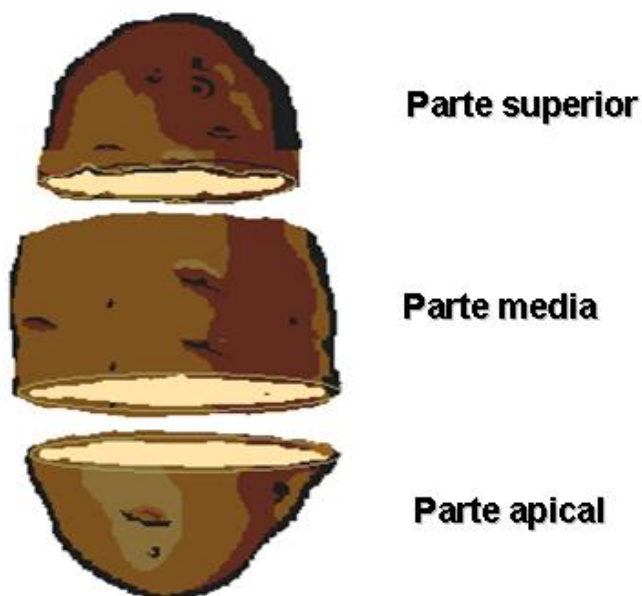




**Producción de raíces y tubérculos.  
Los ñames cultivados en la región atlántica de  
Costa Rica  
(Serie Documentos Técnicos No.5)**



**Humberto A. Leblanc.  
Jorge Arce P.**

## EDITORIAL EARTH

Ricardo Russo, Ph.D.  
Raúl Botero, Ms.C.  
Lic. José Ruperto Arce (Coordinador)  
Teléfono (506) 2 713-0000  
Fax (506) 2713-0184

Leblanc, Humberto A.

Producción de raíces y tubérculos: los ñames cultivados en la región atlántica de Costa Rica / Humberto A. Leblanc, Jorge Arce P. – Guácimo, CR : Universidad EARTH, 2007. 39 p. – (Serie Documentos Técnicos ; no. 5)

ISBN 978-9977-84-006-2

1. HORTALIZAS DE RAIZ. 2. ÑAME. 3. CULTIVO. II. Arce P., Jorge, coautor. III. Título.

635.23  
L445p

*Reservados todos los derechos. Ninguna parte de este documento puede ser reproducida sin permiso del editor.*

**Universidad EARTH**  
**Las Mercedes de Guácimo, Limón, Costa Rica**

## Índice

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>1. ORIGEN Y DISPERSIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>2. CLASIFICACIÓN</b> .....	<b>2</b>
<b>3. DESCRIPCIÓN DE LAS ESPECIES</b> .....	<b>2</b>
<b>4. VALOR NUTRICIONAL</b> .....	<b>9</b>
<b>5. USOS</b> .....	<b>9</b>
<b>6. RENDIMIENTO</b> .....	<b>10</b>
<b>7. CONDICIONES CLIMÁTICAS</b> .....	<b>10</b>
<b>8. PROPAGACIÓN</b> .....	<b>11</b>
<b>9. LATENCIA (REPOSO) DE LOS TUBÉRCULOS</b> .....	<b>12</b>
<b>10. DIVISIÓN DE LOS TUBÉRCULOS PARA LA SIEMBRA</b> .....	<b>13</b>
<b>11. TRATAMIENTO DE LOS TUBÉRCULOS PARA LA SIEMBRA</b> .....	<b>13</b>
<b>12. SELECCIÓN DEL TERRENO</b> .....	<b>14</b>
<b>13. PREPARACIÓN DEL TERRENO</b> .....	<b>16</b>
<b>14. DISTANCIAS DE SIEMBRA</b> .....	<b>17</b>
<b>15. SISTEMAS DE CULTIVO</b> .....	<b>18</b>
<b>16. TUTORES O SOPORTES</b> .....	<b>21</b>
<b>17. FERTILIZACIÓN</b> .....	<b>22</b>
<b>18. CONTROL DE ARVENSES (MALEZAS)</b> .....	<b>24</b>
<b>19. COSECHA</b> .....	<b>24</b>
<b>20. MANEJO POSCOSECHA</b> .....	<b>25</b>
<b>21. PLAGAS</b> .....	<b>27</b>
<b>22. COSTOS DE PRODUCCIÓN</b> .....	<b>32</b>
<b>23. BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>35</b>



## INTRODUCCIÓN

Este libro es el resultado de la experiencia de los autores, en la producción de raíces y tubérculos en la región Atlántica de Costa Rica, así como de sus experiencias en otras zonas productoras del mundo. En la obra también se aborda la literatura existente en la producción de ñames, para hacer una síntesis de la información existente.

El libro va dirigido a estudiantes, profesionales del agro y productores. En él podrán encontrar temas como: botánica, taxonomía, especies cultivadas, clones. Además de aspectos prácticos como preparación de semillas, terrenos y sistemas de cultivo.

Con este trabajo, los autores pretenden aumentar el conocimiento y la difusión de la escasa información que existe sobre la producción de raíces y tubérculos tropicales, específicamente en el cultivo del ñame.

### 1. Origen y dispersión

De acuerdo con León (1987), la familia Dioscoreaceae, a la que pertenecen los ñames, es casi exclusivamente tropical. Acosta (1987), afirma que la familia Dioscoreaceae incluye más de 600 especies tropicales y subtropicales.

Zeven y Zhukovsky (1975), aseguran que las diferentes especies de ñames, tanto cultivadas como silvestres, son originarias de Asia, África y América. Es poco probable que las diferentes especies cultivadas se hayan domesticado en forma simultánea en los tres continentes mencionados.

Los navegantes portugueses se encargaron de llevar el ñame de un lugar a otro entre los continentes asiático, africano y americano (Martin, 1976; Coursey, 1979). Con las evidencias históricas existentes hasta ahora, es difícil precisar con exactitud cronológica cuándo se inició la dispersión de las especies entre los continentes.

## 2. Clasificación

De acuerdo con Bailey y Bailey (1978), Purseglove (1981) y León (1987), los ñames se clasifican así:

Reino:	Plantae
Filo:	Magnoliophyta
Clase:	Liliopsida
Orden:	Dioscoreales
Familia:	Dioscoreaceae
Género:	Dioscorea
Especies:	<i>alata</i> , <i>bulbifera</i> , <i>cayenensis</i> , <i>composita</i> , <i>dumentorum</i> , <i>esculenta</i> , <i>floribunda</i> , <i>hispida</i> , <i>nummularia</i> , <i>pentaphylla</i> , <i>rotundata</i> , <i>trifida</i> .

Además de las especies mencionadas, existen otras especies silvestres y cultivadas poco conocidas y de menor importancia económica.

## 3. Descripción de las especies

### a. *Dioscorea alata* L.

Esta especie es comúnmente conocida con los nombres de ñame, ñame blanco, ñame grande, ñame alado y "water yam" (inglés). Es originaria del sureste de Asia (desde el este de la India hasta Nueva Guinea) (Martin, 1976; Purseglove, 1981; León y Poveda, 2000).

El cultivo de *D. alata*, de Asia se expandió a la costa oriental de África. Posteriormente de África vino a América con el comercio de esclavos. En la actualidad, esta es la especie más difundida en zonas de alta precipitación en América. Cabe destacar que los autores también han observado el cultivo en zonas de baja precipitación (ej. Arco Seco de Panamá).

Esta especie posee un cormo del cual brotan los tallos aéreos, raíces y tubérculos. Los tubérculos constituyen la parte comestible y son los órganos de almacenamiento que le permiten a la planta continuar su crecimiento por un período indefinido. Todas las sustancias de reserva que la planta elabora en el follaje, son almacenadas paulatinamente en el tubérculo. En el momento en que la planta cumple su ciclo de vida, los tallos aéreos se secan y el tubérculo entra en su etapa de latencia, período que puede tardar entre dos y tres meses. Una vez que el período de latencia pasa, del tubérculo emergen yemas que en un futuro se transformarán en cormos, de los cuales brotarán nuevos tubérculos, tallos aéreos y raíces.

El tubérculo del ñame es rico en almidón y agua, principalmente. También contiene un porcentaje importante de fibra y proteína. El tubérculo contiene cristales de oxalato de calcio, además de mucílago. El color de la pulpa varía de blanco a crema, pero algunos cultivares son de color morado, debido a la presencia de antocianinas. En ciertos cultivares de esta especie es normal encontrar tubérculos aéreos en las axilas de las hojas, a los cuales se les da el nombre de bulbillos. Estos órganos tienen la característica de desprenderse fácilmente y poder dar origen a una nueva planta (Montaldo, 1972; Purseglove, 1981; León, 1987).

Los tallos aéreos son trepadores y están provistos de cuatro alas membranosas, en algunos casos estas son remplazadas por espinas. Los tallos enrollan a la derecha y su período de vida puede variar entre 9 y 10 meses (Martin, 1976; León, 1987). Las hojas tienen forma de cordada y su tamaño es variado (Figura 1).



**Figura 1. Forma de las hojas de *D. alata*.**

El ñame es una planta dioica. Esto significa que las flores estaminadas (masculinas) y las flores pistiladas (femeninas) se producen en plantas diferentes, razón por la que la polinización es cruzada. El fruto es una cápsula alada y se abre en tres partes. En cada parte, por lo general, hay una o dos semillas. La semilla solo podría tener importancia para fines de mejoramiento genético, aun así la selección ha sido el método de mejoramiento genético imperante para la especie. En las plantaciones comerciales la “semilla vegetativa”, obtenida de la división de los tubérculos, es la que se utiliza para fines reproductivos (León, 1987).

En Costa Rica se siembra el clon Diamantes 22, que se desarrolló a partir de la línea 6322 de la colección de germoplasma del CATIE. Esta línea es originaria de Filipinas, donde se le conoce como "Kabusah". Dentro de sus características se encuentra su tolerancia a la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporoides*), la forma cilíndrica del tubérculo y su buen sabor. Algunos productores también siembran el clon conocido como habanero, pero regularmente la mayor parte de la finca es sembrada con el clon Diamantes 22.

