

COMPORTAMIENTO EN EL CAMPO DE SIETE GENOTIPOS DE TIQUISQUE (*Xanthosoma* spp) PROPAGADOS *in vitro*¹

Sergio Torres²*, Luis Gómez*, Francisco Saborío*, Roberto Valverde*

Palabras clave: *Xanthosoma* spp, genotipos, tiquisque, propagación *in vitro*.

RESUMEN

El tiquisque es un cultivo no tradicional de exportación, el cual representa una excelente alternativa de diversificación agrícola para el pequeño y mediano agricultor del trópico húmedo costarricense. Sin embargo, este cultivo posee una escasa diversidad genética en Costa Rica, lo cual afecta cualquier programa de mejoramiento genético. Como parte del programa de Intercambio Regional *in vitro* de Clones Mejorados de Yautía (*Xanthosoma* spp), organizado por la REDBIO y la FAO, se introdujeron y evaluaron los genotipos Blanca, Blanca Venegas, Macal Sport, Viequera, Amarilla Especial y Amarilla Trinidad. Los objetivos fueron evaluar el rendimiento de estos genotipos en las condiciones de Palmares de Alajuela y compararlo con un genotipo local. Macal Sport fue el genotipo que produjo la mayor área foliar (2980.21 cm²), mientras que el genotipo Viequera presentó la mayor producción de hojas por planta (7.31) y las plantas más altas (139 cm). En estos 2 genotipos se obtuvo también el mayor rendimiento (3.45 y 3.55 kg/planta, respectivamente), así como los mejores porcentajes de cormelos exportables (35.26% y 24.8%, respectivamente). Además, los cormelos producidos por estos materiales poseen un crecimiento más uniforme que los del genotipo local, lo cual facilitaría el empaque y el transporte de este producto a los mercados

ABSTRACT

Field performance of seven cocoyam (*Xanthosoma* spp) genotypes propagated *in vitro*. Cocoyam is a non-traditional export crop which represents an excellent alternative to small and medium size farmers from the humid tropics of Costa Rica. However, in Costa Rica, this crop has a narrow genetic diversity, which precludes the establishment of any breeding program. As part of the Regional Program on *in vitro* exchange of improved *Xanthosoma* spp genotypes, organized by the REDBIO and FAO, 6 *Xanthosoma* genotypes were introduced to Costa Rica from Cuba: Blanca, Blanca Venegas, Macal Sport, Viequera, Amarilla Especial and Amarilla Trinidad. Yield potential of these cultivars was compared to a local cultivar at Palmares, Alajuela. Macal Sport plants showed the highest leaf area (2989.21 cm²), while Viequera plants presented the largest leaf production (7.31 leaves/plant), and the highest plants (139 cm). Both genotypes also showed the highest yield (3.45 and 3.55 kg/plant, respectively), as well as the highest percentages of export quality cormels (35.26% and 24.8%, respectively). In addition, cormel size and shape were more uniform than those from the local genotype, which facilitates packaging and transportation to international markets. Amarilla Trinidad produced yellow

1/ Recibido para publicación el 14 diciembre de 1999.
2/ Autor para correspondencia.

* Laboratorio de Biotecnología de Plantas, Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica.

internacionales. El genotipo Amarilla Trinidad, de pulpa amarilla, mostró un buen rendimiento (2.48 kg/planta) lo que representa una alternativa para diversificar la producción de tiquisque en Costa Rica, debido a los altos precios que tiene este material en el mercado internacional.

INTRODUCCION

El tiquisque (*Xanthosoma* spp) pertenece a la familia Araceae y es originario de la parte norte de América del Sur; aunque, su distribución abarca desde Perú hasta México (León 1987, O'Hair y Asokan 1986). El género *Xanthosoma* incluye más de 45 especies (León 1987), de las cuales pocas son comestibles y con valor comercial. De las especies comestibles, *Xanthosoma sagittifolium* (tiquisque blanco) y *Xanthosoma violaceum* (tiquisque morado o lila) son las 2 únicas especies que se utilizan con este fin en Costa Rica.

Debido a las políticas de diversificación agrícola y al estímulo a la exportación de los cultivos no tradicionales, el área de siembra de este cultivo se incrementó de 359 a 3678^{ha} en un lapso de 16 años (1983 a 1999) (Comunicación personal. Alfredo Alvarado), mientras que el valor de las exportaciones pasó de US \$214000 a más de US \$10 millones, en el mismo período, alcanzando su máximo valor (US \$21.8 millones) en 1997 (Dirección General de Aduanas 1999). Por lo tanto, el cultivo del tiquisque representa una alternativa de diversificación agrícola para el pequeño y mediano agricultor del trópico húmedo costarricense.

