

# Diversidad de malanga isleña *Colocasia esculenta* (L.) Schott en Cuba. I. Órganos subterráneos.

Arlene Rodríguez Manzano, Adolfo Rodríguez Nodals, Zoila Fundora Mayor y Leonor Castiñeiras Alfonso

Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT)

## RESUMEN

Se estudiaron de manera detallada, las características agromorfológicas de los órganos subterráneos en 42 clones de malanga isleña *Colocasia esculenta* (L.) Schott, provenientes de la colección del germoplasma del Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT), Cuba. Se analizó un total de 16 variables para evaluar las características de los cormos, cormelos y raíces mediante un análisis de los componentes principales, a partir de una matriz de correlaciones paramétricas estandarizadas, empleando el programa estadístico STATITCF, Versión 4. Se seleccionaron las asociaciones significativas y los caracteres que aportaron mayor variabilidad hasta el quinto componente. Los agrupamientos de los clones se realizaron teniendo en cuenta los caracteres que mayor variabilidad aportaron en los planos C1-C2 y C1-C3. Se seleccionaron 12 caracteres morfológicos tanto cualitativos como cuantitativos, importantes en la caracterización e identificación de clones de malanga isleña. En los agrupamientos formados, fueron determinantes la interacción del color de las yemas, raíces y pulpa de los cormelos. Se obtuvieron 18 correlaciones significativas, donde estuvieron implicados el 68,75 % del total de caracteres estudiados. Fue interesante la relación existente entre la palatabilidad y las pigmentaciones en las yemas, raíces y pulpa de los cormelos, ya que podría ser importante para realizar selecciones preliminares en los programas de mejoramiento genético a partir de estos genotipos.

**Palabras clave:** *Colocasia esculenta*, cormos, cormelos, raíces, agrupamientos, germoplasma, palatabilidad.

## ABSTRACT

The agromorphological attributes of subterranean organs were studied in detail in 42 clone of *Colocasia esculenta* (L.) Schott from the germoplasm collection of the "Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales" (INIVIT), Cuba. Sixteen variables were analyzed in corms, cormels and roots through to main components analysis through to parametric correlation matrix using the STATITCF software, version 4. Significant associations and characters responsible for the greater variability until the fifth component were chosen. Group formation was carried out taking into account the attributes contributing to the higher variability in the C1-C2 and C1-C3 plain. Twelve qualitative and quantitative important morphological characters, for the characterization and identification of clone, were selected. The interactions between the color of the roots and the pulp of the cormels was determinant in the formed groups. 18 significant correlation involving the 68,75 % of all the studied attributes were obtained. Relationship between palatability and the pigmentation of buds, roots and pulp of the cormels was interesting and could be important to carry out preliminary selections from those genotypes in genetic plant breeding programs.

**Key words:** *Colocasia esculenta*, corms, cormels, roots, groups, germplasm and palatability.

## INTRODUCCIÓN

La malanga isleña *Colocasia esculenta* (L.) Schott tuvo su centro de origen en el Sudeste asiático (Vavilov, 1951) y a partir de este centro de origen se dispersó hacia el Este de la India, África, el Pacífico, Mediterráneo y más tarde, a las Américas (Yen y Wheeler, 1968; Matthews, 1995).

La producción mundial de malanga (incluyendo ambos géneros *Colocasia* y *Xanthosoma*) fue de 5739 miles de TM en 1996 (FAO, 1997), y son utilizados en la dieta de niños, ancianos y personas con enfermedades digestivas ya que poseen el grano de almidón muy pequeño y pueden ser digeridos con mayor facilidad.

La producción de malanga isleña ha decrecido en los últimos años. En ello ha incidido el incremento de las áreas de cultivo de *Xanthosoma*, ya que ésta requiere menor consumo de agua de riego. No obstante este cultivo sigue siendo potencialmente importante, ya que en régimen intensivo su rendimiento es mayor, y además, puede desarrollarse con éxito cuando el riego es por gravedad u

otras técnicas que no requieran elevados gastos de combustibles. Es por ello que es importante la conservación y el estudio del germoplasma de *Colocasia esculenta* en Cuba.

El Plan de Acción Mundial para la Conservación y la Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos tiene entre las actividades prioritarias la conservación y mejoramiento *in situ*, la conservación *ex situ* y dentro de las actividades destinadas a mejorar la utilización de los recursos fitogenéticos, está el incremento de los estudios sobre caracterización y evaluación (FAO, 1996). En el Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT), desde 1967 se mantiene una colección de clones de malanga isleña tanto introducidos, prospectados, como obtenidos a través del mejoramiento genético, la cual se caracterizó morfológicamente, pero no se habían empleado análisis estadísticos que hicieran más eficiente la clasificación de los mismos, para su utilización posterior (Rodríguez Manzano *et al.*, 1994).

Es por eso que el objetivo del presente trabajo fue deter-

minar los caracteres morfológicos de los órganos subterráneos más importantes en la caracterización e identificación de genotipos en *Colocasia esculenta* (L.) Schott, así como, conocer las asociaciones entre los caracteres y los agrupamientos de los clones.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un total de 42 clones, procedentes de prospecciones realizadas en diferentes regiones de Cuba, de los programas de mejoramiento genético e introducidos desde Asia, África y América (Tabla I), pertenecientes a la colección nacional de malanga isleña, *Colocasia esculenta* (L.) Schott, del INIVIT, municipio de Santo Domingo, provincia de Villa Clara, Cuba. Los clones se mantuvieron *ex situ* en parcelas de cuatro surcos y un total de 80 plantas por cada clon. La distancia de plantación fue de 0,90 m entre hileras y 0,35 m entre plantas en la hilera. De cada parcela fueron evaluados los dos surcos centrales (40 plantas).

La colección se plantó en el mes de enero, durante los años 1989 y 1990, sobre suelo Pardo con carbonato, según la segunda clasificación genética de los suelos de Cuba (Academia de Ciencias de Cuba, 1975), y se aplicaron las normas de cultivo recomendadas en el Instructivo Técnico para la malanga (Ministerio de la Agricultura, 1984). La cosecha se realizó a los diez meses y se realizaron las evaluaciones los dos años consecutivos para hacer las agrupaciones por modalidades en cada descriptor utilizado.

Para evaluar los caracteres de los cormos, cormelos, raíces y parámetros de la calidad, se utilizó un total de 16 descriptores con sus diferentes modalidades (Tabla II), reportados por el IBPGR (1980) y Rodríguez Manzano (1991).

