

Sistema Autotrófico Hidropónico (SAH)

Una alternativa para la producción de plántulas de yuca de calidad



Liliana Alexandra Pila Quinga
Ingeniera Agrónoma
E-mail: lilianapila@yahoo.com

Jacqueline Benítez
Ingeniera Agrónoma
E-mail: jackyiniap@yahoo.com

Ecuador, 2007

Introducción

Es conocido que para lograr buenos rendimientos en los cultivos, uno de los elementos necesarios es contar con semilla y plántulas de alta calidad, y más aún cuando se tiene especies que se propagan tradicionalmente por esquejes caulinares o estacas, que permiten formar clones como en el caso de la yuca que, por su biología, no permite su reproducción masiva con semilla sexual, representando una tasa de multiplicación baja en relación con otros cultivos.

La producción de material de siembra (semilla), mediante la técnica de cultivo de tejidos permite resolver los problemas asociados con la baja tasa de reproducción de yuca, si bien la multiplicación in vitro cuenta con la posibilidad de reproducir de una manera masiva grandes volúmenes de plántulas; éstas salen al ambiente muy débiles y con dificultades para adaptarse a condiciones autotróficas, por lo tanto necesitan un proceso de aclimatación y endurecimiento, antes de ser llevadas al sitio definitivo.

En los últimos años el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias INIAP de Ecuador ha adoptado para la producción de plántulas de calidad de yuca el Sistema Autotrófico Hidropónico (SAH), que fue desarrollado originalmente para papa en la Estación Balcarce del INTA-Argentina.

Qué es el Sistema Autotrófico Hidropónico (SAH)

El SAH, es un sistema de propagación que fue desarrollado bajo el principio de que las plantas in vitro tienen una pequeña capacidad fotosintética que, al proporcionarles condiciones físicas adecuadas, pueden crecer autotróficamente en contenedores amplios de plástico, con sustrato y soluciones nutritivas, sin adicionar sucrosa y reguladores de crecimiento.

Cómo funciona el SAH

Es necesario contar con material in vitro joven, con sus hojas verdes (que no se encuentren en proceso de senescencia).



Foto 1. Material in vitro

En una superficie limpia, se ponen las plantas in vitro y con la ayuda de un bisturí se cortan segmentos de un sólo nudo (microesquejes), con al menos una hoja y se ponen en la caja que contiene el sustrato.

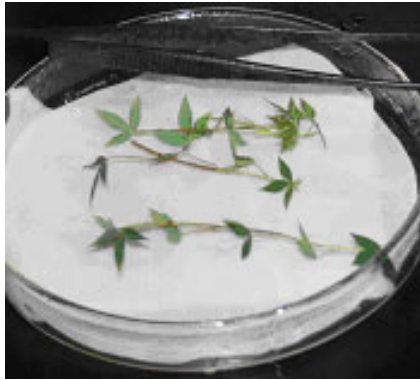


Foto 2. Planta a micropropagar.



Foto 3. Microesquejes.



Foto 4. Siembra.



Foto 5. Caja terminada la siembra.

Terminada la siembra, las cajas pueden ponerse en el cuarto de crecimiento o casa de malla, siempre y cuando éste cumpla con las condiciones de $28^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ de temperatura, 70% de humedad relativa y fotoperíodo de 12 horas por un lapso de 21 días, tiempo en que se obtienen plantas listas para su trasplante a bolsas.



Foto 6. Cuarto de crecimiento.



Foto 7. Casa de malla.

Resultados obtenidos con el SAH

Ecuador (2006)

INIAP (Estación Experimental Santa Catalina)

La Fabril (Hacienda Yurac Yacu, Quevedo)

El propósito del trabajo realizado en el INIAP-Ecuador, fue la evaluación de 31 clones promisorios de yuca (*Manihot esculenta* Crantz.) en el Sistema Autotrófico Hidropónico (SAH) y producción de 21 000 plántulas bajo este sistema para evaluación de características deseadas en la agroindustria, consumo en fresco y doble propósito.

