

(S5-P84)

## **INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA Y TIEMPO DE CONSERVACIÓN DE LA YUCA ENTERA SOBRE LA CALIDAD DEL TUBÉRCULO MÍNIMAMENTE PROCESADO**

**CATALINA CUBAS, M. GLORIA LOBO y MÓNICA GONZÁLEZ**

Laboratorio de Fisiología Vegetal, Dpto. Fruticultura Tropical, Instituto Canario de Investigaciones Agrarias, Apdo. 60, 38200 La Laguna, España. [catalina@icia.es](mailto:catalina@icia.es),  
Tfno: +34-922476310, Fax: +34-922476303

**Palabras clave:** estriado vascular - pulpa procesable - vía de transporte – deterioro

### **RESUMEN**

La yuca es un tubérculo altamente perecedero cuyo principal signo de deterioro es el estriado vascular, que se manifiesta en forma de haces negro-azulados en el parénquima. Con el fin de evitar la aparición del estriado vascular durante el almacenamiento de la yuca mínimamente procesada se estudió el efecto de la temperatura de conservación y el tiempo que transcurre entre la recolección y el procesado sobre la calidad de la yuca entera. Se evaluaron dos vías de comercialización de la yuca entera entre las islas de El Hierro (zona productora) y de Tenerife (posible zona procesadora): aérea y marítima, así como tres temperaturas de conservación (25, 10 y 5°C) durante 18 horas (h) ó 2 días + 18 h (66 h).

Las diferencias en tiempo (1 ó 4-5 días para el transporte aéreo o marítimo, respectivamente) y temperatura (constante durante el transporte en avión y muy variable durante el marítimo) permitieron que se pudiera procesar un 80% más de los tubérculos transportados en avión que de los transportados en barco los cuales presentaron alta incidencia de estriado vascular. La pulpa procesable de la yuca transportada en avión fue mucho mayor que la de la transportada en barco. En cuanto al tiempo y temperatura de conservación evaluados se observó que el 100% de los tubérculos conservados durante 18 h pudo ser procesado mientras que la yuca conservada durante 66 h presentó mayor estriado vascular. La yuca almacenada a 10°C durante 18 h presentó menor estriado vascular y fue la mejor aceptada sensorialmente (una vez cocinada). Las condiciones de temperatura y tiempo entre la recolección y el procesado de la yuca influyen de forma sustancial sobre la calidad del tubérculo mínimamente procesado.

## **THE INFLUENCE OF TEMPERATURE AND STORAGE TIME OF WHOLE CASSAVA TUBER ON THE QUALITY OF MINIMALLY PROCESSED CASSAVA**

**Keywords:** vascular streaking - processable pulp - transport method - deterioration

### **ABSTRACT**

The main sign of deterioration of the highly perishable cassava tuber is bluish-black vascular streaking appearing on the parenchyma. With the goal of avoiding vascular streaking during storage of minimally processed cassava, the impact of preservation temperature and the amount of time between harvest and processing were studied. Two methods of transport

between the production area (El Hierro) and the processing area (Tenerife) were evaluated: by boat and by plane, and three different storage temperatures (25°C, 10°C, 5°C) for 18 h or two days + 18 h (66 h) were also analyzed.

The differences in time (1 day or 4 to 5 days, depending on the method of transport) and temperature (constant during transport by plane and highly variable during maritime transport) resulted in 80% more of the tubers transported by plane being processed than those transported by boat (which showed a greater incidence of vascular streaking). The processable pulp of the cassava transported by plane was much greater than pulp transported by boat. Regarding the temperature and preservation time, it was observed that 100% of the tubers stored for 18 h could be processed, while there was a high incidence of vascular streaking among those stored for 66 h. The cassava stored at 10°C for 18 h had a lower incidence of vascular streaking and it rated highest in the sense test carried out by a panel when cooked. Therefore, it can be concluded that the temperature and time between harvest and processing have a major influence on the quality of the minimally processed tuber.

## INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta* Crantz) es la principal o secundaria fuente alimenticia de más de 500 millones de personas en los trópicos (Hillocks et al., 2002). Además, este producto es muy utilizado como alimento animal (Gomez, 1979). África, Asia y América representan casi la totalidad de la producción mundial de yuca (189 millones de Tm/año de producción de raíces frescas), siendo los principales consumidores de este tubérculo (Latham, 2002). La gran afluencia de inmigrantes de estos países a España ha incrementado la demanda de este producto. En Canarias, este tubérculo se produce principalmente en las islas de El Hierro y La Palma (10.000 a 15.000 kg/año) con precios en el mercado que están en torno a los 3 €/kg.

En la actualidad, el procesado mínimo de productos hortofrutícolas se encuentra en auge. Los productos se procesan para proveer al consumidor de un producto listo para consumir (ready-to-eat) o para cocinar (ready-to-use) teniendo unas características similares a los productos frescos (fresh-like). Así, la comercialización de yuca mínimamente procesada podría ser una alternativa de mercado interesante al producto fresco. Mediante el procesado se obtendría yuca pelada y cortada con características similares a las del producto fresco, con las ventajas adicionales de ser un alimento seguro puesto que se eliminarían las sustancias tóxicas no deseables que contiene (glucósidos cianogénicos) mientras que la composición nutricional se mantiene prácticamente inalterada.

La yuca es un producto altamente perecedero siendo su principal signo de deterioro el estriado vascular (Foto 1), que se manifiesta a lo largo del parénquima en forma de haces negro-azulados entre las 24 y 48 h después de su recolección, debido a la oxidación de compuestos fenólicos, principalmente escopoletina (Wheatley y Schwabe, 1985). Posteriormente, dicho deterioro se extiende al parénquima modificándose la estructura del almidón (Plumbley y Rickard, 1991) dando lugar a un producto no comercializable y organolépticamente inaceptable.

La presencia de este deterioro depende de varios factores entre los que se podrían encontrar la temperatura y el tiempo de conservación de la yuca entera antes del procesado. Por tanto, con el fin de evitar la aparición del estriado vascular durante la conservación del tubérculo entero de la yuca mínimamente procesada se estudió el efecto de la temperatura de conservación y el tiempo que transcurre entre la recolección y el procesado sobre la calidad de la yuca.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El material vegetal empleado procedía de la isla de El Hierro (Islas Canarias, España). La finca, que mantiene un cultivo ecológico y está situada en el municipio de Frontera, cultiva la yuca que comúnmente se denomina “yuca marrón”.

Tras varios envíos del producto a través de Mercahierro S.L. por vía marítima, se observó que la yuca llegaba a Tenerife con un alto índice de estriado vascular que impedía ser procesada. Así, se determinó realizar un primer envío del material vegetal por avión y por barco con el fin de evaluar los tiempos y las temperaturas que había de soportar la yuca entera antes de ser procesada y como influían dichos parámetros en la calidad del producto una vez procesado. Para establecer cómo afecta el tiempo y la temperatura de conservación de la yuca entera a la calidad del producto una vez procesado, se realizó un segundo ensayo. El envío del material vegetal se hizo por avión y una vez en las instalaciones del Laboratorio de Fisiología Vegetal del ICIA se dividió en seis lotes lo más homogéneos posibles. Tres de los lotes se estibarón durante 18 h a 25, 10 y 5°C y los otros tres durante 2 días + 18 h (66 h) a las mismas temperaturas.

Antes de procesar la yuca fue necesario realizar 3 lavados ya que al ser un tubérculo y desarrollarse debajo de la tierra presenta adherida a la superficie gran cantidad de tierra y una alta contaminación microbiana. En el primer lavado es necesaria la ayuda de un cepillo y un volumen de agua de 10 l/kg de yuca. Los dos lavados siguientes fueron por inmersión durante 5 minutos en un volumen de agua de 2,5 l/kg. El agua clorada a una concentración de 200 µl/l de hipoclorito sódico se mantuvo a un pH entre 6 y 7 y una temperatura de 5°C.

