

NOTA TECNICA

**LA TEMPERATURA COMO FACTOR DE CRECIMIENTO Y
RENDIMIENTO DE RAICES EN MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz).**

CENÓZ, Pedro J.; BURGOS, Angela M; LÓPEZ, Alfredo E.

Facultad de Ciencias Agrarias -UNNE. Sgto. Cabral 2131 (CP 3400) Corrientes. Argentina.

La mandioca es una especie que se adapta a una gran variabilidad climática, cultivándose mundialmente en una amplia franja que va desde los 30° de latitud Norte a los 30° de latitud Sur.

La ocurrencia y duración de las fases de desarrollo depende de factores relacionados a diferencias varietales, condiciones ambientales y prácticas culturales (Alves, 2002).

A temperaturas bajas el crecimiento es lento y en consecuencia la tasa de fotosíntesis disminuye (El-Sharkawy *et al.*, 1990,1992a, 1992b, El-Sharkawy y Cock, 1990).

La disminución de la temperatura, reduce el área foliar debido a la menor producción de hojas por ápice y a la reducción del tamaño de las mismas, aunque se incrementa la longevidad foliar (Irikura *et al.*, 1979; Keating, 1981).

La influencia de la temperatura sobre la ramificación aún no está definida, bajas temperaturas retardan la aparición de la primera ramificación e incrementan el intervalo entre ellas, pero en algunos clones el número de ramas producidas en cada ramificación aumenta a bajas temperaturas (Irikura *et al.*, 1979). A temperaturas superiores a 28 °C, la ramificación también se reduce (Irikura *et al.*, 1979; Keating, 1981).

El crecimiento a temperaturas fluctuantes es muy diferente al crecimiento bajo temperaturas constantes y en condiciones de campo, las diferencias en temperatura estacional están relacionadas con cambios sustanciales en fotoperíodos (Keating y Evenson, 1979).

La temperatura media durante el ciclo puede llegar a los 30 °C, pero no debe bajar de 16 °C. (Cock, 1982) Los rendimientos máximos se obtienen a los 25-27 °C, siempre que exista humedad suficiente (Boulhais, 1966).

La brotación de las estacas es muy sensible a cambios de temperatura. En un ensayo con doce variedades, las estacas de dos variedades solamente alcanzaron 20 % de germinación a 16 °C y en las demás la brotación fue muy demorada, a bajas temperaturas (Cock y Rosas, 1975). La germinación más rápida ocurre a 28,5 - 30 °C y se inhibe cuando las temperaturas son superiores a 37-39 °C o inferiores a 12-17 °C. (Keating y Evenson, 1979); el crecimiento más

vigoroso de los brotes que salen ocurre a 30-32,5 °C (Wholey, 1974).

Por otro lado, las estacas pueden ser plantadas en posición vertical, oblicua u horizontal. Numerosos ensayos han evaluado la conveniencia, ventajas y desventajas de cada posición de los esquejes para la plantación.

El número de retoños producidos por estaca es mayor cuando se plantan en forma horizontal, debido a que el efecto de supresión de brotes es menor, pues si están verticales u oblicuos el crecimiento de los brotes en la parte superior suprime el desarrollo de las otras yemas. (Wholey, 1974)

La variedad y los factores edáficos y climáticos influyen también en alto grado en la posición de siembra; es necesario experimentar en diferentes zonas ecológicas para determinar la posición más apropiada (Cock, 1982).

En Misiones, Argentina, la plantación oblicua de la estaca dio mayores rendimientos pero la cosecha resultó más difícil respecto a la plantación horizontal (Rodríguez y Sanchez, 1963).

El presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la influencia de la temperatura sobre el crecimiento y rendimiento de raíces de mandioca.

La experiencia se llevó a cabo en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNNE, ubicado sobre la Ruta Nacional N° 12.

La zona en estudio tiene clima subhúmedo, mesotermal, con poca o casi ninguna deficiencia hídrica. Las temperaturas medias anuales son superiores a 21 °C que caracterizan a un clima tropical, aunque se considera transicional hacia el subtropical por tener temperaturas medias mínimas inferiores a 18 °C. La frecuencia media de días con heladas es de 1 a 2 registros anuales en promedio. Las precipitaciones medias anuales de la zona oscilan entre 1200 y 1400 mm, siendo menores en invierno, con picos en primavera y otoño y mayores durante el verano (Escobar *et al.*, 1994).