Condiciones de crecimiento (INAP-Santa Catalina)

Temperatura promedio:	28°C±2°C
Humedad relativa:	70%
Horas luz:	12 horas
Tiempo:	21 días

Variables





<p>Altura de planta (21 días) Promedio: 40,83 mm</p>	
<p>% de prendimiento Promedio: 84,68</p>	
<p>Formación de raíz</p>	
<p>Tamaño de raíz Promedio: 51,05 mm</p>	



Foto 8. Crecimiento de las plantas.



Foto 9. Plantas prendidas.



Foto 10. Desarrollo de raíces.



Foto 11. Tamaño que alcanzan las raíces.

Comportamiento

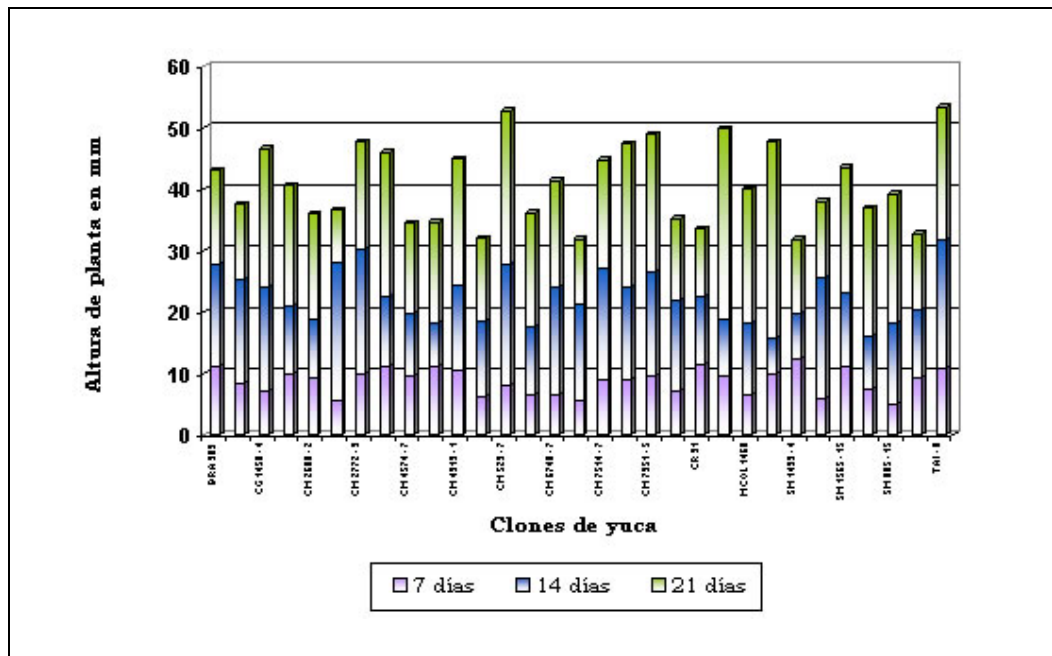


Gráfico 1. Variable altura de planta a los 7, 14, y 21 días de siembra en el SAH, en la evaluación de 31 clones promisorios de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Santa Catalina, 2006.