Con el fin de eliminar la piel y la corteza que es donde se concentra el mayor porcentaje de glucósidos cianogénicos se realizó un pelado manual con cuchillo en una cámara a 5°C. Una vez pelada la yuca se procedió al troceado en forma de troncos de aproximadamente 4 cm de altura, lavándose a continuación, con agua clorada (100 µl/l de hipoclorito sódico) para eliminar los restos de suciedad derivados del pelado y microorganismos que pudieran quedar en la superficie de los mismos. Los trozos se envasaron en una atmósfera de aire en barquetas selladas con plástico PPlus de 52 micras, con una permeabilidad al oxígeno y al dióxido de carbono de 19.200 cm<sup>3</sup>/ml/día/atm proporcionado por Amcor-flexibles (Burgos, España). Las barquetas fueron almacenadas en una cámara a 5°C durante 7 días.

La calidad de la yuca mínimamente procesada se evaluó a través de parámetros tales como: porcentaje de pulpa procesable, tiempo de pelado, color, porcentaje de estriado vascular, firmeza y pérdida de peso. Además, se determinó la composición de la atmósfera y el contenido en etileno en el interior de las barquetas durante la conservación y se realizó una evaluación sensorial tanto del producto fresco (sin cocinar) como del producto cocinado. Los parámetros evaluados por los catadores en el producto fresco fueron: color, presencia de estriado vascular, zonas amarillas y deshidratación de la superficie, y en el cocinado: el color, sabor [(presencia o ausencia de sabores extraños (amargor)] y la textura (fibrosidad). Una vez evaluado el producto en fresco y cocinado los catadores decidieron sobre si comprarían o no el producto.

El color se midió con un colorímetro Minolta modelo Chroma Meter CR-300 (Wheeling, EE.UU.), expresándose como coeficiente de saturación ( $\Delta E$ ). La firmeza se midió con un penetrómetro Chatillon (Nueva York, EE.UU.) modelo DPP-25kg, con una punta de 1 cm<sup>2</sup>. El contenido en O<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub> de la atmósfera en la barqueta se determinó utilizando un analizador compacto PBI Dansensor modelo CheckMate 9900 (Madrid, España) y el contenido en etileno con un cromatógrafo de gases Perkin Elmer Autosystem (Boston, EE.UU.).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de la recolección, la yuca presenta un rápido deterioro. En consecuencia, gran parte del material vegetal no puede ser procesado ya que la incidencia de estriado vascular es muy elevada. Como se observa en la Figura 1, el transporte de la yuca en avión desde la isla de El Hierro hasta la isla de Tenerife permite que el procesado pueda realizarse un día después de la recolección. Sin embargo, cuando el transporte tiene lugar por vía marítima el procesado no se puede realizar hasta cuatro o cinco días después de la recolección. Además, mientras que la temperatura del tubérculo varía entre 24 y 18°C durante el transporte aéreo, cuando el transporte es marítimo se producen oscilaciones importantes en la temperatura (de 24°C hasta 4°C). Así, mientras que el 97% de los tubérculos transportados por avión pudo procesarse, tan sólo el 18% de los transportados en barco no presentaban estriado vascular. De los tubérculos que se pudieron procesar, el porcentaje de pulpa procesable de la yuca transportada en avión fue significativamente mayor ( $70 \pm 6\%$ ) que el de los transportados en barco ( $30 \pm 14\%$ ).

