



## El cultivo de Camote: un aliado de la yuca para la tropicalización de la alimentación avícola en Colombia

*Bernardo Ospina Patiño*<sup>\*</sup>  
*Luis Fernando Cadavid López*<sup>\*\*</sup>  
*Álvaro Andrés Albán Tello*<sup>\*\*\*</sup>

### **Introducción**

El cultivo del camote o batata es una fuente de alimentación humana, animal y de uso industrial, que es poco conocido en nuestro país, a pesar de la importancia que ocupa en algunas regiones del mundo como el Asia. En la China, por ejemplo, se siembra el 90% de todo el camote que se siembra en el mundo y sus usos son muy diversificados, especialmente en los sectores de alimentación humana, animal y en usos industriales.

Desde el año 1999, a raíz de una visita que realizó Diego Miguel Sierra, FENAVI manifestó el interés de apoyar actividades de investigación adaptativa con este cultivo, para verificar la viabilidad técnica y económica de incorporarlo en sistemas de producción agrícola, en las condiciones específicas de Colombia, como una materia prima alternativa para la alimentación avícola.

El camote es una planta que ha sido considerada “humilde”o alimento de pobres, pero hoy en día, con los cultivares mejorados que están disponibles y con las prácticas mejoradas de manejo del cultivo, se puede convertir en una materia prima alternativa para las industrias procesadoras de alimentos balanceados para animales, por ser un producto de alto valor energético en los tubérculos y de alto valor proteico en el follaje.

En el último año, con el apoyo financiero de FENAVI y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural-MADR, CLAYUCA ha venido implementando un proyecto que tiene como objetivo obtener experiencias preliminares con la introducción del cultivo de camote en sistemas tecnificados de producción agrícola. A continuación se describen algunos de estos resultados iniciales.

---

\* Ingeniero Agrícola, M. Sc. Desarrollo Agrícola Internacional. Director Ejecutivo de CLAYUCA, Cali, Colombia. E-mail: b.ospina@cgiar.org

\*\* Ingeniero Agrónomo, M. Sc., Suelos, Sistemas de Producción de Yuca, CLAYUCA, Cali, Colombia. E-mail: l.cadavid@cgiar.org

\*\*\* Ingeniero Agrónomo, CLAYUCA, Cali, Colombia. E-mail: alanat7583@hotmail.com

### *El proyecto*

La meta de este proyecto es la de apoyar el desarrollo del cultivo de camote en Colombia como una materia prima alternativa para uso en la alimentación animal. Se iniciaron las actividades con una solicitud al Centro Internacional de la Papa, CIP, del Perú, del envío de una colección de clones y variedades élite, seleccionados por su alto contenido de materia seca y su adaptabilidad a ecosistemas tropicales. El CIP posee el mayor Banco de Germoplasma de camote en el mundo. Se recibieron inicialmente 28 clones que, con el apoyo del ICA, fueron sometidos a un proceso de estricta cuarentena para evitar la entrada de materiales enfermos por virus o bacterias.

Después de esta revisión, el Laboratorio de Cultivo de Tejidos del CIAT se encargó de la multiplicación in-vitro de los 20 materiales seleccionados por no haber presentado ningún problema fitosanitario (Tabla 1).

Tabla 1. Listado de materiales multiplicados y sembrados en invernadero.

<b>Clones CIP</b>	<b>Nombre del cultivar</b>	<b>Origen</b>
440260	Chin Mi (Suwon 147)	China
187018-1	YARADA	Cuba
440181	AVRDC-CN 1448-49	CIP
440036	Luby	Burudí
187016-1	CAPLINA	CIP
400001	Morada inta	Argentina
440166	Sunnana	Uganda
440025	Xushu 18	China
440067	TIS 3290	Nigeria
440205	Unknown	China
440203	Unknown	Papua Nueva Guinea
440122	Norin 2	Japón
400005	CEMSA 78-326	Cuba
440157	Ningshu 2	China
440003	Sumor	Estados Unidos
400004	CEMSA 74-228	Cuba
440385	Bei Jreng 553	China
420017	Lanceolado	Taiwan
440045	Toquecita	Puerto Rico
400036	CEMSA 78-354	Cuba

El siguiente paso fue el trabajo de endurecimiento y manejo del material en casa de malla climatizada, realizado por el personal técnico de CLAYUCA, bajo la supervisión fitosanitaria del ICA. Este trabajo permitió la obtención de plantas madres de cada uno de los materiales seleccionados. La metodología desarrollada por CLAYUCA para el manejo de material proveniente de cultivos de tejidos con yuca fue utilizada con éxito en el cultivo de camote (Figuras 1 y 2).



