

VARIABILIDAD EN LAS POBLACIONES DE TIQUISQUE MORADO (*Xanthosoma violaceum*)
EN RELACION CON EL MATERIAL DE PROPAGACION. I. PESO DEL PROPAGULO
Y PRESENCIA O AUSENCIA DE YEMA TERMINAL¹ /

J. A. SOTO*
J. A. ARZE**

Summary

The first phase of the study focussed on problems of non-uniformity of establishment and yield for this tuber. The following factors were studied in the first phase of research: the weight of the whole propagule (main corms of 2 500 and 750 g, lateral cormels of 325, 150 and 50 g); and presence or absence of the apical bud. Treatments were arranged in a 5 x 2 factorial in a randomized complete block design with three replications.

It was found that rates of emergence and growth, as well as the yield of corms and cormels, increased proportionally with the weight of the propagule and the presence of an apical bud.

When the terminal bud was eliminated from the propagule, the number of corms produced for propagation was increased, but the weight and size per unit was reduced.

When the propagating material was grouped by weight and type, variability in plant growth and yield of corms and cormels was reduced, when compared with common grower practices.

Mindful that propagation consumes a portion of commercial production, it was shown that the highest ratio of dry commercial material to units of propagation was obtained with the smaller cormels of 150 and 50 g.

Introducción

En el trópico húmedo bajo, los cultivos que producen raíces, tubérculos y cormos ofrecen alto potencial de producción alimenticia. Entre ellos, los géneros comestibles de la familia Araceae (*Xanthosoma* y *Colocasia*) presentan posibilidades de difusión en esas áreas.

En las aráceas, la reproducción sexual no se utiliza debido a la escasa frecuencia de floración, dificultad en el transporte del polen a las flores femeninas y esterilidad de las semillas (2, 4); esto ha causado que se propaguen tradicionalmente por medio de material vegetativo con el uso de cormos principales y cormelos laterales (3, 5)

En Costa Rica el agricultor utiliza pedazos de cormo principal de 100 g, seccionados transversal y longitudinalmente respecto al eje del cormo entero, como material de propagación. En estas poblaciones se produce alta variabilidad morfológica que causa un crecimiento y maduración de plantas no uniforme.

Debido a este problema se planificó una investigación con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes pesos de propágulos, su origen en la planta madre, presencia de yema terminal y prebrotación del material de propagación, sobre la uniformidad morfológica en las poblaciones de tiquisque morado.

Para lograr el objetivo propuesto la investigación fue dividida en dos secciones. En esta primera parte se considera el efecto del peso del propágulo y la yema terminal en el material de propagación.

Metodología

La etapa de campo se efectuó en el área experimental "La Montaña" del Centro Agronómico Tropi-

¹ Recibido para publicación el 14 de julio de 1985

* Ingresado del Programa de Estudios de Posgrado UCR-CATIE Turrialba, Costa Rica

** Fisiólogo vegetal Departamento de Producción Vegetal, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Turrialba, Costa Rica

cal de Investigación y Enseñanza, en Turrialba, Costa Rica

Se utilizó la especie *Xanthosoma violaceum*, conocida en Costa Rica como tiquisque morado. El material de propagación fue seleccionado de una finca comercial localizada en el distrito La Rita, cantón de Pococi, Limón.

Los factores evaluados fueron combinados en un factorial 5 x 2, dentro de un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Las variables de respuesta analizadas fueron:

a. Total de plantas emergidas

b. Tasa de emergencia

Se define como la relación entre las plantas emergidas y el tiempo;

$$t e. = \text{plantas emergidas (\%)} / \text{tiempo (días)}$$

Se realizó registros periódicos del número de plantas emergidas en intervalos de ocho días, hasta que no se manifestó incremento respecto al muestreo anterior. El periodo y el porcentaje de emergencia fueron divididos en cuatro unidades iguales;

periodo (días)	+	+	+	+
	1	2	3	4
	4	4	4	4
emergencia (%)	-----			
	25	50	75	100

Se elaboró una escala arbitraria de calificación con cuatro grados:

