.) en el Oriente de Venezuela. Revista UDO Agrícola 1 (1): 1-10.
- Ayoola, O. T. and A. A. Agboola. 2004. Influence of cassava planting patterns and pruning methods on crop yield in a cassava-based cropping system. African Crop Science Journal 12 (2): 115-122.
- Burgos, A. M.; P. J. Cenóz, A. E. López y S. C. Rodríguez. 2005. Efecto de podas y del sistema de almacenamiento sobre factores de calidad de raíces de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Revista Agrotecnia 15: 17-21.
- Cardoso, C. E. L. e J. da Silva Souza. 2002. Importancia, potencialidades e perspectivas do cultivo da mandioca na América Latina. In: Agricultura: Tuberosas amiláceas Latinoamericanas. M. P. Cereda (Coord). Fundação Cargill. San Pablo, Brasil. 2: 29-47.
- Ceballos, H. y G. A. de la Cruz. 2002. Taxonomía y morfología de la yuca. In: La Yuca en el Tercer Milenio. Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2002. Ospina y Ceballos (Eds). Cali, Colombia. 2: 16-32.
- Cock, J. H.; D. Franklin, G. Sandoval and P. Juri. 1979. The ideal cassava plant for maximum yield. Crop Sci. 25: 265-272.
- Data, E. S.; M. A. Quevedo and L. A. Gloria. 1984. Pruning techniques affecting the root quality of cassava at harvest and subsequent storage. Japan Scientific Societies Press. Tokyo. p. 127-143.
- De Fina, A. L. y A. C. Ravelo. 1985. Climatología y Fenología Agrícolas. 4º Ed. EUDEBA. Buenos Aires, Argentina. 354 p.
- Escobar, E. H.; D. Ligier, M. Melgar, H. Matteio y O. Vallejos. 1994. Mapa de suelos de los Departamentos de Capital, San Cosme e Itatí de la

- Provincia de Corrientes, Argentina. p. 129. Publicación del Convenio del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA-ICA) y Provincia de Corrientes-CFI, Argentina.
- El-Sharkawy, M. A. 2003. Cassava biology and Physiology. *Plant Mol. Biol.* 53: 621-645.
- Hershey, C. H. (Ed). 1991. Mejoramiento genético de la yuca en América Latina. CIAT. (Centro internacional de Agricultura Tropical) Cali, Colombia. 426 p.
- Howeler, R. 1981. Nutrición mineral y fertilización de la yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 55 p.
- Lorenzi, J. O. 1978. Variação de carboidratos e ácido cianídrico em raízes de mandioca, após a poda da parte aérea. *Rev. Bragantia* 37 (16): 139-144
- Lorenzi, J. O. 2003. Mandioca. Boletín Técnico 245. Campinas: CATI, 116 p.
- Mejía de Tafur, M. S. 2002. Fisiología de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz). In: La yuca en el Tercer Milenio. Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). Ospina y Ceballos (Eds). Cali, Colombia. 3: 34-44.
- Moura, G. de M. e N. de L. Costa. 2001. Efeito da frequência e altura de poda na produtividade de raízes e parte aérea em mandioca. *Pesq. Agropec. Bras.* 36 (8): 1053-1059.
- Negrete, B. F.; S. F. Essen y M. J. Gregorio. 2004. Efecto de la *Crotalaria juncea*, I. en arreglos espaciales dentro del sistema yuca/maíz como práctica de manejo cultural del chinche de la viruela *Cyrtomenus bergi froeschner*. CORPOICA, Ecorregión Caribe, Departamento Sistemas. <http://www.turipana.org.co/-crotalaria.htm>.
- Oliveira, S.; A. Viana, S. Matsumoto, N. Cardoso Júnior, T. Sedyama e A. São José. 2009. Efeito da poda e de épocas de colheita sobre características agrônômicas da mandioca. *Acta Scientiarum. Agronomy* 32 (1): 99-108.
- Oirschot, Q.; G. M. O'Brien, D. Dufour, M. A. El-Sharkawy and E. Mesa. 2000. The effect of pre-harvest pruning of cassava upon root deterioration and quality characteristics. In: La yuca en el Tercer Milenio. Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, Utilización y Comercialización. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 2002. Ospina y Ceballos (eds). Cali, Colombia. 2: 16-32.
- Pascale, A. J. y E. A. Damario. 2004. Bioclimatología Agrícola y Agroclimatología. Editorial Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires. 550 p.
- Strahler, A. N. y A. H. Strahler. 1997. Geografía Física. 3^{ra} Edición. OMEGA. Barcelona, España. 550 p.
- Silva de Andrade, J. 2010. Épocas de poda en mandioca. Tesis para obtención del Título de Master en Agronomía. UESB, Bahía, Brasil. 66 p.
- Tanaka, Y.; E. S. Data, V. G. Lape, C. D. V. Villegas Godoy, M. A. Gorgonio and S. Hirose. 1984. Effect of pruning treatment on physiological deterioration and related biochemical changes in cassava roots. Japan Scientific Societies Press. Tokyo, Japan. p. 119-125.
- Tonukari, N. J. 2004. Cassava and the future of starch. *Electronic Journal of Biotechnology* 7 (1): 5-8.
- Villamayor Junior, F. G. and A. L. Labayan. 1981. Detopping and its effect on cassava production. *Radix*. 4 (2): 7-8.
- Wobeto, C.; A. D. Corrêa, C. M. P. Abreu, C. D. Santos and J. R. Abreu. 2006. Nutrients in the cassava (*Manihot esculenta* Crantz) leaf meal at three ages of the plant. *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 26 (4): 865-869.