La expansión del área de siembra de tiquisque puso de manifiesto una serie de problemas sobre el manejo agronómico del cultivo. Como parte de las investigaciones realizadas para mejorar la eficiencia en la producción de tiquisque, una de las estrategias fue determinar las curvas de crecimiento y absorción de nutrimentos para tiquisque blanco (*X. sagittifolium*) y tiquisque morado (*X. violaceum*). La curva de crecimiento del tiquisque se dividió en 3 etapas. La primera etapa o fase de establecimiento se carac-

teriza por la brotación del material y por un lento crecimiento de las hojas y las raíces. La segunda etapa o fase de crecimiento foliar y radical se caracteriza por un crecimiento más acelerado de las hojas y las raíces, donde se alcanza el máximo desarrollo foliar de la planta, y, la última etapa o fase de engrosamiento del como y cormelos se caracteriza por un descenso en el crecimiento de la planta y por un engrosamiento del cormo y los cormelos.

En Costa Rica, aunque no existe ningún estudio sobre la caracterización de la variabilidad local, es conocido que la diversidad genética de este cultivo es muy reducida. Esta escasa diversidad genética limitaría cualquier programa de mejoramiento genético. Una alternativa para ampliar la base genética del tiquisque en Costa Rica es la introducción de nuevos genotipos.

En Costa Rica, aunque no existe ningún estudio sobre la caracterización de la variabilidad local, es conocido que la diversidad genética de este cultivo es muy reducida. Esta escasa diversidad genética limitaría cualquier programa de mejoramiento genético. Una alternativa para ampliar la base genética del tiquisque en Costa Rica es la introducción de nuevos genotipos.

El Laboratorio de Biotecnología de Plantas (LBP) del Centro de Investigaciones Agronómicas de la Universidad de Costa Rica solicitó al programa de Intercambio Regional *in vitro* de Clones Mejorados de Yautía (*Xanthosoma* sp), organizado por la Red Latinoamericana de Biotecnología (REDBIO), la FAO y el Instituto Nacional de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT) de Cuba, materiales de *X. sagittifolium*. Los genotipos enviados fueron Blanca, Blanca Venegas, Macal Sport, Viequera, Amarilla Especial y Amarilla Trinidad. Los cormelos de los primeros 4 genotipos son de pulpa blanca, mientras los 2 últimos genotipos poseen cormelos con pulpa amarilla. Los materiales con pulpa amarilla son de mejor calidad (Acosta y Vélez 1970) y alcanzan un mayor precio en el mercado internacional. Los objetivos del presente trabajo fueron evaluar el crecimiento y la producción de estos genotipos en comparación con un genotipo local

en las condiciones de Palmares de Alajuela, una zona no tradicional de producción de tiquisque y producir "semilla" libre de plagas y enfermedades de estos genotipos, para su posterior evaluación en zonas tradicionales de producción comercial.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se estableció en octubre de 1992, en el cantón de Palmares, Alajuela, en coordinación con el Centro Agrícola Cantonal, el Ministerio de Agricultura y Ganadería y COOPEPALMARES. Se utilizó una zona no tradicional de producción de tiquisque debido a que las condiciones de una menor precipitación, un mayor contenido de materia orgánica y la ausencia de plantaciones comerciales, limitan la contaminación de la semilla por "mal seco".

En este trabajo se utilizaron plantas *in vitro* libres de plagas y enfermedades de los genotipos: Blanca, Blanca Venegas, Macal Sport, Viequera, Amarilla Especial, Amarilla Trinidad, y un genotipo local. Después de 4 semanas de aclimatización en invernadero, las plantas fueron llevadas a la zona de evaluación, donde se trasplantaron a bolsas de polietileno negro para almácigo de 10 x 15 cm y se colocaron bajo un techo de sarán por 2 semanas para su aclimatización a las condiciones de la zona. Posteriormente, las plantas fueron llevadas al área de siembra donde se colocaron bajo la sombra de un árbol por 2 semanas más antes de su siembra definitiva en el campo. La altura promedio de las plantas al momento de la siembra fue de 15 cm.

Para la siembra se hicieron lomillos altos y anchos. Debido a la alta concentración de aluminio intercambiable o acidez (Cuadro 1), se aplicó 1.5 ton/ha de cal dolomita, 30 días antes de la siembra. La fertilización utilizada en este experimento fue de 151.2 kg de N, 129.8 kg P₂O₅ y 312.7 kg K₂O/ha. Se realizaron 4 aplicaciones de fertilizante durante todo el ciclo del cultivo. La primera aplicación se realizó a los 45 días después de la siembra (dds), la segunda a los 90 dds, la tercera a los 195 dds y la cuarta a los 270 dds. Las 2 primeras fertilizaciones corresponden a la primera fase del ciclo del cultivo, mientras

que la tercera y cuarta fertilización corresponden a la segunda y tercera etapa, respectivamente. De diciembre hasta mayo fue necesario aplicar riego por aspersión 1 ó 2 veces por semana, debido a la escasa precipitación en la zona de evaluación (Cuadro 2).

