

04  
ESTUDIOS FISIOLÓGICOS DE LA HOJA DE YUCA, *Manihot sculenta*  
Crantz, BAJO CONDICIONES DE SEQUÍA

Diego Santacruz S. \*  
James H. Cock \*\*

COMPENDIO

ABSTRACT

Las variedades de yuca MCol 90, MCol 22 y MCol 113, de dos meses, se sometieron a sequía artificial durante tres meses. El aumento de la resistencia estomática, asociado con la disminución del volumen de la cámara estomática y de la apertura estomática, reducen la pérdida de agua por transpiración. Las mejores estrategias morfológicas, anatómicas y fisiológicas para tolerar la sequía se presentaron en el haz de las hojas basales de la variedad MCol 113. Bajo sequía se reducen la fotosíntesis y número de estomas/hoja.

Water stress was imposed to three cassava varieties (MCol 90, MCol 22 and MCol 113) for a 3 months period, starting when plants were 2 months old. An increase in the stomatal resistance associated with a decrease in the stomatal chamber and in the stomatal aperture reduce the water loss by transpiration. The more efficient morphological, anatomical and physiological strategies used by the plants in order to tolerate the imposed drought were showed in the variety MCol 113 by using, specially the adaxial surface of basal leaves. Water stress also caused a reduction in photosynthesis and in stomatal density for leaf.

## 1. INTRODUCCION

En las condiciones variables del trópico las plantas sufren a veces largos o cortos períodos de sequía, por tanto se deben estudiar las que usen eficientemente el agua.

Como la yuca probablemente se originó en un lugar con período seco bien marcado, el trabajo tiene como objetivo estudiar su comportamiento bajo condiciones de sequía y las estrategias que utiliza para tolerarla.

\* Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia - Palmira.

\*\* Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT - Palmira.

## 2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

Estacas de las variedades MCol 90, MCol 22 y MCol 113 se sembraron en una mezcla constituida por 50 o/o de suelo FAr, 30 o/o de tierra de capote y 20 o/o de arena. La sequía artificial se inició dos meses después de la siembra, los testigos se regaron con 2 l/semana de agua, y las plantas se cosecharon a los 5 meses.

El experimento se diseñó completamente al azar y estuvo constituido por dos tratamientos (testigo y sequía), dos secciones de la planta (copa y base) y de la lámina foliar (haz y envés) y 3 repeticiones.

Se tomaron muestras de la parte apical, media y basal de la hoja el día anterior a la cosecha, para evaluar las variables morfológicas densidad, largo y ancho de la apertura estomatal,  $IE_1$  (densidad x largo estoma),  $IE_2$  (densidad x largo estoma x ancho estoma),  $RH-E_1$  ( $IE_1$  Haz/ $IE_1$  Envés) y  $RH-E_2$  ( $IE_2$  Haz/ $IE_2$  Envés).

Se evaluaron las variables anatómicas grosor de la hoja, de los tejidos de empalizada y esponjoso, largo y ancho de la cámara estomática del haz y del envés, grosor de la epidermis superior e inferior, relación del parénquima de empalizada con el grosor de la hoja y del esponjoso, relación del esponjoso con el grosor de la hoja.

Se midieron semanalmente las variables fisiológicas peso de la planta, crecimiento del lóbulo central, longevidad foliar, potencial hídrico de la hoja (cámara de presión de aire), transpiración (higrómetro de punto de rocío), fotosíntesis y resistencia estomatal y del mesófilo a la entrada de  $CO_2$  (analizador infrarojo de gases) y resistencia estomatal a la salida de vapor de agua (porómetro de difusión).

Se calcularon promedios, análisis de varianza y pruebas de Duncan para cada variable y fuente de variación.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSION

### 3.1. Morfología de la hoja.

El número de estomas/hoja, estomas/planta y la apertura estomática se redujeron en las plantas sometidas a sequía, lo que disminuye la salida de vapor de agua. (Begg y Turner, 2; Fischser, 9).

Las interacciones variedad por tratamiento y sección por tratamiento muestran mejor regulación estomática de la variedad MCol 113 y en la ba-

se de la planta.

No hubo diferencias entre la copa y la base en la densidad estomática. El haz tolera mejor la sequía por su mayor reducción en el número de estomas/hoja y en la apertura estomatal y además, los pocos estomas del haz se encuentran cerca a la nervadura central (Dominguez y Ceballos, 7).

### 3.2. Anatomía de la hoja.

Las plantas con estrés de agua reducen el grosor del parénquima de empalizada, grosor de la hoja y las cámaras estomáticas del haz y del envés. Al disminuir el área de conversión y utilización de luz (empalizada), la salida de vapor de agua y entrada de  $\text{CO}_2$ , trabajan más eficientemente por unidad de superficie (Begg y Turner, 2; Esaú, 8).

Las interacciones variedad por tratamiento y sección por tratamiento indican que las mejores estrategias anatómicas para tolerar la sequía se presentan en la variedad MCol 113 y en la base de la planta; aunque MCol 22 también se comporta bien.

El mayor grosor del parénquima de empalizada y los mayores espacios intercelulares en las hojas de la base, permiten mejor transporte intercelular de los alimentos y del agua. Las diferencias estructurales entre la copa y la base se deben a condiciones de agua, luz y edad diferentes (Weir et al 11). Las cámaras estomáticas del haz son mayores, permitiendo mayor intercambio de gases con el medio ambiente.

### 3.3. Fisiología de la planta.

Las plantas con estrés de agua muestran menor peso y crecimiento que las testigo, lo que indica una reducción en la producción total de materia seca. La variedad MCol 90 es la más susceptible al estrés de agua.