### **Características distintivas de *Dioscorea alata***

*Dioscorea alata*, presenta varias características que la distinguen de las otras especies de la familia Dioscoreaceae. Las mismas se enumeran a continuación:

- Tallos aéreos, trepadores que enrollan hacia la derecha.
- Tallos aéreos carnosos, con cuatro lados, provistos de alas membranosas.
- Tallos aéreos de color verde, púrpura o rojizo.
- Hojas de tamaño variable, con seis nervaduras principales que salen de la inserción del pecíolo.
- Hojas en forma cordada, simples y opuestas.
- Hojas de color verde o púrpura.
- Tubérculos grandes, lisos, generalmente de forma cilíndrica.
- Pulpa del tubérculo de color blanco o púrpura.
- Ocasionalmente las plantas producen tubérculos aéreos (bulbillos).
- El ciclo del cultivo es de 9 a 10 meses.
- La latencia de los tubérculos es de 2 a 3 meses.
- La planta produce flores en forma esporádica.
- Ocasionalmente en los tallos se presentan espinas.

#### **b. *Dioscorea trifida* L.f.**

Esta especie se conoce con los nombres comunes de: yampí, papa china, ñame morado, ñame papa y "cush-cush" (inglés). Según León y Poveda (2000) esta especie es originaria de América Tropical. Bailey y Bailey (1978); Acosta



(1987), aseguran que su centro de origen está en algunas islas del Caribe y en Venezuela.

Esta especie, al igual que el ñame común (*D. alata*), posee un tallo subterráneo llamado cormo, del cual brotan tallos aéreos, raíces y tubérculos. Los tallos aéreos son trepadores y enrollan a la izquierda (contrario a *D. alata*). Sus hojas tienen una forma digitada con 3 ó 7 segmentos o lóbulos (la característica más distintiva de la especie), en donde el lóbulo central es el más grande (Figura 2).

La planta produce muchos tubérculos (de formas y tamaños muy variados), que son muy apetecidos por su excelente sabor. Tienen cáscara rugosa y en algunos cultivares se observan raicillas. La pulpa es de color variable (blanca, amarillenta y morada). La propagación de la especie comúnmente se realiza utilizando los tubérculos. Esta especie florece más regularmente que las otras dioscoreaceae cultivadas.



**Figura 2. Hoja del yampí (*D. trifida*)**

### **Características distintivas de *D. trifida***

*Dioscorea trifida*, presenta varias características que la distinguen de las otras especies de la familia Dioscoreaceae. Las mismas se enumeran a continuación:

- Tallos trepadores, delgados, con alas membranosas, enrollan hacia la izquierda, carecen de espinas.
- Las hojas son digitadas, opuestas o alternas, con 3 a 7 lóbulos (el lóbulo central es más prominente).

- Las plantas son unisexuales, es decir, las flores masculinas (estaminadas) están separadas de las flores femeninas (pistiladas).
- El fruto es una cápsula con tres lóbulos. En cada lóbulo hay dos semillas pequeñas.
- El tallo subterráneo es de forma irregular, corto, y de ahí salen los tallos aéreos, las raíces y los tubérculos.
- Los tubérculos tienen la superficie rugosa, son de tamaño variable y la pulpa puede ser amarillenta, cremosa o púrpura.
- El ciclo del cultivo es de 9 a 10 meses, al cabo de los cuales la planta muere.



**Figura 3. Flores de *Dioscorea trifida*.**

### **C. *Dioscorea cayenensis* Lam.**

De acuerdo con Acosta (1987) y León (1987), esta especie es originaria de África occidental. Los esclavos africanos la introdujeron y la cultivaron en América hace muchos años. Se le conoce como ñame amarillo y es una especie poco conocida por los agricultores centroamericanos, de ahí que su importancia

económica y agronómica no haya sido relevante hasta ahora. No obstante, es una especie con gran potencial para ser cultivada en el futuro cercano (Figura 3).

Algunos investigadores afirman que *D. cayenensis* dio origen a *D. rotundata* (conocido como ñame negro), pues sus características anatómicas y morfológicas son muy similares. Se cree que la continua selección y propagación de *D. cayenensis* fue la responsable de la variabilidad observable en *D. rotundata* (Martin, 1976; Purseglove, 1981; León 1987; Acosta, 1987;).

Esta especie crece y produce muy bien en las condiciones edafoclimáticas imperantes en el trópico húmedo de Costa Rica.

### **Características distintivas de *D. cayenensis*.**

*Dioscorea cayenensis*, presenta varias características, que la distinguen de las otras especies de la familia Dioscoreaceae. Las mismas se enumeran a continuación:

- Tallos trepadores, cilíndricos, de color verde oscuro, con espinas en la base, enrollan a la derecha.
- Hojas cordadas o triangulares, de colores verde oscuro, brillantes, simples, alternas u opuestas.
- La planta produce por lo general un solo tubérculo, grande, cilíndrico o aplanado, de cáscara rugosa y fuerte. La pulpa es amarillo-claro y de excelente calidad.
- La planta no produce bulbillos aéreos.
- El período de latencia (reposo) de los tubérculos es muy corto (1-1.5 meses).
- El ciclo del cultivo es de 12 a 18 meses.
- Las plantas producen flores de un sólo sexo (unisexuales)
- El fruto es una cápsula y puede contener hasta 6 semillas pequeñas.



**Figura 4. Plantas del ñame amarillo (*D. cayenensis*).**



**Figura 5. Detalles de las hojas de *Dioscorea cayenensis*.**

## 4. Valor nutricional

Los tubérculos de los ñames tienen mucha energía debido a la gran cantidad de carbohidratos que poseen. Además, proveen fibra, proteínas, minerales y son fuente de vitaminas, lo que los convierte en un alimento nutritivo. La composición química de los tubérculos varía de acuerdo con las condiciones edafo-climáticas del lugar donde se producen, así como por las especies y los cultivares. Las prácticas culturales y el manejo poscosecha influyen mucho en la calidad del producto final.

En el Cuadro 1, se presenta la composición química de las tres especies mencionadas en esta publicación.

Cuadro 1. Composición química de tres especies comestibles del género *Dioscorea* (porciones de 100 gramos).

	<i>D. alata</i> <sup>a,b</sup>	<i>D. trifida</i> <sup>c,d</sup>	<i>D. cayenensis</i> <sup>e,f</sup>
• Valor energético (cal)	100.0 <sup>a</sup>	284.0 <sup>d</sup>	387.0 <sup>e</sup>
• Humedad (%)	72.6 <sup>a</sup>	77.0 <sup>c</sup>	67.0 <sup>e</sup>
• Proteína cruda (g)	2.0 <sup>a</sup>	7.40 <sup>c</sup>	6.0 <sup>e</sup>
• Fibra (g)	0.6 <sup>a</sup>	2.01 <sup>c</sup>	3.0 <sup>e</sup>
• Hidratos de Carbono (g)	24.3 <sup>a</sup>	86.93 <sup>c</sup>	80.0 <sup>e</sup>
• Grasa (g)	0.2 <sup>a</sup>	0.29 <sup>c</sup>	< 1 <sup>e</sup>
• Ceniza (g)	0.9 <sup>a</sup>	3.38 <sup>c</sup>	0.98 <sup>f</sup>
• Calcio (mg)	14.0 <sup>a</sup>	8.0 <sup>d</sup>	5.6 <sup>f</sup>
• Fósforo (mg)	43.0 <sup>a</sup>	38.0 <sup>d</sup>	6.0 <sup>f</sup>
• Magnesio (mg)	17.0 <sup>b</sup>	15.0 <sup>d</sup>	11.0 <sup>f</sup>
• Hierro (mg)	1.3 <sup>a</sup>	0.54 <sup>d</sup>	1.8 <sup>f</sup>
• Potasio (mg)	318.0 <sup>b</sup>	350.0 <sup>d</sup>	284.0 <sup>f</sup>

<sup>a</sup>Fuente: INCAP, 1961. Datos en peso fresco.

<sup>b</sup>Fuente: Bradbury *et al.*, 1988.

<sup>c</sup>Fuente: Rincón *et al.*, 2000. Datos en base seca.

<sup>d</sup>Fuente: Coursey, 1983.

<sup>e</sup>Fuente: Egbe y Treche, 1984.

<sup>f</sup>Fuente: Ologhobo, 1985. Estos datos corresponden a *D. rotundata*.

## 5. Usos

En la alimentación humana los ñames se han utilizado para hacer sopas, purés, hojuelas, refrescos, batidos, picadillos y otros. En la alimentación animal,

principalmente de caprinos, vacunos y porcinos, se podrían utilizar como una buena fuente de carbohidratos.

Los tubérculos también podrían ser considerados como fuentes alternativas para la obtención de almidones que pueden llegar a sustituir algunos productos elaborados con maíz, arroz y trigo (Rincón *et al.*, 2000). Otra opción es obtener alcohol carburante que pueda ser empleado para mover motores.

Los residuos de las plantas pueden ser incorporados al suelo para mejorar sus condiciones físicas, químicas y biológicas. Los tubérculos de desecho se pueden emplear también para la elaboración de abonos orgánicos (Leblanc *et al.*, 2005).

En la medicina popular los tubérculos cocidos se han empleado para bajar el nivel de triglicéridos (grasa de la sangre), combatir problemas cardiovasculares y la arteriosclerosis, debido a su alto contenido de potasio (Pamplona, 2003). Algunas especies silvestres se explotan para la producción de diosgenina, sustancia que se emplea en la síntesis de esteroides como progesterona (Martin, 1970).

