



## CAPITULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

Desde hace 200 años, como consecuencia del desarrollo agrícola e industrial y la progresiva unificación de hábitos culturales y alimenticios, el número de cultivos y la heterogeneidad dentro de los mismos han ido descendiendo progresivamente. Los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura están amenazados a nivel tanto de las Américas como a escala mundial. La falta de capacidad y coordinación para conservar racionalmente y usar de forma óptima estos recursos debilita todo esfuerzo hacia la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible en las Américas. (FAO. 1996)

Los Andes es una zona de agricultura tradicional que puede ser considerada como un MACROCENTRO de conservación de la biodiversidad de cultivos andinos especialmente raíces y tubérculos, En el Ecuador uno de los principales grupos de plantas andinas son los tubérculos, los mismos que constituyen un componente básico en la dieta no sólo de pobladores de la región interandina, sino también del litoral y Amazonía.

La zona andina es probablemente la región del mundo donde han sido domesticadas el mayor número de especies vegetales tuberosas, aquí las variedades locales o primitivas que han sido cultivadas por los agricultores durante cientos de años, sumados a los variados microclimas han hecho que se mantengan y aporten con la evolución de importantes cultivos que actualmente son alimento de muchas comunidades.



Pero ante el cambio climático y diversos factores ya sean estos políticos, sociales y culturales, han determinado que especies como la yuca, camote, papa china, malanga, entre otras sean remplazadas por la introducción de nuevas especies las cuales son ajenas a nuestros ecosistemas, creando así una dependencia alimentaria, generando que especies endémicas sean olvidadas o lleguen a su extinción a causa de que las personas han modificado sus huertos para dar prioridad a especies introducidas (Meza, J 2001).

Lo que ha conllevado a que exista una considerable brecha entre el número de materiales conservados y el de aquellos de los que se tienen datos de caracterización y evaluación, estimándose a nivel mundial un 80% de muestras sin datos de caracterización y un 95% sin datos de evaluación agronómica.

Con lo anteriormente mencionado los recursos fitogenéticos constituyen un patrimonio de la humanidad de valor incalculable y su pérdida es un proceso irreversible que supone una grave amenaza para la estabilidad de los ecosistemas, el desarrollo agrícola y la seguridad alimentaria del mundo. (Davidson, C 2006)

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

La provincia de Imbabura se caracteriza por una enorme variabilidad de climas, culturas, desarrollo económico y recursos fitogenéticos. La importancia del mantenimiento de los recursos genéticos en bancos de germoplasma se mide mediante la caracterización de su diversidad genética y la efectividad en la exploración de esta depende del tipo de carácter y la forma de evaluarlo. (Friis, E. 2000)

La presente investigación y estudio de estas raíces (yuca, camote, papa china y malanga) se la realizó debido a que los cultivos antes mencionados forman parte importante de la alimentación diaria de los pueblos ecuatorianos, en especial en las zonas rurales de Imbabura (Valle del Chota, Salinas, Ambuquí, Intag,



Peñaherrera, Lita, entre otras zonas), pero debido a diferentes factores ya sean estos naturales o antrópicos estos cultivos se han convertido en cultivos secundarios, observándose así una progresiva disminución del área cultivada.

Esta investigación tuvo como finalidad caracterizar, conocer el estado actual y los saberes locales de la yuca, el camote, papa china y malanga; de tal manera que con los resultados obtenidos nos permita proponer a los técnicos agropecuarios, campesinos y fitomejoradores posibles usos, prácticas agrícolas, elección de morfotipos y materiales promisorios para procesos de alimentación, propagación e industrialización de las especies antes mencionadas.

Por ello es innegable que la conservación de la agrobiodiversidad en la provincia de Imbabura debe ejecutarse a través de las actividades participativas en la comunidad agrícola, tomando en cuenta los ejes de la sostenibilidad como la rentabilidad económica, la funcionalidad ambiental y la seguridad alimentaria.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General**

- Colectar e identificar básicamente el material colectado de cuatro raíces: yuca (*Manihot esculenta*), camote (*Ipomoea batatas*), papa china (*Colocasia esculenta*), malanga (*Xanthosoma sagittifolium*), como parte del rescate de la agrobiodiversidad en la provincia de Imbabura, y como medida para una conservación sostenible.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Colectar raíces de yuca, camote, papa china y malanga en zonas de clima cálido húmedo y cálido seco de la provincia de Imbabura.



- Realizar una evaluación básica de yuca, camote, papa china y malanga en base a 20 descriptores que permitan identificar la diversidad en cada especie.
- Identificar zonas de micro centro de diversidad de yuca, camote, taro y malanga en la provincia de Imbabura.
- Conocer los saberes locales de cada una de las especies colectadas.
- Fortalecer, crear e implementar un jardín de conservación en la granja experimental de la Universidad Católica de Ibarra (PUCE-SI) con los materiales colectados en la provincia de Imbabura, aplicando métodos de conservación *ex situ* e *in situ*.

#### 1.4. HIPOTESIS

**Ho:** Las accesiones de yuca (*Manihot spp*), camote (*Ipomoea batatas*), papa china (*Colocasia esculenta*), malanga (*Xanthosoma sagittifolium*), colectadas en la provincia de Imbabura no presentan variabilidad morfológica.



## CAPITULO II

### 2. REVISIÓN DE LITERATURA

Para la realización de esta investigación se tomaron en cuenta los siguientes conceptos:

#### 2.1. BIODIVERSIDAD EN EL ECUADOR

Ecuador es uno de los países con mayor biodiversidad del continente y del mundo. En materia de plantas, cuenta con casi 25 000 especies de plantas vasculares, con un endemismo estimado del 32,25% distribuido en las distintas regiones geográficas del país.

Esta característica ha hecho que el país sea considerado como el primer país megadiverso del mundo. Es decir que teniendo en cuenta su extensión, éste alberga mayor cantidad de especies de animales y plantas por km<sup>2</sup>, que el resto de países del mundo. (Vallejo *et al.*, 2007)

##### 2.1.1. Recursos Fitogenéticos

Los recursos fitogenéticos comprenden la diversidad genética correspondiente al mundo vegetal que se considera poseedora de un valor para el presente o el futuro. Bajo esta definición se incluyen normalmente las categorías siguientes. Variedades de especies cultivadas, tanto tradicionales como comerciales; especies silvestres o asilvestradas afines a las cultivadas o con un valor actual o potencial, y materiales obtenidos en trabajos de mejora genética. (Friis, E. 2000)



### **2.1.2. Flora Ecuatoriana**

Las plantas son uno de los grupos de organismos más variados e interesantes del planeta. Casi todas las especies producen su propio alimento, mediante la fotosíntesis, utilizando la energía solar para formar azúcares (carbohidratos) a partir del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), y agua.

La mayoría de las especies nativas del Ecuador también existen en otros países como Colombia y Perú o pueden alcanzar Centroamérica o Bolivia, o incluso otros continentes. Pero aproximadamente una de cada cuatro especies ecuatorianas son endémicas, es decir, se encuentran exclusivamente en el Ecuador.

Actualmente se conoce 4143 especies endémicas (27% de las 15306 registradas). Se estima que de cada dos especies nuevas que se descubren en el país, una resulta ser endémica. ([www.terraecuador.net/revista6/6nuestraflora2.htm](http://www.terraecuador.net/revista6/6nuestraflora2.htm))

### **2.2. EROSIÓN GENÉTICA**

Es la pérdida de diversidad genética entre poblaciones de la misma especie y dentro de ellas a través del tiempo; o también, reducción de la base genética de una especie.

El reconocimiento de la erosión genética como un problema grave tiene lugar en los años 50, cuando el desarrollo agrícola empieza a alcanzar a las regiones del planeta con mayor diversidad genética, siendo en este momento cuando se empiezan a poner en marcha medidas globales para preservar los recursos fitogenéticos. (Brown, A. 2000)

### **2.3. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA**

Es la valoración de los caracteres de una planta que son altamente heredables, fácilmente visibles y expresados de igual modo en todos los ambientes, empleada para distinguir los fenotipos; el objetivo principal de la caracterización es la



identificación de las accesiones, mientras que el de la evaluación es conocer el valor agronómico de los materiales, la distinción entre ambas actividades es esencialmente de orden práctico.

Para la caracterización y evaluación se utilizan descriptores, que son caracteres considerados importantes y/o útiles en la descripción de una muestra. Los estados de un descriptor son los diferentes valores que puede asumir el descriptor, pudiendo ser un valor numérico, una escala, un código o un adjetivo calificativo. (FAO. 1996)

#### **2.4. EL SECTOR AGRÍCOLA**

El sector agrícola es fundamental en el Ecuador y su visión para el año 2020 es de solidaridad, productividad y competitividad. Deberá garantizar la seguridad alimentaria del país, insertándose en el mercado mundial, produciendo bienes y servicios diferenciados y de calidad, generando valor agregado con rentabilidad económica, equidad social, sostenibilidad ambiental e identidad cultural.

El agro es el recurso natural más importante económicamente en el Ecuador; su contribución a la economía del país ha presentado una tendencia estable desde 1994. Durante el 2007 se ha producido un incremento del 8,7% al 10,4%.

De manera complementaria hay que entender que el agro no es un sector aislado, sino que interacciona con otros sectores que contribuyen al crecimiento económico del país (Vallejo *et al.*, 2007).

#### **2.5. MARCO LEGAL**

Con el fin de definir la base legal, se hace referencia a los aspectos relacionados con el Tratado Internacional Sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura.



### 2.5.1. Disposiciones Generales

El Tratado Internacional Sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura reconoce:

**Art. 5** Conservación, prospección, recolección, caracterización, evaluación y documentación de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.