La temperatura y el tiempo de conservación antes del procesado son dos factores importantes a tener en cuenta a la hora de procesar mínimamente la yuca, ya que altas temperaturas de conservación y tiempos de conservación largos antes del procesado aceleran los procesos fisiológicos de degradación, como es el caso del estriado vascular que afecta negativamente a la calidad de la yuca que posteriormente va a ser procesada. Existen diferencias importantes en el porcentaje de pulpa procesable entre los tiempos de conservación evaluados debido a la incidencia de estriado vascular (Figura 2). Así, el 100% de los tubérculos conservados durante 18 h a las distintas temperaturas pudo ser procesado. El porcentaje medio de pulpa procesable fue del 70% para las yucas conservadas durante 18 h a cualquiera de las temperaturas, mientras que cuando se conservaron durante 66 h sólo fue del 50% en las conservadas a 5°C, del 15% en las conservadas a 10°C y prácticamente nada en las estibadas a 25°C. La yuca entera conservada durante 18 h a 10°C fue la que dio lugar al menor número de barquetas con trozos de yuca que durante el almacenamiento manifestaron estriado vascular. En cuanto al tiempo de pelado de la yuca, no hubo diferencias significativas entre las yucas conservadas durante 18 h y 66 h, ni entre las distintas temperaturas de conservación evaluadas.

Mientras que el 7% de las barquetas procedentes de yuca conservada durante 18 h a 10°C y el 20% de las que provenían de yuca conservada a 25 y 5°C presentaron estriado vascular a los tres días de conservación, este deterioro fisiológico era patente a los dos días de almacenamiento en el 100% de las barquetas que provenían de yuca procesada después de 66 h de conservación a cualquiera de las temperaturas ensayadas. Además, los trozos de yuca procesados después de 18 h no mostraron, independientemente del periodo de conservación, diferencias en la firmeza, el color y la pérdida de peso. Sin embargo, los trozos que procedían de yuca conservada durante 66 h a 10 o 5°C mostraron un coeficiente de saturación ( $\Delta E$ ) en el interior y en el exterior de la pulpa mayor a los dos días de almacenamiento que el de los trozos conservados durante 18 h a cualquiera de las temperaturas a los siete días de almacenamiento (Figura 3).

La evaluación sensorial de la yuca cortada se realizó en la yuca conservada durante 18 h a 25, 10 y 5°C. No fue posible realizar esta evaluación en la yuca procesada a las 66 h debido al escaso material vegetal que pudo ser procesado y a su corta vida comercial. Durante todo el periodo de almacenamiento de la yuca mínimamente procesada, el panel de catadores determinó que la yuca fresca (sin estar cocinada) que peor aspecto y color presentaba, era aquella que procedía de yuca que había sido conservada a 5°C durante 18 h (Figura 4 izquierda). En cuanto a la calidad sensorial de la yuca una vez cocinada se seleccionó inicialmente como mejor producto el que procedía de yuca conservada a 25°C (durante 18 h).

Sin embargo, a partir del tercer día de almacenamiento fue la yuca procesada tras 18 h de conservación a 10°C la que mayor aceptación tuvo (Figura 4 derecha).

### CONCLUSIONES

El medio y tiempo de transporte de la yuca desde que es recolectada hasta que es procesada afecta de manera significativa a la calidad de la yuca que se va a procesar, siendo el transporte aéreo el seleccionado como óptimo. La temperatura y el tiempo de conservación antes del procesado son dos factores a tener en cuenta para evitar la aparición de estriado vascular en la yuca mínimamente procesada. A 25°C y transcurridas 66 h después de la recolección, la yuca no puede ser procesada debido a la alta incidencia de estriado vascular, mientras que conservando la yuca entera durante 18 h a 10°C se obtiene un producto que no manifiesta dicho deterioro dando lugar además al producto cortado más aceptado desde el punto de vista sensorial.

### AGRADECIMIENTOS

Los trabajos de investigación desarrollados sobre yuca mínimamente procesada en el Instituto Canario de Investigaciones Agrarias están financiados a través de los proyectos de investigación “PI 042004/101” de la Dirección General de Universidades e Investigación de la Consejería de Educación, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias, el proyecto I+D+i “PROMINCA” incluido en los proyectos estratégicos financiados por el Gobierno de Canarias y el Fondo Europeo de Desarrollo Regional y el proyecto “CYTED-XI-22” dentro de el programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. Catalina Cubas agradece a Mercadona S.A. la concesión de una Beca Predoctoral y a D. Pedro Cabrera el suministro del material vegetal necesario para llevar a cabo los distintos trabajos de investigación en procesado mínimo de yuca. Mónica González quiere dar las gracias al Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias (INIA, España) por el contrato de investigación enmarcado en la acción estratégica “Recursos y Tecnologías Agrarias del Plan Nacional de Investigación Científica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2000-2003” que le ha sido concedido.

