



## ANÁLISIS TEMPORAL DE EVENTOS MORFOGÉNICOS DURANTE EL CICLO PRODUCTIVO DE PLANTAS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz) DE DIFERENTES GENOTIPOS CULTIVADOS A CAMPO

Medina, R.D.<sup>1,2</sup>, Burgos, A.M.<sup>1</sup>, Schaller, S.<sup>2</sup>, Cenóz, P.J.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Cátedra de Cultivos III, Facultad de Ciencias Agrarias (FCA), Universidad Nacional del Nordeste (UNNE). <sup>2</sup>Instituto de Botánica del Nordeste (UNNE-CONICET), FCA-UNNE. Sargento Cabral 2131 (3400), Corrientes, Argentina., Corrientes, Argentina. E-mail: ricardomedina@agr.unne.edu.ar

Tema: Fisiología Vegetal

### Resumen

El objetivo del trabajo fue analizar las variaciones temporales de la morfogénesis radical y los componentes del rendimiento de 3 genotipos de mandioca (Amarilla, Palomita y Ramada Paso) cultivados en suelo arenoso en Corrientes, Argentina (campañas 2012-2013 y 2013-2014). Para ello, se cosecharon plantas trimestralmente, registrándose número y peso fresco (PF) de raíces fibrosas primarias (RFp) y secundarias (RFs) y raíces tuberosas (RT), materia seca de RT (%MSRT) y distribución del PF en la planta. Se realizó ANOVA y test de Duncan. En todos los cultivares se evidenció polimorfismo radical durante todo el año. Independientemente del cultivar, el %RFp y RFs disminuyó y el %RT se incrementó con el tiempo, observándose mayor % de tuberización en la segunda campaña. La distribución del PF hacia RT fue gradualmente mayor, alcanzando  $64\pm 5\%$  de la biomasa total. El número y PFRT se incrementó con el tiempo, registrándose rendimientos mayores en cvs. Amarilla y Palomita. Aunque hubo variaciones genotípicas, el %MSRT se incrementó hasta los 9 meses, pero disminuyó a los 12 meses en ambas campañas. En conclusión, se evidenciaron variaciones significativas de la morfogénesis radical y de los componentes del rendimiento debidas al tiempo y en el PFRT relacionadas con la interacción genotipo-tiempo

**Palabras clave:** cultivo a campo, genotipos, mandioca, morfogénesis radical, rendimiento.

### Introducción

La mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) ocupa el séptimo lugar como recurso alimenticio a nivel mundial (De Bernardi, 2011), siendo un componente básico en la dieta de más de 1.000 millones de personas que viven en países del trópico y subtrópico en África, Asia y Latinoamérica (Ceballos, 2002). En Argentina, la producción de raíces tuberosas (RT) es de 180.000 toneladas en una superficie de 80.000 ha; generalmente las plantaciones se realizan en pequeñas parcelas mediante sistemas productivos de bajos insumos y tecnologías tradicionales, estimándose que en Misiones la superficie plantada ronda las 40.000 ha, en Formosa 20.000 ha, Corrientes 18.000 ha y en Chaco 2.000 ha (De Bernardi, 2011).

La mandioca es una especie multipropósito (Uset, 2011), que se la cultiva anual o bianualmente. Existen reportes acerca del rendimiento anual de RT de clones de interés para el Nordeste Argentino (NEA) (Cenóz *et al.*, 2010; Cenóz y Burgos, 2012; Burgos *et al.*, 2013), aunque son escasos los trabajos que describen su comportamiento cultural en el transcurso del ciclo productivo (Montaldo, 1991; Alves, 2002) y en particular de los materiales utilizados en el NEA (Burgos *et al.*, 2013). Como el rendimiento de un cultivo se define por procesos de crecimiento y desarrollo que se encuentran bajo control genético y están modulados por factores ambientales (Alves, 2002), para optimizar las condiciones culturales es necesario conocer el comportamiento de diferentes genotipos durante todo su ciclo productivo. El objetivo del trabajo fue analizar las variaciones temporales de la morfogénesis radical, la distribución del PF en la planta y los componentes del rendimiento (número de RT por planta, peso fresco de RT por planta y materia seca de RT) de 3 genotipos de mandioca cultivados en Corrientes, Argentina.