- 1 **excelente** si en el primer cuarto de tiempo se presenta una emergencia igual o mayor al 75%
- 2 **bueno** si en el primer cuarto de tiempo se presenta una emergencia igual o mayor al 50% , o si en los primeros dos cuartos de tiempo se presenta una emergencia igual o mayor al 75%
- 3 **regular** si en los primeros dos cuartos de tiempo se presenta una emergencia igual o mayor al 50% , o si en los primeros tres cuartos de tiempo se presenta una emergencia igual o mayor al 75%
- 4 **mala** si en los primeros tres cuartos de tiempo se alcanza una emergencia menor de 50% .

c. área foliar

Con base en métodos de medición de área foliar usados en aráceas (1, 6, 8), se desarrolló una forma de evaluación indirecta que permitió no eliminar las hojas de las plantas en cada muestreo. De toda la población de plantas se tomó una muestra de 500 hojas, de manera que estuvieran representadas en ella todos los tamaños, y se midió el área foliar (cm²) con un medidor electrónico portátil (LI3000), y la longitud de la nervadura central (cm) de las mismas. Ambas medidas se asociaron en una ecuación exponencial de la forma $Y = aX^b$, donde Y = área foliar, X = longitud de la nervadura central, a = intercepto X e Y, b = pendiente. El coeficiente de determinación entre el área foliar y la longitud de la nervadura central fue de $R^2 = 0.97$ y la ecuación obtenida $Y = 0.550505 X^{2.2065827}$.

En las plantas seleccionadas se midió periódicamente la longitud de la nervadura central de todas las hojas, iniciando los muestreos a los 60 días de la siembra con intervalos de 30 días hasta la cosecha. El área foliar se estimó con la aplicación de la ecuación obtenida a las mediciones de longitud de la nervadura central de las hojas.

d. rendimiento de cormos y cormelos

1 calidad comercial

A comestible: cormelos de forma alargada, sanos, mayores de 18 cm de longitud y 5 cm de diámetro en el segmento más ancho, y peso de 200-250 g.

B para propagación: incluye los cormos principales que se utilizan como material de propagación en poblaciones futuras.

2 calidad no comercial

Son los cormelos deformados, rajados, con daños fisiológicos o patológicos y los menores de 11 cm de longitud.

Las variables de respuesta, área foliar y rendimiento, fueron evaluados a través de análisis de varianza y pruebas de Duncan (0.05). Para la variable "tasa de emergencia" se aplicó la escala de calificación establecida.

La parcela total constó de 60 plantas, de las cuales 30 correspondieron a la parcela útil. Cada parcela tuvo cinco surcos separados 1.2 m entre sí, y en cada surco se sembró 12 plantas separadas por 0.5 m una de otra.

Resultados y discusión

Total de plantas emergidas

El peso del propágulo y la presencia de yema terminal no afectaron la emergencia de plantas en forma conjunta, aunque si se produjo efecto del peso del propágulo en forma independiente. La emergencia de plantas se incrementó con el aumento del peso del propágulo. La prueba de Duncan (0.05) separó la emergencia de plantas de las cinco categorías de propágulos en tres grupos (Fig. 1).

Sobre la emergencia influye directamente el número y estado fisiológico de las yemas de cormos y cormelos. A mayor tamaño de las mismas existe más área de corteza que permite a la vez la presencia de mayor número y desarrollo más avanzado de las yemas.

Tasa de emergencia

Esta variable descendió desde "excelente" hasta "regular" con la disminución en el peso del propágulo (Fig. 2). Con los propágulos de mayor peso, P_1 y P_2 , se alcanzó mayores porcentajes de emergencia en un periodo más corto. Las demás categorías; L_1 , L_2 , L_3 , produjeron porcentajes de emergencia menores y necesitaron de un periodo más largo en relación a P_1 y P_2 .