A partir de los resultados de caracterización se realizó un análisis de componentes principales, partiendo de una matriz de correlaciones paramétricas estandarizadas entre las variables analizadas ( $n=16$ ), empleando el programa estadístico STATITCF, Versión 4 y para seleccionar las asociaciones significativas, se tuvieron en cuenta los límites de casualidad con  $n=40$  gl y una significancia de 0,001 % (Sigarroa, 1985). Se determinaron los caracteres que aportaron mayor variabilidad, a partir de aquellas variables originales que tuvieron mayor peso en los componentes (C1 a C5), según el siguiente criterio: se seleccionó el autovector mayor y el menor, y se utilizó el promedio de esos valores como umbral a partir del cual efectuar la selección de las variables de mayor contribución. En esta selección también se tomaron en cuenta las correlaciones de las variables con los respectivos ejes y su coeficiente de determinación en el mismo (Fundora *et al.*, 1992).

De acuerdo con la interacción del C1-C2 y C1-C3, se formaron los grupos, teniendo en cuenta los caracteres que más aportaron a la variabilidad en la matriz de valores y vectores propios para dichos componentes y las asociaciones significativas entre ellos. Se realizó una distribución de frecuencias de los caracteres que más incidieron en la variabilidad.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Entre los 16 caracteres empleados para caracterizar los clones de malanga isleña, se encontraron 18 correlaciones significativas (Tabla III), donde estuvieron implicados el color de la pulpa de cormos y cormelos (CPC y CPS), color de las yemas (COY), color de las raíces (CER), consistencia (CON), palatabilidad (PAL), porcentaje de materia seca en cormos y cormelos (PMC y PMS), número de cormelos (NUC), porcentaje de cormelos mayores que 100 g (PMA) y menores que 50 g (PME) así como la forma de los cormelos (FCS), que representan el 68,75 % del total de caracteres analizados. Estos resultados son importantes ya que en trabajos como los de Tanimoto y Matsumoto (1986), donde se analizaron las características morfológicas de 38 cultivares, concluyeron que los coeficientes de correlación entre los caracteres de la sección subterránea, fueron muy bajos, excepto para el peso de los tubérculos laterales de los cormelos y la cantidad de éstos. Esto se debe a que sólo analizaron cinco caracteres de la sección subterránea (peso del cormo, peso de los cormelos, peso de los tubérculos laterales de los cormelos, número de cormelos y número de tubérculos laterales de los cormelos), lo que demuestra que para una correcta clasificación e identificación de genotipos, se requiere la utilización de mayor cantidad de caracteres y entre ellos deben tenerse en cuenta también los cualitativos, ya que los caracteres cuantitativos están determinados por varios genes y están más influenciados por el ambiente (Poey *et al.*, 1978; Crossa, 1990; Nyquist, 1991; Gálvez, 1997).

En la matriz de valores y vectores propios (Tabla IV), se muestran los caracteres que más incidieron en el 70,9 % de la variabilidad total acumulada hasta el quinto componente. El color de las raíces (CER), el color de las yemas (COY) y el color de la pulpa de los cormelos, fueron los que mayor peso tuvieron en la variabilidad presentada en el componente 1; y aunque el color de la pulpa de los cormos (CPC) tiene un valor alto, no se seleccionó por la asociación significativa y positiva que posee con la coloración de la pulpa de los cormelos (CPS), lo que demuestra que para el trabajo de caracterización se puede tomar sólo la coloración de los cormelos, pues facilita la evaluación en cualquier estadio, ya que se pueden extraer fácilmente los cormelos y su coloración se mantiene constante independientemente de la edad de la planta.

Es importante destacar que aunque el color de las yemas no había sido incluido en los descriptores del IBPGR (1980), fue el segundo en tener mayor variabilidad para el C1, lo que justifica su inclusión en la caracterización de los clones estudiados. Además, el color de las yemas, raíces y pulpa de los cormelos tiene una asociación significativa y positiva (Tabla III), es por eso que se decidió tener en cuenta estos tres caracteres, ya que la interacción entre ellos permitió hacer agrupaciones de clones y hasta llegar a diferenciar genotipos (Fig. 1).

Es interesante destacar que la mayoría de los caracteres seleccionados en el primer componente son cualitativos, lo que da una mayor seguridad en la caracterización de los clones, ya que están determinados por uno o pocos genes y presentan una distribución discreta, de fácil identificación y poco afectada por el ambiente, aunque en algunos caracteres su expresión puede verse alterada por la acción de genes modificadores (Poey, 1978).

Por otra parte, en el C2 los caracteres: Porcentaje de materia seca en los cormos (PMC) y la forma de los cormos y cormelos (FOC y FOS) fueron los que se seleccionaron por presentar mayor variabilidad. El PMC presentó el valor más alto y aunque también el PMS tuvo gran incidencia, no se seleccionó por la correlación significativa y positiva que poseen. En este caso PMS puede ser mucho más variable que PMC, debido a que los cormelos de diferentes calibres tienen diferentes contenidos de materia seca, y un ascenso en el contenido de materia seca en los cormelos terciarios demuestra que los cormos de diferentes orígenes no maduran a la misma edad, ya que los primeros en madurar son los primarios (cormo) y los últimos son los cormelos terciarios. Otro aspecto de interés es la incidencia que tiene el contenido de materia seca del cormo en la forma de los cormelos. Estos están asociados positivamente, por lo que se recomienda no utilizar la forma como un carácter para identificar clones que sean muy semejantes en morfología, si no se tiene la seguridad de que el ambiente, las labores agrotécnicas, los requerimientos hídricos y nutricionales, sean los mismos para todos los genotipos, pues el fenotipo puede cambiar.

En los cormos se destacan cinco clones que presentan la materia seca con valores superiores al 20 %, ellos son 'Isleña Rosada Mayajigua', 'Isleña Rosada # 1', 'Francesa', 'Panameña' e 'Isleña China'. Por otra parte, Rodríguez Nodals (1978) y Devendra (1979) obtuvieron porcentajes de materia seca como éstos o más altos, pero no aclaran si los análisis fueron hechos en cormos o en cormelos.

En este trabajo, un total de 21 clones presentaron en los cormelos más del 20 % de MS a los 10 meses y ningún clon presentó menos del 10 %, lo que coincide con Vázquez y Torres (1981), pues dichos autores plantea-

ron que por lo general, a esa edad, todos los clones presentan más MS en los cormelos que en los cormos. Sólo dos clones tuvieron más MS en los cormos que en los cormelos a los 10 meses de edad ('Panameña' y 'Camerún 22'), ya que el ciclo hasta la cosecha es más prolongado y requieren de más tiempo para que los cormelos alcancen el óptimo de madurez, pues parte de las sustancias de reserva del cormo pasan a los cormelos; ésto se corrobora por la alta correlación negativa que existe entre el porcentaje de materia seca de cormos y el número de cormelos (Tabla III).