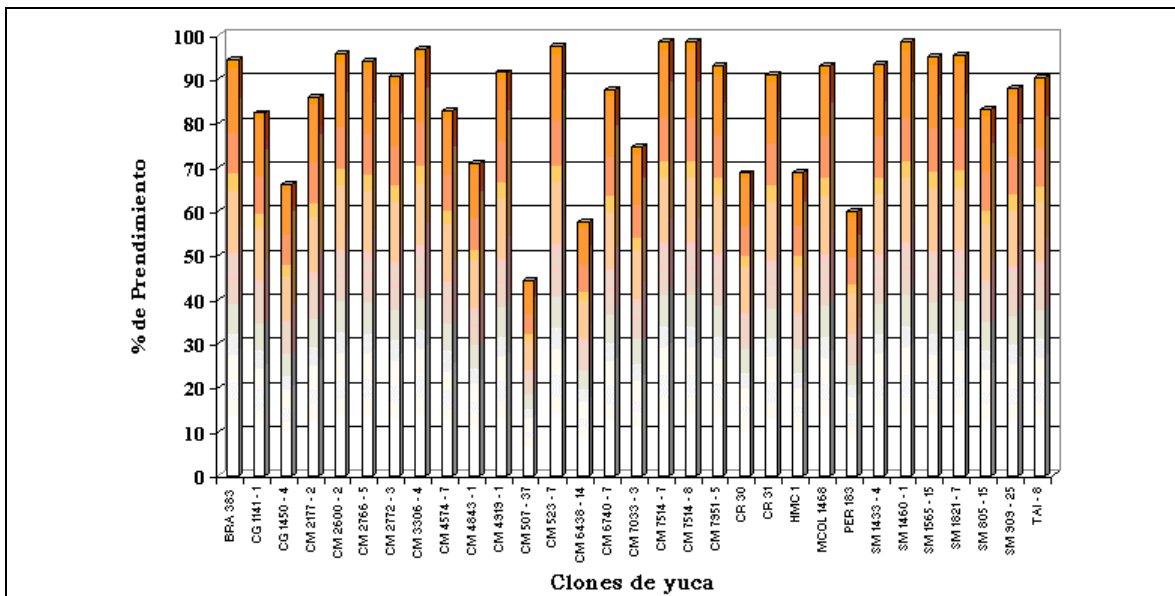


Gráfico 2. Variable porcentaje de prendimiento de plántulas en el SAH, en la evaluación de 31 clones promisorios de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Santa Catalina, 2006.

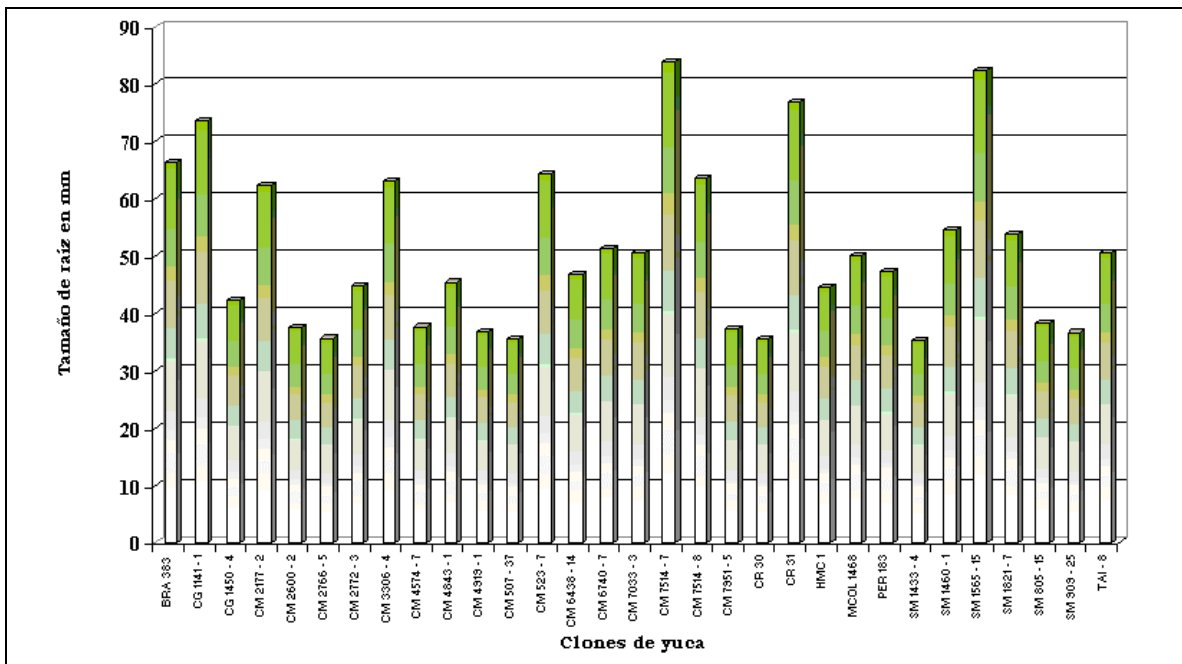


Gráfico 3. Variable tamaño de raíz de plántulas en el SAH, en la evaluación de 31 clones promisorios de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Santa Catalina, 2006.