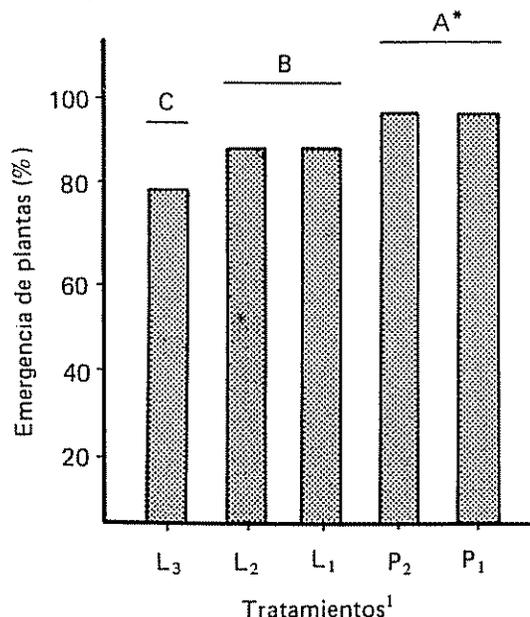


Fig. 1 Total de plantas emergidas de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) respecto al peso del propágulo.

¹ P_1 y P_2 = propágulos de cormo principal de 2500 y 750 g; L_1 , L_2 y L_3 = propágulos de cormelos laterales de 325, 150 y 50 g respectivamente.

* Promedios con igual letra no son significativamente diferentes según la prueba de "F" al 0.05.

La tendencia de comportamiento de las curvas de emergencia es similar para todos los tratamientos. Las diferencias en relación con el tiempo pueden estar motivadas por un mayor desarrollo morfológico y fisiológico de las yemas en los propágulos de mayor peso. También contribuye la mayor cantidad de reservas en los cormos y yemas grandes, que permite la formación de brotes vigorosos desde el inicio del crecimiento.

No se encontró diferencia entre la presencia o ausencia de yema terminal en el propágulo sobre la tasa de emergencia, con excepción en el cormo principal de 2 500 g. Sin embargo, al comparar las curvas de energía de emergencia (Fig. 2), se observa que para todos los pesos de propágulo la presencia de la yema terminal incrementó la velocidad de emergencia, principalmente durante la fase acelerada de la misma, entre los 20 y 50 días.

Area foliar

Las plantas provenientes de cormo principal desarrollaron un área foliar mayor que las de cormelo lateral durante los primeros 230 días después de la siembra (Fig. 3). Con la prueba de Duncan (0.05),

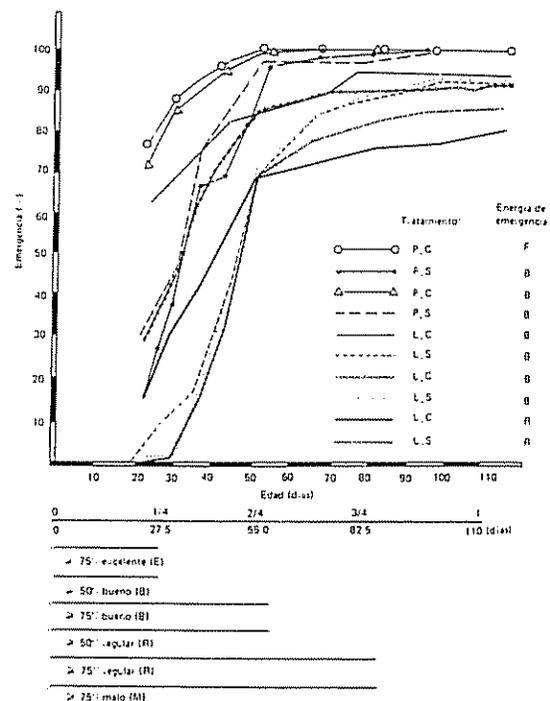


Fig. 2 Tasa de emergencia de los propágulos de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) en relación con el peso y la presencia o ausencia de yema terminal.