## Materiales y Métodos

Los ensayos de campo se instalaron en el Campo Didáctico-Experimental de la FCA-UNNE, durante las campañas 2012-2013 y 2013-2014. Este predio está ubicado al Noroeste de Corrientes, Argentina (27° 28' 27" S, 58° 47' 00" O). El suelo del sitio de experimentación está clasificado como Udipsammente árgico perteneciente a la serie Ensenada Grande (Escobar *et al.*, 1994). El clima se caracteriza por presentar precipitaciones promedio de 1500 mm anuales, temperatura media anual de 21,5°C y una frecuencia anual de heladas de 0,4, sin probabilidades de ocurrencia entre Octubre y Abril (Bruniard, 2000). El material de propagación derivó de un huerto clonal cultivado en las mismas condiciones ambientales del ensayo.

El diseño estadístico utilizado fue completamente aleatorizado con arreglo factorial (3x4x2). Se evaluaron 3 genotipos representativos del Nordeste Argentino de caracteres contrastantes como ser hábito de crecimiento decumbente (cvs. Ramada Paso y Amarilla) o erecto (cv. Palomita), con raíces tuberosas de superficie radical rugosa (cv. Amarilla) o lisa (cvs. Palomita y Ramada Paso), de pulpa blanca (cvs. Ramada Paso y Palomita) o amarilla (cv. Amarilla), cuya descripción se realizó según Medina *et al.* (2012), los cuales fueron evaluados en 4 momentos diferentes del cultivo (3, 6, 9 y 12 meses después de la plantación, mdp) en 2 campañas sucesivas. La plantación de las estacas se realizó el 28/9/2012 y el 7/10/2013, respectivamente, a 1 m por 1 m, una profundidad de 5 cm y conducida sin restricciones nutricionales ni hídricas. El control de malezas se realizó mediante carpidas. Las variables estudiadas fueron la proporción porcentual de raíces fibrosas con crecimiento primario (%RFp), raíces fibrosas con crecimiento secundario (%RFs) y raíces tuberosas (%RT). Según Medina *et al.* (2007), las raíces fibrosas de crecimiento primario son blancas o amarillo claras con sección uniforme de no más de 1 mm de diámetro y funciones de absorción. Las raíces fibrosas con crecimiento secundario tienen aspecto leñoso con peridermis rugosa en algunas porciones, son largas y resistentes con diámetros menores a 1 cm y funciones de sostén. Las raíces tuberosas tienen también aspecto leñoso con peridermis rugosa o lisa, crecimiento secundario, con diámetros mayores a 1 cm (gran proliferación del parénquima reservante del xilema secundario) y funciones de almacenamiento. También se registró el número de RT por planta y el peso fresco (PF) de tallos, estacas madres, hojas y de los diferentes tipos de raíces (RFp, RFs y RT) para calcular la distribución del PF en la planta. Para la cuantificación de la materia seca de las RT, las mismas fueron seccionadas, pesadas y secadas a 70°C hasta peso constante. La comparación de las medias aritméticas se realizó mediante el análisis de la variancia y la significancia estadística se determinó empleando el Test de Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

## Resultados y discusión

La mandioca es un cultivo que presenta un gran valor étnico y cultural en América del Sur, debido a que es una de las fuentes de carbohidratos más económicas consumida por gran parte de su población rural (Cereda, 2002). Sus raíces se emplean en la alimentación humana y animal, percibiéndose un importante potencial agroindustrial y posibilidades de crecer en la exportación. En los últimos años, la demanda de raíces para usos agroindustriales se ha incrementado, por lo que se hace necesario conocer el comportamiento de diferentes genotipos y definir los momentos de cosecha con el objeto de incrementar los rendimientos y ampliar el período de utilización de las raíces (Sagrilo *et al.*, 2008).

En todos los muestreos se evidenció polimorfismo radical en los 3 cultivares evaluados, hallándose 3 tipos de raíces: RFp, RFs y RT (Figura 1), como reportara Medina *et al.* (2007) en plantas crecidas en maceta. Del total de raíces, el %RFp y el %RFs disminuyó y el %RT se incrementó con el tiempo, independientemente del cultivar. Por el contrario, el % de RT se incrementó, observándose mayor % de tuberización en la segunda campaña.