Figura 1. Plantas en bandejas.



Figura 2. Plantas en invernadero.

A partir de las plantas madre, se utilizó un sistema de cortes periódicos de esquejes, que fueron transplantados a lotes de observación para una posterior evaluación y caracterización agronómica (Fotografías 3 y 4). Este método permitió generar un número importante de plantas en un período corto de tiempo. La Tabla 2 muestra los diferentes ciclos de corte de esquejes y el número total de plantas obtenidas en cada corte.



Figura 3. Planta obtenida a partir de corte de esqueje en planta madre.



Figura 4. Hileras de camote.

Tabla 2. Registro de corte de esquejes y siembra en campo.

Clones CIP	N° Plantas madres (febrero 2002)	Esquejes propagados hasta el año 2002					
		Abril	Mayo	Junio	Julio	Octubre	Total
400001	9	66	130	40	911	678	1825
400004	6	29	99		911	678	1717
400005	6	19	34	35	911	678	1677
400036	5	75	44	24	911	678	1732
420017	7	45	115		911	678	1749
440003	4	30	55	36	911	678	1710
440025	6	54	75	38	911	678	1756
440036	11	24	144	267	911	678	2024
440045	4	15	21	57	911	678	1682
440067	8	49	80	50	911	678	1768
440157	3	18	29	26	911	678	1662
440166	11	105	96	88	911	678	1878
440181	7	41	73		911	678	1703
440203	7	30	111	28	911	678	1758
440205	8	59	171	88	911	678	1907
440260	8	56	139	75	911	678	1859
187016-1	8	48	120	40	911	678	1797
187018-1	10	59	120	70	911	678	1838
	128	822	1656	962	16398	12204	32042

### **Resultados de campo**

En la evaluación de los 18 clones élite (se eliminaron dos por enfermedad), se tuvo en cuenta el rendimiento de raíces y follaje con cosechas a los dos, tres y cuatro meses después de la siembra para observar la época adecuada de cosecha. Además, se realizaron pruebas de caracterización y análisis de laboratorio para identificar materiales con alta calidad nutricional, tanto en raíces como en follaje.

Las Tablas 3, 4, 5 y 6 registran los datos de cosecha y el análisis de laboratorio, y se observa el alto potencial de algunos materiales en las condiciones de los suelos y el clima del Valle del Cauca, Colombia. Estas plantas sirvieron de base para la obtención de semilla para lotes comerciales del sistema de producción yuca-camote. Con cuatro meses de edad, se realizó la primera cosecha del lote comercial. Los resultados iniciales fueron muy buenos.

La primera observación general que se puede hacer al analizar los resultados es que existen algunos clones con vocación forrajera y un grupo de clones que se pueden utilizar para producción de raíces. Entre los clones forrajeros más productivos se destacaron *YARADA* (Cuba) y *CAPLINA* (CIP-Perú), con productividades por encima de 60 toneladas de forraje en un período de cuatro meses. Asimismo, los clones *Sunnana* (Tanzania), *Sumor* (Estados Unidos), *Luby* (Burundi), *Lanceolado* (Taiwán) y *CEMSA 74-228* (Cuba), presentaron productividades entre 56 y 42 toneladas de forraje por

hectárea, en el mismo período (Tabla 3). De este grupo de clones, el único que presentó una producción aceptable de raíces y de follaje fue el CEMSA 74-228, lo que sugiere su potencial de ser utilizado como doble propósito. Todos los demás clones de este grupo con potencial forrajero no presentaron productividades de raíz superiores a las 11 toneladas por hectárea.