¹ P_1 y P_2 = propágulos de cormo principal de 2500 y 750 g; L_1 , L_2 y L_3 = propágulos de cormelos laterales de 325, 150 y 50 g respectivamente; C y S = con y sin yema terminal.

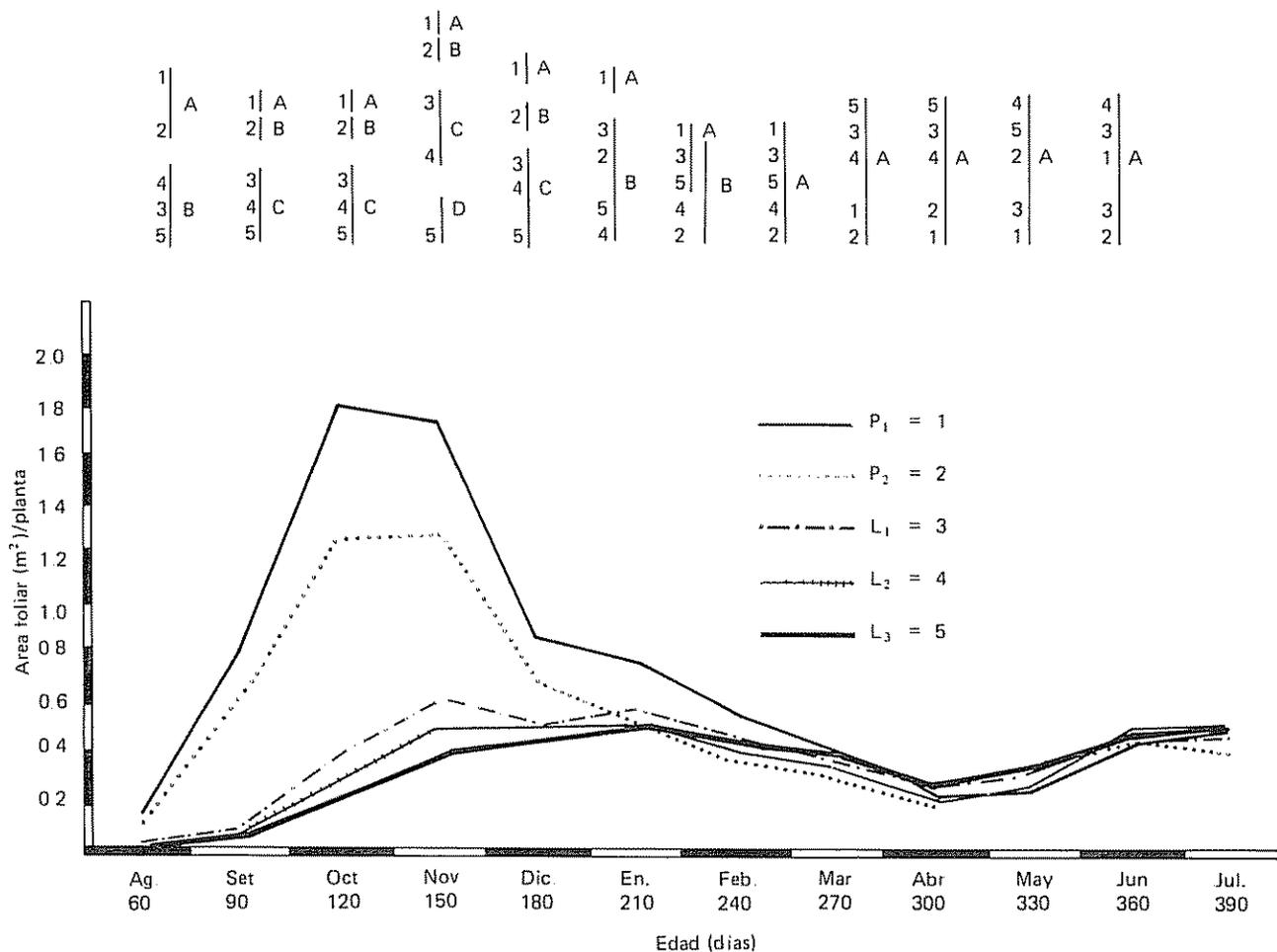


Fig 3 Crecimiento del área foliar de las plantas de tiquisque morado (*Xanthosoma violaceum*) durante el ciclo de desarrollo en relación con el peso del propágulo
 1 P₁ y P₂ = propáguos de corno principal de 2500 y 750 g; L₁, L₂ y L₃ = propáguos de cormelos laterales de 325, 150 y 50 g respectivamente
 * Promedios con igual letra nos on significativamente diferentes según la prueba de "F" al 0.05

se diferenció tres periodos en el desarrollo del área foliar. El primero es durante 180 días y existen tres agrupaciones: a) para el peso P₁, b) para P₂, y c) para L₁, L₂ y L₃. El segundo es hasta el día 230, el área foliar del peso P₂ es igualado por L₁, L₂ y L₃. Durante el tercero, las plantas de todos los tratamientos presentan un área foliar semejante.

La presencia de yema terminal en el propágulo produjo plantas con un área foliar mayor respecto a las de propágulo sin yema terminal, únicamente durante los primeros 60 días. La diferencia de producción de follaje fue de 0.2 m²/planta y resultó significativa (0.05) de acuerdo con la prueba de "F". Este resultado coincide con una investigación

preliminar en invernadero (7) y refuerza la idea de que al eliminar la yema terminal se produce un retraso en la emergencia y en el crecimiento inicial del follaje de las plantas, el cual posteriormente es compensado por el crecimiento foliar de un número mayor de brotes, producto de la inexistencia de dominancia apical.

Rendimiento de cormos y cormelos