**Art. 5.1** Cada parte Contratante, con arreglo a la legislación nacional, y en cooperación con otras partes contratantes cuando proceda, promoverá un enfoque integrado de la prospección, conservación y utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura y en particular, según proceda:

- a) Realizará estudios e inventarios de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura, teniendo en cuenta la situación y el grado de variación de las poblaciones existentes, incluso los de uso potencial y, cuando sea viable, evaluará cualquier amenaza para ellos.
- b) Promoverá la recolección de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura y la información pertinente relativa sobre aquellos que estén amenazados o sean de uso potencial.
- c) Promoverá o apoyará, cuando proceda, los esfuerzos de los agricultores y de las comunidades locales encaminados a la ordenación y conservación en las fincas de sus recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.
- d) Promoverá la conservación *in situ* de plantas silvestres afines de las cultivadas y las plantas silvestres para la producción de alimentos, incluso en zonas protegidas, apoyando, entre otras cosas, los esfuerzos de las comunidades indígenas y locales.
- e) Cooperará en la producción de la organización de un sistema eficaz y sostenible de conservación *ex situ*, prestando la debida atención a la



necesidad de una suficiente documentación, caracterización, regeneración y evaluación, y promoverá el perfeccionamiento y la transferencia de tecnologías apropiadas al efecto, con objeto de mejorar la utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura.

**Art. 6** Utilización sostenible de los recursos fitogenéticos

**Art. 6.2** La utilización sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura puede incluir las medidas siguientes:

- b) Fortalecimiento de la investigación que promueva y conserve la diversidad biológica, aumentando en la mayor medida posible la variación intraespecífica e interespecífica en beneficio de los agricultores, especialmente de los que generan y utilizan sus propias variedades y aplican principios ecológicos para mantener la fertilidad del suelo y luchar contra las enfermedades, las malas hierbas y las plagas.
- d) Ampliación de la base genética de los cultivos e incremento de la gama de diversidad genética a disposición de los agricultores.
- e) Fomento, cuando proceda, de un mayor uso de cultivos, variedades y especies infrautilizados, locales y adaptados a las condiciones locales.



## 2.6. YUCA (*Manihot spp*)

Las características de esta especie se detallan a continuación:

### 2.6.1. Origen

La evidencia más antigua del cultivo de Yuca proviene de los datos arqueológicos de que se cultivo en el Perú hace 4 000 años y fue uno de los primeros cultivos domesticados en América. Las siguientes referencias al cultivo de Yuca provienen de la cultura Maya, hace 1 400 años en Joya de Ceren (El Salvador). (Nassar, N. 2004)

### 2.6.2. Distribución

La yuca es un cultivo importante en países asiáticos, africano y de América Latina, principalmente, por su participación en los sistemas agrícolas, y por su aporte a la dieta de la población tanto humana como animal.

Actualmente los cultivos de yuca (*Manihot esculenta*) se encuentran distribuidos principalmente en las tierras bajas y calientes de los trópicos, sin embargo, hay algunos cultivos de *Manihot esculenta* en tierras altas y frías de Bolivia.

En América latina la yuca es producida en gran medida por pequeños productores. El 70 % de los agricultores que producen yuca poseen extensiones de tierra de menos de 20 ha y generan 60% de la producción total de la región. Generalmente la yuca se siembra como cultivo asociado con maíz y ñame entre otros.

En el Ecuador se la cultiva principalmente en las llanuras tropicales, en las estribaciones exteriores de la cordillera, los cultivos están localizados en todas las provincias del país incluido Galápagos.

### 2.6.3. Taxonomía

La clasificación taxonómica de las distintas especies de yuca es la siguiente: (Torres, M. 2007)

Reino:	Plantae
División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Euphorbiales
Familia:	Euphorbiaceae
Subfamilia:	Crotonoideae
Tribu:	Manihoteae
Género:	Manihot
Especie:	<i>Manihot spp</i>



**Fotografía 2.1. Muestra de la accesión  
MTJP-002**

### **Nombre comunes**

La yuca es conocida con diferentes nombres vulgares; según el país: casava (Holanda), cassava (Estados Unidos), caxcamote (Guatemala), mandioca (Argentina, Uruguay, Paraguay y Brasil), manioc (Francia y Alemania) Yuca (Haití, Ecuador, Colombia), Guacamote (México), Mandioca (Guaraní, Argentina, Uruguay, Brasil), (Montaldo, 1985).

### **2.6.4. Descripción Botánica**

La yuca es un arbusto perenne, que alcanzan los dos metros de altura. Esta adaptada a condiciones subtropicales, por lo que no resiste las heladas. Requiere altos niveles de humedad aunque no anegamiento y de sol para crecer. (Ceballos, P. 2002)

**2.6.4.1. Hojas.** Son de forma palmipartida, con 5-7 lóbulos, que pueden tener forma aovada o linear. Son simples, alternas, con vida corta y una longitud de 15 cm aproximadamente. Los peciolos son largos y delgados, de 20-40 cm de longitud y de un color que varía entre el rojo y el verde. La epidermis superior es brillante con una cutícula definida. Según la defoliación en la estación seca, las

variedades de yuca se pueden retener algo de follaje, o gran parte de follaje (60% aproximadamente). Palmeadas (las hojas se pueden usar como forraje).

**2.6.4.2. Flores.** Es una especie monoica lo que significa que en ella misma, crecen separadas flores masculinas y femeninas, las flores nacen en el extremo del tallo y su color varía del púrpura al amarillo. Las flores femeninas se ubican en la parte baja de la planta, y son menores en número que las masculinas, que se encuentran en la parte superior de la inflorescencia. Las flores masculinas son más pequeñas, las femeninas maduran más pronto y el cruce con otras plantas ocurre mediante la polinización con insectos.

**2.6.4.3. Tallo.** El tallo puede tener posición erecta, decumbente y acostada. Según la variedad, el tallo podrá tener ninguna, dos, o tres o más ramificaciones primarias, siendo el de tres ramificaciones el mayoritario en la yuca. Las variedades de ramificación alta, es decir, a más de 100 cm, facilitan las labores de escarda. El grosor del tallo se mide a 20 cm del suelo y puede ser delgado (menos de 2 cm de diámetro), intermedio (2-4 cm) y grueso (más de 4 cm). Al carácter del grosor del tallo se le ha asociado el alto rendimiento en raíces de reserva. Los entrenudos pueden ser cortos (hasta 8 cm), medios (8-20 cm) y largos (más de 20 cm).

**2.6.4.4. Raíz.** Es cilíndrica y oblonga, alcanza el metro de largo y los 10 cm de diámetro. La cáscara es dura y leñosa e incomedible. La raíz reservante no tiene médula y pueden ser raíces de pulpa amarilla, crema y blanca. El rendimiento de raíces por planta suele ser de 1-3 kg, pudiendo llegar en óptimas condiciones hasta 5-10 kg/planta. (Fotografía 2.1)

**2.6.4.5. Semilla.** La semilla es el medio de reproducción sexual de la planta, es de forma ovoide elisoidal, y mide aproximadamente 10 mm de largo, 6 mm de ancho y 4 mm de espesor. La testa es lisa, de color café oscuro con moteado gris. En la parte superior se encuentra, especialmente en las semillas nuevas, la carúncula, estructura que se pierde una vez que la semilla ha caído al suelo.



**2.6.4.6. Pulpa.** Es firme e incluso dura antes de la cocción, surcada por fibras longitudinales más rígidas, muy rica en hidratos de carbono y azúcares, se oxida rápidamente una vez desprovista de la corteza. Según la variedad, puede ser blanca o amarillenta. (Nassar, *et al* 2008)

**2.6.4.7. Propagación.** La yuca puede propagarse por medio de estacas o semillas, en todas las siembras comerciales se usan estacas, pero la propagación por semilla botánica es importante para los programas de mejoramiento.

Las estacas de yuca pueden sembrarse inmediatamente después de cortadas de plantas maduras o luego de un período de almacenamiento. Las estacas para almacenar se cortan normalmente en varas (un metro o más largas) y colocadas a la sombra por lapsos comprendidos entre dos y seis meses. Durante este período las yemas axilares en la porción apical de las varas brotan pero se descartan antes de la siembra. (Madriz, P. 2000)

## **2.6.5. Requerimientos edafoclimáticos**

Dentro de los requerimientos edafoclimáticos podemos recalcar los siguientes:

**2.6.5.1. Temperatura.** Los rendimientos máximos se obtienen en un rango de temperatura entre 25-29° C, siempre que haya humedad disponible suficiente en el periodo de crecimiento. Aunque puede tolerar el rango 16-38° C. Por debajo de los 16° C el crecimiento se detiene. Por este motivo en los climas tropicales-húmedos se alcanzan altas productividades, mientras que en otras regiones subtropicales, al descender de los 16° C se paraliza el crecimiento. Conforme la temperatura disminuye el desarrollo del área foliar se hace más lento, y el tamaño de las hojas más pequeño.

**2.6.5.2. Luminosidad.** La yuca crece y florece bien en condiciones de plena luz, siendo un factor importante de cara al rendimiento de la planta. La longitud del día afecta a varios procesos fisiológicos de la planta. Es una planta típica de fotoperiodo corto: 10-12 horas de luz, propio de las regiones tropicales.



**2.6.5.3. Suelo.** No es un cultivo exigente en cuanto a suelo, se da desde en suelos muy pobres en elementos nutritivos hasta en aquellos con una alta fertilidad. Preferiblemente los suelos han de tener un pH ligeramente ácido, entre 6 y 7, con una cierta cantidad de materia orgánica y han de ser sueltos, porosos y friables, evitando suelos con excesos de agua o desérticos.

### **2.6.6. Prácticas culturales**

La yuca, es cultivada tradicionalmente en suelos de baja fertilidad, se propaga vegetativamente y a bajo costo por unidad de superficie, La distancia de siembra en plano se realiza con una distancia entre calles de 1m y entre plantas de 0.50-0.60m. Cuando se mecaniza se siembra 1.2-1.5m entre lomillos y 0.30- 0.40m entre plantas, para obtener yucas de un tamaño mediano. La siembra de las estacas se realiza en forma inclinada para facilitar la cosecha.

El aporcado se lleva a cabo a los 2 - 3 meses de vegetación, en aquellos cultivos que no están mecanizados. Con esto se consigue que las raíces reservantes se puedan desarrollar bien, y se evita la acción perniciosa de los rayos solares, así como el ataque de roedores u otros animales.

Un indicador de que la yuca se encuentra próxima a la madurez es el requebramiento del suelo alrededor de la planta. Suele cosecharse entre los 7 y los 10 meses, en función de la variedad. Es importante no adelantarse demasiado a la cosecha pues tendrá demasiado contenido en látex y no será apto para el consumo.