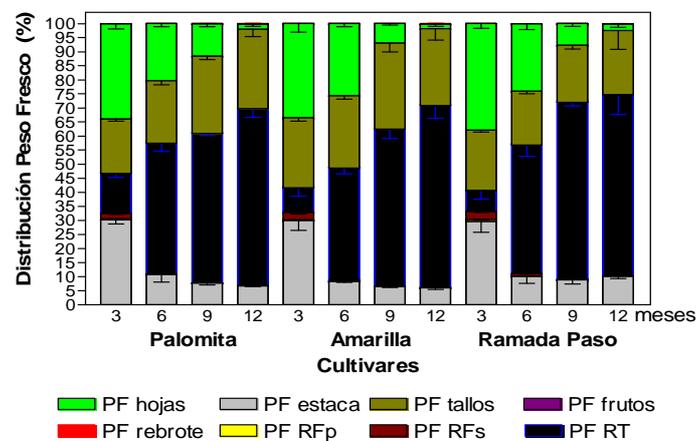
Como se puede observar en la Figura 1, el % de PF dirigido hacia los tallos aumentó con el tiempo, siendo mayor el porcentaje destinado a tallos en los cvs Palomita y Amarilla. Luego de 3 mdp, el % de PF destinado a las estacas madres fue menor, no presentándose variaciones en interacción con el genotipo. Independientemente del cultivar, el porcentaje de PF derivado hacia las hojas disminuyó con el tiempo, incluso hasta desaparecer por



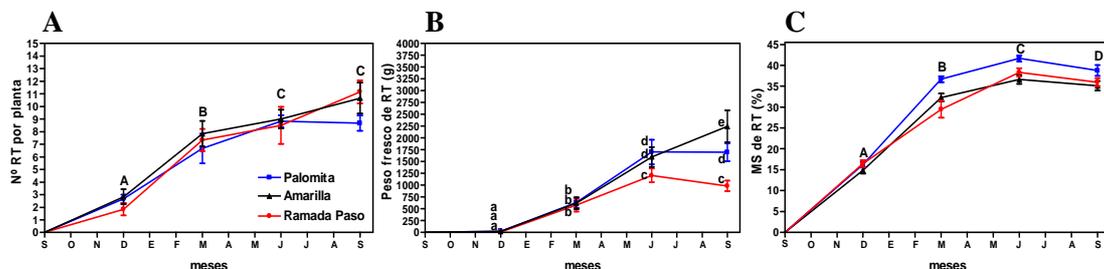
defoliación total en la primer campaña, característica propia de plantas caducifolias (Ceballos y de la Cruz, 2002). Luego de 3 mdp, el % de PF destinado hacia RFP y RFs fue menor, siendo más alto este valor en el cv. Ramada Paso. Independientemente del cultivar, el % de PF dirigido a RT fue gradualmente mayor, alcanzando  $64\pm 5\%$  de la biomasa total.

Con respecto a la generación del rendimiento (Figura 2), el número de RT (Fig. 2A) se incrementó con el tiempo; el peso fresco de RT también aumentó con el tiempo pero presentó variaciones respecto al genotipo (Fig. 2B). Los mayores rendimientos se registraron en los cultivares Amarilla y Palomita. Si bien existieron variaciones genotípicas, el % MS de RT, un atributo de calidad, se incrementó significativamente hasta los 9 meses, disminuyendo hacia los 12 mdp (Fig. 2C). Probablemente esto se relacione con la removilización de reservas debidas a la incipiente brotación ocurrida en ambas primaveras (2013 y 2014).

Conocer el comportamiento anual de genotipos contrastantes permitirá dilucidar la potencialidad de cada material y los momentos oportunos para obtener cosechas rentables y de buena calidad.



**Figura 1.** Distribución del peso fresco en % (PF%) en diferentes órganos de 3 genotipos de mandioca cultivados en Corrientes, Argentina. Campañas 2012-2013, 2013-2014.



**Figura 2.** Número (A), peso fresco en g (B) y materia seca (MS) en % (C) de raíces tuberosas (RT) de 3 genotipos de mandioca cultivados en Corrientes, Argentina. Campañas 2012-2013, 2013-2014. Letras mayúsculas distintas indican diferencias significativas debidas al tiempo y letras minúsculas distintas revelan diferencias significativas debidas al tiempo en interacción según el test de comparaciones múltiples de Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

## Conclusión

En resumen, se evidenciaron variaciones significativas de la morfogénesis radical, en la distribución del PF hacia los distintos órganos y de los componentes numéricos del rendimiento de los 3 cultivares analizados relacionadas principalmente con el tiempo en ambas campañas. Además, el PFRT por planta varió significativamente con la interacción genotipo-tiempo.