El peso del propágulo y la presencia o ausencia de yema terminal no afectaron en forma conjunta el rendimiento total de cormos y cormelos; sin embargo, se produjo un efecto independiente de cada uno de esos factores.

Cuadro 1. Descripción de los factores y categorías evaluados.

Factor	Categoría	Características
1- Peso del propágulo	P ₁	Corno principal de 2 500 g
	P ₂	Corno principal de 750 g
	L ₁	Cormelo lateral de 325 g
	L ₂	Cormelo lateral de 150 g
	L ₃	Cormelo lateral de 50 g
2- Yema terminal	C	Presente
	S	Ausente

El rendimiento se incrementó con el aumento en el peso del propágulo, excepto para la calidad primera (Cuadro 2). El peso de cormos y cormelos total producido por las plantas de cada peso de propágulos se separó en tres grupos con la prueba de "F" (0.01) y la prueba de Duncan (0.05), siendo el peso P₁ significativamente diferente de los demás grupos y formando uno aparte. Los otros pesos fueron reunidos en varios grupos de acuerdo al rendimiento obtenido.

Los cormelos producidos por las plantas de propágulos con yema terminal tienden a superar en peso total a los de plantas sin dominancia apical, aunque únicamente se registró diferencias significativas entre ellos para la calidad primera y segunda

En el proceso de crecimiento de tiquisque morado las yemas originan un brote; entre éste y la posición de la yema en el propágulo se desarrolla una estructura con características de corno principal que servirá como material de propagación en posteriores siembras, además de originar los cormelos laterales. Los propágulos principales de mayor peso tienen yemas más crecidas que los laterales y desarrollan brotes más vigorosos, los que a su vez producen una base o nuevo material de propagación grande y de mayor peso.