La distancia de siembra utilizada en el experimento fue de 1.4 m entre hileras y 0.4 m entre plantas, para una densidad de 17857 plantas/ha. La parcela experimental estuvo formada por 36 plantas, mientras que la parcela útil la constituyen las 4 plantas centrales. El diseño experimental usado fue bloques completos al azar con 7 tratamientos: Amarilla Especial, Amarilla Trinidad, Blanca, Blanca Venegas, Macal Sport, Viequera y un genotipo local y 4 repeticiones.

Las variables evaluadas fueron: 1) peso y número de cormelos exportables (tipo A y B);

Cuadro 1. Análisis químico y de textura del suelo a 2 profundidades donde se sembró el ensayo. Palmares, Alajuela.

		Profundidad (cm)	
		0-15	15-30
	pH H ₂ O	4.9	4.8
cmol(+)/L	Ca	3.7	9.5
	Mg	0.4	2.2
	K	0.29	0.29
	Acidez	1.8	1.8
	CICE	6.19	13.79
mg/L	P	16.0	14.0
	Cu	19.0	13.0
	Fe	385.0	403.0
	Mn	19.0	40.0
	Zn	3.8	4.7
	B	0.95	1.0
	S	45.0	25.0
(%)	M.O.	11.45	8.46
Textura			
	Arena	56	42
	Limo	37	41
	Arcilla	07	17
Nombre de la textura		Franco-arenoso	Franco

Cuadro 2. Precipitación pluvial de la zona de Naranjo, Alajuela durante setiembre de 1992 a enero de 1994.

Año	Mes	Precipitación (mm)
1992	Setiembre	405.0
	Octubre	324.1
	Noviembre	275.7
	Diciembre	34.1
1993	Enero	11.8
	Febrero	0.5
	Marzo	14.2
	Abril	32.0
	Mayo	335.9
	Junio	447.1
	Julio	127.8
	Agosto	473.8
	Setiembre	444.6
	Octubre	322.2
	Noviembre	65.3
	Diciembre	15.2
1994	Enero	0.5

Fuente: Coopronaranjo R.L.

2) peso y número de cormelos no exportables (tipo C y D), según la metodología propuesta por González (1987); 3) peso, largo y diámetro del cormo; 4) área foliar, número de hojas y altura de la planta. Para determinar el área foliar se utilizó la fórmula propuesta por Soto et al. (1986); 5) análisis fitopatológicos de la "semilla". Los análisis de variancia (ANDEVA) fueron realizados con ayuda del programa estadístico SAS. Se aplicó un LSD test ($P \leq 0.05$) para la separación de promedios de las diferentes variables evaluadas.

RESULTADOS

El crecimiento de los diferentes genotipos evaluados a través de el número de hojas, el área foliar y la altura de la planta fue muy similar (Figura 1). De acuerdo a las curvas obtenidas para cada una de estas variables, el ciclo del cultivo podría dividirse en 3 etapas. La primera va de la siembra a los 181 dds y se caracterizó por tener un lento incremento de las variables altura, número de hojas y área foliar. La segunda etapa va de los 181 a los 233 dds, según las variables área foliar (Figura 1A) y número de hojas (Figura

1B), mientras que para la variable altura de la planta esta etapa se extendió hasta los 359 dds (Figura 1C). Esta segunda fase se caracterizó por presentar un incremento más acelerado de las diferentes variables de crecimiento. Durante esta etapa se alcanzó el máximo crecimiento de los materiales (Figura 1). Y, el último período va de los 233 dds a la cosecha (444 dds), considerando el área foliar y el número de hojas, mientras que para la altura de la planta este período va de los 359 dds a los 444 dds. Esta última etapa se caracterizó por un descenso en el incremento de las variables evaluadas, un amarillamiento de las hojas y la muerte de la planta.

Al evaluar las variables de crecimiento de los materiales en forma individual, se observó que la máxima área foliar (2980.21 cm^2) la alcanzó Macal Sport a los 233 dds. Macal Sport, Viequera, Amarilla Trinidad y Blanca presentaron áreas foliares superiores al material local, mientras que Blanca Venegas y Amarilla Especial mostraron valores iguales o inferiores al material local (Figura 1A). Este comportamiento se mantuvo durante todo el ciclo de cultivo. La producción de hojas mostró un comportamiento similar a la variable área foliar. El genotipo Viequera presentó la mayor producción de hojas de todos los materiales (7.31 hojas), seguido por Macal Sport y Blanca (Figura 1B). Estos genotipos presentaron valores superiores al material local, mientras que los otros genotipos mostraron una producción de hojas igual o inferior al genotipo local (Figura 1B). La máxima altura fue alcanzada a los 359 dds, donde las plantas del genotipo Viequera fueron las que presentaron el mayor crecimiento (139 cm). Las plantas de los genotipos Viequera, Macal Sport, Blanca y Amarilla Trinidad presentaron un mayor crecimiento que las plantas del material local, los otros materiales, mostraron un crecimiento inferior al material local (Figura 1C).