El suelo sobre el cual se implantó el ensayo está identificado como Udpsisammentes álficos, mixtos, hipertérmico, perteneciente a la serie Ensenada Grande (Escobar *et al.*, 1994).

El material utilizado fue el clon "Palomita", de buena producción local, caracterizado por su mediano porte y sin ramificaciones.

Se utilizaron coberturas plásticas de 3 m de ancho por 10 m de largo para proteger a las plantas e incrementar la temperatura respecto al ambiente. Simultáneamente se efectuaron plantaciones al aire libre, en condiciones ambientales naturales.

Dentro del sistema de plantación, se utilizaron dos variantes, estacas horizontales de 10-15 cm de longitud totalmente enterradas, y estacas verticales, de 15-20 cm de longitud enterradas hasta la mitad.

Las fechas de plantación fueron el 2 de mayo, el 4 de junio y el 13 de julio.

Se realizaron registros diarios de temperaturas externas e internas a la protección plástica, a las 8:00 y a las 14:00 horas durante el tiempo que duró el ensayo.

Por sumatoria de las medias de los registros de cada día se obtuvo la temperatura acumulada

(TA). Considerando que la temperatura base (TB) para que exista actividad biológica en mandioca es de 16 °C, se realizó el cálculo de acumulación de grados-día por el método residual. (Garabatos, 1991)

La experiencia se efectuó sobre un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones con un arreglo factorial con tres factores: mes de plantación, posición de la estaca y temperatura; el primero con tres categorías y los otros dos factores con dos categorías cada uno, resultando un factorial de 3x2x2, quedando definidos doce tratamientos (Tabla 1).

La evaluación se realizó sobre el rendimiento de ramas y el rendimiento de raíces al momento de cosecha en el mes de mayo. La protección plástica presente en los tratamientos antes mencionados se retiró el día 1 del mes de septiembre.

Los datos se evaluaron por el Análisis de la Variancia y Test de Tukey. Los resultados se detallan en la Tabla 2.

Tabla 1. Descripción de tratamientos.

Tratamiento	Mes de plantación			Posición de estaca		Temperatura	
	Mayo	Junio	Julio	Horizontal	Vertical	Ambiente	Controlada
1	×				×		×
2	×				×	×	
3	×			×			×
4	×			×		×	
5		×			×		×
6		×			×	×	
7		×		×			×
8		×		×		×	
9			×		×		×
10			×		×	×	
11			×	×			×
12			×	×		×	

Tabla 2. Rendimiento de peso de planta y raíces (kg.pl⁻¹)

	Rendimiento de raíces	Rendimiento parte aérea
Mes de plantación		
Mayo	1,84 a	4,76 a
Junio	1,94 a	4,01 a
Julio	1,61 a	3,63 a
Posición de la estaca		
Horizontal	1,85 a	4,32 a
Vertical	1,75 a	3,94 a
Protección		
Con túnel	2,34 a	5,23 a
Sin túnel	1,25 b	3,03 b
C.V. (%)	20,52	23,54

Letras iguales indican diferencias no significativas ($\alpha=0,05$)

De lo observado en la tabla 2, se puede apreciar que la única variable significativa es la protección con cobertura plástica, no así la posición de la estaca ni el mes de plantación.

Se evidencia que dicha diferencia se debió a las temperaturas acumuladas durante el ciclo de cultivo. En ese aspecto podemos mencionar que los tratamientos con mayores respuestas fueron los

que acumularon desde el mes de mayo hasta la cosecha en el mismo mes del año siguiente, la cantidad de 11064 °C; en promedio 922°C mensuales. En contraposición a lo anterior, los tratamientos correspondientes a cultivos sin protección plantados en los meses de mayo y junio alcanzaron los menores rendimientos, siendo las temperaturas acumuladas por los mismos de 9675°C, en promedio 806,25 °C mensuales.