## 6. Rendimiento

Los rendimientos de las diferentes especies de ñame, varían de acuerdo con el lugar donde se cultivan, el clon cultivado, las condiciones edafo-climáticas y las prácticas culturales. Con un manejo adecuado del cultivo, en la zona atlántica de Costa Rica, se podrían esperar los rendimientos promedios siguientes:

<i>Dioscorea alata</i>	15 a 20 Mg ha <sup>-1</sup>
<i>Dioscorea trifida</i>	8 a 12 Mg ha <sup>-1</sup>
<i>Dioscorea cayenensis</i>	8 a 12 Mg ha <sup>-1</sup>

No todos los tubérculos cosechados califican para ser comercializados, de tal manera que se debe hacer una clasificación cuidadosa de los mismos. Únicamente los clasificados en las categorías de “primera” y “segunda” sirven para la comercialización. Los clasificados como tercera se descartan para la venta y para usarlos como semilla vegetativa, pudiendo utilizarse en la alimentación animal y en la elaboración de abonos orgánicos (Leblanc *et al.*, 2005).

## 7. Condiciones climáticas.

Los ñames se adaptan bien a lugares con una altitud de 20 a 500 msnm y una precipitación anual de 1500 a 4000 mm. Las lluvias deben distribuirse uniformemente durante el año, o al menos 8 meses del año; las necesidades



hídricas de la planta son de 1500 mm durante su ciclo de cultivo. El ñame desde el punto de vista de su adaptación tolera periodos de sequía, pero esto se ve reflejado en un rendimiento menor.

La temperatura promedio anual mínima es de 20°C, la temperatura promedio anual ideal es de 25°C, pero temperaturas de 30 °C o superiores son buenas para el cultivo. Esta planta es afectada por el fotoperíodo, días de más de 12 horas favorecen la formación de tallos; la formación adecuada de tubérculos sólo ocurre en zonas con días cortos.

## **8. Propagación**

### **a. Semillas**

En los ñames cultivados la propagación por semillas (sexual) no tiene mayor trascendencia, pues solo *D. trifida* florece y produce semillas regularmente; *D. cayenensis* sólo produce flores masculinas, y *D. alata* florece pero no en las condiciones del caribe de Costa Rica. La semilla de *D. alata* sólo podría tener importancia para fines de mejoramiento genético, aun así la selección ha sido el método de mejoramiento genético imperante para esta especie. Estas características hacen que la propagación por semilla no sea de importancia económica (Sadik y Okereke, 1975). Esta dificultad de producir semillas ha reducido considerablemente la posibilidad de incrementar la variabilidad genética de los ñames, razón por la cual los cultivares existentes son bastante homogéneos, y por tanto, susceptibles al ataque de las plagas.

Investigaciones realizadas por Sadik y Okereke (1975), revelaron que las plantas de la familia Dioscoreaceae, reproducidas por semilla sexual muestran una gran variabilidad en relación con la forma de la planta, el tamaño y el color de las hojas, el color y la forma del tallo, el tamaño y la forma del tubérculo.

### **b. Tubérculos**

La forma más común de propagación de los ñames cultivados es mediante la utilización de tubérculos (propagación asexual), asegurándose así una plantación homogénea y un producto final de buena calidad. Para que los tubérculos puedan ser utilizados para ese fin, deben reunir los siguientes requisitos:

- Proceder de plantas sanas y vigorosas, previamente seleccionadas en el campo.
- Deben estar libres del ataque de plagas.
- Deben haber superado el período de latencia (reposo).

- Deben estar libres de golpes, rajaduras, magulladuras y no haber sido expuestos al sol.

## 9. Latencia (reposo) de los tubérculos

### a. *Dioscorea alata*

Los tubérculos de esta especie entran en un período de latencia de 2 a 3 meses después de la muerte de la planta. Por esa razón, no se deben utilizar tubérculos recién cosechados para la propagación. Es estrictamente necesario esperar que la latencia se rompa para proceder a seccionar el tubérculo y utilizarlo para la propagación.

Campbell *et al.* (1962), Cibes y Adsuar (1966) y el IITA (1975), estudiaron algunas sustancias químicas para acortar el período de latencia de *D. alata*, encontrando lo siguiente:

- Las aplicaciones consecutivas de cloroetanol y thiourea adelantan la brotación de los tubérculos hasta por tres meses.
- La aplicación de etileno provoca la brotación temprana (45 días) de los tubérculos.
- La aplicación de ácido naftalenacético (ANA) acelera la brotación de las yemas del tubérculo.

*Dioscorea alata* también presenta dominancia apical. Una vez que el tubérculo ha roto la latencia, las primeras yemas que brotan lo hacen en la parte superior llamada popularmente “cabeza”. En estas yemas se producen unas sustancias químicas llamadas auxinas, las cuales migran a través del tubérculo, reprimiendo la salida de nuevos brotes (yemas) (Figura 4).

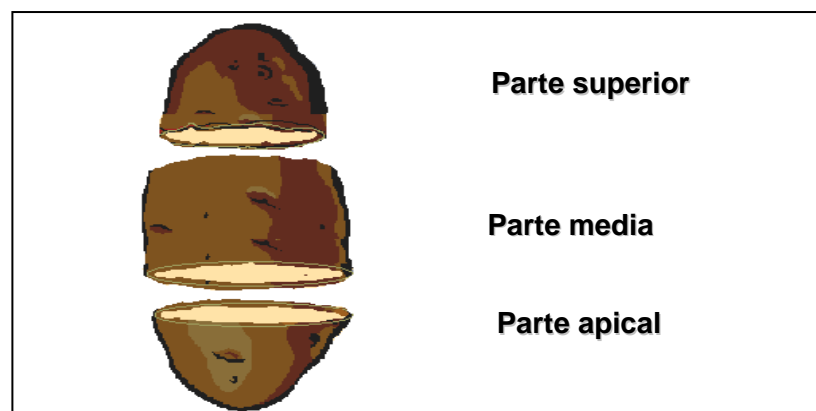


Figura 6. Secciones del tubérculo de ñame.



El efecto de las auxinas se manifiesta en la germinación de los tubérculos en el campo. Así, la “cabeza” germina primero, la parte central llamada popularmente “cuerpo” germina tiempo después, en tanto que la parte inferior llamada popularmente “cola”, germina de último. El lector podrá deducir la importancia de no mezclar las “cabezas” con los “cuerpos” y las “colas”, permitiendo que cada sección se siembre por separado. De esa manera se facilitará la planificación de los trabajos en el campo. En la Figura 5, se ilustra la forma correcta de realizar la siembra en el campo de las diferentes secciones del tubérculo del ñame.

#### **b. *Dioscorea trifida***

Esta especie produce numerosos tubérculos que tienen un periodo de latencia de aproximadamente 1 mes. Como los tubérculos son pequeños, no es necesario seccionarlos, pues se pueden sembrar enteros. En este caso los tubérculos se pueden mezclar y sembrar en el campo en un sólo lote.

#### **c. *Dioscorea cayenensis***

El periodo de latencia es de aproximadamente 1 a 1.5 meses. Como el tubérculo producido es grande, es necesario seccionarlo para llevar a cabo la propagación. El seccionamiento de los tubérculos, así como el procedimiento para la siembra en el campo, son similares a los descritos para *D. alata*.

### **10. División de los tubérculos para la siembra**

Los tubérculos grandes deben ser partidos en secciones que oscilan entre 150 y 250 g. De acuerdo con la experiencia de los autores, este peso es adecuado para obtener plantas vigorosas y productivas. Cada sección del tubérculo es considerada una “semilla” (semilla vegetativa), pues va a producir una nueva planta con características genéticas iguales a sus progenitoras.

Los tubérculos con pesos inferiores a los mencionados, ya sean seccionados o enteros, no son recomendables para la propagación, pues son poco vigorosos y producen plantas débiles.

### **11. Tratamiento de los tubérculos para la siembra**

Una vez que el tubérculo (grande) ha sido cortado en pedazos (semillas) estos quedan expuestos al ambiente, lo que puede facilitar el ataque de algunas plagas. Es necesario colocar estas semillas en un lugar bajo techo, seco, limpio y bien ventilado, a fin de permitir una adecuada cicatrización de los tejidos expuestos.

Con el propósito de realizar la desinfección de las semillas, se puede utilizar uno de los siguientes tratamientos:

- a. Las semillas se colocan dentro de un saco o malla, luego se sumerge el saco en una solución con algún fungicida como: Benlate (Benomyl), Dacomil (clorotalonil) o Vitavax (Carboxin) por un período de aproximadamente 10 minutos. La semilla se seca a la sombra por 3 a 4 días.
- b. La semilla se coloca sobre el piso limpio y seco de una galera, teniendo el cuidado de que los cortes queden hacia arriba para facilitar el secado. Posteriormente, y con la ayuda de una bomba de espalda, se asperjan todas las semillas con una mezcla de productos químicos como Benlate, Vitavax o la aplicación de Buzan 30 (TCMTB). Una vez que la semilla ha sido tratada, se deja secar en el mismo sitio por un período de 3 a 4 días, al cabo de los cuales la semilla deberá trasladarse al campo para su respectiva siembra.
- c. En el campo se abre una zanja de 10 cm de profundidad, sobre los lomillos y se coloca la semilla dentro de ellos. Inmediatamente se procede a asperjar los tubérculos cortados con productos químicos como los recomendados anteriormente. A los 2 ó 3 días se procede a tapar la semilla colocando suelo encima de ella. Este método solo debe ser usado cuando el productor no cuente con ninguna facilidad para tratar la semilla bajo techo.
- d. La semilla se sumerge en agua a 50 °C por un período aproximado de 10 minutos al término de los cuales se saca, se extiende sobre una superficie limpia y seca y se deja cicatrizar (3 a 4 días). Luego se lleva al campo y se siembra. Este es un método ideal para agricultura orgánica.
- e. En caso de que existan problemas con nematodos, se puede sumergir la semilla en agua caliente (51 °C) más Vidate (oxamil) por un período de 10 minutos.