Tabla 3. Evaluación del rendimiento de follaje fresco (t/ha) a los 2, 3 y 4 meses después de la siembra.

Número CIP	Cultivar	Origen	Meses		
			2	3	4
187018-1	YARADA	Cuba	31.46	29.67	79.6
187016-1	CAPLINA	CIP-Perú	43.03	26.35	60.85
440166	Sunnana	Tanzania	3.98	22	56.89
440003	Sumor	Estados Unidos	30.73	29.4	48.35
440036	Luby	Burundi	9.01	25.11	47.5
420017	Lanceolado	Taiwan	6.82	19.09	45.85
400004	CEMSA 74-228	Cuba	17.03	31.13	42.51
440067	TIS 3290	Nigeria	11.25	18.05	37.3
440025	Xushu 18	China	18.21	15.1	34.8
440045	Toquecita	Puerto Rico	6.43	10.23	34.18
400036	CEMSA 78-354	Cuba	15.33	37.97	32.93
440260	Chin Mi (Suwon 147)	China	14.02	19.09	23.34
400001	Morada inta	Argentina	3.33	11.83	22.51
440203	Unknown	Papua Nueva Guinea	7.72	44.82	18.34
440205	Unknown	China	16.36	14.32	15.01
440181	AVRDC-CN 1448-49	CIP – Perú	9.57	21.37	14.17
440157	Ningshu 2	China	2.49	24.48	10.42
400005	CEMSA 78-326	Cuba	10.76	16.62	10

Por otra parte, entre los clones que se destacaron por su productividad de raíces están: el clón *Toquecita* (Puerto Rico), con una productividad de más de 50 ton/ha en el período de 4 meses. Este clon se destacó por encima de todos los demás. El segundo clon más productivo fue el 440203 (Papua Nueva Guinea), con un rendimiento de 30 ton/ha. Después, se tiene un grupo de clones con productividad alrededor de las 25 ton/ha, entre ellos *TIS 390* (Nigeria), *Xushu 18* (China), *Ningshu 2* (China), *Sunnana* (Tanzania), *Chin Mi* (China), *CEMSA 78-354* (Cuba), y 440205 (China.) (Tabla 4).

Los datos obtenidos en esta primera evaluación indican el potencial de algunos clones para ser considerados como doble propósito, es decir la producción de forraje y la de raíces. En este grupo podemos mencionar: *TIS 390* (Nigeria), *Xushu 18* (China), *Toquecita* (Puerto Rico), *CEMSA 78-354* (Cuba), y *Chin Mi* (China). Estos clones produjeron entre 20 y 40 ton/ha de forraje y además superaron las 25 ton/ha en productividad de raíces.

Otra conclusión importante de estas observaciones preliminares está relacionada con el tiempo óptimo de cosecha. Se observa que un período de 4 meses es el tiempo ideal para permitir el máximo desarrollo de las plantas de camote.

Tabla 4. Evaluación de rendimiento de raíces frescas (t/ha) a los 2, 3 y 4 meses después de siembra.

Número CIP	Nombre del Cultivar	Origen	Meses		
			2	3	4
440045	Toquecita	Puerto Rico	0.46	6.81	51.26
440203	Unknown	Papua Nueva Guinea	0.72	2.69	30
440067	TIS 3290	Nigeria	0.8	6.01	27.71
440025	Xushu 18	China	2.1	11.82	27.5
440157	Ningshu 2	China	3.23	14.57	25.84
440166	Sunnana	Tanzania	0.39	3.52	25.84
440260	Chin Mi (Suwon 147)	China	4.67	20.64	25.42
400036	CEMSA 78-354	Cuba	2.69	10.27	25.05
440205	Unknown	China	4.05	10.16	25.01
400004	CEMSA 74-228	Cuba	2.58	18.46	20.42
440181	AVRDC-CN 1448-49	CIP-Perú	4.17	13.9	16.67
400005	CEMSA 78-326	Cuba	2.62	10.72	11.25
187016-1	CAPLINA	CIP-Perú	3.31	4.77	11.25
400001	Morada inta	Argentina	0.36	3.32	10.83
440003	Sumor	Estados Unidos	1.67	5.81	10.83
187018-1	YARADA	Cuba	0.68	4.35	8.13
440036	Luby	Burundi	0.44	1.49	4.17
420017	Lanceolado	Taiwan	1	11.62	2.9