Durante las semanas de sequía la eficiencia en el uso del agua fue similar en las tres variedades. En promedio los testigos utilizaron 24 litros de agua y 5 litros las plantas sometidas a sequía.

La longevidad foliar no fue afectada por la sequía, lo que indica que a pesar de la falta de agua, la planta trata de conservar sus hojas y no gastar reservas de carbohidratos en la formación de nuevas hojas (Connor y Cock, 3; Fischser, 9).

El crecimiento del lóbulo central se redujo en las plantas en sequía, lo que indica que además de presentar menor área foliar, por su menor nú-

mero de ápices y hojas/ápice, sus hojas son de menor tamaño. La mayor reducción del lóbulo central se presentó en la variedad MCol 113.

Las plantas en estrés de agua presentan una mayor resistencia estomática a la salida de vapor de agua lo que indica un cierre de los estomas para evitar la pérdida excesiva de agua en horas de alta temperatura y baja humedad relativa (Connor y Palta, 4; Baker, Fukai y Wilson, 1).

Las interacciones variedad por tratamiento, sección por tratamiento y lámina foliar por tratamiento, ponen en evidencia la mayor resistencia a la salida de vapor de agua en la var. MCol 113, en la base de la planta y en los estomas del envés de la hoja, respectivamente.

El potencial hídrico disminuyó en las plantas en estrés de agua, pero no varió mucho si se considera el período de sequía; es decir, el control del uso de agua es tan efectivo y rápido que los potenciales hídricos bajan poco en comparación con la diferencia en producción de materia seca de las plantas con riego y las plantas en sequía (Baker, Fukai y Wilson, 1). El poco cambio en el potencial hídrico de la hoja, muestra la alta sensibilidad de los estomas a las variaciones ambientales y la buena regulación estomática; también involucra ajuste osmótico y disminución de la pared celular (Fischscer, 9; Ike y Thurtell, 10). La mejor variedad para tolerar la sequía es MCol 113 por su poca disminución en el potencial hídrico y la base la mejor sección.

La fotosíntesis, la transpiración y la entrada de  $\text{CO}_2$  por los estomas y el mesófilo se redujeron en las plantas con estrés de agua, por su menor número de estomas, apertura estomática, producción de ápices y hojas/ápice (Connor y Palta, 4; Cock, 6). No hubo diferencia en las interacciones variedad por tratamiento y sección por tratamiento. Como la fotosíntesis se realiza en las primeras horas de la mañana y en las últimas de la tarde la yuca presenta alta eficiencia en el uso de la luz y del agua (Cock, 6).

### 3.4. Cosecha.

Las plantas con estrés de agua disminuyeron su área foliar y el contenido de agua y de materia seca en sus hojas, tallos y raíces. Para la mayor extracción de agua del suelo las raíces aumentan de número, son más largas y profundizan más (Fischscer, 9).

La mejor tolerancia de la sequía la mostró MCol 113, por su menor reducción del área foliar, contenido de agua y de materia seca en sus hojas, tallos y raíces, además de extraer el mayor porcentaje del agua del suelo. La variedad MCol 22 presentó un comportamiento similar.

#### 4. CONCLUSIONES

- 4.1. Las plantas sometidas a sequía disminuyen el número de estomas y la apertura estomática.
- 4.2. Las plantas testigo como las sometidas a sequía mostraron mayor número de estomas en el envés.
- 4.3. Al disminuir las cámaras estomáticas y el grosor del parénquima de empalizada las plantas toleran la sequía.
- 4.4. En la yuca el grosor del parénquima de empalizada es mayor que el del esponjoso y las hojas de la base poseen mayores espacios intercelulares que las de la copa.
- 4.5. Las plantas en presencia de estrés hídrico disminuyen su fotosíntesis, transpiración, entrada de  $\text{CO}_2$ , potencial hídrico (aunque muy poco), tamaño de la hoja, producción de ápices, hojas/ápice, contenido de humedad y de materia seca en hojas, tallos y raíces. Además, aumentan su resistencia a la salida de vapor de agua por los estomas.
- 4.6. Las mejores estrategias para tolerar la sequía se presentaron en el haz de las hojas basales de las variedades MCol 113 y 22.

#### 5. BIBLIOGRAFIA

1. BAKER, G.; FUKAI, S. and WILSON, G. L. Response of cassava to water stress. St. Lucia, University of Queensland, 1981. pp: 55- 57.
2. BEGG, J. E. and TURNER, N. C. Crop water deficits. Camberra, CSIRO, 1977. 217 p.
3. CONNOR, D. J. and COCK, J. H. Response of cassava to water shortage. Field crops research 4(4): 285 - 296, 1981.
4. CONNOR, D. J. and PALTA, J. Response of cassava to water shortage stomatal control of plant water status. Field crops research 4(4): 297 - 311. 1981.
5. COCK, J. H. Curso sobre producción de yuca (Fisiología). Cali, CIAT, 1976.
6. ————. Reporte anual de yuca (Fisiología). Cali, CIAT, 1979.

7. DOMINGUEZ, C. y CEBALLOS, L. Morfología de la planta de yuca. CIAT, 1980.
8. ESAU, K. Anatomía vegetal. Trad. J. P Rosell. 2a. ed. Barcelona, Omega, 1959.
9. FISCHSCER, R. A. Recommendations for water relations research in cassava. Cambera, CSIRO, 1977.
10. IKE, I. F. and THURTELL, G. W. Water relations of cassava: water content, water osmotic and turgor potential relations - hips. Canadian Journal of Botany. 59 (6): 956 - 964. 1981.
11. WEIR, E. T.; STOCKING, R. C. and BARBOUR, M.G. Botanica. Trad. A. Contin. Mexico, Limusa 1979. 741 p.