El Cuadro 3 muestra el comportamiento de cada genotipo evaluado con respecto a la producción total y al rendimiento categorizado de los cormelos. Los genotipos Viequera y Macal Sport produjeron los mayores rendimientos por planta (3.55 kg y 3.45 kg, respectivamente), estos resultados fueron significativamente diferentes

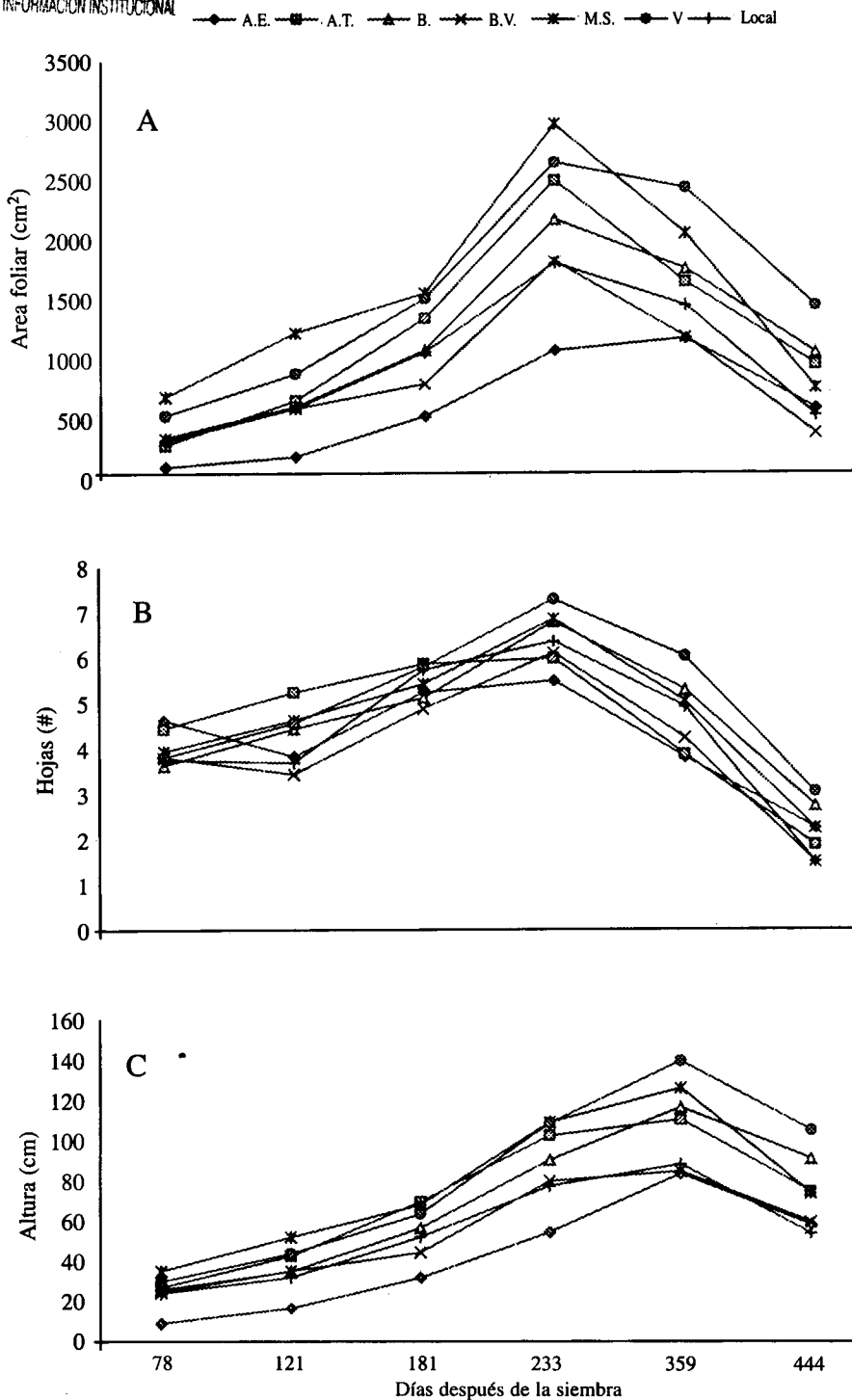


Fig. 1. Análisis comparativo del crecimiento de 7 genotipos de tiquisque en Palmares de Alajuela. (A) área foliar, (B) formación de hojas y (C) altura de la planta.

Cuadro 3. Categorización del rendimiento y producción estimada (ton/ha) de 7 genotipos de tiquisque (*Xanthosoma* spp) en Palmares, Alajuela.