## Agradecimientos

A la SGCyT-UNNE (PI A002/11) y ANPCyT (PICT 2309/2012) por el financiamiento del presente trabajo.



## Bibliografía

- ALVES, A. Cassava botany and physiology En: Hillocks, R.; Thresh, J.; Belloti, A. (Eds). Cassava: Biology, Production and Utilization. **CABI Publishing**, New York. p. 67-89, 2002.
- BURGOS, A.; PRAUSE, J.; ARGÜELLO, J.; CENÓZ, P. Fenología de los estados vegetativos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) en base al tiempo térmico. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo** v. 45, p. 43-52, 2013.
- BRUNIARD, E. Los regímenes climáticos y la vegetación natural. Aportes para un modelo fitoclimático mundial. Acad. Nac. Geografía. Publ. Esp. N°16, Bs.As., Argentina. 79 p., 2000.
- CEBALLOS, H. La yuca en Colombia y el Mundo: Nuevas Perspectivas para un Cultivo Milenario. En: Ospina B. y H. Ceballos (Eds.), La yuca en el tercer milenio. **CIAT**, Colombia. p. 1-13, 2002.
- CEBALLOS, H.; DE LA CRUZ, G. Taxonomía y morfología de la yuca. En: Ospina B. y H. Ceballos (Eds.), La yuca en el tercer milenio. **CIAT**, Colombia. p. 16-32, 2002.
- CENÓZ, P.; BURGOS, A. Efecto de las podas pre-cosecha en plantas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) cultivadas en Corrientes, Argentina. **Revista Científica UDO Agrícola** v. 12, n. 3, p. 550-558, 2012.
- CENÓZ, P.; BURGOS, A.; BALBI, C.. La densidad de plantas como variable de rendimiento cultural y económico de cuatro cultivos consociados bajo las condiciones agroecológicas del nordeste de Argentina (NEA). **Horticultura Argentina** v. 29, p. 18-25, 2010.
- CEREDA, M. Importância das tuberosas tropicais. En: Cereda, M. (Ed.), Agricultura: tuberosas amiláceas Latinoamericanas. **Fundação Cargill**, São Paulo, p.13-25, 2002.
- DE BERNARDI, L. Mandioca. **Alimentos Argentinos** v. 51, p. 49-52, 2011.
- ESCOBAR, E.; LIGIER, D.; MELGAR, M.; MATTEIO, H.; VALLEJOS, O. Mapa de suelos de los Departamentos de Capital, San Cosme e Itatí de la Provincia de Corrientes, Argentina. **INTA/ICA y Pcia. Corrientes**, CFI, Argentina. 125 p., 1994.
- MEDINA, R.; FALOCI, M.; GONZALEZ, A.; MROGINSKI, L. *In vitro* cultured primary roots derived from stem segments of cassava (*Manihot esculenta*) can behave like storage organs. **Annals of Botany** v. 99, p. 409-423, 2007.
- MEDINA, R.; GIMÉNEZ, L.; BURGOS, A.; CENÓZ, P. Empleo de descriptores morfohistoquímicos para la caracterización de accesiones de mandioca (*Manihot esculenta*) cultivadas en el Noroeste de Corrientes, Argentina. **XXXV Congreso Argentino de Horticultura**, Ctes, Argentina. 23-27/ IX-12, 2012.
- MONTALDO, A. 2da ed. La yuca o mandioca. **IICA**, Costa Rica. 386 p, 1991.
- SAGRILO, E.; SOARES VIDIGAL FILHO, P.; PEQUENO, M.; GONÇALVES-VIDIGAL M.; VINÍCIUS KVITSCHAL, M. Dry matter production and distribution in three cassava (*Manihot esculenta* Crantz) cultivars during the second vegetative plant cycle. **Brazilian Archives of Biology and Technology** v. 51, p. 1079-1087, 2008.
- USET, O. Mandioca, mucho más que chipá. **Producir XXI**, Bs. As., v. 19, p. 18-26, 2011.