La recolección puede ser manual o mecánica. En ambos casos es importante no dañar las raíces. La cosecha manual, es la más común y resulta más sencilla en suelos con una textura arenosa a franca. (Polanco, D. 2000)

### **2.6.7. Usos**

Una vez cosechada, la yuca se descompone rápidamente, por lo que se debe comer o transformarla enseguida. Algunas variedades se pueden comer crudas o cocidas como patatas, muchas contienen un alto índice de glucósidos cianogénicos que se los debe eliminar para que la yuca sea comestible. Suelen eliminarse las toxinas

de estas variedades amargas pelando y rallando el tubérculo para obtener una pulpa, que luego se fermenta ligeramente antes de exprimirla, secarla y tostarla.

De la yuca también se obtiene el almidón que tiene propiedades únicas, como son su gran viscosidad y su resistencia al congelamiento, que le dan ventajas en comparación con otros almidones industriales. (Herrera, J. 1992)

### 2.6.8. Composición Nutricional

La raíz de yuca contiene menores cantidades de grasa y proteína que el arroz, maíz u otros cereales. Dado que las dietas, tanto para alimentación humana como para los animales, se componen de combinaciones de nutrientes o mezclas de éstos, la yuca representa un gran aporte en el mejoramiento de la alimentación de las zonas tropicales, donde el rendimiento por hectárea es superior al de los cereales

La raíz y el follaje del cultivo de la yuca son dos subproductos, que balanceados con otros componentes de la dieta, son de alto valor nutritivo. La raíz es fundamentalmente rica en carbohidratos y el follaje es uno de los materiales vegetales verdes con mayor concentración proteica, y contiene más grasa y fibra que las raíces. Normalmente las hojas contienen más del doble de proteínas que los tallos, y también son más ricas en caroteno, calcio y fósforo. En el caso de la yuca la concentración de fósforo es mayor en la raíz, mientras la de calcio es mayor en el follaje (Cuadro 2.6.1)

**Cuadro 2.6.1. Composición nutritiva medida (por 100 g de base seca)**

<b>Composición</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>
Valor energético	Kcal	132
Agua	%	65,2
Proteína	%	1
Grasa	%	0,4
Carbohidratos totales	%	32,8
Fibra	%	1

Cenizas	%	0,6
Calcio	mg	40
Fósforo	mg	34
Hierro	mg	1,4
Tiamina	mg	0,05
Riboflavina	mg	0,04
Niacina	mg	0,6
Ácido ascórbico	mg	19
Porción no comestible	%	32

Fuente: Madriz, 2000

## 2.7. CAMOTE (*Ipomoea batatas* L.)

Las características de esta especie se detallan a continuación:

### 2.7.1. Origen

Las primeras referencias de la planta corresponden a Colón en 1492 y también a Fernández de Oviedo, quien la describió en 1526, en la isla Española. Se conoce además que a la llegada de los españoles, el cultivo estaba extendido en toda Sudamérica y Centroamérica.

Esto a la vez, concuerda con los hallazgos de camote, en la costa peruana que datan de 8000 a 10 000 años. En este sentido, concuerda con Yen, quien considera que el camote puede estar entre las primeras plantas domesticadas del mundo. (Bartolini, P. 1985)

Existen suficientes evidencias que la batata fue ampliamente distribuida a través de las rutas de migración de los pueblos indígenas de la América tropical, en un lapso que va desde 2000 a 2500 años antes de Cristo. Luego su cultivo se extendió por las islas cercanas del Caribe y del Pacífico Sur, posteriormente a la mayoría de las regiones tropicales del mundo (Huamán, 2004).

### 2.7.2. Distribución

Actualmente se siembra en todo el mundo, especialmente en los países en desarrollo debido entre otros factores a su fácil propagación y pocos requerimientos de insumos, agua, fertilizantes y a su habilidad de crecer bajo altas temperaturas. Actualmente el camote se distribuye por todo el Ecuador, tanto en la costa, sierra y oriente prefiriendo este los climas tropicales y templados.

### 2.7.3. Taxonomía

La clasificación taxonómica de las distintas especies de camote es la siguiente: (Chávez, R. 2002)

Reino: Plantae  
Subreino: Tracheobionta  
División: Magnoliophyta  
Clase: Magnoliopsida  
Subclase: Asteridae  
Orden: Solanales  
Familia: Convolvulaceae  
Tribu: Ipomoeae  
Género: Ipomoea  
Especie: *Ipomoea batatas*



Fotografía 2.2. Muestra de la accesión  
MTJP-027

### Nombres comunes

Castellano: batata, batata, boniato, buniato, camote, moniato, patata de Málaga, patata dulce, apichu (Quechua), pua, tipali, tuctuca (aymara). (Montaldo, P. 1994)

### 2.7.4. Descripción botánica

Es una especie de la familia Convolvulaceae, hierba erecta baja con numerosas raíces, algunas de las cuales forman raíces tuberosas.



**2.7.4.1. Hojas.** Son simples insertadas en el tallo, tiene una longitud de 4 a 20 cm, su forma puede ser orbicular ovalada, el borde se presenta como entero, dentado, lobulado o partido.

Algunos cultivares muestran variaciones en la forma de la hoja en la misma planta. El color de las hojas puede ser verde-amarillento, verde o con pigmentación morada en parte o en toda la lámina.

**2.7.4.2. Flores.** Poseen colores que van del blanco al morado intenso, estas son hermafroditas. Además del cáliz y la corola, contienen los estambres que son el órgano masculino o androceo y el pistilo que es el órgano femenino o gineceo.

La inflorescencia es generalmente de tipo cima, en la que el pedúnculo se divide en dos pedúnculos axilares, cada una de estas se dividen a su vez en dos después de que se produce la flor, en general se forman botones de primer, segundo y tercer orden, sin embargo también se forman flores solitarias. El color del botón, pedicelo y pedúnculo varía desde verde hasta totalmente rojo-morado. ([www.cipotato.org/Espanol/camote/camote](http://www.cipotato.org/Espanol/camote/camote))

**2.7.4.3. Tallo.** Es rastrero aunque existe algunos cultivares de porte erecto de guías cortas. Los tallos de crecimiento erecto son de aproximadamente 1 m de largo, mientras que los muy rastreros pueden alcanzar más de 5 m de longitud.

Algunos cultivares tienen tallos con tendencia al enroscamiento. La longitud de los entrenudos puede variar de corta a muy larga y según el diámetro del tallo pueden ser delgados o muy gruesos. El color de los tallos varía de totalmente verde a totalmente pigmentado.

**2.7.4.4. Raíz.** Es fibrosa y extensiva, tanto con profundidad y en sentido lateral. La porción comestible es la raíz tuberosa cuya cáscara y pulpa varían del color blanco al amarillo naranja, las raíces se originan en los nudos del tallo que se encuentran bajo tierra, que llega a medir hasta 30 cm de largo, el sistema radicular consta de raíces fibrosas o adventicias y raíces reservantes. (Astorga, C. *et al* 2005)



**2.7.4.5. Fruto y Semilla.** Tiene forma capsular con 1 a 4 semillas, con una punta terminal y puede ser pubescente o glabro, la capsula una vez madura se torna de color marrón. La forma de la semilla puede ser irregular, ligeramente angular o redondeada y el tamaño es de aproximadamente 3 mm. (Fotografía 2.2)

El embrión y endosperma son protegidos por una testa gruesa muy dura e impermeable, las semillas de camote no tienen un periodo de reposo, pero mantienen su viabilidad por muchos años.

### **2.7.5. Requerimientos edafoclimáticos**

Dentro de los requerimientos edafoclimáticos podemos recalcar los siguientes:

**2.7.5.1. Temperatura.** Los rendimientos máximos se obtienen en un rango de temperatura entre 22 – 24°C, El camote es propio de climas tropicales y templados se desarrolla desde el nivel del mar hasta los 2500 msnm. Por este motivo en los climas tropicales-húmedos se alcanzan altas productividades, mientras que en otras regiones subtropicales conforme la temperatura disminuye el desarrollo del área foliar se hace más lento

**2.7.5.2. Suelo.** prefiere suelos sueltos, profundos y con materia orgánica, bien drenados con una profundidad de 40 a 45 cm.

### **2.7.6. Prácticas culturales**

El cultivo de la batata, en general, se ha mantenido por medio asexual o propagación vegetativa, utilizando trozos de tallos llamados bejuco de 30 a 40 cm de largo, se siembra de 2 a 3 esquejes por golpe. Su periodo vegetativo es de 4 a 6 meses, dependiendo de la variedad, manejo y época de la siembra. El distanciamiento entre surcos es de 0,90-1,00 m.

En la siembra el esqueje se coloca en la costilla del surco y se tapa con tierra la parte recostada en la costilla del surco, a continuación y si fuera necesario se da un riego ligero para asegurar el prendimiento de la semilla. Este es el método de

reproducción más rápida y efectivo y de uso común en los trópicos por lo favorable del clima. (Davidson, C. 2006)

### 2.7.7. Usos

El tubérculo se consume de muchas formas: cocido, al horno, machacado, en mermelada y otros dulces, etc. Medicinal: contra el prurito, hinchazones, como bactericida y fungicida. Actúa contra la picadura de insectos como chinches y escorpiones, infecciones de la piel, caracha, várices, reumatismo, como antiinflamatorio, vulnerario y galactógeno. Abortivo: las hojas se consideran abortivas y no es recomendable para el consumo por mujeres embarazadas. Forrajes: las hojas, tallos y tubérculos sirven como forraje para diversos ganados.

### 2.7.8. Composición nutricional

El camote es un alimento de alta energía, el valor nutritivo se halla en sus raíces reservantes las cuales presentan gran contenido de azúcares, caroteno, calcio, fósforo y carbohidratos (Cuadro 2.7.2), mientras que el follaje contiene proteínas y celulosa las cuales constituyen un alimento y una importante materia prima para la industria del almidón y del alcohol, también es una fuente de vitamina C, potasio y hierro. (Ministerio del ambiente. 2000)

**Cuadro 2.7.2. Composición nutricional se deben interpretar por 100 g de la porción comestible**

Composición	Unidad	Cantidad
Calorías	Kcal	105
Agua	g	72,84
Proteína	g	1,65
Grasa	g	0,3
Cenizas	g	0,95
Carbohidratos	g	24,28
Fibra	g	3
Calcio	mg	22

Hierro	mg	0,59
Fósforo	mg	28
Potasio	mg	337
Vitamina C	mg	22,7
Vitamina A	IU	14 545

Fuente: Ministerio del Ambiente 2002

## 2.8. PAPA CHINA (*Colocasia esculenta*)

Las características de esta especie se detallan a continuación:

### 2.8.1. Origen

Data de milenios y se asocia a culturas neolíticas primitivas. Tuvo su centro de origen en el sudeste asiático y a partir de aquí se disperso hacia el este de la India, África, zonas del mediterráneo y más tarde en las Américas. (Matthews. 1995)

### 2.8.2. Distribución

Actualmente los cultivos de papa china (*Colocasia esculenta*) se encuentran distribuidos principalmente en las tierras bajas y calientes de los trópicos. En el Ecuador se la cultiva principalmente en las llanuras tropicales, en las estribaciones exteriores de la cordillera.