Genotipo	Cormelos (kg/planta) ¹				Total	Ton/ha ²
	Tipo A	Tipo B	Tipo C	Tipo D		
Amarilla Especial	0.0 ^{c3}	0.0 ^c	0.0 ^d	0.92±0.68 ^c	0.92 ^c	16.4
Amarilla Trinidad	0.0 ^c	0.0 ^c	0.19±0.51 ^{bcd}	2.29±0.89 ^a	2.48 ^{ab}	44.3
Blanca	0.21±0.42 ^c	0.33±0.41 ^a	0.59±0.54 ^{abc}	1.22±0.68 ^b	2.34 ^{ab}	41.8
Blanca Venegas	0.0 ^c	0.05±0.11 ^b	0.19±0.23 ^{dc}	1.20±0.74 ^b	1.44 ^{bc}	25.7
Macal Sport	0.52±0.75 ^a	0.70±0.57 ^a	0.87±0.47 ^{ab}	1.37±0.65 ^b	3.45 ^a	61.8
Viequera	0.20±0.39 ^b	0.68±0.64 ^a	0.99±0.47 ^a	1.68±0.78 ^{ab}	3.55 ^a	63.4
Local	0.03±0.1 ^{bc}	0.04±0.15 ^b	0.23±0.33 ^{abcd}	1.54±1.09 ^{ab}	1.84 ^{bc}	32.9

¹ Valores son el promedio de 16 plantas ± desviación estandar.

² 17857 plantas/ha.

³ Promedios con la misma letra no son diferentes significativamente a $P \leq 0.05$, usando un LSD para la separación de medias.

($P \leq 0.05$) al genotipo local, mientras que Amarilla Especial tuvo la menor producción de cormelos por planta de todos los tratamientos (0.92 kg) (Cuadro 3). Para determinar el peso de cormelos exportables, se sumó el peso de los cormelos clasificados como A y B (Cuadro 3) (González 1987). El genotipo que mostró el mayor porcentaje de material exportable fue Macal Sport (35.26%), seguido de Viequera (24.8%), mientras que el material local obtuvo solo un 3.8% de cormelos exportables. Al estimar el rendimiento exportable por hectárea, Macal Sport produjo 21.8 ton/ha, mientras que Viequera produjo 15.7 ton/ha. En ambos casos, los rendimientos fueron superiores al rendimiento del material local (7.7 ton/ha), el cual fue inferior al rendimiento nacional (10 ton/ha). Los genotipos Amarilla Especial y Amarilla Trinidad no produjeron cormelos exportables de acuerdo a la clasificación de González (1987).

Los cormelos de Amarilla Especial y Amarilla Trinidad se caracterizaron por ser pequeños y de pulpa amarilla. Sin embargo, la forma y el tamaño de los cormelos fue diferente para cada uno de estos 2 genotipos. Los cormelos de Amarilla Especial fueron redondeados y más pequeños que los cormelos de Amarilla Trinidad, los cuales tenían forma ovalada (Figura 2). El resto de los genotipos mostró cormelos con características similares a los del material local (Figura 2). El tamaño de los cormelos de los genotipos Macal Sport y Viequera fue menor pero más uniforme que el del material local.

Al evaluar el largo, diámetro y peso del cormo o "cabeza" de los diferentes genotipos, el genotipo Viequera presentó los valores mayores, los cuales fueron significativamente diferentes ($P \leq 0.05$) a los valores obtenidos por el material local (Cuadro 4).

Al evaluar el estado fitopatológico de la plantación, durante el ciclo del cultivo no se observó síntomas visibles de "mal seco", como: enanismo, escasa producción de hojas y destrucción del sistema radical (Gómez 1993). Sin embargo, se realizó una evaluación fitopatológica del cormo y se encontró bacteria Gram Negativo en los tejidos externos del cormo, la cual fue negativa a la prueba de *Erwinia* sp en papa. También se determinó la presencia en forma errática

de *Fusarium* sp en los tejidos internos del cormo. Experimentos previos mostraron que ninguno de estos materiales es más resistente o menos susceptible al "mal seco" que el material local (información no presentada). Síntomas del virus del Mosaico de la Malanga (DMV siglas en inglés) fueron observados a los 78 dds. El síntoma más común fue una plumilla blanca o amarilla en las hojas. Esta infección se inició principalmente en plantas del genotipo Blanca Venegas, luego se observó en las plantas del material local y por último en el resto de los materiales, excepto las plantas de los genotipos Amarilla Especial y Amarilla Trinidad, las cuales no mostraron síntomas visibles durante todo su desarrollo.

DISCUSION

Los análisis de crecimiento son técnicas utilizadas para cuantificar el crecimiento y el desarrollo de las planas. Estas técnicas permiten caracterizar el patrón propio de crecimiento de un cultivo a través de su ciclo de vida, evaluar el efecto de los factores edafoclimáticos sobre el comportamiento de los cultivos y detectar diferencias entre materiales genéticamente diferentes en condiciones ambientales similares (Bertsch 1980).

Uno de los objetivos del presente trabajo fue comparar el comportamiento de 6 genotipos de tiquisque con un genotipo local. Para realizar esta comparación de materiales se utilizaron las variables de crecimiento área foliar, número de hojas y altura de la planta. Los patrones de crecimiento de todos los materiales evaluados fueron similares, lo cual coincide con los resultados de Ramírez (1992) que determinó los patrones de crecimiento de *X. sagittifolium* y *X. violaceum* en Río Frío de Sarapiquí, Costa Rica.