Los resultados obtenidos en la caracterización de las variedades se presentan en las Tablas 5 y 6. Considerando los resultados obtenidos en la cosecha a los 4 meses de edad, se observa que un grupo de 9 variedades presentaron valores importantes de contenido de proteína en las raíces (Tabla 5). Estos clones fueron los más productivos también en relación con raíces por lo que pueden ser materiales importantes para producir harinas de uso en alimentación animal y humana. La variedad *Toquecita*, por ejemplo, produjo casi dos toneladas de proteína en las raíces en un período de 4 meses (Tabla 6).

En relación con la proteína producida a partir del follaje, se observa que las variedades *Toquecita* (Puerto Rico), *CEMSA 74-228* (Cuba) y *Sunnana* (Tanzania) fueron las más productivas con rendimientos cercanos a las 8 toneladas de proteína por ha en un período de 4 meses (Tabla 6)

Estas variedades pueden tener un uso muy importante como materias primas en programas de alimentación animal, ayudando a disminuir la dependencia de fuentes de proteína de origen animal.

Tabla 5. Porcentaje de proteína cruda (%).

Número CIP	Nombre cultivar	Meses					
		2		3		4	
		Raíces	Follaje	Raíces	Follaje	Raíces	Follaje
400004	CEMSA 74-228	5.47	14.54	4.19	17.25	4.18	20.53
400036	CEMSA 78-354	5.14	10.29	3.31	9.94	3.68	14.96
440025	Xushu 18	4.15	24.89	3.56	14.12	4.78	14.08
440045	Toquecita	4.09	12.51	2.62	11.25	3.56	14.21
440067	TIS 3290	3.35	22.70	3.18	14.37	3.86	22.04
440157	Ningshu 2	4.51	11.94	2.87	10.12	3.01	11.11
440166	Sunnana	3.45	11.50	2.69	10.12	3.02	13.34
440205	Unknown	3.71	9.01	2.87	10.62	2.73	9.23
440260	Chin Mi (Suwon 147)	3.16	14.94	4.81	15.12	5.36	17.44
<b>Promedio</b>		<b>4.11</b>	<b>14.70</b>	<b>3.34</b>	<b>12.55</b>	<b>3.80</b>	<b>15.22</b>

Tabla 6. rendimientos de proteína en raíces y follaje de camote a los 4 meses de edad.

Número CIP	Nombre cultivar	Proteína en raíces (%)	4 Meses				
			Rendim. materia seca raíces (t/ha)	Rendim. proteína raíces (t/ha)	Proteína en follaje (%)	Rendim. materia seca follaje (t/ha)	Rendim. proteína follaje (t/ha)
440045	Toquecita	3.56	17.7	0.63	14.21	7.6	1.08
440067	TIS 3290	3.86	9.2	0.36	22.04	8.7	1.9
440260	Chin Mi	5.36	8.1	0.43	17.44	4.8	0.84
400004	Cemsa 74-228	4.18	6.4	0.27	20.53	10.3	2.11
440025	Xushu 18	4.78	10.6	0.5	14.08	7.4	1.04
400036	Cemsa 78-354	3.68	8.1	0.30	14.96	7.6	1.14
440166	Sunnana	3.02	10.1	0.3	13.34	13.3	1.7
440157	Ningshu	3.01	8.6	0.26	11.11	2.2	0.24
440205	Unknown	2.73	10.1	0.28	9.23	3.9	0.36
<b>Promedio</b>		<b>3.8</b>	<b>9.9</b>	<b>0.37</b>	<b>15.22</b>	<b>7.3</b>	<b>1.19</b>

El otro parámetro analizado fue el contenido de materia seca. Los datos obtenidos indican que la variedad Toquecita (Puerto Rico) fue la más productiva con un rendimiento de casi 12 toneladas de materia seca por ha en un período de 4 meses. Este nivel de rendimiento es de gran importancia en programas de alimentación animal, ya que la harina de camote, producida en estos niveles, en tan corto lapso de tiempo, podría significar una economía de escala muy atractiva. Otras variedades con niveles adecuados de rendimiento fueron la Tis 3290 (Nigeria), Sunnana (Tanzania), Xushu 18 (China) y la CEMSA 78-354 de Cuba. El promedio de las 9 mejores variedades fue de 6.27 ton/ha. (Tabla 8).