### 2.8.3. Taxonomía

La clasificación taxonómica de las distintas especies de papa china es la siguiente: (Davidson, C 2006)

Reino: Plantae  
División: Magnoliophyta  
Clase: Liliopsida  
Orden: Alismatales



Fotografía 2.3. Muestra del cormelo del taro



Familia: Araceae  
Género: Colocasia  
Especie: *Colocasia esculenta* (L.) Schott

### **Nombres comunes**

Comúnmente llamado taro (del tahitiano), raramente llamado Kalo (del hawaiano) o cará en Brasil, en el Ecuador conocido como papa china y ñame en Canarias.

### **2.8.4. Descripción botánica**

Son plantas herbáceas, suculentas que alcanzan una altura de 1-3 metros, sin tallos aéreos.

**2.8.4.1. Hojas.** Son por lo general de forma peltada que alcanzan una altura de 1 a 3 metros. Se producen en el meristemo apical del cormo y aparecen arrolladas por la base formando un pseudotallo corto.

**2.8.4.2. Inflorescencia.** Dos o más inflorescencias emergen del meristemo apical del cormo, entre los peciolo de las hojas. Se forman de una hoja envolvente denominada espata que rodea el espádice. Son estructuras características de las aráceas.

**2.8.4.3. Tallo.** Su tallo central es elipsoidal, conocido como cormo, rico en carbohidratos (18-30% en base fresca) y nutrientes.

**2.8.4.4. Cormo.** En el cormo central se desarrollan cormelos laterales recubiertos con escamas fibrosas, internamente el cormo se divide en la zona cortical y el cilindro central. La primera es angosta, de apariencia compacta, está formada por parénquima de células isodiamétricas con alto contenido de almidón.(Fotografía 2.3)

### **2.8.5. Requerimientos edafoclimáticos.**

Dentro de los requerimientos edafoclimáticos podemos recalcar los siguientes:



**2.8.5.1. Temperatura** Su crecimiento es óptimo en temperaturas promedio no inferiores a los 20°C, siendo la óptima entre 25 – 30° C y precipitaciones entre 1800 a 2500 mm.

**2.8.5.2. Suelo** La planta se adapta a suelos profundos, fértiles, con suficiente materia orgánica y bien drenada. Deben evitarse los suelos con alto contenido de arcilla o arena.

### **2.8.6. Prácticas culturales**

Existen varias regiones que cuentan con las condiciones adecuadas para explotación y cultivo del Taro, lo que lo hace un producto con alto potencial para su implantación en el país, Existen variedades que se cultivan bajo inundación y también en suelos bien drenados; los demasiado pesados no permiten la emergencia de las plantas ni el desarrollo de los cormos; no es exigente en fertilidad del suelo, pero responde a la aplicación de fertilizantes. (Montaldo, P. 1994)

### **2.8.7. Usos**

Se usa principalmente como vegetal por su cormo comestible, y también como legumbre. Sus flores son raramente comidas. El taro es un alimento tradicional en muchas áreas tropicales del mundo, y la base para hacer el poi en Hawái.

La planta es indigerible si se come cruda debido a las sustancias ergásticas en las células de la planta. Pueden ocurrir severos problemas gastrointestinales a menos que sea procesada primero.

El cultivo de este tubérculo es beneficioso desde el punto de vista económico y comercial, porque se tiene una gran demanda de parte de los mercados internacionales como Estados Unidos, Unión Europea y Centroamérica entre otros, ya que estos, han tenido conocimiento de las propiedades nutricionales y medicinales que contiene esta raíz tuberosa lo que hace de la papa china un alimento indispensable para su dieta diaria. ([www.cienciahoy.org/hoy42/ahipa3](http://www.cienciahoy.org/hoy42/ahipa3))

### 2.8.8. Composición nutricional

La Papa China, está compuesta por un alto aporte nutricional como vitaminas, siendo una de estas, la vitamina A o Retinol, que ayuda a la prolongar la visión y prevenir la ceguera de las personas y demás enfermedades.

Las hojas del taro son ricas en vitaminas y minerales. Son buena fuente de vitamina, riboflavina, hierro, fósforo y zinc, y un buen recurso de vitamina B6, vitamina C, niacina, potasio, cobre y manganeso (Cuadro 2.8.3). Estos alimentos no pueden ser ingeridos por personas con problemas de riñones, gota o artritis reumática. (Astorga, C *et al* 2005)

**Cuadro 2.8.3. Composición química de la papa china (*Colocasia esculenta*) porción comestible uso humano (100 gr.)**

Composición	Unidad	Crudo	Cocinado
Humedad	Gr	71,9	72
Proteína	Gr	1,7	1
Grasa	Gr	0,8	0,2
Carbohidratos	Gr	23,8	25,7
Fibra	Gr	0,6	0,4
Cenizas	Gr	1,2	0,7
Ca	Mg	22	26
P	Mg	72	32
Fe	mcg-meg	0,9	0,6
Vitam. A Retinol	MG	3	
Tiamina	MG	0,12	0,08
Riboflavina	MG	0,02	0,01
Niacina	MG	0,6	0,4
Ácido ascórbico	MG	6	
Energía	Mcal/kg	38085	3892

Fuente: [www.sica.gov.ec](http://www.sica.gov.ec)



## **2.9. MALANGA (*Xanthosoma sagittifolium*)**

Las características de esta especie se detallan a continuación:

### **2.9.1. Origen**

*Xanthosoma sagittifolium* se originó en las selvas del sur de América Central, Venezuela, Guyana Francesa, Colombia, Ecuador, Perú, Brasil y otras naciones de América del Sur y se extendió rápidamente durante la mayor parte del Caribe.

Varios autores coinciden que el origen de la malanga está en los trópicos americanos y específicamente en la zona de las Antillas, y que luego se trasladó al oeste del continente Africano. Cuando los europeos llegaron al continente americano, encontraron este producto desde el sur de México hasta Bolivia.

Desde América, la malanga se llevó a África occidental, que es actualmente la mayor región productora; aunque la domesticación pudo producirse en distintos sitios y sobre diferentes materiales genéticos. (Giacometti, D. 1992)

### **2.9.2. Distribución**

Forma parte de la dieta diaria de millones de personas alrededor del mundo, originalmente en África, Asia, Oceanía, y debido sobre todo a la fuerte inmigración a occidente recientemente en América y Europa.

El cultivo de la malanga en nuestro país se presenta en la zona de Santo Domingo de los Tsachilas desde el año de 1995, sin embargo, hay referencias de la existencia de este producto en las décadas anteriores en la provincia de El Oro con el nombre de sango.

### **2.9.3. Taxonomía**

La clasificación taxonómica de las distintas especies de malanga es la siguiente: (Giacometti, D. 1992)

Reino: Plantae  
División: Magnoliophyta  
Clase: Liliopsida  
Orden: Alismatales  
Familia: Araceae  
Género: Xanthosoma  
Especie: *Xanthosoma sagittifolium*  
(L)Schott



**Fotografía 2.4 Muestra de la accesión  
MTJP-007**

### **Nombres comunes**

Estados Unidos: Dasheen, Eddoe, Venezuela: Ocumo, Danchi, Rep. Dominicana: Yautía, Perú: Pituca, Calusa, Colombia: Malangay, Bore, Mafafa, Cuba y Ecuador: Malanga, China: Ya, Brasil: Mangarito, Japón: Imo, Uncucha, Huitina, Tiquisque, Mafafa, Tania, Llocumo, Rascadera, Malangay, Calusa, Taioba, Mangara, Cocoyam.

### **2.9.4. Descripción botánica**

Es una planta herbácea de comportamiento perenne si no se le cosecha, Son plantas herbáceas, suculentas que alcanzan una altura de 1-3 metros, Pertenece a la familia de las *Araceae*, teniendo dos géneros por motivos geográficos: Género *Colocasio* originario del sureste de Asia, llegando hasta las Islas Canarias, para después introducirse en el continente americano; y el Género *Xanthosoma*, cuyo origen es americano (Antillas) desde antes del descubrimiento.

**2.9.4.1. Hojas.** Son por general de forma peltada. Se producen en el meristemo apical del cormo y aparecen arrolladas por la base formando un pseudotallo corto. Las hojas nuevas salen enrolladas de entre los peciolo de las ya formadas y las laterales más viejas se marchitan y secan.

La lámina está dividida en tres lóbulos, los dos superiores redondeados y el central triangular y acuminado.

**2.9.4.2. Inflorescencias.** Dos o más inflorescencias emergen del meristemo apical del cormo, entre los peciolos de las hojas. Se forman de una hoja envolvente denominada espata que rodea el espádice. Son estructuras características de las aráceas. Del eje de éste último se insertan las flores sésiles.

En la parte inferior lleva flores pistiladas las cuales no se desarrollan, se secan y desprenden. La malanga tiene una producción errática de semillas, pero se conocen casos de formación de semillas normales en numerosos sitios de su distribución geográfica (Giacometti, D. 1992).

**2.9.4.3. Tallo.** El tallo central es elipsoidal, conocido como cormo, Cuando ramifica, las ramas o estolones forman tubérculos (cormelos) en forma de maza con una yema apical. La superficie está cubierta por una capa corchosa muy delgada, de corta duración pero renovable por un felógeno formado por una capa de células muy angostas.

Debajo de la capa corchosa esta la zona cortical y el cilindro central que consiste en parénquima lleno de granos de almidón. Los haces vasculares son más numerosos en el cilindro central, en la zona cortical están acompañados de canales de mucilago que exudan un líquido oscuro y pegajoso.