El ciclo del cultivo del tiquisque ha sido dividido en 3 etapas (Onwuene 1978, Igbokwe 1983, Chandler et al. 1982 y Ramírez 1992). La primera etapa se caracteriza por la brotación del material y por un lento crecimiento de las hojas y raíces. Durante esta etapa se inicia el crecimiento de los cormelos. Esta primera etapa se extiende desde la brotación hasta los 90 dds. La segunda etapa se caracteriza por un crecimiento más

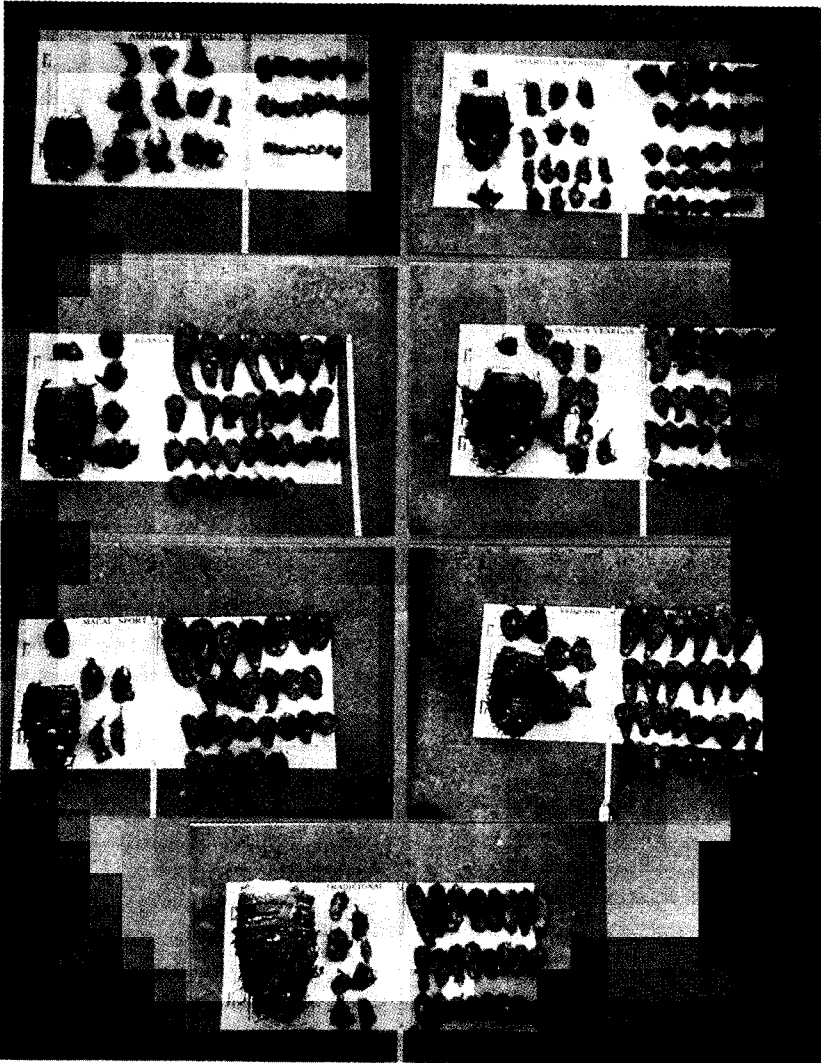


Fig. 2. Características del corno y de los cornelos de 7 genotipos de tiquisque (*Xanthosoma* spp).

acelerado de las hojas y raíces. Además, se da un alargamiento de los cornelos. Durante esta etapa se alcanza el máximo desarrollo foliar de la planta. Esta fase se extiende de los 90 dds hasta los 180 dds. La última fase se caracteriza por una reducción en el crecimiento de la planta, por un amarillamiento de las hojas y pecíolos, por un engrosamiento de los cornelos y por la muerte de la planta. Esta fase se extiende de los 180 dds hasta la cosecha (300 a 365 dds). La reducción en la altura de la planta y el amarillamiento de las

hojas y pecíolo son signos utilizados para determinar el momento de la cosecha. Sin embargo, Spence (1970) reporta que esta senescencia de la planta esta relacionada con el descenso de la humedad en el suelo, al iniciarse la estación seca. Este mismo comportamiento ha sido observado en Costa Rica y en este experimento.

La anterior descripción de las etapas del crecimiento de este cultivo coincide con las observadas en los materiales evaluados (Figuras 1A, B, C). Sin embargo, la duración de cada etapa

Cuadro 4. Largo, diámetro y peso del corno de 7 genotipos de tiquisque (*Xanthosoma spp*) en Palmares, Alajuela.