Los resultados de materia seca se deben expresar especificando la edad de los cormos para que los mismos sean comparables. López Zada (1995) plantea que el mayor porcentaje de materia seca se obtiene a los 10 meses cuando se fertiliza con altas dosis de nitrógeno y que un ascenso en el contenido de materia seca en los cormelos terciarios demuestra que los cormos de diferentes orígenes no maduran a la misma edad, ya que los primeros en madurar son los primarios (cormo) y los últimos son los cormelos terciarios. Es por eso que se recomienda dividir el descriptor para la materia seca por separado en cormos y cormelos.

Al analizar el plano C1-C2 (Fig. 2), se logró la formación de los grupos con una mayor incidencia del C1 y no con la combinación de los caracteres de ambos componentes. Esto se debe a que la forma y materia seca de los cormos y cormelos no poseen asociaciones significativas con el color de las raíces, yemas y pulpa de los cormelos. Sólo la forma con fasciaciones en los cormos y cormelos en el clon 'Panameña' (42), incidió significativamente, estando éste colocado en la parte superior izquierda del eje Y. Teniendo en cuenta estos aspectos se formaron cinco agrupaciones. El Grupo I engloba 16 clones que poseen tanto las yemas y raíces de color rosado, y la pulpa de color blanco con tintes rosados, tanto en cormos como en cormelos. Por otra parte el Grupo II incluye 14 clones, de ellos 13 poseen raíces, yemas y pulpa de cormos y cormelos de color blanco y uno que posee las yemas y raíces de color blanco, pero la pulpa es blanca con tintes amarillos en cormos y cormelos.

El Grupo III agrupa 10 clones considerados intermedios, ya que la coloración de la pulpa de los cormos y cormelos no coincide con el color de las yemas y raíces. Es el grupo más heterogéneo, donde los clones presentaron mayor variabilidad fenotípica, atribuible a la acumulación de mutaciones espontáneas en la evolución de este género (León, 1987), ya que la floración de los mismos es errática y resulta muy difícil la obtención de semillas (Kikuta *et al.*, 1938; Plucknett *et al.*, 1970; Shaw, 1975; León, 1987; Unnikrishnan, 1988; Rodríguez Manzano, 1991). En este grupo se encontraron cuatro clones que poseen la

pulpa de los cormos y cormelos blanco, las yemas rosadas así como la raíz de color blanco. Estos representaron el 9,52 % de los clones estudiados (Fig. 1): 'México 1' (30), 'México 2' (31), 'México 3' (32) y 'Madere Graines' (13), que fueron introducidos de México y Guadalupe. Esto sugiere una acumulación de variabilidad en los mismos desde la introducción de este género en América.

Otros cinco clones que poseen la pulpa de los cormos y cormelos blanca, y las raíces y yemas de color rosado, representan el 11,9 % (Fig. 1); ellos son 'Francesa' (37), 'Madere Blanc' (25), 'Isleña Japonesa' (11), 'Selección Herradura' (15) e 'Isleña Miranda' (22). De ellos, el clon 'Francesa' fue introducido desde Viet Nam, región considerada dentro del centro de origen de esta especie; 'Madere Blanc', que fue introducido desde Guadalupe y los otros dos clones, prospectados en Cuba con evidencias de una posible procedencia asiática, lo que sugiere algún tipo de relación filogenética o que hayan ocurrido mutaciones espontáneas en los ambientes donde se desarrollaron los cultivares de *Colocasia esculenta* analizados. El clon 'Isleña Miranda' se originó a partir del clon 'Isleña Japonesa', mediante selección clonal y la relación entre ellos es muy estrecha.

El 2,38 % de los clones presentaron color de la pulpa y yemas rosada con la raíz blanca y corresponde a un solo clon 'Isleña Rosada Bayamo' (39), que fue una selección a partir de 'Isleña Rosada Habana' (24). Este es un ejemplo del enriquecimiento de la variabilidad de este género en Cuba y corrobora los planteamientos de Rodríguez Nodals (1973, 1976) de que aunque Cuba no forma parte del centro de origen del cultivo, sí constituye un centro secundario de dispersión genética, pues si bien esta especie no es oriunda del Nuevo Mundo, se ha generado una interesante variabilidad que ha sido atribuida a la acumulación de mutaciones somáticas, seguido de un activo proceso de domesticación desde su introducción en el continente americano.

Por otra parte, el Grupo IV incluye el clon 'Isleña China' (12) con la pigmentación de la pulpa blanca con tintes morados, yemas rosadas y raíz blanca, que representa el 2,38 % del total de los clones estudiados y el Grupo V que incluye el clon 'Isleña Panameña' (42) que, aunque posee tanto la pulpa, yemas y raíces en cormos y cormelos blanca se dispersa mucho por la fuerte incidencia de la forma con fasciaciones que poseen los cormos y cormelos.

Los caracteres que mayor incidencia presentaron en el componente 3 fueron el porcentaje de cormelos menores que 50 g (PME), el porcentaje de cormelos mayores que 100 g (PMA) y la palatabilidad. El PME es un parámetro del rendimiento muy importante a tener en cuenta, pues en *C. esculenta*, este calibre es el que ge-

neralmente se utiliza como material de plantación, ya que el corno se utiliza como para el consumo, a diferencia del género *Xanthosoma*, donde el corno no es comestible y se utiliza como semilla. En el caso de los clones de pulpa amarilla, también se consumen los cormos.

Los parámetros de calidad como palatabilidad y consistencia (PAL y CON) tienen una asociación significativa y positiva, ya que todos los clones que se clasifican como buenos y deliciosos son también consistentes o muy consistentes, a diferencia de los clones que poseen una palatabilidad mala o regular, los cuales no son consistentes en la mayoría de los casos. La consistencia (CON) no se seleccionó en el C3, por la correlación significativa y positiva que posee con la palatabilidad (0,789), pero sí es de interés para el fitomejorador, ya que ambas evaluaciones se pueden obtener al mismo tiempo durante la cocción. Es muy importante tener en cuenta estos parámetros, pues la asociación con el rendimiento y sus componentes es muy baja (número de cormelos, porcentaje de cormelos menores que 50 g, porcentaje de cormelos entre 50 y 100 g, porcentaje de cormelos mayores que 100 g y el tamaño del corno) y pueden existir clones que tengan un alto potencial de rendimiento y que la calidad sea mala.