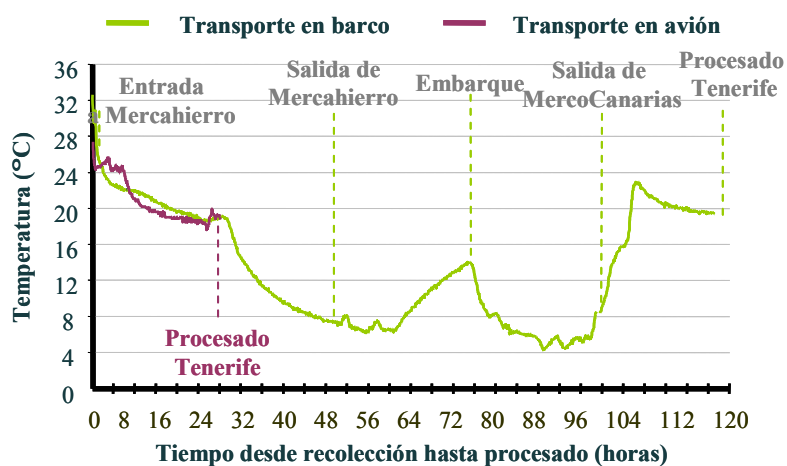
### BIBLIOGRAFÍA

- Gomez, G. 1979. Cassava as swine feed. *World Animal Review*: 29, 13-20.
- Hillocks, R.J.; Thresh, J.M.; Bellotti, A.C. 2002. Cassava biology, production and utilization. CABI. Wallingfor.
- Latham, M.C. 2002. Nutrición humana en el mundo en desarrollo. *Colección FAO: Alimentación y Nutrición*. 29.
- Plumbley, R.; Rickard, J.E. 1991. Post-harvest deterioration of cassava. *Tropical Science*: 31, 295-303.
- Wheatley, C.C.; Schwabe, W.W. 1985. Scopoletin involvement in postharvest physiological deterioration of cassava root (*Manihot esculenta* Crantz). *Journal of Experimental Botany*: 36: 783-791.