**2.9.4.4. Cormo.** Del cormo central se desarrollan cormelos laterales recubiertos con escamas fibrosas. Según el clon, la forma varía de cilíndrica hasta casi esférica y el tipo de ramificación desde simple a muy ramificada Presenta marcas transversales que son las cicatrices de la hoja con frecuencia con fibras y está cubierta por una capa corchosa delgada y suelta.(Fotografía 2.4)

**2.9.4.5. Pulpa.** El color de la pulpa por lo general es blanco, pero también se presentan clones coloreados hasta llegar al violáceo.

## **2.9.5. Requerimientos edafoclimáticos**

Dentro de los requerimientos edafoclimáticos podemos recalcar los siguientes:



**2.9.5.1. Temperatura** Es una planta nativa del trópico húmedo lluvioso. En su hábitat natural crece en la sombra del bosque, pero en cultivos comerciales se desarrolla a pleno sol. La temperatura media debe ser mayor a 20°C, para un adecuado desarrollo.

**2.9.5.2. Luminosidad.** El mejor desarrollo se alcanza con periodos de 11-12 horas luz. La luz influye sobre algunos aspectos morfológicos como el número de hojas y cormos, así como la altura de la planta (Mendoza, 1989).

**2.9.5.3. Suelo** las plantas se adaptan más a aquéllos suelos profundos, fértiles, con suficiente materia orgánica y bien drenada. Deben evitarse los suelos con alto contenido de arcilla o arena.

El pH óptimo debe ser entre 5.5-6.5, aunque puede adaptarse a espectros de 4.5-7.5 También puede desarrollarse en terrenos húmedos en las vegas de los ríos, lagunas, orillas de drenes y canales de riego donde no se desarrollan otros cultivos.

El cultivo muestra problemas en suelos arenosos o pesados y mal drenados, así como en suelos rocosos y pedregosos ya que deforma el cormo y se dificulta la cosecha. Los suelos muy pesados dificultan la emergencia de las plantas y el desarrollo de los cormos (Montaldo, 1991).

#### **2.9.6. Prácticas culturales.**

La siembra se efectúa en camellones cuando la cosecha será semimecanizada. Las porciones de cormo se colocan a 6 a 7 cm de profundidad, 1,3 m entre hileras y 0,4 a 0,5 m entre plantas. Siembras muy superficiales, producen numerosos brotes laterales que disminuyen el rendimiento.

#### **2.9.7. Usos**

La malanga tiene utilización muy variada; los cormelos se consumen cocidos, fritos, o como harina para algunos usos. Es utilizado como sustituto de la papa en sopas o estofados. Tiene un contenido de almidón superior al de la yuca. Las hojas



verdes de algunos ecotipos de malanga, con bajo contenido de oxalatos pueden consumirse cocinados como una hortaliza.

También tiene uso medicinal, el zumo de las hojas se utiliza contra las gusaneras, el zumo de la raíz se emplea como abortivo; los polvos de la raíz o su cocimiento se aplican en el asma, catarros crónicos y tisis; las hojas preservan de las mordeduras de culebra restregándose con ellas los pies y manos.

### 2.9.8. Composición nutricional.

La composición química de los cormos es alta en nutrientes disponibles, carbohidratos y proteína, además de ser altamente digestivo, por lo que se le considera un excelente alimento. Se consumen cocidos y como harina para diversos usos como frituras.

Tiene un alto contenido de tiamina, riboflavina, vitamina C y hierro. Es un excelente alimento por su contenido de proteína del producto húmedo que sé de 1.7 a 2.5%. (Cuadro 2.9.4)

**Cuadro 2.9.4. Composición química de la malanga (*Xanthosoma sagittifolium*) 100 gramos de cormos secos**

Composición	Unidad	Cantidad
Fibra	g	0,6
Calcio	mg	14
Hierro	mg	0,8
Fósforo	mg	56
Vitamina A	IU	10
Riboflavina	MG	0,03

Fuente: Documento de la Escuela Agrícola Panamericana "Zamorano"



### CAPITULO III

#### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

Este capítulo describe los diferentes procedimientos y técnicas utilizadas para cumplir los objetivos de la investigación y los materiales que se emplearon para aplicarlos.

##### 3.1. MATERIALES Y EQUIPOS

Para el desarrollo del presente estudio se utilizó los siguientes materiales y equipos (Cuadro 3.5)

**Cuadro 3.5. Listado de materiales y equipos**

MATERIALES		EQUIPOS	
OFICINA	CAMPO	OFICINA	CAMPO
Flash memory	Podadora manual	Computador	GPS
Papel bond	Metro	Impresora	Brújula
cartuchos de tinta	Papel periódico	Balanza	Cámara fotográfica
Esferos	Fundas de papel	Calculadora	
Lápices	Prensa	Software arcview	
	Machete	Software infostat	
	Datos pasaporte	Infocus	
	Etiquetas		
	Malla		
	Pala recta		
	Azadón		
	Costales		

### **3.2.METODOLOGÍA**

La metodología empleada para culminar las diferentes etapas de la investigación se detalla a continuación.

#### **3.2.1. Etapas**

La presente investigación se desarrollo en dos etapas, la primera etapa denominada **Colecta de las accesiones**, la segunda etapa **Caracterización morfológica**.

##### **3.2.1.1. Colecta de las accesiones (Etapa I)**

La primera etapa de la presente investigación se la realizó en varias zonas de clima cálido húmedo de la provincia de Imbabura, (Mapa 3.2.1) de acuerdo a la información que se logró recopilar de la ubicación de cada una de las especies (yuca, camote, papa china y malanga). Toda esta información fue recopilada del banco de germoplasma y el herbario nacional del Ecuador.

Finalmente dentro de esta fase para cada una de las accesiones colectadas se realizó la toma de datos con las fichas pasaporte.

- **Ficha para toma de Datos Pasaporte**

El Departamento Nacional de Recursos Genéticos (DENAREF) perteneciente al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), facilitó las fichas para la toma de datos pasaporte, las mismas que se utilizaron para clasificar las accesiones halladas en las diferentes localidades de la provincia de Imbabura. (Gráfico 3.2.1)

##### **3.2.1.2. Caracterización morfológica (Etapa II)**

La caracterización morfológica comprende.



- **Unidad experimental**

El ensayo se estableció en un área de 35 m de largo y 15 m de ancho, dando un área neta de 525 m<sup>2</sup>. Se sembró seis surcos de yuca, siete de camote y un surco de taro y malanga.

Las accesiones fueron sembradas linealmente a una distancia de 1 metro de separación entre estas. La réplica para cada accesión dependió del número de material que se pudo colectar. (Gráfico 3.2.2)

La caracterización morfológica de laboratorio se llevo a cabo en el Instituto de Recursos Genéticos (IRGEN) de la Universidad Católica de Ibarra (PUCE-SI) localizada en: (Mapa 3.2.2)

**Provincia:** Imbabura  
**Cantón:** Ibarra  
**Parroquia:** Ibarra  
**Lugar:** La Victoria  
**Longitud:** 78° 6' 23,17'' W  
**Latitud:** 0° 20' 55,73'' N  
**Altura:** 2160 msnm

### 3.2.1.2.1. Características del área de estudio

El estudio se realizó en la granja experimental Alonso Tadeo Méndez, de la Universidad Católica sede Ibarra (PUCE-SI) ubicada en la parroquia la Concepción del cantón Mira. (Mapa 3.2.3)

### 3.2.1.2.2. Ubicación Política y geográfica

**Provincia:** Carchi  
**Cantón:** Mira  
**Parroquia:** La Concepción  
**Lugar:** Granja Experimental Alonso Tadeo Méndez  
**Longitud:** 77° 55' 43'' W



**Latitud:** 0° 07' 43'' N

**Altitud:** 1920 msnm

### 3.2.1.2.3. Parámetros edafoclimáticos

Los parámetros edafoclimáticos se obtuvo de la estación meteorológica ubicada dentro de la granja (Alonso Tadeo Méndez).

**Temperatura.** La temperatura máxima registrada es 25°C en el mes de Junio, mientras que la menor temperatura se registró en el mes de Noviembre con 16 °C, con una temperatura promedio anual de 20,83 °C.

**Precipitación.** La precipitación promedio anual es de 315,18 mm además de ello se determinaron siete meses secos.

**Luminosidad.** Las condiciones de luz que presenta esta zona es de un fotoperiodo de 10 a 12 horas de luz longitud.

**Suelo.** Presenta una textura arenosa, con un pH ligeramente básico con cierta cantidad de materia orgánica, con una profundidad de 40 a 45 cm.

- **Descriptores**

Para la caracterización morfológica se utilizó 20 descriptores para cada una de las especies (yuca, camote, taro y malanga) los mismos se detallan en las (Cuadro 3.2.6, 3.2.7, 3.2.8, 3.2.9)

### 3.2.2. Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos obtenidos a partir de los caracteres seleccionados, se realizó mediante Análisis Multivariado (Gráfico 3.2.3), utilizado el paquete estadístico Infostat y SAS v. 6.12 (SAS Institute Inc., 1990)

### 3.2.2.1. Matriz de Similitud, distancia

La similitud general entre dos entradas es función de sus similitudes individuales en cada uno de los caracteres para los cuales son comparados. Utilizando el paquete SAS y la distancia de Gower (1967), se estimó la similitud taxonómica entre cada una de las entradas para caracteres continuos. Se calculó con el siguiente coeficiente de asociación:

$$S_{ij} = \sum s_{ij} / n$$

Donde:

n = Número de caracteres cualitativos

S<sub>ij</sub> = Coeficiente de asociación entre las entradas i y j

Luego se transformó en una matriz de distancia (D!), mediante el complejo S<sub>ij</sub>:

$$D1_{(i,j)} = (1 - S_{ij})$$

Además se calculó una matriz de distancia euclídeana:

$$D2_{(i,j)} = \sum (X_{ki} - X_{kj})^2 / n$$

X<sub>ki</sub> = registro estandarizado del carácter k en la entrada i

X<sub>kj</sub> = registro estandarizado del carácter k en la entrada j

Dando la matriz final:

$$D = (n1D1 + n2D2) / (n1+n2)$$

La elección del número de grupos de entradas se realizó con los criterios de Pseudo F y Pseudo t<sup>2</sup> utilizando el procedimiento CLUSTER del software SAS, versión 6.12.