## **12. Selección del terreno**

Para la producción de ñames de buena calidad se deben seleccionar terrenos que presenten las características siguientes:

### **a. Buen drenaje natural.**

En caso de que el terreno no cuente con buen drenaje natural, se deberán realizar las obras de infraestructura necesarias para mejorar esa condición. Así,

los drenajes confeccionados ayudarán a drenar el exceso de agua y a mantener el suelo con la humedad adecuada para el normal crecimiento del cultivo.

**b. Buena fertilidad natural.**

Es preferible la selección de aquellos suelos que presentan buena fertilidad natural, pues de esa manera se logra bajar considerablemente los costos de producción. Si esta condición no se presentara, habrá que mejorar la fertilidad con la adición de abonos químicos u orgánicos.

**c. Suelos livianos.**

Los suelos preferidos para el cultivo de los ñames son aquellos con texturas francas, franco-arenosas, franco-limosas y franco-arcillosas. Los suelos arenosos y los arcillosos no son recomendables, pues en el primer caso la retención de humedad y su fertilidad natural son muy bajas, en tanto que en el segundo caso la retención de humedad es muy alta, perjudicando el desarrollo del tubérculo.

**d. Buena profundidad del suelo.**

Se prefieren los suelos con buena profundidad que no formen capas impermeables y no favorezcan el encharcamiento del agua. De esa manera el tubérculo podrá crecer sano, libre de pudriciones.

**e. Escasa pedregosidad.**

La presencia de piedras en el terreno es un factor negativo en la producción de ñames, especialmente cuando estas son grandes y abundantes. Además de provocar deformaciones en los tubérculos, las piedras dificultan las prácticas culturales y la cosecha.

**f. Fácil acceso.**

La ubicación del terreno es fundamental para poder ingresar y salir cuando sea necesario. Las vías de comunicación deben mantenerse en buen estado para permitir el libre tránsito de las personas, de la maquinaria y del equipo. De esa manera se asegura un buen manejo poscosecha y la preservación de la calidad de los tubérculos.

**g. Terreno plano.**

Se prefieren terrenos con pendientes inferiores a 5% (clases I y II). En terrenos con pendientes mayores a la indicada es preciso realizar prácticas de conservación de suelos para minimizar los problemas de erosión hídrica y eólica que se pudieran presentar. El ñame es exigente en cuanto a suelos. Se deben evitar los suelos ácidos con pH menores de 5.5 y alto contenido de aluminio,

pues producen toxicidad en la planta y reducen el rendimiento. Norman *et al.*, (1984), reportan que el ñame extrae 107 kg por hectárea de N, 14 kg por hectárea de P, 135 de kg por hectárea de K, 2 kg por hectárea de Ca y 7 kg por hectárea de Mg.

### **13. Preparación del terreno**

Una buena preparación del terreno garantiza, en buena medida, el éxito de la plantación. Con una adecuada preparación de suelos se logra un buen control de arvenses, se mejora la aireación y se obtiene una mayor soltura para favorecer el desarrollo del tubérculo. El ñame posee un punto de crecimiento en su parte inferior y es en extremo sensible al encontrar capas duras de suelo, lo que se traduce en tubérculos deformados y, por consiguiente, un porcentaje elevado de rechazo.

De ser necesario, el terreno debe prepararse siguiendo las recomendaciones que se mencionan a continuación:

#### **a. Arada**

Se realiza con el propósito de romper el terreno y de exponer a algunos organismos del suelo a la acción de los rayos solares y de los depredadores naturales. De esa manera se podrán controlar algunos organismos (semillas de arvenses, hongos, bacterias, insectos y otros) que eventualmente podrían perjudicar el desarrollo de las plantas. Con esta acción se pretende también reducir la compactación del suelo y facilitar el crecimiento del tubérculo.

#### **b. Rastreada**

Con esta labor, se contribuye a desmenuzar el suelo para dejarlo suelto y fácil de trabajar. Esta labor permite, entre otras cosas, un mayor crecimiento de las raíces y de los tubérculos de las plantas así como una mejor infiltración del agua. En ocasiones es necesario realizar dos pases de rastra para lograr el objetivo que se persigue. No es conveniente ni necesario dejar el suelo muy suelto, pues se puede favorecer la erosión.

#### **c. Alomillada**

En el trópico húmedo la labor de confeccionar lomillos para la siembra es de suma importancia, pues ellos contribuyen a drenar el exceso de agua de los suelos, mejorar la aeración y facilitar el crecimiento de los tubérculos. Además, facilitan el paso de los trabajadores y la ejecución de las labores culturales.

Los lomillos deben ser altos (30 cm o más) y en ocasiones anchos para facilitar la siembra en tres bolillos. En suelos profundos y con excelente drenaje natural se puede prescindir de esta labor.

## **14. Distancias de siembra**

Las distancias de siembra, pueden variar según los objetivos del productor. Si se desea producir tubérculos grandes, se recomienda aumentar el espacio entre plantas así como el peso de la semilla. Si, por el contrario, se desea producir tubérculos pequeños, se debe disminuir el distanciamiento entre plantas y disminuir el peso de las semillas.

Rodríguez (1997), encontró en el Caribe de Costa Rica que la máxima producción de tubérculos se da con 5.7 Mg ha<sup>-1</sup> de semilla a una densidad de 88,300 plantas ha<sup>-1</sup>. Pero el mayor rendimiento de tubérculos exportables se dio con 5.1 Mg ha<sup>-1</sup> de semilla a una densidad de 22,500 plantas ha<sup>-1</sup>. El mayor número de tubérculos se produjo con 5.6 Mg ha<sup>-1</sup> de semilla y con una densidad de 38,345 plantas ha<sup>-1</sup>.

Para una plantación comercial se recomiendan los distanciamientos siguientes:

- a. 1.20 m entre hileras y 0.25 a 0.30 m entre plantas.
- b. 1.50 m entre hileras y 0.25 a 0.30 m entre plantas.

### **a. Cálculo de la semilla para sembrar 1 hectárea**

Para calcular la cantidad de semilla necesaria para sembrar una hectárea se deben tener bien claros los distanciamientos de siembra que se utilizarán. Así, por ejemplo, si se quiere sembrar una hectárea de ñame a 1.20 m entre hileras y 0.30 m entre plantas, con un peso de semilla de 150 g (0.15 kg), aproximadamente, la cantidad de kilogramos requerida se calcula de la manera siguiente:

**Paso 1:** calcular la cantidad de semillas por hectárea.

$$\text{Semillas..ha}^{-1} = \frac{10,000m^2}{(\text{dis tan cia..entre..hileras..X..dis tan cia..entre..plantas})}$$

**O sea:**  $\text{Semillas..ha}^{-1} = \frac{10,000m^2}{(1.20m..X..0.30m)} = 27,777..semillas..ha^{-1}$

**Paso 2:** calcular el peso total de las semillas por hectárea.

$$\text{Peso..de..la..semilla..ha}^{-1} = \text{semillas..ha}^{-1} ..X.. \text{peso..de..cada..semilla}$$

**O sea:**  $\text{Peso..de..la..semilla..ha}^{-1} = 27,777..semillas..X..0.15..kg = 4,167..kg..ha^{-1}$

### a. Épocas de siembra

Algunos agricultores de la región Caribe de Costa Rica afirman que los mejores meses para la siembra de los ñames son septiembre y octubre, pues los rendimientos obtenidos son altos y la calidad de los tubérculos es muy buena. No obstante, y por razones de comercialización de los tubérculos en el mercado internacional, la demanda es constante, razón que obliga a los productores a sembrar en cualquier mes del año. Así, si se planifica la siembra se puede cosechar ñame durante todo el año y ofrecerlo a los compradores cuando ellos lo requieran.

## 15. Sistemas de cultivo

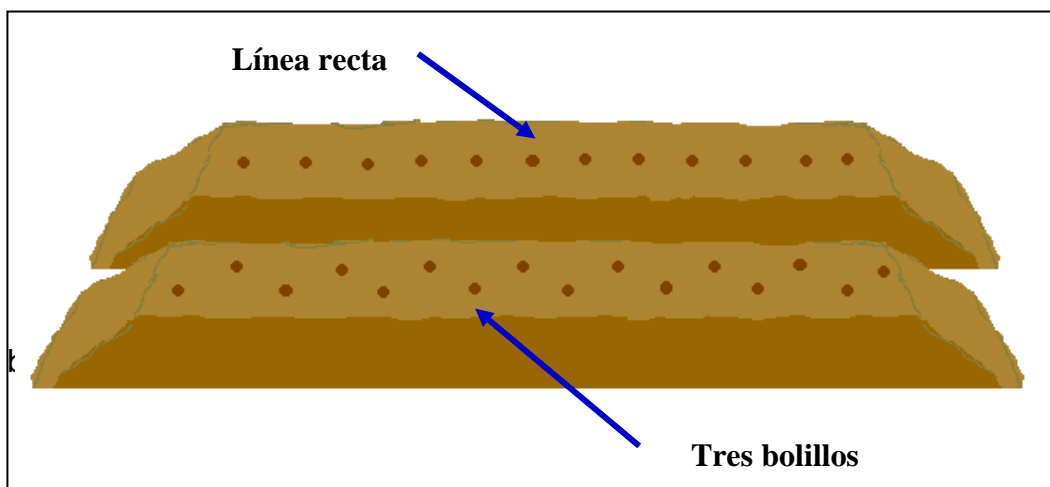
Existen diferentes sistemas de cultivo que pueden variar de un lugar a otro. Los agricultores introducen con frecuencia variaciones en los métodos de producción, de tal manera que no se puede hablar de un sistema estandarizado.

### a. Monocultivo

Este sistema es muy utilizado tanto por pequeños como por grandes productores. Su popularidad obedece a la facilidad en el manejo del cultivo, pues permite poner en el calendario todas las prácticas culturales. Su principal desventaja radica en la dependencia extrema del subsidio energético (agroquímicos) que tiene que ingresar al sistema, razón por la cual la sostenibilidad se ve afectada.