Cuando las plantas provienen de propágulo sin yema terminal producen un mayor número de brotes como resultado de la pérdida de dominancia apical. Por lo tanto, el número de estructuras para propagación también se incrementa al desaparecer la yema terminal en el material de propagación usado (Cuadro 2). De tal manera, la práctica de eliminar la yema terminal puede utilizarse como un mecanismo para aumentar el material de propagación desde cormos principales, tanto en número como en peso.

Cuando las plantas provienen de propágulo sin yema terminal producen un mayor número de brotes como resultado de la pérdida de dominancia apical. Por lo tanto, el número de estructuras para propagación también se incrementa al desaparecer la yema terminal en el material de propagación usado (Cuadro 2). De tal manera, la práctica de eliminar la yema ter-

Cuadro 2. Rendimiento categorizado del peso de cormos y cormelos de tiquisque morado en relación con el peso del propágulo y la presencia o ausencia de yema terminal.

Tratamiento ¹	Materia seca (kg/ha) ²				
	Primera	Segunda	Para Propagación	No Comercial	Total
P ₁	538 a ²	2 692 a	9 975 a	3 487 a	16 692 a
P ₂	410 a	2 154 a	6 128 b	2 718 ab	11 410 b
L ₁	564 a	1 282 b	4 128 b	2 385 b	8 356 bc
L ₂	436 a	1 436 b	3 513 b	2 256 b	7 641 c
L ₃	692 a	1 231 b	2 897 b	1 846 b	6 667 c
C	656 + ³	2 185 +	4 626 ^{ns}	2 533 ^{ns}	10 000 ^{ns}
S	400	1 333	6 031	2 544	10 038

1 P₁ y P₂ = propágulos de corno principal de 2 500 y 750 g; L₁, L₂ y L₃ = propágulos de cormelo lateral de 325, 150 y 50 g respectivamente; C y S = con y sin yema terminal

2 Promedios con igual letra no son significativamente diferente según la prueba de Duncan al 0.05

3 Diferencia significativa entre tratamientos según la prueba de "F" al 0.05 (+)

4 Promedio de tres repeticiones

minal puede utilizarse como un mecanismo para aumentar el material de propagación desde cormos principales, tanto en número como en peso

Variabilidad

Para el crecimiento foliar, la variabilidad entre las plantas de los diferentes tratamientos de propágulo

fue semejante y aproximadamente constante. En el rendimiento categorizado de cormos y cormelos la variabilidad tiende a incrementarse con la reducción en el peso del propágulo (Cuadro 3).

Con la presencia de yema terminal en los propágu- los también disminuyeron los coeficientes de variación presentados para todas las variables de respuesta, en relación con la ausencia de la misma (Cuadro 4).

Cuadro 3. Coeficiente de variación (%) para las variables áreas foliar y rendimiento comercial categorizado de cormos y cormelos de tiquisque morado en relación con el peso del propágulo y la presencia o ausencia de yema terminal.

Tratamiento ¹	Area foliar ²	Rendimiento comercial		
		Primera	Segunda	Para propagación
P ₁	79	67	66	23
P ₂	88	97	58	62
L ₁	69	80	84	64
L ₂	64	91	112	75
L ₃	77	89	100	73
C	73	67	76	60
S	78	103	86	66
Comparador común ³	111	+500	221	100

1 P₁ y P₂ = propágu- los de cormo principal de 2 500 y 750 g; L₁, L₂ y L₃ = propágu- los de cormelos laterales de 325, 150 y 50 g respectivamente; C y S = con y sin yema terminal

2 Promedio de 12 muestreos a intervalos de 30 días durante el ciclo de crecimiento. En cada muestreo se evaluó 36 plantas para cada tratamiento

3 Pedazos de cormo principal seccionados transversal y longitudinalmente. Tipo de propágulo empleado por el agricultor

Cuadro 4. Relación entre el rendimiento comercial de cormos y cormelos de tiquisque morado con la cantidad de material de propagación requerido.