### 3.2.2.2. Determinación del valor discriminante entre grupos

Los valores discriminantes escogidos están reemplazados por procedimientos distintos para cada uno de ellos (Cuantitativos y Cualitativos) descritos a continuación.



#### **a. Caracteres cuantitativos**

El valor discriminante de un descriptor cuantitativo se determinó a través de diferencias significativas detectando las medias de los grupos en las pruebas múltiples de Duncan, expresadas como una fracción del número total de posibles comparaciones dentro de un grupo. Luego se utilizó estas medias para obtener el valor discriminante a través del índice “D” de Engels (1983) que tiene como máxima un valor aproximado a 1 o 1 y diferencia de valores discriminantes.

#### **b. Caracteres cualitativos**

El valor discriminante se estima, con pruebas estadísticas como: Valor de Cramer “V” (Kendall y Stuart, 1979), coeficiente de contingencia “P” (Fienberg, 1977., citado por Tapia, 1998) y Chi cuadrado “X<sup>2</sup>” (Cochran, 1954).

Este valor discriminante se basa en el número de pares de Taxa que un cierto descriptor puede separar, y en la cantidad de información que este descriptor comparte con otros del mismo estudio (Engels, 1983).

En general, la magnitud de “D” expresa la mayor o menor relación entre clones de un grupo con relación a un determinado carácter, entre mayor sea la relación de los clones de un grupo, menor será el valor “D” (Engels, 1983).

#### **3.2.2.3. Interpretación de los fenogramas y/o resultados gráficos.**

Finalmente, tanto los métodos de agrupamiento como los de ordenación nos permitieron visualizar de manera práctica y objetiva las relaciones entre las OTU’s, lo que permitió establecer las conclusiones y generar recomendaciones en cuanto a la afinidad morfológica o fenotípica existente entre las diferentes accesiones para los géneros en estudio.

Es importante aclarar que tanto los resultados obtenidos por los análisis de agrupamiento como aquellos obtenidos por métodos de ordenación no son sino representaciones de las relaciones entre las OTU emanadas de una matriz de similaridad, y no una clasificación en sí misma (Zavaro y Crisci. s/a), por lo que depende en gran medida del investigador la interpretación correcta de los resultados.



## CAPITULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Una vez concluida la investigación y teniendo en cuenta que se trabajó con cuatro géneros distintos como son: *Manihot spp*, *Ipomoea batatas*, *Colocasia esculenta* y *Xanthosoma sagittifolium.*, los resultados y la discusión generados a lo largo del trabajo, se presentan de forma separada para cada género es así que a continuación se describe cada una de las fases del trabajo realizado.

#### 4.1. COLECTA DE LAS ACCESIONES

Esta fase se llevó a cabo en las parroquias de Lita, Salinas, Ambuquí, Pimampiro, San Vicente de Pusir, Selva Alegre, Plaza Gutiérrez, Peñaherrera, Cuellaje; La Carolina.

Donde se logró coleccionar 24 accesiones de yuca, 29 accesiones de camote, 6 accesiones de taro y 3 de malanga dando un total de 62 accesiones coleccionadas, cada una de ellas con sus respectivos datos pasaporte.

#### 4.2. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA

Este proceso se logro mediante la utilización de descriptores morfológicos, para cada uno de los cultivos, obteniendo los siguientes resultados.

#### 4.2.1. Caracterización morfológica de la Yuca (*Manihot spp*)

Las accesiones de yuca se encuentran agrupadas en 2 diferentes grupos los de MTJP y JVJP con un total de 24 accesiones estudiadas.

Una vez realizado el análisis de agrupamiento jerárquico de Ward, obtenido a partir de la matriz de distancia, generada por el algoritmo de Gower (Gráfico 4.2.4), se obtuvo como resultado tres grupos diferentes de la colección de *Manihot spp.*, según se muestra en el (Gráfico 4.2.5).

De las 24 accesiones colectadas, 8 forman el grupo uno (G1), 10 forman el grupo dos (G2) y las 6 accesiones restantes forman el grupo tres (G3).

A continuación, en el cuadro 4.2.10 se dan a conocer las accesiones correspondientes a cada grupo, con el sitio de origen.

**Cuadro 4.2.10. Número de accesión y sitio de colecta de los especímenes de *Manihot spp.***

GRUPO 1	SITIO DE COLECTA	GRUPO 2	SITIO DE COLECTA	GRUPO 3	SITIO DE COLECTA
JVJP-001	Selva alegre	MTJP-020	Salinas	MTJP-030	Pimampiro
JVJP-016	Peñaherrera	MTJP-042	San Vicente de Pusir	MTJP-040	San Vicente de Pusir
MTJP-002	Lita	MTJP-019	Salinas	MTJP-004	Lita
JVJP-011	Plaza Gutiérrez	MTJP-026	Ambuquí	MTJP-025	Ambuquí
JVJP-019	Cuellaje	MTJP-003	Lita	MTJP-028	Pimampiro
JVJP-015	Peñaherrera	MTJP-021	Salinas	MTJP-031	Pimampiro
MTJP-001	Lita	MTJP-022	Ambuquí		
MTJP-012	Lita	JVJP-006	Selva alegre		
		JVJP-007	Selva alegre		
		MTJP-035	Pimampiro		

Como se puede observar, las accesiones son provenientes de distintas regiones de la provincia de Imbabura e incluso dos accesiones son de la provincia del Carchi las cuales se las puede observar en el segundo y tercer grupo.

#### 4.2.1.1. Variabilidad Morfológica en *Manihot spp.*

Para determinar la variabilidad morfológica del género *Manihot*. Se usaron como parámetros estadísticos: la media aritmética (Promedio) y el coeficiente de variación (CV), de nueve descriptores cuantitativos (Cuadro 4.2.11). Mientras más bajo es el valor del coeficiente de variación para un determinado descriptor, más homogéneos serán los datos y menor la variabilidad morfológica para ese carácter. Así por ejemplo, el descriptor **Ancho del lóbulo central** (que varía de 4,7 a 6,3 cm) presentó un coeficiente de variación de 7,81%, siendo el carácter de menor variabilidad.

El descriptor que aporta mayor variabilidad morfológica es **Altura de la primera rama apical** con un 26,80% (cuyos datos varían entre 36,5 y 112,3 cm) de variabilidad, seguido por el **porcentaje de germinación de las estacas** con 26,59%, y **Número de niveles de ramificación** con un 26,06%. El resto de descriptores poseen coeficientes de variación menores al 26%.

**Cuadro 4.2.11. Parámetros usados para la estimación de la variabilidad de las accesiones de *Manihot*. (Tabla 4.2.1)**

	DESCRIPTORES CUANTITATIVOS	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	PROMEDIO	CV %
D12	Porcentaje de germinación de las estacas	28,6	100	74,65	26,59
D13	Número de lóbulos en las hojas	5	9	7,75	14,86
D14	Longitud del lóbulo central (cm)	15,9	21,6	18,4	8,62
D15	Longitud del peciolo (cm)	5	7	6,58	12,60
D16	Ancho del lóbulo central (cm)	4,7	6,3	5,16	7,81
D17	Número de niveles de ramificación	1	2	1,08	26,06
D18	Altura de la primera rama apical (cm)	36,5	112,3	63,19	26,80
D19	# de raíces de almacenamiento por planta	4	11	6,58	22,80
D20	Total de peso fresco de raíces por planta (kg)	0,25	0,74	0,45	23,45

#### 4.2.1.2. Valor discriminante de los caracteres

Los parámetros estadísticos para la selección de los descriptores discriminantes, ya sea para caracteres cualitativos como para caracteres cuantitativos, constituyen elementos importantes del análisis del grupo a evaluar.

Estos permiten aceptar como válidos determinados caracteres que nos ayudan a separar unas accesiones de otras. Por otra parte, los valores discriminantes también nos permiten rechazar caracteres que poco aporte brindan a la hora de segregar grupos más pequeños.

##### 4.2.1.2.1. Caracteres Cualitativos

La prueba de Chi cuadrado ( $X^2$ ) es una de las buenas herramientas estadísticas para los caracteres de tipo cualitativos. La existencia de diferencias significativas de un carácter en particular, para los distintos grupos, nos está demostrando su importancia como un buen discriminante.

De los 11 caracteres cualitativos analizados mediante la prueba de  $X^2$ , se detectó 2 con valor altamente significativo (1%), dos con valor significativo al 5% y 7 no significativos (Cuadro 4.2.12). Estos resultados indican que un pequeño número de descriptores son altamente discriminantes.

**Cuadro 4.2.12. Parámetros usados para la estimación del valor discriminante en caracteres cualitativos para las accesiones de *Manihot*.** (Tabla 4.2.1)

CARACTERES CUALITATIVOS		$X^2$	COEF. (P)	CRAMER (V)
D1	Color de la vena de la hoja	2,670 <sup>ns</sup>	0,261	0,320
D2	Forma del lóbulo central	1,752 <sup>ns</sup>	0,270	0,270
D3	Prominencia de las cicatrices en la hoja	7,764 <sup>ns</sup>	0,496	0,101
D4	Hábito de crecimiento de tallos jóvenes	2,356 <sup>ns</sup>	0,573	0,283
D5	Color del tallo	7,848 <sup>ns</sup>	0,572	0,404
D6	Color de la raíz superficial de almacenamiento	11,760*	0,700	0,700
D7	Raíz de almacenamiento	6,857*	0,535	0,535



<b>D8</b>	Constricciones de la raíz de almacenamiento <sup>a</sup>	15,771**	0,811	0,811
<b>D9</b>	posición de las raíces	2,087 <sup>ns</sup>	0,295	0,295
<b>D10</b>	Color de la pulpa de la raíz	2,288 <sup>ns</sup>	0,630	0,130
<b>D11</b>	Color de la superficie exterior de la corteza de raíces <sup>a</sup>	16,869**	0,838	0,838

\*\* = Altamente significativos al 1%

\* = Significativos al 5%

<sup>ns</sup> = No significativo

<sup>a</sup> = Caracteres elegidos como los más discriminantes para separar los tres grupos.

El **color de la superficie exterior de la corteza** (16,869) y **constricciones de la raíz** (15,771) fueron los caracteres con el mayor valor discriminante (según la prueba de  $X^2$ ) y con los más altos coeficientes de variación.