En este sistema, básicamente lo que se hace es una preparación de suelos, tal y como se describe en el punto 13, para luego sembrar el ñame como único cultivo.

En el monocultivo se trabaja con dos métodos de siembra, a saber: línea recta y “tres bolillos”. En el sistema de línea recta la distancia entre lomillos es de 1.20 a 1.50 m y la distancia entre plantas es de 0.20 a 0.30 m (Figura 6). En la siembra en “tres bolillos” la distancia entre los lomillos oscila entre 1.20 y 1.50 m, la distancia entre plantas cercanas es de 0.30 a 0.35 m, en tanto que la distancia entre las plantas lineales es de 0.40 a 0.45 m. La profundidad de siembra, en todos los casos, oscila entre 0.10 y 0.15 m. En la Figura 7, se observa una plantación en monocultivo.



**Figura 7. Siembra de ñame en línea recta y en tres bolillos.**



**Figura 8. Vista de una plantación de ñame en monocultivo**

## **b. Sistema agroforestal**

Este es un sistema muy interesante por la baja dependencia de insumos externos, lo que lo hace un sistema bastante sostenible. Para establecer este sistema, primero se debe sembrar el componente arbóreo, utilizando especies como *Gliricidia sepium* (madero negro, mata ratón, madre cacao) u otras que fijen nitrógeno, resistan la poda y que sean compatibles con el cultivo.

Jiménez *et al.* (1992) compararon el uso de *Gliricidia sepium* y *Erythrina berteroana* contra el uso de tutores individuales, barbacoa (enramada) y sin tutorear. La finalidad de este experimento fue determinar la factibilidad del uso de tutores vivos. Las especies arbóreas se sembraron a 2.7 m entre hileras y 0.5 m entre plantas; el ñame (Diamantes 22, en ese entonces clon 6322) se sembró a 1.35 m entre hileras y 0.33 m entre plantas.

Los resultados del ensayo fueron los siguientes: los mejores rendimientos se obtuvieron con el soporte individual (36493 kg ha<sup>-1</sup> de tubérculos exportables). El segundo lugar fue para el tratamiento con barbacoa (22731 kg ha<sup>-1</sup> de tubérculos exportables). El tercer puesto fue para el tratamiento de *Gliricidia sepium* (21107 kg ha<sup>-1</sup> de tubérculos exportables). El cuarto lugar fue para el testigo sin soporte (19444 kg ha<sup>-1</sup> de tubérculos exportables). Hay que señalar que el clon utilizado presenta aptitud para el cultivo sin soporte por su tolerancia a la antracnosis, pero no se esperarían resultados similares con clones susceptibles al cultivarse sin tutores. El último puesto fue para el tratamiento con *Erythrina berteroana* (5407 kg ha<sup>-1</sup> de tubérculos exportables), respuesta que puede ser explicada por la sombra que proyecta la copa densa que forma esta especie, la cual no fue superada aun con las podas.

## **c. Orgánico**

El ñame es un cultivo que puede manejarse en forma orgánica. Los autores creen que la demanda por este tubérculo producido en un sistema orgánico aumentará en el futuro. Esto dependerá, en parte, del grado de conciencia que adquieran los consumidores que forman grupos étnicos (latinos, africanos y algunos asiáticos) que consumen ñame en los países desarrollados como los Estados Unidos de América donde van nuestras exportaciones. También existen países de Hispanoamérica con consumo local importante (ej.: Colombia, Republica Dominicana, Panamá, Puerto Rico y Venezuela).

El sistema agroforestal descrito anteriormente podría certificarse como ñame orgánico si cumple con los requisitos para ello. También se podrían utilizar otros sistemas de cultivo. El ñame se podría cultivar orgánicamente si se siguen las siguientes prácticas claves en el manejo agronómico del cultivo (pueden existir otras):



- a. Uso de clones tolerantes a la antracnosis (para evitar el uso de fungicidas).
- b. Tutorio, preferiblemente con árboles que fijen nitrógeno (la idea es mantener poca humedad en la plantación, además incrementar la fertilidad del suelo).
- c. Reciclar los residuos de cosecha para producir abono orgánico (serán aplicados al cultivo).
- d. Controlar malezas (arvenses) manualmente y mantener la cobertura del suelo con los residuos de la poda de los tutores vivos (si se usa este tipo de tutores). El ñame cierra con sus tallos a los cuatro meses, controlando toda la maleza.

## **16. Tutores o soportes**

Los ñames, por ser plantas trepadoras, requieren de tutores o soportes para su crecimiento. Es preciso alejar las plantas del suelo para evitar la incidencia de plagas, principalmente las enfermedades fungosas y bacterianas transmitidas por el salpique del agua.

Algunos agricultores siembran los ñames sin tutores, pero los rendimientos que obtienen son muy bajos (hasta 50% menos). Esto es debido a la menor exposición de las hojas a los rayos solares (menor fotosíntesis) y a la alta humedad en la plantación, lo cual favorece la presencia de enfermedades como la antracnosis. Es probable que en lugares con climas no muy húmedos y con suelos bien drenados la producción sin tutores sea aceptable.

Los tutores más recomendados son los individuales, pues además de facilitar el manejo del cultivo son los que resultan más baratos, que utilizar trípodes o alambre y postes. Estos se pueden colocar desde el mismo día de la siembra hasta que los tallos del ñame hayan emergido, pues de esa manera se facilitará el manejo de la plantación y las plantas no se expondrán a daños mecánicos ni de plagas.

Es necesario estar guiando los tallos hacia los tutores. De esa manera se facilitará el crecimiento vertical de las plantas y se favorecerá la aireación de las mismas. Antes de realizar la operación del guiado de las plantas es preciso saber si la especie con la que se está trabajando enrolla hacia la izquierda o hacia la derecha. Para ello es conveniente consultar la sección 3 de esta publicación.

El tutor individual consiste en sembrar estacas de alguna especie leñosa, previamente probada y seleccionada, a una distancia entre 1.00 y 1.20 m. Las estacas deben quedar firmes, bien enterradas, a fin de que no se caigan cuando las plantas crezcan sobre ellas. Deben sembrarse al pie del lomillo para evitar daños posteriores a los tubérculos. Si no se quiere hacer lomillos en el suelo, los tutores deben alejarse al menos 30 cm del sitio donde se realizó la siembra de la semilla vegetativa. A las distancias recomendadas, se necesitan entre 8,500 a 10,000 tutores por hectárea. Se recomienda que los tutores individuales tengan

una altura aproximada de 1.80 m. Así, si se entierran 0.30 m quedará una altura mínima efectiva de 1.50 m para que las plantas puedan crecer.

En la zona atlántica de Costa Rica el tutor más utilizado es la caña brava (*Gynerium sagittatum*), pudiendo en ocasiones utilizarse hasta en dos ciclos del cultivo. En la Figura 7 se puede observar la colocación correcta de los tutores en una plantación de ñame.



**Figura 9. Tutores individuales en una plantación de ñame.**

## **17. Fertilización**

Los ñames cultivados requieren de un buen programa de fertilización, ya sea orgánico o químico, especialmente durante los primeros 4 meses de desarrollo. Evidentemente, las necesidades de nutrientes dependerán de la fertilidad natural del suelo, razón por la que se recomienda un análisis físico-químico del suelo antes de la siembra. De esa manera se podrá proveer a las plantas los nutrientes que ella necesita para un adecuado crecimiento y una buena producción.

En los suelos de la región atlántica de Costa Rica se ha observado que el Nitrógeno (N) y el Potasio (K) son fundamentales en la producción de este tubérculo. El primer elemento estimula la formación de follaje, lo que le permitirá

a la planta realizar una buena fotosíntesis, en tanto que el segundo tiene influencia directa en la formación y el llenado del tubérculo.

El cultivo es poco exigente al Fósforo (P). No obstante, es conveniente hacer una aplicación tres o cuatro semanas después de la siembra (cuando los tallos hayan emergido), a fin de estimular el desarrollo de las raíces y favorecer la absorción de este nutriente.

En estudios de absorción de nutrientes en la región atlántica de Costa Rica, Bertsch (2003), ha encontrado que la planta de ñame absorbe en mayor cantidad N-P-K. En un periodo de 23 semanas, las plantas de ñame del clon Diamantes 22 (6322) absorben  $123 \text{ kg ha}^{-1}$  de N,  $16 \text{ kg ha}^{-1}$  de P y  $148 \text{ kg ha}^{-1}$  de K. De estos nutrientes, los tubérculos que son la parte que se cosechará y sacará del sistema absorben  $102 \text{ kg ha}^{-1}$  de N,  $12 \text{ kg ha}^{-1}$  de P y  $101 \text{ kg ha}^{-1}$  de K. La diferencia (absorción de hojas y tallos) entre la absorción total y lo absorbido por los tubérculos se incorporará al terreno con los residuos de cosecha.

En general, para la fertilización química de los suelos de la región atlántica de Costa Rica se recomiendan las cantidades siguientes (MAG, 1991):

- a.  $125 \text{ kg ha}^{-1}$  de 10-30-10, tres semanas después de la siembra
- b.  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  de Nutrán o Urea, ocho semanas después de la siembra
- c.  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  de 15-3-31 o 26-0-26, dieciséis semanas después de la siembra

Para un mayor aprovechamiento de los fertilizantes es conveniente “taparlos” o incorporarlos al suelo. No obstante, los agricultores prefieren dejar el fertilizante expuesto en el suelo porque la incorporación resulta lenta y tediosa.

En relación con la fertilización orgánica, es necesario agregar e incorporar el abono al menos dos meses antes de la siembra. De esa manera se incrementará la fertilidad del suelo y se enriquecerá la flora y fauna del mismo. Se pueden utilizar los abonos orgánicos siguientes:

- a. Compost, a razón de  $0.5$  a  $1 \text{ kg m}^{-2}$ .
- b. Lombricompost, a razón de  $0.5$  a  $1 \text{ kg m}^{-2}$ .
- c. Bokashi, a razón de  $0.5$  a  $1 \text{ kg m}^{-2}$ .