Tabla 7. Porcentaje de materia seca (%).

Número CIP	Nombre cultivar	Meses					
		2		3		4	
		Raíces	Follaje	Raíces	Follaje	Raíces	Follaje
400004	CEMSA 74-228	16.08	20.9	25.7	15.4	31.3	24.3
400036	CEMSA 78-354	21.9	21.2	25.1	13.8	32.2	23.0
440025	Xushu 18	23.5	23.6	26.3	14.6	38.7	21.3
440045	Toquecita	20.8	27.3	26.7	16.7	34.5	22.1
440067	TIS 3290	22.3	29.2	24.1	21.2	33.2	23.3
440157	Ningshu 2	19.9	24.9	24.2	14.2	33.5	20.9
440166	Sunnana from Tanzani	24.1	27.6	28.8	18.7	39.2	23.3
440205	Unknown	25.2	24.5	29.3	16.3	40.4	26.2
440260	Chin Mi (Suwon 147)	23.5	23.5	24.9	15.0	31.9	20.8
<b>Promedio</b>		<b>22.0</b>	<b>24.7</b>	<b>26.1</b>	<b>16.2</b>	<b>35.0</b>	<b>22.8</b>

Tabla 8. Rendimientos de materia seca en raíces y follaje de camote a los 4 meses de edad.

Número CIP	Nombre cultivar	Materia seca en raíces (%)	4 Meses				
			Rendim. raíces frescas (t/ha)	Rendim. materia seca raíces (t/ha)	Materia seca en follaje (%)	Rendim. follaje fresco (t/ha)	Rendim. materia seca en follaje (t/ha)
440045	Toquecita	34.5	51.3	17.7	22.1	34.2	7.6
440067	TIS 3290	33.2	27.7	9.2	23.3	37.3	8.7
440260	Chin Mi	31.9	25.4	8.1	20.8	23.3	4.8
400004	Cemsa 74-228	31.3	20.4	6.4	24.3	42.5	10.3
440025	Xushu 18	38.7	27.5	10.6	21.3	34.8	7.4
400036	Cemsa 78-354	32.2	25.1	8.1	23.0	32.9	7.6
440166	Sunnana	39.2	25.8	10.1	23.3	56.9	13.3
440157	Ningshu	33.5	25.8	8.6	20.9	10.4	2.2
440205	Unknown	40.5	25.0	10.1	26.2	15.0	3.9
<b>Promedio</b>		<b>35.0</b>	<b>28.2</b>	<b>9.9</b>	<b>22.8</b>	<b>31.9</b>	<b>7.3</b>

### *Actividades futuras*

A partir del material de siembra obtenido en la primera cosecha, se realizó una segunda siembra con todos los materiales, en escala comercial. Esta segunda siembra se evaluará con 4 meses de edad para verificar y comparar la consistencia de los resultados preliminares. Adicionalmente, el cultivo de yuca sembrado en asocio con camote en el primer ciclo será cosechado con 10 meses para verificar la incidencia del asocio con camote en los rendimientos de la yuca. Si este efecto no es muy grande, entonces se tendrá la posibilidad de tener un sistema de producción intensiva de energía y proteína muy eficiente, a través de una cosecha de yuca y dos de camote en el mismo ciclo agrícola (1 año). Esta es la principal, hipótesis que se está validando en este trabajo. Se

pretende iniciar, asimismo, algunos experimentos de alimentación de aves con las harinas de camote (raíz y follaje) y trabajos de fabricación de pegantes con la harina de raíces.



Figura 5. Panorámica de la asociación Yuca + camote.



Figura 6. Cultivo de camote.



Figura 7. Raíces de camote.



Figura 8. Follaje y raíces de camote.