Al analizar el plano gráfico C1-C3 (Fig. 3), se formaron las agrupaciones teniendo en cuenta las coloraciones de las yemas, raíces, pulpa de los cormelos y la palatabilidad por la asociación significativa y positiva que poseen, ya que el 100 % de los clones que presentan coloración rosada en estos órganos tienen palatabilidad buena o deliciosa y los clones que poseen la raíz, yema y pulpa blanca presentaron sólo el 35,71 % de palatabilidad buena. Esto sugiere la relación que existe en esta colección entre la pigmentación de estos órganos con los parámetros de la calidad, lo que puede ser un indicador en la realización de selecciones preliminares en los programas de mejoramiento genético en este cultivo a partir de este material.

Teniendo en cuenta la línea imaginaria trazada en la figura 3, se puede considerar la formación de dos grupos: el grupo A, ubicado en la parte superior, donde se incluyen los clones con palatabilidad buena o deliciosa y que son consistentes o muy consistentes. Este grupo incluye todos los clones que poseen la raíz, yema y pulpa rosada, y los clones del grupo intermedio que poseen las yemas y raíces rosadas, pero la pulpa de los cormelos es blanca: 'Isleña Japonesa', 'Isleña Miranda', 'Francesa' y 'Madere Blanc'; también están incluidos los clones que poseen la pulpa y la raíz blanca, pero la yema es rosada (Madere Graines', 'México 1' y 'México 3'; además incluye cuatro clones que poseen la raíz, yemas y pulpa blancas: 'Panameña', 'Camerún 8', 'Isleña Yabú' y 'Saotomé'. El grupo B, ubicado en la parte inferior de la línea, incluye los

clones que poseen la palatabilidad regular o mala y que son no consistentes. En este grupo se encuentra el 64,29 % de los clones con raíz, yemas y pulpa blancas y dos clones del grupo intermedio, con pulpa y yemas rosadas y raíz blanca: 'Isleña Rosada Bayamo' y el clon 'Selección Herradura' que posee la pulpa blanca, y las yemas y raíces rosadas, y el clon 'México 2' (31) que posee la pulpa y raíz blanca pero la yema es rosada.

En la tabla IV, se observa cómo en el primer componente los valores más altos se encontraban en CER, COY y CPS con 0,3763; 0,3468 y 0,3463 respectivamente sin embargo en el C3 se observa claramente que la coloración de la pulpa tiene una influencia mayor en la variabilidad con respecto a la coloración de las yemas y raíces ya que el valor de ésta es de 0,3018 a diferencia de yemas y raíces que tienen 0,1173 y 0,0038 respectivamente. Lo que hace que se formen claramente cuatro grupos teniendo en cuenta las diferentes coloraciones de la pulpa (Fig. 3), ésto coincide con los cuatro subgrupos enunciados por Rodríguez Manzano *et al.* (1998), donde se consideraba también la coloración de la pulpa, pero no el color de las yemas y raíces. Así se formaron los siguientes grupos:

**Grupo I:** Comprende 16 clones que poseen color blanco con tintes rosados de la pulpa de los cormos y cormelos y las yemas y raíces de color rosado.

**Grupo II:** Incluye 13 clones que poseen coloración blanca de la pulpa, yemas y raíces de los cormos y cormelos.

**Grupo III:** Engloba 10 clones considerados como intermedios ya que teniendo el color de la pulpa blanca o blanca con tintes rosados pueden tener diferente la pigmentación en yemas y raíces. Este grupo se ubica a lo largo del eje Y con alguna dispersión en la parte superior e inferior derecha debido a la heterogeneidad de fenotipos que incluye. Las características de cada clon se explican en el Grupo III del plan gráfico C1-C2.

**Grupo IV:** Comprende sólo un clon que posee el color de la pulpa blanca con tintes morados, yema rosada y raíz blanca. Se ubica en la parte inferior izquierda del eje Y.

**Grupo V:** Representado por un sólo clon que posee el color de la pulpa blanca con tintes amarillos y las yemas y raíces son blancas. Se ubica en la parte superior derecha del eje Y.

**Grupo VI:** Incluye un solo clon que aunque posee tanto pulpa, yemas y raíces en cormos y cormelos blancas, se dispersa mucho por la fuerte incidencia de la forma de los cormos y cormelos, ya que es el único clon que posee fasciaciones.

Cuando se analizaron las variables de los componentes 4 y 5 se seleccionó el porcentaje de cormelos entre 50 y 100 g, tamaño del cormo y número de cormelos. La cantidad total de cormelos y el porcentaje de ellos con valo-

res mayores de 100 g, entre 50 y 100 g y menores que 50 g, son muy importantes para conocer el comportamiento del rendimiento de cada genotipo en cada ambiente. Es por ello que en este trabajo se evalúan por separado el peso de los cormelos en tres rangos. El contenido de materia seca de los cormelos también tuvo una correlación significativa y negativa con el número de cormelos, ya que la materia seca incide también en el rendimiento.

Los 12 caracteres morfológicos y agronómicos seleccionados, teniendo en cuenta los cinco componentes analizados son: color de las raíces, yemas y pulpa de los cormelos; porcentaje de materia seca en los cormos; forma de los cormos y cormelos; porcentaje de cormelos menores que 50 g, entre 50 y 100 g y mayores que 100 g; palatabilidad, tamaño del cormo y número de cormelos, los cuales representan el 75 % del total de caracteres estudiados y aportaron aproximadamente el 70,9 % de la variabilidad total, por lo que deben de tenerse en cuenta como caracteres mínimos para cualquier trabajo de identificación y caracterización de los órganos subterráneos en clones de *Colocasia esculenta*.

Todo ello demuestra que para una correcta caracterización de los órganos subterráneos en los clones pertenecientes al género *Colocasia*, es necesario tomar en cuenta tanto caracteres agronómicos como morfológicos cuantitativos y cualitativos, los cuales permiten abarcar una parte importante de la diversidad existente. Ambos tipos de caracteres también han sido utilizados para establecer un listado de descriptores mínimos en otros cultivos, por ejemplo en el frijol (Castiñeiras, 1992) y en *Musa* spp. (IPGRI, 1996).

## CONCLUSIONES

1. Se seleccionaron 12 caracteres morfológicos y agronómicos determinantes en la identificación y caracterización de clones de *Colocasia esculenta*.

2. Se obtuvieron 18 correlaciones significativas, donde estuvieron implicados el 68,75 % del total de caracteres estudiados.

3. Las relaciones existentes entre la palatabilidad y las pigmentaciones en las yemas, raíces y pulpa de los cormos y cormelos podrían ser importantes para realizar selecciones preliminares indirectas de este carácter en los programas de mejoramiento genético a partir de estos genotipos.

4. Los caracteres morfológicos cualitativos estudiados permitieron abarcar gran parte de la diversidad existente y fueron determinantes en la identificación de los clones.

5. El color de las yemas, que no había sido reportado por

el IPGRI (1980), fue el segundo carácter de mayor variabilidad, por lo que se justifica su inclusión en la caracterización de los clones.