Tratamiento ¹	Rendimiento comercial kg m s/ha	Material de propagación kg m s/ha	Rend. comercial/material de propagación
P ₁	13 179	13 744 ²	0.9
P ₂	8 667	4 152 ²	2.1
L ₁	5 949	1 897 ³	3.1
L ₂	5 385	872 ³	6.2
L ₃	4 821	154 ⁴	31.3
C	7 487	4 154	1.8
S	7 744	4 154	1.9

1 P₁ y P₂ = propágu- los de cormo principal de 2 500 y 750 g; L₁, L₂ y L₃ = propágu- los de cormelos laterales de 325, 150 y 50 g respectivamente; C y S = con y sin yema terminal

2 Propágu- los de cormo principal. Peso seco = peso fresco x 0.35786

3 Propágu- los de cormelos laterales de calidad comercial. Peso seco = peso fresco x 0.38

4 Propágu- los de cormelos laterales no comerciales. Peso seco = peso fresco x 0.161675

Comparando los coeficientes de variación de los tratamientos evaluados con el tipo de propágulo usado por el agricultor, pedazos de corno principal (evaluado en la segunda parte de la investigación), es posible observar que la agrupación del material de propagación por tipo y peso contribuye a disminuir la variabilidad presentada durante el crecimiento del cultivo y en el rendimiento categorizado (Cuadro 3)

Producción de materia seca comercial por unidad de materia seca de propagación

Para este cultivo la relación entre el material de propagación y el rendimiento es importante porque en la propagación se usa parte de la producción obtenida. La producción de materia seca comercial por unidad de materia seca de propagación fue mayor en los propágulos de menor peso (Cuadro 4)

Con un análisis de beneficio-costeo parcial, considerando únicamente el insumo "material de propagación" y la producción de calidad comercial, el propágulo de menor peso, $L_3 = 50$ g, presentó el mejor beneficio económico neto (Cuadro 5). Este análisis económico parcial no pretende determinar la rentabilidad de una población de tiquisque morado sino establecer un criterio que sirva de base para seleccionar el peso del propágulo más apropiado.

Asimismo, en un análisis de beneficio-costeo detallado existen otros insumos que favorecen el beneficio neto obtenido con los pesos inferiores del material de propagación. Entre ellos se puede citar el menor volumen de material a ser transportado, más rápido manejo y distribución en el campo, menos mano de obra para plantar, menor cantidad de fungicidas e insecticidas, otros.

Conclusiones

- 1 El total de plantas emergidas y su crecimiento, así como el rendimiento de cormos y cormelos, se incrementó con el aumento en el peso del propágulo y la presencia de yema terminal.
- 2 La agrupación del material de propagación por peso redujo la variabilidad del crecimiento de las plantas y del rendimiento de cormos y cormelos, respecto al tipo de propágulo que utiliza el agricultor.
- 3 Los propágulos enteros de menor peso, cormelos de 50 g presentaron los mayores valores de la relación entre el rendimiento de cormos y cormelos respecto a la cantidad de material de propagación requerido.

Cuadro 5. Análisis de beneficio-costeo parcial para tiquisque morado basado en el material de propagación requerido y el rendimiento de cormos y cormelos producido¹.

Tratamiento ²	Rend. comercial t/ha ³	Material de propagación requerido t/ha ³	Valor del rend. comercial ¢/ha ⁴	Valor del material propag. ¢/ha ⁵	Beneficio comercial neto ¢/ha ⁵
P ₁	36.4	38.5	324 837	334 800	- 9 963
P ₂	23.8	11.5	214 728	100 000	114 728
L ₁	16.4	5.0	147 935	48 913	99 022
L ₂	14.9	2.3	134 076	22 500	111 576
L ₃	13.2	0.8	111 891	6	119 891
C	20.4	11.6	185 348	101 243	84 105
S	21.3	11.6	191 239	101 243	89 996