A los 30, 60 y 120 días después de la siembra, se recomiendan aplicaciones adicionales de abonos orgánicos alrededor de las plantas, en cantidades que oscilan entre  $0.4$  a  $0.5 \text{ kg}$  por metro cuadrado. Las cantidades agregadas deberán ir disminuyendo con el paso del tiempo hasta lograr una mejora sustancial de la fertilidad del suelo.

Siempre que se agregue abono orgánico es conveniente conocer su relación Carbono:Nitrógeno (C:N). Así, si esa relación es de 20:1 o menor, su calidad es aceptable para usarlo en actividades agrícolas.

Otra forma de mejorar las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo es sembrando plantas que sirvan como abonos verdes. Para ello es necesario, previo a la siembra de los ñames, seleccionar y cultivar las especies deseadas (ejemplo: frijol *Mucuna*), cosecharlas e incorporarlas en el momento oportuno permitiendo que su compostaje se realice en el suelo.

## **18. Control de arvenses (malezas)**

Se ha podido determinar que el período crítico de competencia de las arvenses con el cultivo es de 120 días a partir del momento de la siembra del cultivo. Después de este período la planta produce mucho follaje y sombrea el suelo, razón por la cual hay escaso crecimiento de arvenses (malezas).

Después de transcurrido el período crítico de competencia no es necesario ni conveniente controlar las arvenses, pues las plantas podrían sufrir daños considerables al realizar esta acción. Además, se debe recordar que el tubérculo del ñame crece tanto hacia abajo como hacia arriba del suelo, quedando una parte de éste expuesta a los rayos solares. Si se eliminan las arvenses que están rodeando el tubérculo, este puede sufrir quemaduras que pueden malograrlo.

El control de arvenses se realiza manualmente con la ayuda de machetes, palas, azadones, motoguadañas u otras herramientas apropiadas. Los agricultores prefieren utilizar el control químico, pues hasta ahora ha resultado el método más barato y eficiente. Se pueden utilizar los herbicidas siguientes:

- a. En preemergencia se puede aplicar la mezcla de Gesaprim (atrazina) mezclado con Prowl (pendimetalina) a razón de 2.0 a 3.0 kg ha<sup>-1</sup> del primero y de 2.0 a 2.5 L ha<sup>-1</sup> del segundo.
- b. En postemergencia, una aplicación dirigida a la maleza de Finale (glufosinato de amonio). Se aplican 160 ml del herbicida en 16 L de agua. Se aplica durante el período crítico de competencia, en el momento en que se considere necesario. Las guías deben estar enrolladas en el tutor, para evitar daños a la planta.

## **19. Cosecha**

El mejor indicio de que el cultivo está listo para ser cosechado es cuando hay un amarillento generalizado del follaje. Esto sucede entre los 8 a 9 meses de

edad. Cuando las plantas mueren significa que están listas para ser cosechadas. Antes de proceder con la cosecha, conviene hacer un muestreo de los tubérculos, a fin de comprobar si han alcanzado la madurez requerida. Si en el momento del muestreo el ápice es de color claro, se puede dejar reposando en el suelo un tiempo prudencial (2 a 3 semanas). Si el ápice está oscuro, muy similar al resto del tubérculo, se puede proceder con la cosecha.

Antes de realizar la cosecha se deben quitar los soportes o tutores. La cosecha puede realizarse manual o semi – mecanizada. La cosecha manual es realizada en algunas partes de Latinoamérica por pequeños agricultores, y se utilizan herramientas como la coa o macana, en este caso los tubérculos son extraídos uno por uno, con la consiguiente demora de la cosecha y la gran cantidad de mano de obra requerida. Para los mercados de exportación, no se recomienda la cosecha manual de los tubérculos, pues además de ser una labor lenta y costosa, los daños ocasionados a los tubérculos pueden oscilar entre el 10 y el 12% o más.

La cosecha semi-mecanizada se realiza con un instrumento parecido a un surcador o subsolador que en el ambiente de los productores se le conoce como “pico”. Este instrumento se acopla a los tres puntos del tractor y entra en el surco por un lado para no romper los ñames (por eso es también importante que al momento de la siembra se siembre el ñame en el centro del surco para evitar ser partido por el “pico”). Los ñames van quedando desenterrados y a un lado, donde son recolectados manualmente. Esta labor es relativamente rápida y segura, pues la gran mayoría de los tubérculos (97% o más) no presentan daño alguno. La recolección de los tubérculos se hace manualmente, depositándolos en cajas (no en sacos) y trasladándolos al sitio donde se realizará su limpieza.

Durante la cosecha es importante no exponer al sol los tubérculos; estos se pueden tapar con hojas en el campo y una vez terminada la labor de cosecha del día, deben ser transportados y mantenidos bajo techo. La exposición de los tubérculos al sol produce quema del tubérculo, debido a que la temperatura puede aumentar a lo interno del tubérculo de 40-50 °C (Coursey, 1979). Los síntomas se manifiestan con la aparición de una coloración negra en la cáscara del tubérculo y una coloración amarilla a lo interno de la parte con más exposición al sol. Los tubérculos con daños por el sol presentarán bolsas acuosas que se podrán ver posiblemente durante su traslado al mercado o una vez que estén en la góndola de un supermercado. La quema de sol puede ser detectada en la empacadora antes de realizar el empaque, dejando los tubérculos en la planta empacadora por una semana a la sombra.

## **20. Manejo poscosecha**

### **a. Transporte**

El transporte desde el campo hasta la empacadora debe hacerse con sumo cuidado a fin de evitar golpes, raspaduras y magulladuras a los tubérculos. Para tal efecto, es necesario transportar los tubérculos en cajas plásticas previamente acolchadas con materiales especiales (espuma de uretano) a fin de minimizar los daños. Esta labor nunca deberá realizarse en sacos o a granel, pues los daños a que se exponen los tubérculos pueden ser considerables.

Durante el transporte los tubérculos no deben exponerse ni al sol ni al viento, razón por la cual los vehículos transportadores deberán contar con protección especial (cajones con techo, lonas). La descarga de las cajas en la empacadora deberá realizarse con cuidado, tratando siempre de evitar daños a los tubérculos.

#### b. Lavado

El fin primordial de esta labor es eliminar los residuos de suelo y de materia orgánica que permanecen adheridos a los tubérculos. Existen diferentes formas de lavado, pero todas ellas persiguen el mismo fin.

El lavado de los tubérculos es un requisito indispensable para poder acceder a los mercados de exportación, ya que el suelo puede ser un agente transmisor de plagas (hongos, bacterias, nemátodos, semillas de arvenses y otros). Además los servicios de cuarentena agropecuaria de los países no permiten el ingreso de productos con residuos de suelo.

El agua que se utiliza en el lavado debe ser potable, pues de otra manera los tubérculos pueden contaminarse y ser portadores de enfermedades. En caso de no contar con agua potable, deben realizarse análisis frecuentes para asegurar su calidad y utilización.

#### c. Secado

Con el secado se persigue bajar la humedad externa de los tubérculos y minimizar el ataque de las plagas (principalmente hongos y bacterias) durante el almacenamiento y el transporte hasta su destino final.

El secado se puede hacer con la ayuda de secadoras eléctricas o de cualquier otra fuente de energía disponible. También se realiza al aire libre utilizando ventiladores para acelerar el proceso de secado. Un buen secado del tubérculo garantiza una mayor vida útil del mismo y la preservación de la calidad por más tiempo.

#### d. Empaque y almacenamiento

El empaque debe realizarse en cajas de cartón corrugado. Los tubérculos deben envolverse en papel para protegerlos de la humedad, minimizar la deshidratación y mantener una temperatura adecuada dentro de la caja. Además, la envoltura impide el contacto directo de los tubérculos entre sí y los

protege de los eventuales golpes que puedan sufrir durante el acarreo hasta su destino final.

Como el ñame es un producto perecedero, lo deseable es no almacenar los tubérculos por más de cuatro semanas (si se van a destinar al consumo humano). El almacenamiento debe hacerse en un sitio bajo techo, limpio, seco y con buena recirculación de aire. De esa manera se evitan pudriciones indeseables.

Si los tubérculos almacenados se van a destinar a la propagación, se deberá esperar hasta que estos hayan cumplido con su período de reposo (latencia) para proceder con su siembra.

Aunque el ñame se empaca una vez cosechado, algunos productores, pueden tener el interés de conservarlo por más tiempo, debido a situaciones en los mercados y transporte. Tradicionalmente los ñames han sido almacenados a la sombra, durante el periodo de latencia. Es importante seleccionar los tubérculos y eliminar todos los dañados, de lo contrario puede ocurrir un gran deterioro del producto.

No existe mucha investigación relacionada con la conservación del ñame a largo plazo, pero el tratamiento de los tubérculos con ácido indolacético ( $100 \text{ mg L}^{-1}$ ) ha dado buenos resultados para evitar la pudrición suave del ñame (Mozie, 1968). También hay una forma de preservar el ñame, conocida como curado, esta consiste en mantener los ñames a  $30^{\circ}\text{C}$  y una humedad relativa de 90% por 4 días (lo que reduce las infecciones microbianas), luego se cambia la temperatura a  $16^{\circ}\text{C}$  y 70% de humedad relativa (González y Collado, 1972). Con las condiciones de altas temperaturas y humedad imperantes en el Caribe de Costa Rica, no se realiza la práctica de curado, y se hace el almacenamiento directamente; algunas empresas almacenan ñames a  $16^{\circ}\text{C}$  por 6 meses.