Adaptación casa de malla (Hacienda Yurac Yacu, Quevedo, La Fabril)

Condiciones de ambientales

Temperatura promedio: 22°C hasta 33°C

Humedad relativa: 70-80%

Horas luz: 12 horas



Foto 12. Traspaso a bolsas



Foto 13. Cámara húmeda



Foto 14. Crecimiento en casa de malla



Foto 15. Aclimatación

Establecimiento en campo



Foto 16. Siembra



Foto 17. Evaluación

Costo de producción

Presupuesto para la producción de 15000 plantas a partir del SAH

Rubro	Unidad	Precio unitario USD	Coefficiente de ponderación	Cantidad	Valor
Personal					
Técnico	Mes	600.00	1.00	2.00	1200.00
Insumos					
Solución hidropónica	Lt	0.80	1.00	200.00	160.00
Sablón	Lt	5.00	1.00	1.00	5.00
Agua destilada	Lt	0.10	1.00	10.00	1.00
Desinfectante	Lt	1.00	1.00	2.00	2.00
Jabón líquido	Lt	2.00	1.00	2.00	4.00
Plantas <i>in Vitro</i>	unidad	0.50	1.00	3000.00	1500.00
Hojas bisturí	unidad	0.20	1.00	10.00	2.00
Recipientes plásticos	unidad	0.20	1.00	450.00	90.00
Turba	kg	1.00	1.00	90.00	90.00
Papel absorbente	paquete	10.00	1.00	4.00	40.00
Materiales (depreciación)					
Vasos de precipitación (1000 ml)	unidad	30.00	0.10	1.00	3.00
Probetas (1000 ml)	unidad	53.00	0.10	1.00	5.30
Mangos de bisturí	unidad	18.00	0.10	3.00	5.40
Pinzas	unidad	18.00	0.04	4.00	2.88
Mecheros de alcohol	unidad	4.00	0.25	2.00	2.00
Tijeras	unidad	10.00	0.10	2.00	2.00
Marcadores	unidad	3.75	0.33	2.00	2.48
Mandiles	unidad	17.00	0.33	1.00	5.61
Construcciones e instalaciones					
Laboratorio	Mes	300.00	2.00	1.00	600.00
Subtotal					3722.67
Imprevistos	5%				186.13
Total					3908.80
Número de plantas 15 000					
Costo por plántula USD					0.260587

CIAT, Cali-Colombia (2007)

Clayuca y Proyecto Genética de Yuca del CIAT

Dentro de las actividades realizadas en el CIAT- Colombia, se evaluaron varios clones de yuca en el Sistema Autotrófico Hidropónico (SAH), utilizando como fuente de propagación ápices y nudos.

Condiciones de crecimiento

	Temperatura	Humedad relativa	Horas luz	Tratamiento
Cuarto de crecimiento (1)	28°C±2 C	70%	12 horas	No. 1: Ápices y nudos
Casa de malla	30 °C±2 C	70% - 80%	12 horas	No. 1: Ápices y nudos
Cuarto crecimiento (2)	25°C±2 C	50 %	12 horas	No 2.: Nudos

Variables

Porcentaje de prendimiento

Esta variable se registró a los 15 días de la siembra y se expresó en porcentaje (%).