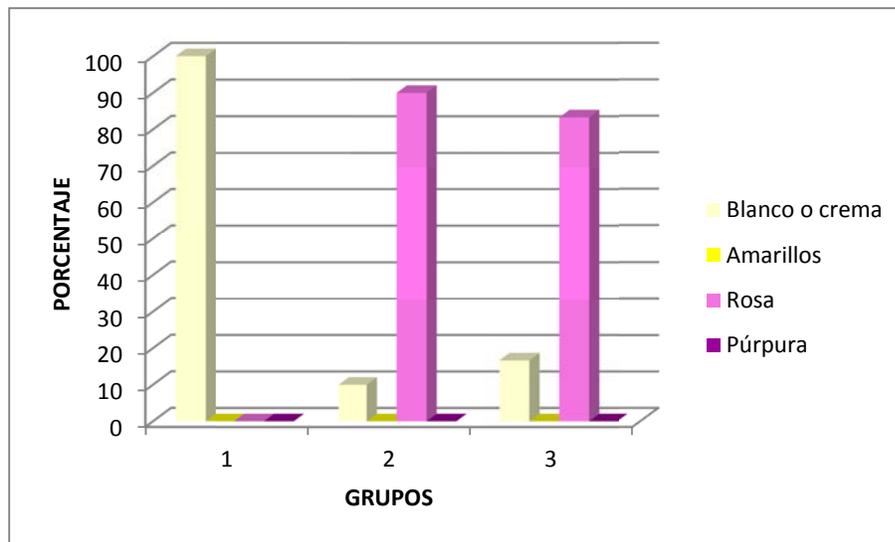
- **Clasificación de los grupos**

Los descriptores o caracteres cualitativos están constituidos por varios estados que expresan la variabilidad de la colección, los descriptores seleccionados son los que presentaron mayor poder discriminante, permitiendo así comprender la naturaleza de los agrupamientos.

- **Análisis de los Caracteres Cualitativos Discriminantes para cada grupo**

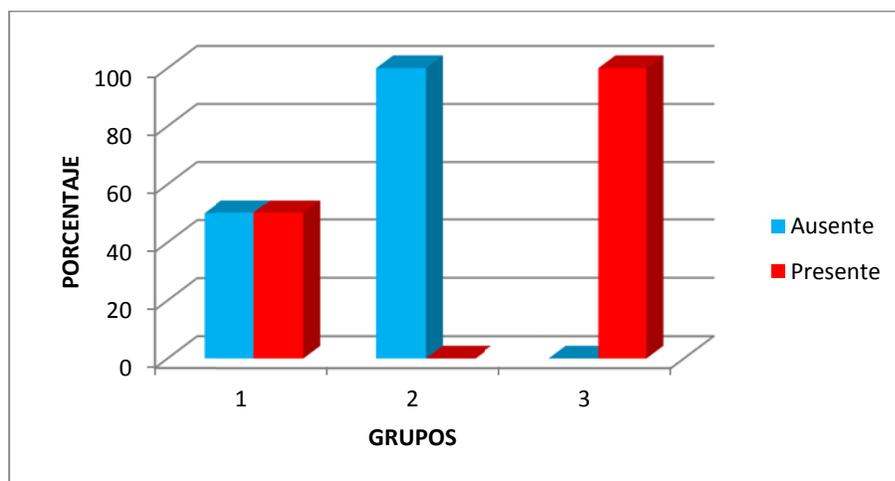
Los caracteres o descriptores cualitativos poseen distintos estados, según sea su grupo de pertenencia, así, cada grupo se caracteriza y se identifica por una combinación particular de estos estados, que reflejan la naturaleza de este agrupamiento. Los caracteres de alto poder discriminante, identificados anteriormente, poseen los estados que a continuación se detallan, para cada uno de los tres grupos obtenidos.

**Gráfico 4.2.7. Color de la superficie exterior de la corteza**



Este carácter es el de mayor valor discriminante, indica que en el grupo 1 el 100% de las accesiones son de color blanco o crema; en el grupo 2 el 10% conformado por la accesión MTJP-020 son de color blanco o crema y el 90% presentan un color rosa; y en el grupo 3 el 16,67% conformado por MTJP-031 tienen un color blanco o crema y el 83,83% son de color rosa. (Gráfico 4.2.7)

**Gráfico 4.2.8. Constricciones de la raíz de almacenamiento**



Dentro de este carácter, en el grupo 1 existe una ausencia del 50% al igual que la presencia también con un 50%; Mientras que el 100% de las accesiones del grupo



2 no existe constricciones en la raíz; y en el grupo 3 existe un 100% de accesiones que presentan constricciones en la raíz. (Gráfico 4.2.8)

#### 4.2.1.2.2. Caracteres cuantitativos

Un carácter para el cual los grupos genéticos estructurados tengan valores marcadamente distintos, tendrán un valor “D” Engels (1983), los mismos que serán discriminantes con un valor máximo de 1, lo que permitirá realizar comparaciones significativas y diferenciación entre grupos.

La prueba de significación de Duncan (1975) y los promedios obtenidos, mostraron que cuatro de los 9 caracteres cuantitativos son los de mayor valor, (Cuadro 4.2.13).

**Cuadro 4.2.13. Valor promedio para caracteres cuantitativos de los tres grupos definidos en el análisis de agrupamiento de Ward, para las accesiones de *Manihot*.**

Descriptores cuantitativos		GRUPO		GRUPO		GRUPO	
		1		2		3	
<b>D12</b>	Porcentaje de germinación de las estacas	66,84	A	78,46	A	78,70	A
<b>D13</b>	Número de lóbulos en la hoja	9,00	A	7,20	B	7,00	B
<b>D14</b>	Longitud del lóbulo central (cm)	17,15	B	19,26	A	18,63	A
<b>D15</b>	Longitud del peciolo (cm)	7,00	A	6,60	A-B	6,00	B
<b>D16</b>	Ancho del lóbulo central (cm)	5,07	A	5,34	A	4,98	A
<b>D17</b>	Número de niveles de ramificación	1,12	A	1,00	A	1,16	A
<b>D18</b>	Altura de la primera rama apical (cm)	66,52	A	63,84	A	57,65	A
<b>D19</b>	Número de raíces de almacenamiento por planta	5,62	A	7,00	A	7,16	A
<b>D20</b>	Total de peso fresco de raíces por planta (kg)	0,52	A	0,40	B	0,42	B

Los resultados que se obtuvo no representan discriminancia en la diferenciación de grupos porque su desviación estándar y valores de “D” son bajos (Cuadro 4.2.1.4).

**Cuadro 4.2.14. Valor promedio y desviación estándar para el carácter cuantitativo de mayor valor discriminante para *Manihot*.**

GRUPO	CARÁCTER			
	D13 Número de lóbulos en la hoja	D14 Longitud del lóbulo central	D15 Longitud del pecíolo	D20 Total de peso fresco por planta
GRUPO 1	9,00 ± 0,00	17,15 ± 0,81	7,00 ± 0,00	0,52 ± 0,09
GRUPO 2	7,20 ± 0,63	19,26 ± 1,41	6,60 ± 0,84	0,40 ± 0,07
GRUPO 3	7,00 ± 1,26	18,63 ± 1,72	6,00 ± 1,09	0,42 ± 0,12
VALOR "D"	0,33	0,33	0,33	0,33

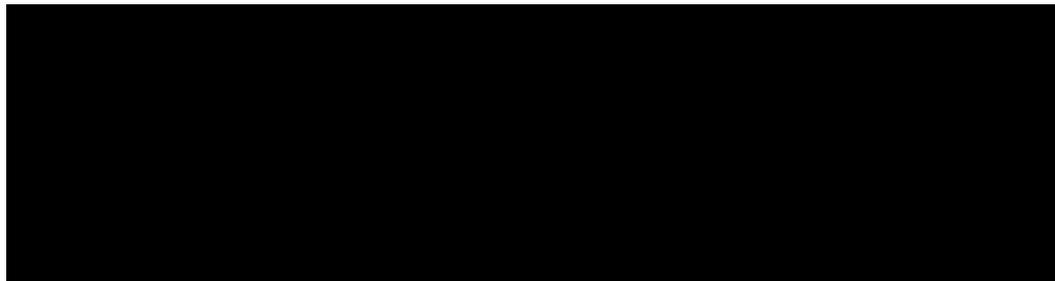
#### 4.2.1.3. Agrupamiento de las entradas

Este agrupamiento jerárquico muestra los siguientes resultados.

##### 4.2.1.3.1. Análisis de agrupamiento (Cluster análisis)

El agrupamiento jerárquico de Ward, (1963) se obtuvo a través de la matriz de distancia generada por el algoritmo de Gower. El algoritmo multivariado del análisis de agrupamiento jerárquico actuó sobre la matriz de distancia, obteniéndose como resultado del análisis tres grupos de entradas cuya distribución se indica en el cuadro 4.2.15

**Cuadro 4.2.15. Distribución de las entradas por grupo, según el análisis de agrupamiento jerárquico de Ward de *Manihot*.**



##### 4.2.1.3.2. Análisis canónico

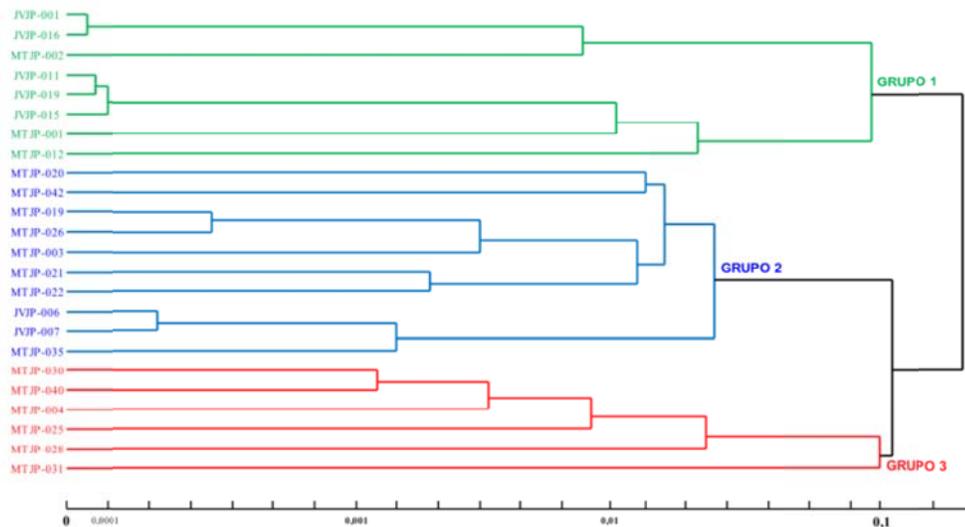
El análisis canónico separa las accesiones en tres grupos “cluster”, el cluster 1 se encuentra a una distancia de 19,86 del cluster 2 y a 24,53 del cluster 3. El cluster 2 tiene una distancia de 11,68 respecto al cluster 3, siendo la de mayor distancia la

del cluster 1 con el 3. Esto quiere decir que el cluster 1 comparte menor número de caracteres tanto con el cluster 2 como con el cluster 3, constituyéndose de esta manera en un grupo aislado, (Gráfico 4.2.5)

#### 4.2.1.4. Estructura de los agrupamientos

La estructura taxonómica obtenida por la matriz de distancia con el agrupamiento jerárquico de Ward (1963), se representa gráficamente por medio de un fenograma (Gráfico 4.2.6).