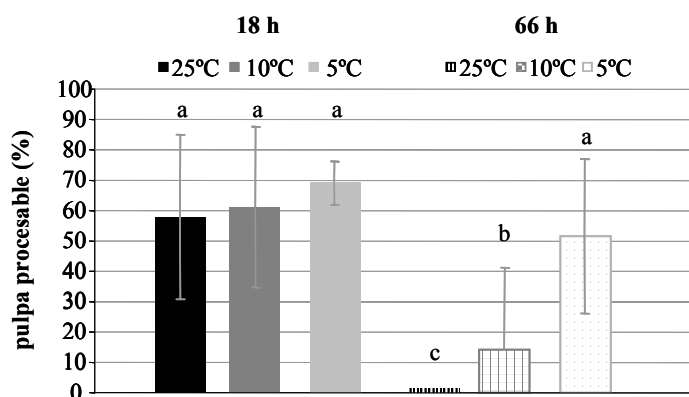
**TABLAS Y FIGURAS**



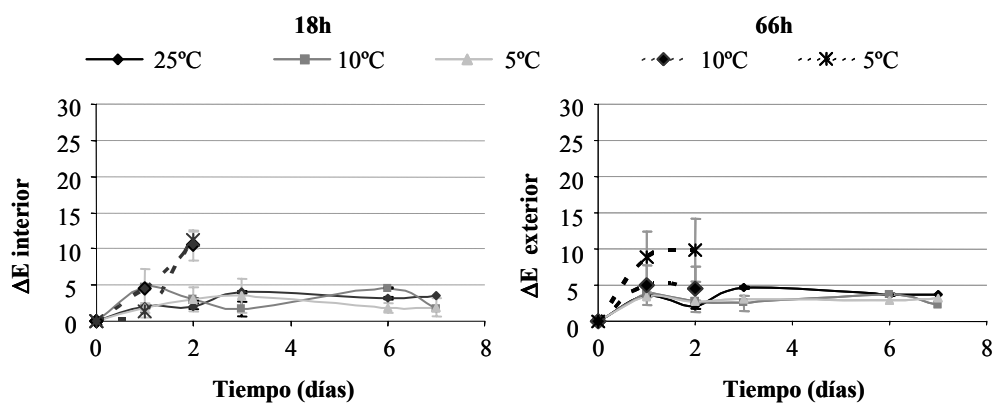
**Foto 1.** Estriado vascular



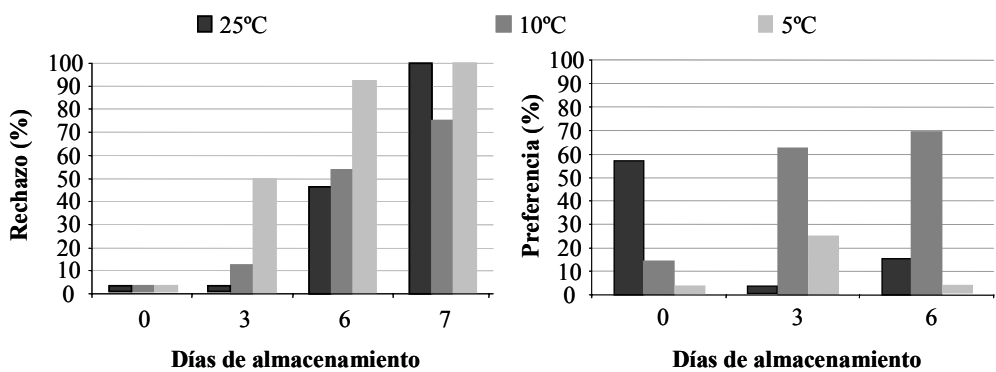
**Figura 1.** Registro de temperatura durante la simulación de la comercialización (en avión o barco) desde que se recolecta la yuca en la isla de El Hierro hasta que se procesa en la isla de Tenerife



**Figura 2.** Efecto de la temperatura y el tiempo de conservación de la yuca entera sobre el porcentaje de pulpa procesable.



**Figura 3.** Coeficiente de saturación ( $\Delta E$ ) en el interior (izquierda) y en el exterior (derecha) de la pulpa a lo largo del periodo de almacenamiento de la yuca procesada mínimamente.



**Figura 4.** Porcentaje de catadores que rechazan las barquetas cerradas (izquierda) y preferencia sobre las barquetas cocinadas (derecha).



**V Congreso  
Iberoamericano  
de Tecnología  
Postcosecha y  
Agroexportaciones**

**Universidad Politécnica  
de Cartagena**

**29 de mayo a 1 de junio, 2007**





## AGRADECIMIENTOS

El Comité Organizador y el Comité Científico del V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones, expresan su agradecimiento a las siguientes entidades patrocinadoras y colaboradoras sin cuyo valioso aporte hubiera sido imposible organizarlo.

### **Entidades patrocinadoras:**

Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha  
Universidad Politécnica Cartagena  
Instituto de Biotecnología Vegetal de la Universidad Politécnica de Cartagena  
Instituto de Fomento de la Región de Murcia

### **Entidades colaboradoras**

Ministerio de Educación y Ciencia  
Fundación Séneca de la Región de Murcia  
Ayuntamiento de Cartagena  
Autoridad Portuaria de Cartagena  
Federación de Cooperativas Agrarias de Murcia  
TECNIDEX S.L.  
Fundación Cajamurcia  
Fundación Cajamar  
FOMESA FRUITECH S.L.

Edita:

**Grupo de Postrecolección y Refrigeración. UPCT**

Co-edita:

**Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**

**ISBN 978-84-95781-85-7**