Los ñames son exportados en cajas de 23 kg (hacia Puerto Rico), 18 Kg (hacia Miami). El yampí se empaca en cajas de 10 kg. El contenedor donde se transportarán los ñames debe tener una temperatura de  $16\text{-}21^{\circ}\text{C}$ .

## 21. Plagas

Los ñames cultivados no presentan muchos problemas asociados con las plagas. No obstante, se deben mencionar aquellas que con mayor frecuencia atacan a las plantas. Entre las más comunes están las siguientes:

### a. Antracnosis; cenicilla; tizón.

Este problema es causado por un hongo que en su estado imperfecto se conoce como *Colletotrichum gloeosporioides* y en su estado perfecto como

*Glomerella cingulata*. Ataca las hojas y los tallos jóvenes. Los síntomas son pequeñas manchas de color café, rodeadas de un borde clorótico. Esas manchas se extienden y coalescen (se unen) para formar lesiones más grandes. Los órganos atacados mueren en poco tiempo. Ataques severos en clones susceptibles ocasionan la muerte de las plantas.

La mejor forma de controlar la enfermedad es utilizando prácticas culturales como las siguientes:

- Incorporar al suelo los residuos de las cosechas.
- Utilizar cultivares tolerantes.
- Hacer efectiva la rotación de cultivos.
- Hacer lomillos o camellones para drenar el exceso de agua.
- Colocar los soportes o tutores en el momento oportuno, a fin de reducir la humedad dentro de la plantación.
- Hacer canales de drenaje en el caso de ser necesarios
- Aplicar fungicidas sintéticos solo en casos estrictamente necesarios y con asesoramiento previo de un profesional en agricultura.

La experiencia vivida por algunos agricultores de la zona atlántica de Costa Rica reafirma que el abuso y la incorrecta utilización de los plaguicidas sintéticos para el control de esta enfermedad, contribuye al desarrollo de resistencia por parte del hongo y a una mayor contaminación ambiental.

#### **b. Mancha parda; mancha de la hoja**

Esta enfermedad es causada por el hongo *Cercospora spp*, quien ataca las hojas y produce en ellas manchas pequeñas de color café. Con el correr del tiempo, esas manchas coalescen y forman una lesión mayor.

Se debe tener cuidado de no confundir los síntomas de esta enfermedad con los cambios ocurridos en las hojas senescentes, pues esa confusión podría conducir a errores.

La mejor forma de controlar este patógeno es la siguiente:

- Incorporar al suelo los residuos de las cosechas.
- Rotación de cultivos.
- Utilizar cultivares tolerantes.
- Colocar los soportes o tutores en el momento oportuno.
- Drenar bien el suelo.
- Aplicar fungicidas sintéticos solo en casos estrictamente necesarios y con asesoramiento previo de un profesional en agricultura.



### **c. Mancha de asfalto; mancha de alquitrán**

Esta enfermedad es causada por el hongo *Phyllachora dioscorea*. Ataca las hojas produciendo manchas negras. La actividad fotosintética de la planta se reduce, así como la calidad de los tubérculos producidos. El ataque se incrementa en la época lluviosa.

Para controlar esta enfermedad se recomienda lo siguiente:

- Utilizar cultivares tolerantes.
- Colocar los tutores o soportes en el momento oportuno.
- Practicar la rotación de cultivos.

### **d. Pudrición de la raíz**

Las pudriciones en la raíz pueden ser causadas por hongos de los géneros *Phytophthora*, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Rosellinia* y *Sclerotium*. Todos estos hongos son habitantes de los suelos de los trópicos húmedos. Para su control se recomienda lo siguiente:

- Sembrar en lomillos altos para facilitar el drenaje.
- Eliminar la práctica de aporcar, pues en esta actividad se rompen muchas raíces y se facilita la entrada de esos patógenos.
- Utilizar semilla sana, libre de plagas.
- Fertilizar adecuadamente las plantas en el momento oportuno.
- Rotación de cultivos.

### **e. Pudrición de las hojas**

Esta enfermedad es causada por un hongo que en su estado imperfecto se conoce con el nombre de *Sclerotium rolfsii* y en su estado perfecto como *Corticium rolfsii*. Ataca las hojas produciendo en ellas manchas redondeadas de color púrpura-marrón, gris en el centro y un halo clorótico bien definido. Las manchas pueden llegar a medir hasta 2 cm de diámetro. En el envés de la hoja se desarrollan los esclerocios, estructuras pequeñas de color rojizo-marrón que sirven para la propagación del hongo. Cuando hay mucha humedad es común observar hifas blancas que se extienden por toda la lámina.

Esta enfermedad se observa comúnmente en la época lluviosa, pues en el período seco detiene su crecimiento. Para controlar esta enfermedad se recomienda lo siguiente:

- Usar especies y cultivares resistentes.
- Sembrar en épocas donde la precipitación no sea muy alta.
- Colocar los soportes o tutores en el momento oportuno.

- Sembrar las plantas a una distancia adecuada, a fin de facilitar la aireación de la plantación.
- Sembrar en lomillos altos con el propósito de facilitar el drenaje.
- Sembrar en terrenos con buen drenaje natural.
- Rotación de cultivos.

**NOTA: no se recomienda el uso de fungicidas químicos, pues además de ser peligrosos para el ambiente y para las personas, son ineficientes.**

#### **f. Marchitamiento del ñame**

La marchites de las plantas puede ser causada por varios hongos del género *Fusarium* que atacan el tallo y las raíces. Estos patógenos son muy persistentes en los suelos del trópico húmedo.

Los síntomas que presenta la planta atacada son los siguientes:

- Pérdida de turgencia (salida de agua) de las hojas.
- Pérdida del color verde de las hojas (amarillo-claro)
- Necrosis (muerte) de las hojas y del tallo.

Para controlar este problema se recomienda lo siguiente:

- Arrancar la planta afectada, colocarla dentro de una bolsa plástica y sacarla lejos de la plantación. Quemarla de ser posible. Echar un poco de cal agrícola en el lugar donde estaba creciendo la planta.
- Encalar los suelos con cierta periodicidad
- Utilizar semilla sana, libre de patógenos
- Rotación de cultivos
- Colocar los tutores o soportes oportunamente
- Sembrar en lomillos altos para favorecer el drenaje y el crecimiento de los tubérculos
- No hacer la aporca
- Drenar bien el terreno donde se va a realizar el cultivo

#### **g. Zompopas; hormigas cortadoras**

Estos insectos pertenecen al género *Atta* y atacan las hojas de las plantas destruyéndolas parcial o totalmente. Pueden atacar durante el día o la noche. Frecuentemente localizan sus nidos en el bosque o en terrenos que han sido intervenidos y abandonados. Su control se puede realizar de muy diversas maneras. A continuación se sugieren algunos tratamientos para su control:

- Sembrar plantas de flor de muerto (*Tagetes spp.*) alrededor de la plantación. Esta planta repele las hormigas.
- Colocar hojas de canavalia, frijol de caballo (*Canavalia ensiformis*) en la entrada del nido para que las hormigas las lleven hasta el interior del hormiguero. Esto reduce considerablemente la población de esos insectos.
- Las hojas de la higuera (*Ricinus communis*) maceradas y fermentadas en agua se aplican al hormiguero para ahuyentar las hormigas (efecto repelente).
- Poner a fermentar en agua hojas y cogollos de ajeno (*Artemisia absinthium*). Cuando se haya logrado una buena fermentación, aplicarlo en las entradas del hormiguero. Es un buen repelente contra estos insectos.
- En el comercio se venden productos químicos para controlar las zompopas. Entre ellos están: Blitz, Hormitox, Zompex y Lorsban.

#### **h. Nematodos**

- Nematodo del ñame (*Scutellonema bradys*).

Este nematodo invade el tubérculo a través de las raíces; los síntomas del ataque son rajaduras en la corteza del tubérculo, asociándose con pudriciones secas. El nematodo se disemina en la semilla.

- Pudrición seca; rayado del tubérculo (*Pratylenchus coffeae*).

Este nematodo ataca las raíces y los tubérculos produciendo en ellos rajaduras en la cáscara y pudriciones secas que conducen al deterioro total de los mismos. Se disemina por medio del material de propagación, de ahí que la forma más segura de combatirlo es utilizando semilla certificada, libre de plagas (Coates, 1977).

- Deformación del tubérculo; nematodo de agallas (*Meloidogyne spp*).

Algunas especies del género *Meloidogyne* son las que producen la deformación en los tubérculos. En los tubérculos atacados aparecen agallas de diferentes tamaños que provocan la deformación de los mismos.

En plantas jóvenes se aprecia una clorosis generalizada, pudiendo morir si la incidencia del ataque es alta. Se cree que los nematodos pueden migrar hasta los tejidos vasculares para alimentarse de ellos- Se cree que este nematodo no sobreviven en los tubérculos almacenados (Bridge, 1972; Onwueme, 1978).

La mejor forma de controlar esta plaga es utilizando semilla sana, certificada, libre de la presencia de nematodos.

## Consideraciones generales sobre los nematodos

Con el propósito de mantener un adecuado manejo y control de los nematodos en las plantaciones de ñames cultivados, se sugieren las prácticas culturales siguientes:

- Realizar muestreos sistemáticos con el propósito de conocer las especies presentes así como sus respectivas poblaciones.
- Muestrear las raíces y los tubérculos de las plantas a fin de determinar los niveles de daño.
- Utilizar únicamente semilla certificada, libre de la presencia de nematodos.
- Practicar la rotación de cultivos
- Reproducir vegetativamente (cultivo de meristemos) las diferentes especies de ñames a fin de obtener plantas sanas, libres de la plaga. Luego se trasplantan a terrenos sin nematodos para producir semilla sana, de buena calidad.

## 22. Costos de producción

A continuación se presentan los costos de producción estimados para una hectárea de ñame. Estos cálculos se han realizado tomando en cuenta la especie *Dioscorea alata*, por ser la de mayor importancia en la zona atlántica de Costa Rica. Además, se ha considerado como unidad monetaria el dólar Estadounidense.