6. Los clones se agruparon teniendo en cuenta la colocación en las yemas, raíces, pulpa de los cormelos, palatabilidad y forma de los cormos y cormelos

## BIBLIOGRAFÍA

Academia de Ciencias de Cuba. 1975. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Revista de Agricultura 8 (1): 47-69.

Castiñeiras L. 1992. Germoplasma de *Phaseolus vulgaris* L. en Cuba: Colecta, caracterización y evaluación. 100 p. Tesis para la opción del grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas.

Crossa J. 1990. Statistical analysis of multilocational trial. Advances en Agron, 44: 55-86.

Cuba, Ministerio de la Agricultura. 1984. Instructivo Técnico del cultivo de la malanga. La Habana: CIDA, p. 23.

Devendra C. 1979. Malaysian feedinystuffs. Mardi, Serdang.

FAO. 1997. Anuario Producción. Colección FAO: Estadística 50: 135, p.96.

FAO. 1996. Plan de Acción Mundial para la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, 64p.

Fundora Z, Vera R, Yaber E, Barrios O. 1992. La estadística multivariada en la sanidad vegetal. INIFAT-MINAGRI, La Habana, 47p.

Gálvez G. 1997. La interacción genotipo x ambiente. Curso de Genética Cuantitativa para Maestría. Fac. Biología, Univ de la Habana, Cuba.

IBPGR. 1980. Internacional Board for Plant Genetic Resources. Descriptor for *Colocasia*. - Roma, 16p.

IPGRI-INIBAP-CIRAD. 1996. Descriptores para el banano (*Musa spp.*)- Roma, 55p.

Kikuta. 1938. Seed and seedling of the taro, *Colocasia esculenta*. Am. J. Bot. 25: 186-188.

León J. 1987. Botánica de los Cultivos Tropicales, IICA, San José, Costa Rica, 445p.

López Zada M. 1995. Raíces y Tubérculos. Ciudad de

La Habana: Edit. Pueblo y Educación, p. 304. Matthews P J. 1995. Aroids and the Austronesians. Tropics. 4: 105-126.

Nyquist NE. 1991. Estimation of heredability and prediction of selection response in plant populations. Crit. Rev. Plant. Sci. 10 (3): 235-322.

Plucknett DL, De La Peña RS, Obrero F. 1970. Taro. *Colocasia esculenta*. Fid Crop Abstr. 23: 413-426.

Poey FR. 1978. El mejoramiento integral del maíz: Valor nutritivo y rendimiento, hipótesis y métodos. Colegio de postgraduados, México, 206p.

Rodríguez Manzano A. 1991. Caracterización y evaluación de la colección nacional de malanga isleña *Colocasia esculenta* (L.) Schott. Tesis para optar por el título de Ingeniera agrónoma. UCLV, Villa Clara, 100p.

Rodríguez Manzano A, Rodríguez Nodals AA, Roman MI. *Colocasia*. En: Hammer K, Esquivel M and Knüpffer (eds.). "... y tienen faxones y fabas muy diversos de los nuestros..." Origin, Evolution and Diversity of Cuban Plant Genetic Resources. Vol. 3. Gatersleben. Institut für Pflanzegenetik und Kulturpflanzenforschung Gatersleben. 1994: 629-636.

Rodríguez Manzano A, Rodríguez Nodals A, Roman MI, Manzano MJ. 1998. Caracteres morfológicos, citogenéticos y bioquímicos en la clasificación infraespecífica de *Colocasia esculenta* (L.) Schott. Revista Jard. Bot. Nac. Univ. Habana. 19: 113-120.

Rodríguez Nodals AA. 1973. Las colecciones de germoplasma en la Dir. General de Semillas de la República de Cuba. Trabajo presentado en la I Reunión sobre recursos fitogenéticos de la región del Caribe, FAO-CATIE. Turrialba, Costa Rica. 5p.

\_\_\_\_\_. 1976. Preliminary observation on clones of sweet potato *Ipomea batatas* and *Colocasia esculenta* introduced from Guadaloupe. Nouvelles Agronomiques des Antillas et de la Guyane 2 (2): 134-141.

\_\_\_\_\_. 1978. El cultivo de la malanga isleña. Dir. Normalización, Min. de la Agricultura. La Habana, 26p.

Shaw DE. 1975. Illustrated notes on flowering, flower, seed and germination in taro *Colocasia esculenta*. Res. Bull. Papua New Guinea dept. Agric. S<sup>k</sup>. Fish, 13: 39-59.

Sigarroa A. 1985. Biometría y Diseño Experimental, La Habana. Pueblo y Educación, 734p.

Tanimoto T y Matsumoto T. 1986. Variations of morphological characters and Isozyme Patterns in Japanese Cultivars of *Colocasia esculenta* Schott and *C. gigante*, Hook. Japanese Journal Breed 2 (36): 100-116.

Unnikrishnan M. 1988. Evaluations of Genetic Resources of taro *Colocasia esculenta* Schott. Journal of Root Crops. 14(1): 27-32.

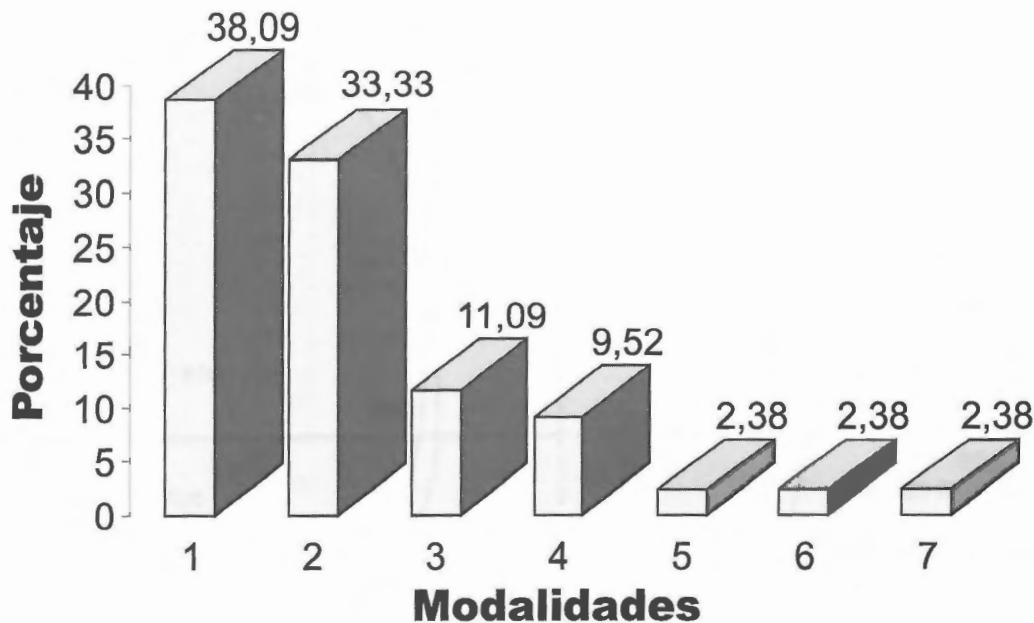
Vázquez E, Torres S. 1981. Determinación de la edad óptima de la planta para la cosecha en tres épocas de plantación de *Colocasia esculenta* Schott var. Isleña Japonesa. Centro Agrícola 2.