Genotipo	Corno ¹		
	Largo (cm)	Diámetro (cm)	Peso (kg)
Amarilla Especial	11.0±2.82 ^{a2}	6.67±2.27 ^a	0.60±0.44 ^a
Amarilla Trinidad	16.03±2.67 ^b	8.44±2.1 ^{ac}	0.88±0.27 ^a
Blanca	19.38±5.42 ^c	10.28±2.1 ^{bcd}	1.95±1.31 ^b
Blanca Venegas	14.19±4.12 ^{ab}	8.56±3.5 ^{abc}	0.91±0.47 ^a
Mácal Sport	20.81±5.21 ^c	11.28±3.03 ^{bd}	2.21±1.22 ^b
Viequera	22.56±3.29 ^c	12.63±3.1 ^d	2.56±0.98 ^b
Local	15.25±4.68 ^b	8.69±3.1 ^{abc}	0.88±0.62 ^a

¹ Valores son el promedio de 16 plantas ± desviación estándar.

² Promedios con la misma letra no son diferentes significativamente a $P \leq 0.05$, usando un LSD para la separación de medias.

varía entre lo descrito por los diferentes investigadores y lo obtenido en este experimento. Las posibles causas de esta variación podrían ser: 1) La falta de humedad en el suelo, por la reducción de la precipitación durante diciembre de 1992 a abril de 1993 (Cuadro 2), esta limitación en el agua podría ser la principal razón del lento crecimiento de los materiales evaluados durante los primeros 181 dds. Este lento crecimiento se explica en parte por la reducción de la expansión celular provocada por la falta de agua dentro de la célula (Sachs 1988). Durante el período seco (60-180 dds) se aplicó riego por aspersión, pero posiblemente la cantidad de agua aplicada no fue suficiente para romper el desbalance hídrico y permitir un adecuado desarrollo del cultivo. La estación lluviosa se inició después de los 165 dds, lo cual eliminó el problema hídrico y favoreció la expansión celular y por ende el crecimiento de la planta. 2) Material de siembra o "semilla", en este experimento se utilizó plantas producidas por cultivo de tejidos. En experimentos previos, se ha observado que las plantas producidas *in vitro* tienen un desarrollo mucho más lento durante todo el ciclo de cultivo que plantas provenientes de secciones de corno y cormelos y que requieren un mayor pe-

ríodo para producir un buen rendimiento (Universidad de Costa Rica 1991).

Los genotipos Macal Sport y Viequera mostraron una excelente adaptación a las condiciones edafoclimáticas de la zona. Esto se refleja en los datos de área foliar, número de hojas y altura de la planta. Estos valores fueron superiores a los obtenidos por el material local durante todo el ciclo del cultivo y principalmente durante la etapa donde el suministro de agua fue insuficiente. Lo anterior demuestra que estos 2 genotipos tienen una mayor tolerancia a períodos secos que el material local. En el caso del genotipo Viequera, Acosta y Vélez (1970) reportaron que este material tuvo una mayor tolerancia a estas condiciones en experimentos realizados en Puerto Rico. De Macal Sport no existe información con respecto a su tolerancia al estrés hídrico.

El mejor desarrollo mostrado por los genotipos Macal Sport y Viequera también se reflejó en la producción de cormelos y en el desarrollo del corno. Los resultados obtenidos con estos materiales en las diferentes variables de rendimiento fueron superiores y significativamente diferentes a los obtenidos por el genotipo local. Este rendimiento puede estar asociado al desarrollo mostrado por los 2 genotipos, los cuales presentaron los

valores más altos de área foliar y producción de hojas. Existe una correlación positiva entre el área foliar durante el desarrollo del cultivo y el crecimiento del cormo y la producción de cormelos (Spence 1970, Onwuene 1978, Igbokwe, 1983, Soto et al. 1986, Ramírez 1992). A mayor área foliar mayor rendimiento, tanto del cormo como de los cormelos. Esta correlación se debe a que las hojas son la principal fuente de producción de fotoasimilados de la planta, como resultado de la actividad fotosintética, los cuales son trasladados a los diferentes órganos de crecimiento y almacenamiento (Spence 1970, Olasantan 1990). Spence (1970) y Chandler et al. (1982) mencionan que una vez que la planta de tiquisque alcanza el máximo desarrollo, el contenido de materia seca de las hojas y pseudotallo disminuye hasta la cosecha, mientras que este contenido se incrementa en el cormo y cormelos. Estos investigadores sugieren que este comportamiento se debe a que los fotoasimilados son trasladados de las hojas a estos órganos, los cuales son los principales puntos de crecimiento de la planta de tiquisque durante los últimos 3 meses antes de la cosecha. Por lo tanto, una mayor área foliar durante el ciclo de cultivo, principalmente durante el período de máximo crecimiento, podría producir un incremento en la producción de fotoasimilados y por ende un mayor peso del cormo y de los cormelos, tanto total como para exportación.