1 No considera insumos de manejo agronómico del cultivo

2 P₁ y P₂ = propágulos de corno principal de 2 500 y 750 g; L₁, L₂ y L₃ = propágulos de cormelos laterales de 325, 150 y 50 g respectivamente; C y S = con y sin yema terminal

3 Peso fresco

4 Valor monetario de: calidad primera = ¢450/46 kg, segunda = ¢450/46 kg, para propagación = ¢400/46 kg

5 ¢1 00 = \$ 0 023

6 Propágulos de cormelos no comerciales. No se le asignó valor monetario

Resumen

Con el objetivo de evaluar el efecto de diversos aspectos del material de propagación de tiquisque morado sobre la no uniformidad en el establecimiento del cultivo y en los componentes de rendimiento, se planificó una investigación dividida en dos partes simultáneas. En la primera parte se estudió los factores: peso del propágulo entero; cormo principal de 2 500 y 750 g y cormelos laterales de 325, 150 y 50 g; y la yema terminal, presente o ausente. Los tratamientos fueron ordenados en un factorial 5 x 2 dentro de un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones.

La agrupación del material de propagación por tipo y peso redujo la variabilidad morfológica en el crecimiento de las plantas y en la producción de cormos y cormelos, respecto al tipo de propágulo que utiliza el agricultor.

Se encontró que la tasa de emergencia es mayor en los propáguulos de más peso con yema terminal. Las plantas provenientes de cormo principal desarrollaron mayor área foliar que las de cormelos laterales, en las que ocurrió un retraso en el crecimiento respecto a las primeras. La presencia de la yema terminal en el propágulo produjo plantas con un desarrollo superior respecto a la ausencia de la misma. El rendimiento de cormos y cormelos comerciales siguió una tendencia similar, aunque con la eliminación de la yema terminal se incrementó el número de cormos para propagación producidos pero se redujo el peso por unidad.

Considerando que en la propagación se usa parte de la producción comercial, se obtuvo la relación entre la producción de materia seca comercial por unidad de propagación, siendo mayor para los propáguulos de menor peso, cormelos de 150 y 50 g.

Literatura citada

1. CHAPMAN, T. A. 1969. A note on the measurement of leaf area of the tannia (*Xanthosoma sagittifolium*). *Tropical Agriculture* 41:351-352.
2. COCK, J.; MACINTYRE, R.; GRAHAM, M. 1976. Discusiones sobre origen, dispersión y evolución. In Simposio de la Sociedad Internacional de Raíces Comestibles (4, 1976, Col.). Resúmenes. Cali, Colombia, CIAT. Vol. 1. p. 14-17.
3. KARIKARI, S.K. 1971. Cocoyam cultivation in Ghana. *World Crops* 23(3):118-122.
4. LEON, J. 1976. Origin, evolution and dispersal of root and tuber crops. In International Symposium on Root Crops (4, Col., 1976) Proceedings, Cali, Colombia. CIAT. pp. 20-36.
5. ONWUEME, I.C. 1978. The tropical tuber crops; yams, cassava, sweet potato and cocoyam. Chichester, Wiley. 228 p.
6. REDDY, V.B.; MEREDITH, W.F.; BROWN, B.T. 1968. A note on the relationship between corm yield and certain leaf measurements in taro (*Colocasia esculenta*). *Tropical Agriculture* 45(3): 243-245.
7. SOTO, J.; ARZE, J. 1984. Effect of terminal bud size and type of sectioning of the corm on propagation of *Xanthosoma sagittifolium* and *Colocasia esculenta*. In Symposium of the International Society for Tropical Root Crops (6, Lima, 1983). Proceedings. Lima, International Potato Center. pp. 189-195.
8. VASQUEZ BECALLI, E. 1976. Crecimiento y desarrollo de *Colocasia esculenta* Schott (var. isleña japonesa) y *Xanthosoma sagittifolium* Schott (var. blanca) en condiciones de secano en Cuba. *Centro Agrícola (Cuba)* 3(3):9-24.