Teniendo en cuenta que según Keating y Evenson (1979) el crecimiento se inhibe a temperaturas comprendidas entre los 12 y 17°C y de acuerdo con Cock y Rosas (1975) la brotación de la estaca se ve retrasada por debajo de 16°C, por lo tanto, habiéndose tomado este último como umbral mínimo de actividad vegetativa (temperatura base) los valores de las temperaturas acumuladas, para los tratamientos de mayor rendimiento serán de 9097°C (efectivos) o 758°C mensuales promedio o un tiempo térmico de 25,25 °C día, y para los tratamientos de menor rendimiento serán de 8.684°C (efectivos), o lo que expresado en promedio mensual es de 723°C o un tiempo térmico de 24,12 °C día. La diferencia entre ambas temperaturas acumuladas efectivas es de 413°C durante el ciclo de cultivo, lo cual dio diferencias en rendimientos de raíces de 1,09 kg.pl⁻¹ y de 2,2 kg.pl⁻¹ en la parte aérea.

De las variables analizadas, la única que causó diferencias significativas en el incremento de los rendimientos, fue la acumulación de temperaturas; específicamente el peso de raíces se duplicó, lo que significaría un rendimiento aproximado a 23 Tm.ha⁻¹.

BIBLIOGRAFÍA

- Alves, A. A. C. 2002. Cassava Botany and Physiology. En: Hillocks, R. J., J. M. Thresh and A. C. Bellotti (eds.). Cassava: Biology, Production and Utilization. CAB International 2002. London, UK. 352 p.
- Boulhuis, G. G. 1966. Influence of length of the illumination period on root formation in cassava (*Manihot utilissima* Pohl). Netherlands Journal Agric. 14:251-254
- Cock, J. H. 1982. Yuca, Investigación, Producción y utilización. Documento de Trabajo N° 50, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. pp 51-73
- _____. y S. Rosas. 1975. Ecophysiology of Cassava. En: Symp. on Ecophysiology of Tropical Crops. Communications Division of CEPLAC, km 22, Rodovia, Ilheus-Itabuna, Bahia, Brazil. pp. 1-14.
- El-Sharkawy, M. A., A. del P. Hernández, C. Hershey. 1992a. Yield stability of cassava during prolonged mid-season water stress. Experimental Agriculture 28(2):165-174.
- El-Sharkawy, M. A., J. H. Cock, J. K. Lynam, A. del P. Hernández, L. L. F. Cadavid. 1990. Relationships between biomass, root-yield and single-leaf photosynthesis in field-grown cassava. Field Crops Research 25(3-4):183-201.
- El-Sharkawy, M. A., S. Mejía de Tafur, L. Cadavid. 1992b. Potential photosynthesis of cassava as affected by growth conditions. Crop Science 32(6):1336-1342.
- El-Sharkawy, M.A. y J. H. Cock. 1990. Photosynthesis of cassava (*Manihot esculenta*). Experimental Agriculture 26(3):325-340.
- Escobar, H., D. Ligier, R. Melgar, H. Matteio, O. Vallejos. 1994. Mapa de Suelo de los Departamentos de Capital, San Cosme e Itatí, de la Provincia de Corrientes. I.N.T.A.-C.F.I.-I.C.A. 125 p
- Garabatos, M. 1991. Temas de Agroclimatología. Elementos climáticos que incitan el crecimiento y los fenómenos periódicos de las plantas verdes. Tomo 2. Consejo Profesional de Ingeniería Agronómica y Orientación Gráfica Editora S. R. L. Buenos Aires, Argentina. pp. 209.
- Irikura, Y., J. H. Cock, K. Kawano. 1979. The physiological basis of genotype temperature interactions in cassava. Field Crops Research. 2: 227-239.
- Keating, B. A. 1981. Environmental Effects on Growth and Development of Cassava (*Manihot esculenta*, Crantz) with special reference to photoperiod and temperature. Ph.D. Thesis. Dept. of Agric, Univ. of Queensland, Australia.
- Keating, B. A. y J. P. Evenson. 1979. Effect of Soil Temperature on Sprouting and Sprout Elongation of Stem Cuttings of Cassava. Field Crops Research 2:241-252.
- Rodríguez, N. F. y C. A. Sánchez. 1963. Importancia del tipo de estaca para la producción de mandioca en Misiones. Revista de Investigaciones Agrícolas 17(3):289-302.
- Wholey, D. W. 1974. Rapid Propagation of Cassava. Ph.D. Thesis. University of West Indies, St. Augustine, Trinidad.