### A. Presupuesto general

Cuadro 2. Presupuesto general para la siembra de una hectárea de ñame blanco (*Dioscorea alata*)<sup>1</sup>.

Concepto	Costo US \$
1. Alquiler del terreno	240.00
2. Preparación del terreno	288.00
3. Semilla para la siembra	604.00
4. Mano de obra	790.00
5. Insumos para la siembra	696.60
6. Cosecha (semimecanizada)	164.00
<b>TOTAL</b>	<b>2,782.60</b>

<sup>1</sup> Costos de producción estimados en abril del 2006

## B. Presupuesto detallado

Cuadro 3. Presupuesto detallado para la siembra de una hectárea de ñame blanco (*Dioscorea alata*).

Concepto	Cantidad	Unidad	Valor unitario US\$	Total US \$
1. Alquiler del terreno				
• Alquiler	1	ha	240.00	240.00
<b>Total alquiler del terreno</b>				<b>240.00</b>
2. Preparación del terreno				
• Chapear	2.5	Hora	18.00	45.00
• Arar	3.5	Hora	18.00	63.00
• Rastrear (2 pases)	5.0	Hora	19.00	95.00
• Alomillar (2 pases)	5.0	hora	17.00	85.00
<b>Total preparación del terreno</b>				<b>288.00</b>
3. Semilla para la siembra				
• Semilla	3000	Kg	0.18	540.00
• Transporte				64.00
<b>Total semilla para la siembra</b>				<b>604.00</b>
4. Mano de obra				
▪ Preparación de la semilla	3	Jornales	10.00	30.00
▪ Siembra	6	Jornales	10.00	60.00
▪ Tutores	12	Jornales	10.00	120.00
▪ Control químico arvenses (2 veces)	6	Jornales	10.00	60.00
▪ Control manual arvenses (2 veces)	12	Jornales	10.00	120.00
▪ Fertilización al suelo (3 veces)	6	Jornales	10.00	60.00
▪ Orientación de guías (4 veces)	10	Jornales	10.00	100.00
▪ Aplicación de fungicidas y abonos foliares (3 veces)	6	Jornales	10.00	60.00
▪ Eliminación de tutores	8	Jornales	10.00	80.00
▪ Cosecha	10	Jornales	10.00	100.00
<b>Total mano de obra</b>	79	Jornales	10.00	<b>790.00</b>
5. Insumos para la siembra				
5.1 - Vitavax	1.00	kg	30.00	30.00
- Benlate	1.50	kg	11.00	16.50
- Sistemín	0.50		10.00	5.00
- Multiminerales	1.50		11.00	16.50
- Np-7	1.00		8.00	8.00
- Daconil 50	0.40	L	12.00	5.00
- Dithane M-45	0.40		5.00	2.00
- Cupravit	0.40	kg	5.00	2.00
- Decis	0.50	L	25.00	12.50
<b>Subtotal</b>				<b>97.50</b>
5.2 Control de arvenses				
- Prowl	1.5	L	12.00	18.00
- Fusilade	1.5	L	21.00	31.50
- Gesaprim	1.5	kg	8.00	12.00

- Equipos de protección y aplicación				10.00
<b>Subtotal</b>				<b>71.50</b>
5.3 Fertilización				
- Fertilizante 10-30-10	330	kg	0.30	99.00
- Fertilizante urea	330	kg	0.25	82.50
- Fertilizante 15-3-31	330	kg	0.18	59.40
- Fertilizante 15-15-15	330	kg	0.24	79.20
<b>Subtotal</b>				<b>320.1</b>
5.4 Tutorio				
- Tutores	8,000	Unidad	0.02	160.00
- Transporte				47.50
<b>Subtotal</b>				<b>207.50</b>
<b>Total insumos para la siembra</b>				<b>696.60</b>
6. Cosecha (semi-mecanizada)				
- Alquiler de maquinaria	6	Hora	19.00	114.00
- Transporte tubérculos				50.00
<b>Total cosecha</b>				<b>164.00</b>
<b>Total por hectárea</b>				<b>2,782.60</b>

## 23. BIBLIOGRAFÍA

- ACOSTA, C. *El cultivo del ñame (Dioscorea sp.)* 2a ed. Colombia : Toa, 1987. 79 p.
- BAILEY, LH., BAILEY, EZ. (comps.). *Hortus third : a concise dictionary of plants cultivated in the United States and Canada.* New York : Macmillan, 1978. 1290 p.
- BRADBURY, JH., *et al.* Chemistry and nutritive value of tropical root crops in the South Pacific. *Proceedings of the Nutrition Society of Australia*, 1985. vol.2, p. 185-188.
- BERTSCH, F. *Absorción de nutrientes por los cultivos.* 1ª ed. San José : Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo, 2003. 306 p.
- BRIDGE, J. Nematode problems with yams (*Dioscorea spp*) in Nigeria. *Pans.* 1972. vol. 18, no.1, p. 89-91
- CAMPBELL, JS., *et al.* Some physiological investigations into the white Lisbon yam (*Dioscorea alata*): the breakage of the rest period in tuber by chemical means. *Empire Journal of Experimental Agriculture*, 1962. vol.30, no.118, p. 108-114.
- CIBES, HR., ADSUAR, J. Effects of chlorethanol and thiourea on the germination and relative yield of the yam (*Dioscorea alata L.*). *Journal of the Agriculture of the University of Puerto Rico*, 1966. vol. 50, no. 3, p. 201-208.
- COATES, , PL. Comparison of various treatment for the control of *Pratylenchus coffea* in yam. *Nematropica*, 1977. vol. 7, no. 2, p. 20-26.
- COURSEY, DG. Yams, *Dioscorea spp.* In SIMMOND, N. *Evolution of crop plants.* London : Longman, 1979, p. 70-74.
- COURSEY, DG. Yams. In CHAN, HT. (ed.). *Handbook of tropical foods.* New York : Marcel Dekker, 1983, p. 555-602.

- EGBE, TA; TRECHE, S. Variability in chemical composition of yams grown in Cameroon. In TERRY, ER. *et al.* (eds.) *Tropical root crop: production and uses in Africa*. Douala : IDRC 1984, p. 153-156.
- GONZALEZ, MA., COLLADO, A. Storage of fresh yam (*Dioscorea alata*) under controlled conditions. *Jour. Agric*, 1972. vol. 56, no. 1, p. 46-56.
- IITA(International Institute of Tropical Agriculture) (NG). Yam. *Annual Report, 1974*. Ibadan (NG) : IITA, 1975. p. 134-135.
- INCAP (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá). *Tabla de composición de alimentos para uso en América Latina*. Guatemala : INCAP, 1961. 132 p.
- JIMENEZ, J., et.al. El uso de *Erythrina berteroana* y *Gliricidia sepium* como soportes vivos de ñame alado (*Dioscorea alata* L. cv. 6322). *Chasqui*, 1992, vol. 29, p. 6-11.
- LEBLANC, HA., CERRATO, ME., VÉLEX, LA. Comparación del contenido de nutrientes de bokashis elaborados con desechos de fincas del trópico húmedo de Costa Rica. *Manejo Integrado de Plagas*, 2005, vol. 76, p. 44-50.
- LEON, J. *Botánica de los cultivos tropicales*. 2a. ed. San José : IICA, 1987. 445 p. Colección libros y materiales educativos no.84.
- LEON, J., POVEDA, L. *Nombres comunes de las plantas en Costa Rica*. Editado por Pablo Sánchez-Vindas. San José : Guayacán, 2000. 870 p.
- Costa Rica. Ministerio de Agricultura y Ganadería. *Aspectos técnicos sobre cuarenta y cinco cultivos agrícolas de Costa Rica*. San José : MAG, 1991. 560 p.
- MARTIN, FW. Current status of the sapogenin-bearing yams. In *International Symposium on Tropical Root Crops*, 2a ed. Hawaii : Hawaii University, 1970. p. 99-101.
- MARTIN, FW. Selected yam varieties for the tropics. In *International Symposium Tropical Root Crops*, 4a ed. Cali : CIAT, 1976. p. 44-49.



- MOZIE,O. The use of hormones to suppress soft rot on white yams in storage. *Jour. Sci.*, 1968, vol. 2, no. 1, p.31-34.
- NORMAN, M JT., PEARSON, CJ., SEARLE, PGE. *The Ecology of Tropical Food Crops*. Crambrige : University Press, 1984. 369 p.
- OLOGHOB0, AD. Biochemical assessment of tubers of Nigerian *Dioscorea* species (yams) and yam peels. *Tropical Agriculture*, 1985, vol. 62, p.166-168.
- ONWUEME, IC. *The tropical tuber crops, yams, cassava, sweet potato and cocoyams*. Chichester : John Willey, 1978. 228 p.
- PAMPLONA, JD. *El poder medicinal de los alimentos*. Florida : Apia, 2003. 384 p. Serie Dimensiones de la salud.
- PURSEGLOVE, JW. *Tropical crops, monocotyledons*. London : Longman, 1981. p. 97-117.
- RINCON, AM., et al. *Evaluación del posible uso tecnológico de algunos tubérculos de las dioscoreas: ñame congo (Dioscorea bulbifera) y mapuey (Dioscorea trifida)*. ALAN, 2000, vol.50, no.3, p.286-290.
- RODRIGUEZ, W. *Crop Physiology of the Greater Yam (Dioscorea alata L.)*. Stuttgart (DE) : University Hohenheim, 1997. 151 p.
- SADIK, S., OKEREKE, OV. A review of sexual propagation for yam improvement. In *International symposium on tropical root crops*. 4a ed. Cali : CIAT, 1976. p. 40 - 44.
- ZEVEN, AC., ZHUKOVSKY, PM. *Dictionary of cultivated plants and their centres of diversity: excluding ornamentals, forest trees and lower plants*. Wageningen (NL) : Centre for Agricultural Publishing and Documentation. 1975. 219 p.