Los requerimientos de agua observados en los diferentes genotipos y evaluados a través de su rendimiento, indican que la falta de precipitación es considerada como la principal limitante en la producción de cormelos y en el peso, diámetro y largo del cormo (Onwueme 1978, Silva y Irizarry 1980, O'Hair y Asokan 1980, Torres, et al. 1994); lo cual podría explicar el desempeño del genotipo local, que fue inferior al promedio nacional. Por otro lado, la respuesta mostrada por los diferentes materiales evaluados indica que tanto Macal Sport como Viequera tienen un requerimiento hídrico inferior al material local. Esta característica permitiría explotar otras regiones con limitaciones de precipitación o realizar las siembras en época secas con riego. Lo anterior podría reducir el riesgo de infecciones por "mal seco", enfermedad que se ve favorecida por el ex-

ceso de humedad en el suelo y que es considerada como la principal limitante de la expansión del cultivo del tiquisque en Costa Rica y otras partes del mundo.

De este trabajo, se puede concluir que los materiales evaluados presentan un patrón de crecimiento muy similar al material local. Los genotipos Macal Sport y Viequera tienen un gran potencial debido a su alto rendimiento tanto en producción total como exportable. Además, los cormelos presentan un crecimiento más uniforme, lo cual facilitaría el empaque y transporte. Los materiales de pulpa amarilla, como Amarilla Trinidad, tienen una mejor calidad y precio en los mercados internacionales que los materiales de pulpa blanca y morada. Los resultados obtenidos en este ensayo mostraron que Amarilla Trinidad podría utilizarse para diversificar la producción y exportación de tiquisque de Costa Rica. Sin embargo, se requiere realizar un estudio de mercados potenciales que determine la demanda y las normas de calidad de este tipo de tiquisque.

LITERATURA CITADA

- ACOSTA, M.A.; VELEZ, S.J. 1970. Yield trials with *Xanthosoma* varieties. J. Agr. Univ. P.R. 54(3):562-569.
- BERTSCH, F. 1980. Análisis del crecimiento y la nutrición vegetal. Turrialba, C.R. CATIE. 23 p.
- CHANDLER, J.V.; IRIZARRY, H.; SILVA, S. 1982. Nutrient uptake by taniens as related to stage of growth and effect of age on yields of the morada variety. J. Agr. Univ. P.R. 66(1):1-10.
- DIREC. GENERAL DE ADUANAS. 1999. Bases de datos de exportación de Costa Rica.
- GÓMEZ, L. 1993. El "Mal Seco" del tiquisque. In: Taller Aplicaciones de la biotecnología en raíces, tubérculos y pejíbaye. Universidad de Costa Rica-Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo. San José, C.R. [Resúmenes] 23 p.
- GONZALEZ, W.G. 1987. Pautas para la medición y clasificación de los cormelos en aráceas comestibles (*Colocasia esculenta* (L.) Schott y *Xanthosoma* spp). Bol. Tec. Est.F. Baudrit 20(2):18-26.
- IGBOKWE, M.C. 1983. Growth and development of *Colocasia* and *Xanthosoma* spp. under upland conditions.

- In: 2nd Triennial Symp. Int. Soc. Trop. Crops. Dqyala, Cameroon. [Proceedings] p. 172-174.*
- LEON, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. Ed. IICA, San José, C.R. 455 p.
- O'HAIR, S.K.; ASOKAN, M.P. 1986. Edible aroids: botany and horticulture. *Horticulture Review* 8:43-99.
- OLASANTAN, F.O. 1990. The response of cocoyam, *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott, to row arrangement, maize intercrop, and frequency of young leaf harvest. *Beitr.trop. Landwirtsch. Vet Med.* 28(1):49-58.
- ONWUENE, I.C. 1978. The tropical tuber crops: yams, sweet potato and cocoyam. John Willey & Sons. New York, USA. 234 p.
- RAMIREZ, R. 1992. Curvas de absorción y de crecimiento en dos aráceas comestibles (*X. sagittifolium* y *X. violaceum*). Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica. 88 p.
- SACHS, R.M. 1988. Shoot system crop growth and development. University of California-Davis. p. III-19.
- SILVA, S.; IRIZARRY, H. 1980. Effect of depth of water table on yield of taniens. *J. Agri. Univ. P.R.* 64(2):241-242.
- SOTO, A.; MORENO, R.A.; ARZE, J.A. 1986. Comparación entre algunos métodos para estimar el área foliar en aráceas comestibles. *Turrialba* 36(4):541-547.
- SPENCE, J.A. 1970. Growth and development of tannia (*Xanthosoma* spp). *In: 2nd Int. Symp. Trop. Root and Tuber Crops. Hawaii, USA. [Proceedings]. p. 47-52.*
- TORRES, S.; GOMEZ, L.; VALVERDE, R.; ARIAS, O.; THORPE, T. 1994. Micropropagation and field performance of virus-free white cocoyam (*Xanthosoma sagittifolium* L., Schott) in Costa Rica. *In: 30th Annual Meeting of the Caribbean Food Crop Soc. St Thomas, U.S.V.I. [Proceedings]. p. 137-145.*
- UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 1991. Establecimiento de lotes de multiplicación de "semilla" de *Xanthosoma* en coordinación con los agricultores. *In: Informe de progreso del proyecto cultivo de tejidos de aráceas y pejibaye. San José, Costa Rica. p. 4-66.*