Vavilov NI. 1951. Phytogeographic basic of plant breeding. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Chronica Bot. 13: 1-366.

Yen DE, Wheeler JM. 1968. Introduction of taro into the Pacific: the indications of the chromosome numbers. Ethnology. 7: 259-267.

**Recibido:** 15 de septiembre de 1998.

**Direcc. de los autores:** Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical "Alejandro de Humboldt" (INIFAT). Calle 1 esq. 2, Santiago de las Vegas, Boyeros. CP. 17200, Ciudad de La Habana, Cuba.



**Fig. 1.** Caracterización de los clones atendiendo a la interacción de la coloración en las yemas, raíces y pulpa de los cornelos. 1: pulpa, yema y raíz rosada, 2: pulpa, yema y raíz blanca, 3: pulpa blanca con raíz y yema rosada, 4: pulpa y raíz blanca con yema rosada, 5: pulpa amarilla con raíz y yema blanca, 6: pulpa y yema rosada con raíz blanca, 7: pulpa morada, yema rosada y raíz blanca.

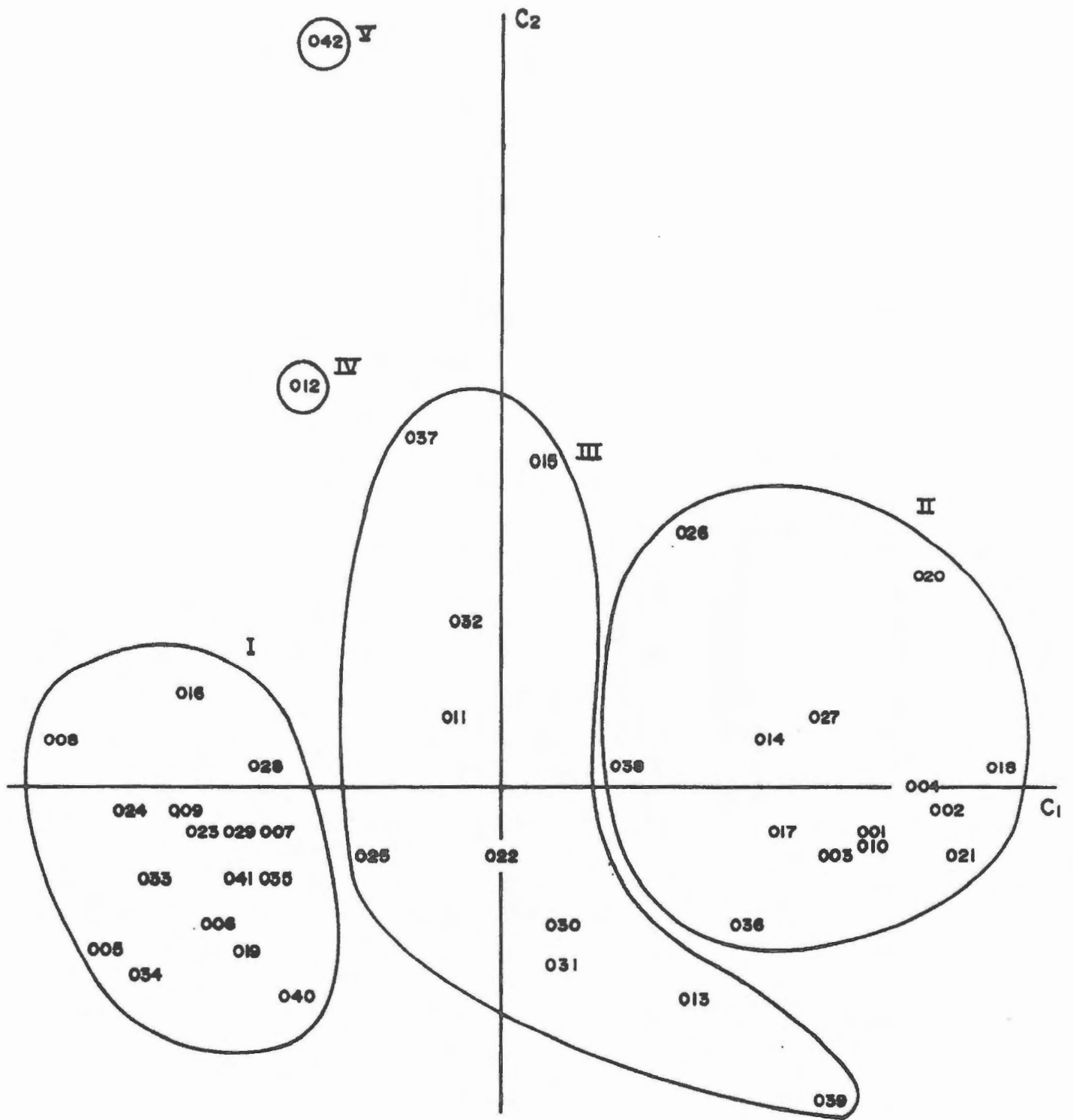


Fig. 2. Agrupamientos formados teniendo en cuenta la interacción de los caracteres en los componentes 1 y 2.