Cuadro 1. Valores de porcentaje de prendimiento de clones de yuca. CIAT-2007

Clones de yuca	Cuarto de crecimiento (1)		Casa de malla		Cuarto de crecimiento(2)
	<i>Ápices</i>	<i>Nudos</i>	<i>Ápices</i>	<i>Nudos</i>	<i>Nudos</i>
CMB9A-4	50	25	100	25	-
TST-18	100	100	100	75	-
CM 560-2	75	75	75	25	-
CR 85-17	100	50	100	75	-
CM 523-7	100	100	100	100	-
MCol 1468					100

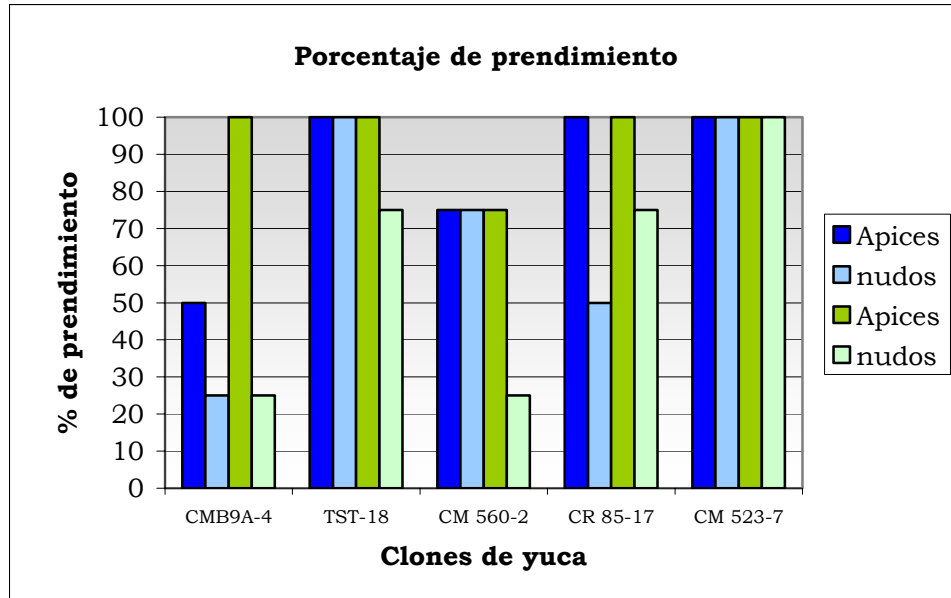


Gráfico 4. Porcentaje de prendimiento, ensayo CIAT, 2007. (Ápices y nudos -tono azul - corresponden a cuarto de crecimiento (1); ápices y nudos -tono verde - corresponden a casa de malla).

Cuarto de crecimiento de biotecnología (Mcol 1468)

Nudos - 100% de prendimiento.

Enraízamiento



Foto 18. Formación de raíces (nudos)



Foto 19. Raíces a los 21 días (nudo)

Adaptación de plántulas producidas a partir del SAH

Este proceso se realizó a los 21 días de siembra de los microesquejes en cajas y consiste en cambiar las plántulas a bolsas, de acuerdo a la metodología desarrollada por CIAT, para el endurecimiento masivo de plántulas in vitro. La modificación a la metodología es que las bolsas no se colocaron en cámara húmeda.



Foto 20. Preparación de bolsas



Foto 21. Material para la siembra



Foto 22. Siembra en bolsas



Foto 23. Crecimiento 5 días del transplante.

Conclusiones

- El SAH es una alternativa práctica y de bajo costo para la producción de plántulas de yuca de alta calidad.
- Las plántulas obtenidas en el SAH presentan un aspecto morfológico diferente a las obtenidas en el sistema in vitro, son de baja altura, pero de hojas anchas y tallos robustos; además de un buen sistema radicular funcional, lo cual permite reducir considerablemente la muerte de las plántulas en el momento del traspaso a bolsas.
- Al no tener en el sustrato reguladores de crecimiento, se eliminan los desórdenes fisiológicos, morfológicos y genéticos.
- El Sistema Autotrófico Hidropónico (SAH) reduce el tiempo y los costos, ya que no necesita de cámara húmeda y se simplifica el enraizamiento y la aclimatación.