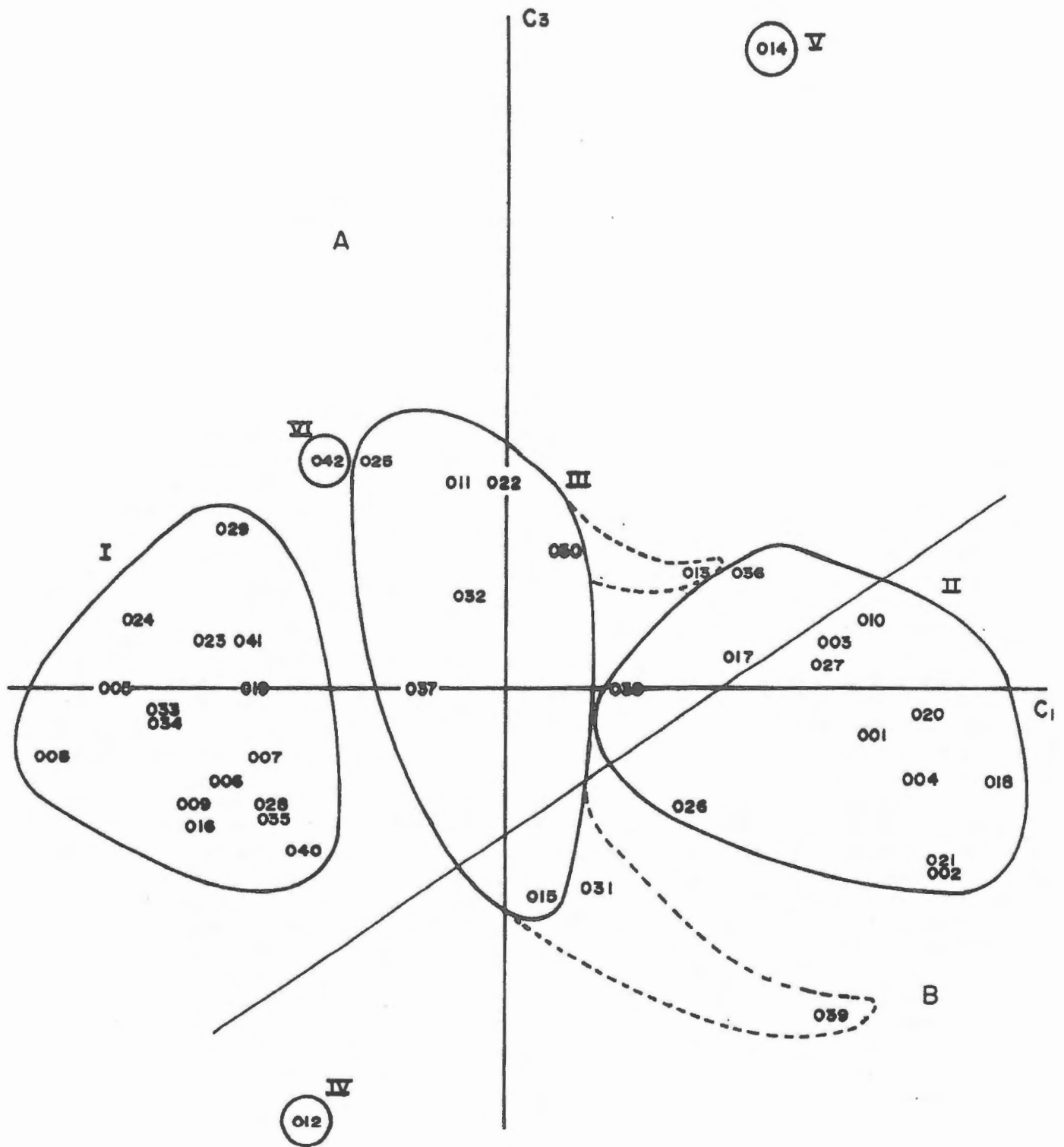


Fig. 3. Agrupamientos formados teniendo en cuenta la interacción de los caracteres en los componentes 1 y 3.

TABLA I

Relación y procedencia de los clones de *Colocasía esculenta* (L.) Schott estudiados.

Clones que integran la colección	Procedencia
1. Isleña Blanca # 2	Cuba (Villa Clara)
2. Isleña Mulata # 1	Cuba (Villa Clara)
3. Isleña Mulata # 2	Cuba (Villa Clara)
4. Isleña Mulata # 3	Cuba (Villa Clara)
5. Isleña Rosada # 1	Cuba (Villa Clara)
6. Isleña Rosada Escambray	Cuba (Cienfuegos)
7. Isleña Rosada Jibacoa	Cuba (Villa Clara)
8. Isleña Rosada Mayajigua	Cuba (Sancti Spiritus)
9. Isleña Rosada Sancti-Spiritus	Cuba (Sancti Spiritus)
10. Isleña Violácea	Cuba (Villa Clara)
11. Isleña Japonesa	Cuba (Isla de la Juventud)
12. Isleña China	Cuba (Cienfuegos)
13. Madere Graines	Guadalupe (Domaine Duclos)
14. Madere Soufre	Guadalupe (Domaine Duclos)
15. Selección Herradura	Cuba (Pinar del Río)
16. Camerún 2	Camerún
17. Camerún 8	Camerún
18. Camerún 9	Camerún
19. Camerún 14	Camerún
20. Camerún 22	Camerún
21. Camerún 23	Camerún
22. Isleña Miranda	Cuba (Villa Clara)
23. Isleña Rosada # 2	Cuba (Villa Clara)
24. Isleña Rosada Habana	Cuba ( C. Habana)
25. Madere Blanc	Guadalupe (Domaine Duclos)
26. Isleña Blanca # 1	Cuba (Villa Clara)
27. Isleña Mulata # 4	Cuba ( Matanzas)
28. Isleña Rosada Sabanilla	Cuba ( Matanzas)
29. CEMSA 75-11	Cuba (Villa Clara)
30. México 1	México (Tabasco)
31. México 2	México (Tabasco)
32. México 3	México (Veracruz)
33. Rosada CEMSA	Cuba (Villa Clara)
34. MC-2	Cuba (Villa Clara)
35. Isleña Cienfueguera	Cuba (Cienfuegos)
36. Isleña Yabú	Cuba (Villa Clara)
37. Francesa	Viet Nam
38. Sao Tomé	Saotomé y Príncipe
39. Isleña Rosada Bayamo	Cuba (Granma)
40. Isleña Bayamesa	Cuba (Granma)
41. Isleña Granma	Cuba (Granma)
42. Panameña	Panamá (Chiriquí)

**TABLA II**

Descriptores y modalidades empleados en la caracterización de los clones atendiendo a los caracteres subterráneos.

II. 1 Descriptores de la Calidad	Modalidades
1. Palatabilidad (PAL)	1. Muy mala 2. Mala 3. Regular 4. Buena 5. Deliciosa
2. Consistencia (CON)	1. No consistente 2. Consistente 3. Muy consistente
3. Porcentaje de materia seca en cormos (PMS) Después de un corto almacenaje (cuatro días después de la cosecha). Se colocaron en una estufa 100 g de las muestras durante 48 h a 80 °C.	1. (5 hasta 10) 2. (> 10 hasta 15) 3. (> 15 hasta 20) 4. (> 20 hasta 25) 5. (>25)
4. Porcentaje de materia seca en cormelos (PMC) Después de un corto almacenaje (cuatro días después de la cosecha). Se colocaron en una estufa 100 g de las muestras durante 48 h a 80 °C.	1. (5 hasta 10) 2. (> 10 hasta 15) 3. (> 15 hasta 20) 4. (> 20 hasta 25) 5. (>25)

II. 2 Descriptores del Cormo	Modalidades
1. Forma (FOC)	1. Cónica. 2. Redondeada 3. Cilíndrica 4. Elíptica 5. Con ramificación latente 6. Con fasciaciones
2. Tamaño (TAC)	1. Pequeña (<0,5 kg) 2. Medio (>0,5 hasta 2 kg) 3. Grande (>2,0 kg)
3. Color de la pulpa (CPC)	1. Blanco. 2. Blanco con tintes amarillos 3. Blanco con tintes rosados 4. Blanco con tintes púrpuras 5. Crema 6. Amarillo 7. Rosado 8. Rojo 9. Rojo-Púrpura 10. Blanco-Púrpura 11. Púrpura
4. Grado de fibrocidad (GFC)	1. No fibrosa 2. Ligeramente fibrosa 3. Fibrosa 4. Muy Fibrosa

**TABLA II**

Descriptorios y modalidades empleados en la caracterización de los clones atendiendo a los caracteres subterráneos. (Continuación).

<b>II. 3 Descriptorios de cormelos y raíces</b>	<b>Modalidades</b>
1. Número de cormelos (NUC)	1. (< 5) 2. (5 hasta 10) 3. (> 10)
2. Porcentaje < 50 g (PME)	1. (0-25 %) 2. (>25 hasta 50 %) 3. (>50 hasta 75 %) 4. (>75 %)
3. Porcentaje entre 50-100 g (PEN)	1. (0-25 %) 2. (>25 hasta 50 %) 3. (>50 hasta 75 %) 4. (>75 %)
4. Porcentaje > 100 g (PMA)	1. (0-25 %) 2. (>25 hasta 50 %) 3. (>50 hasta 75 %) 4. (>75 %)
5. Forma (FOS)	1. Cónica 2. Redondeada 3. Cilíndrica 4. Elíptica 5. Con ramificación latente 6. Con fasciaciones
6. Color de la pulpa (CPS)	1. Blanco 2. Blanco con tintes amarillos 3. Blanco con tintes rosados 4. Blanco con tintes morados 5. Crema 6. Amarillo 7. Rosado 8. Rojo 9. Rojo-Morado 10. Blanco-Morado 11. Morado
7. Color de las yemas (COY)	1. Blanco 2. Rosado
8. Color exterior de las raíces (CER)	1. Blanco 2. Rosado

**TABLA III**

Correlación entre los descriptores de los órganos subterráneos. Las correlaciones subrayadas son significativas al 0,001 %.

	FOC	TAC	CPC	GFC	NUC	PME	PEN	PMA	FOS	CPS	COY	CER	PAL	CON	PMC	PMS
FOC	1,000															
TAC	0,028	1,000														
CPC	-0,018	0,106	1,000													
GFC	0,105	-0,005	-0,193	1,000												
NUC	0,091	-0,151	-0,338	0,170	1,000											
PME	-0,027	0,025	-0,142	0,031	0,263	1,000										
PEN	-0,341	0,240	-0,099	-0,068	-0,123	-0,213	1,000									
PMA	0,191	-0,070	0,055	0,052	0,245	<u>-0,485</u>	-0,122	1,000								
FOS	0,388	0,202	-0,028	0,016	-0,149	-0,132	0,032	-0,086	1,000							
CPS	-0,045	0,114	<u>0,989</u>	-0,197	-0,378	-0,075	-0,076	-0,089	-0,014	1,000						
COY	-0,096	0,121	<u>0,613</u>	-0,061	-0,256	-0,052	0,235	-0,176	0,160	<u>0,639</u>	1,000					
CER	-0,018	0,221	<u>0,607</u>	-0,273	-0,371	-0,138	0,192	-0,114	0,256	<u>0,625</u>	<u>0,745</u>	1,000				
PAL	0,000	0,268	0,346	-0,382	-0,208	-0,255	0,332	0,073	0,212	0,338	<u>0,537</u>	<u>0,621</u>	1,000			
CON	-0,015	0,254	<u>0,435</u>	-0,382	-0,213	-0,198	0,151	0,068	0,128	<u>0,422</u>	<u>0,480</u>	<u>0,596</u>	<u>0,789</u>	1,000		
PMC	0,267	0,348	0,303	-0,108	<u>-0,422</u>	-0,178	0,016	-0,130	<u>0,407</u>	0,321	0,276	0,305	0,224	0,151	1,000	
PMS	0,108	0,168	0,270	-0,062	<u>-0,477</u>	-0,140	0,035	-0,113	0,250	0,281	0,312	0,219	0,304	0,220	<u>0,729</u>	1,000

TABLA IV

Matriz de valores y vectores propios de los componentes principales en los órganos subterráneos de los 42 clones estudiados.

Componentes principales					
	C1	C2	C3	C4	C5
&i	4,8831	1,9492	1,6611	1,6132	1,2338
% contribución total	30,5	12,2	10,4	10,1	7,7
% acumulado	30,5	42,7	53,1	63,2	70,9
Autovectores					
FOC	-0,0018	<u>0,4596</u>	-0,0217	<u>-0,3450</u>	<u>-0,3662</u>
TAC	-0,1532	0,1717	0,0931	<u>0,2906</u>	-0,1716
CPC	<u>-0,3399</u>	-0,1783	-0,2354	-0,3403	0,0895
GFC	0,1565	0,1763	-0,1275	-0,0500	0,1266
NUC	<u>0,2471</u>	-0,1265	0,1372	-0,1449	<u>-0,4620</u>
PME	0,1181	-0,0966	<u>-0,4888</u>	0,2169	<u>-0,4796</u>
PEN	-0,0978	-0,1434	<u>0,3384</u>	<u>0,5082</u>	0,1645
PMA	0,0455	0,0121	<u>0,4776</u>	<u>-0,5064</u>	0,1168
FOS	-0,1310	<u>0,4572</u>	0,0981	0,0849	<u>-0,2847</u>
CPS	<u>-0,3436</u>	-0,1800	<u>-0,3018</u>	<u>-0,2653</u>	-0,0749
COY	<u>-0,3468</u>	-0,1573	-0,1173	0,0212	-0,1013
CER	<u>-0,3763</u>	-0,1284	-0,0038	-0,0016	-0,1768
PAL	<u>-0,3362</u>	-0,0790	<u>0,3432</u>	0,0795	-0,2210
CON	<u>-0,3268</u>	-0,1401	<u>0,2571</u>	-0,0252	-0,2495
PMC	<u>-0,2610</u>	<u>0,4606</u>	-0,1115	0,0616	0,1479
PMS	<u>-0,2510</u>	<u>0,3602</u>	-0,1018	0,0813	0,2590