La estructura de ordenación de las accesiones obtenida en el Fenograma para las *Manihot.*, como ya se mencionó anteriormente, generó tres grupos perfectamente distinguibles. Así mismo, cada grupo se separó en otros clúster, cuya distribución se puede explicar gracias a los caracteres cualitativos y cuantitativos, de gran valor discriminante. A continuación se analiza cada uno de los grupos (con los subgrupos y morfotipos) y los caracteres que ayudan a identificarlos.



**Gráfico. 4.2.6. Fenograma de agrupamiento jerárquico de Ward, basado en la distancia de Gower, para los datos morfológicos de las accesiones de *Manihot.***

- **Grupo 1**

Conformado por las accesiones JVJP-001, JVJP-016, MTJP-002, JVJP-011, JVJP-019, JVJP-015, MTJP-001 y MTJP-012, en los que se diferencian tres morfotipos.



**Morfotipo 1:** Constituido por JVJP-001, JVJP-016 y MTJP-002, provenientes de las localidades de Selva alegre, Peñaherrera y Lita respectivamente; estas accesiones no presentan variables específicas, únicamente la accesión MTJP-002 se diferencia en la posición de las raíces ya que estas tienden a verticales mientras las demás son de forma irregular. (Tabla 4.2.2)

**Morfotipo 2:** En este grupo se encuentran las accesiones JVJP-011, JVJP-019, JVJP-015, MTJP-001 y MTJP-012, pertenecientes a la parroquia de Lita, Cuellaje y Plaza Gutiérrez, (Tabla 4.2.3) donde la mayor diferencia se da en las constricciones de la raíz, siendo la accesión MTJP-001 la que presenta constricción en la raíz, mientras que las demás accesiones no presentan constricciones justificando así su agrupamiento.

- **Grupo 2**

Conformado por las accesiones MTJP-020, MTJP-042, MTJP-019, MTJP-026, MTJP-003, MTJP-021, MTJP-022, JVJP-006, JVJP-007 y MTJP-035, en los que se diferencian tres morfotipos.

**Morfotipo 3:** Pertenecen a este morfotipo las accesiones MTJP-020 y MTJP-042, (Tabla 4.2.4). Se diferencian dentro del grupo, por el color de la superficie exterior de la corteza de raíces, debido a que la primera accesión antes mencionada es de color blanco o crema, mientras que la otra accesión es de color rosa.

Estas accesiones se encuentran localizadas en las parroquias Salinas y San Vicente de Pusir.

**Morfotipo 4:** Conformado por las accesiones MTJP-019, MTJP-026, MTJP-003, MTJP-021 y MTJP-022 colectadas en las localidades de Salinas, Ambuquí y Lita. Se distingue dentro de este morfotipo por la forma del lóbulo central, ya que la mayor parte de estas son de forma Lanceoladas. (Tabla 4.2.5)

**Morfotipo 5:** Colectadas en las localidades de Selva alegre y Pimampiro se hallan las accesiones JVJP-006, JVJP-007 y MTJP-035, donde la única diferencia es el color de la raíz superficial de almacenamiento. (Tabla 4.2.6)

- **Grupo 3**

Agrupado por las accesiones MTJP-030, MTJP-040, MTJP-004, MTJP-025, MTJP-028 y MTJP-031; en los que se puede observar un solo morfotipo.

**Morfotipo 6:** Pertenecen a este morfotipo todas las accesiones antes mencionadas en el grupo 3, Donde la mayor diferencia se da en la accesión MTJP-031 debido a que difiere de las demás en la forma del lóbulo central ya que esta es oblancoada, color del tallo esta es plata verde, finalmente se diferencia en el color de la superficie exterior de la corteza de raíces ya que es de color blanco o crema; todas estas accesiones son provenientes de localidades como Pimampiro, San Vicente de Pusir, Lita y Ambuquí. (Tabla 4.2.7)

#### 4.2.2. Caracterización morfológica del Camote (*Ipomoea batatas*)

Las accesiones de camote se encuentran agrupadas en 3 diferentes grupos los de MTJP, JVJP y AMJP con un total de 29 accesiones estudiadas.

Una vez realizado el análisis de agrupamiento jerárquico de Ward, obtenido a partir de la matriz de distancia, generada por el algoritmo de Gower (Gráfico 4.2.9), se obtuvo como resultado tres grupos diferentes de la colección de *Ipomoea batatas*., según se muestra en el (Gráfico 4.2.10).

De las 29 accesiones colectadas, 12 forman el grupo uno (G1), 6 forman el grupo dos (G2) y las 11 accesiones restantes forman el grupo dos (G3).

A continuación, en el cuadro 4.2.16 se dan a conocer las accesiones correspondientes a cada grupo, con el sitio de origen.

**Cuadro 4.2.16. Número de accesión y sitio de colecta de los especímenes de *Ipomoea batatas*.**

GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3	
ACCESION	SITIO DE COLECTA	ACCESION	SITIO DE COLECTA	ACCESION	SITIO DE COLECTA
JVJP-012	Plaza Gutiérrez	MTJP-029	Pimampiro	JVJP-002	Selva Alegre
JVJP-003	Selva alegre	MTJP-032	Pimampiro	MTJP-033	Pimampiro
MTJP-034	Pimampiro	MTJP-015	La Carolina	AMJP-002	Lita
AMJP-007	Pimampiro	MTJP-023	Ambuquí	AMJP-003	Salinas
AMJP-008	Pimampiro	AMJP-005	Pimampiro	MTJP-024	Ambuquí
AMJP-004	Salinas	MTJP-039	San Vicente de Pusir	AMJP-006	Pimampiro
MTJP-011	Lita			JVJP-017	Peñaherrera
MTJP-036	Pimampiro			AMJP-001	Lita
MTJP-017	Salinas			JVJP-008	Selva Alegre
MTJP-016	Salinas			JVJP-020	Cuellaje
MTJP-027	Ambuquí			JVJP-018	Peñaherrera
MTJP-008	Lita				

Como se puede observar, las accesiones son provenientes de distintas regiones de la provincia de Imbabura e incluso una accesión es de la provincia del Carchi la cual se la puede observar en el segundo grupo.

#### **4.2.2.1. Variabilidad Morfológica de *Ipomoea batatas*.**

Para determinar la variabilidad morfológica del género *Ipomoea*. Se usaron como parámetros estadísticos: la media aritmética (Promedio) y el coeficiente de variación (CV), de siete descriptores cuantitativos (Cuadro 4.2.17). Mientras más bajo es el valor del coeficiente de variación para un determinado descriptor, más homogéneos serán los datos y menor la variabilidad morfológica para ese carácter. Así por ejemplo, el descriptor **Tamaño de la hoja madura**, presentó un coeficiente de variación de 13,2%, siendo el carácter de menor variabilidad.

El descriptor que aporta mayor variabilidad morfológica es **el número de raíces de almacenamiento por planta** con un 64,51% (cuyos datos varían entre 3 y 43 raíces por planta) de variabilidad, seguido por **la longitud del entrenudo de la enredadera** con 32,77%, y **la longitud del peciolo** con un 32,39%. El resto de descriptores poseen coeficientes de variación menores al 30%.

**Cuadro 4.2.17. Parámetros usados para la estimación de la variabilidad de las accesiones de *Ipomoea*. (Tabla 4.2.8)**

DESCRIPTORES CUANTITATIVOS		VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	PROMEDIO	CV %
<b>D14</b>	Cobertura del suelo	3	9	6,72	28,36
<b>D15</b>	Longitud del entrenudo de la enredadera (cm)	1	5	3,41	32,77
<b>D16</b>	Tamaño de la hoja madura (cm)	3	7	4,93	13,2
<b>D17</b>	Longitud del pecíolo (cm)	1	5	2,72	32,39
<b>D18</b>	# de raíces de almacenamiento por planta	3	43	13,83	64,51
<b>D19</b>	Longitud de la flor (cm)	2,4	5,1	3,6	18,38
<b>D20</b>	Ancho de las flores (cm)	2	4,6	3,12	22,31

#### 4.2.2.2. Valor discriminante de los caracteres

Los parámetros estadísticos para la selección de los descriptores discriminantes, ya sea para caracteres cualitativos como para caracteres cuantitativos, constituyen elementos importantes del análisis del grupo a evaluar.

Estos permiten aceptar como válidos determinados caracteres que nos ayudan a separar unas accesiones de otras. Por otra parte, los valores discriminantes también nos permiten rechazar caracteres que poco aporte brindan a la hora de segregar grupos más pequeños.

##### 4.2.2.2.1. Caracteres Cualitativos

Con la prueba de Chi cuadrado ( $X^2$ ) se analizaron 13 descriptores cualitativos ya que es una de las buenas herramientas estadísticas para los caracteres de tipo cualitativos. La existencia de diferencias significativas de un carácter en particular, para los distintos grupos, ya que nos está demostrando su importancia como un buen discriminante.

De los 13 caracteres cualitativos analizados mediante la prueba de  $X^2$ , se detectó 4 con valor altamente significativo (1%), 5 con valor significativo al 5% y 4 no significativos (Cuadro 4.2.18). Estos resultados indican que un pequeño número de descriptores son altamente discriminantes los cuales brindan un importante aporte para separar los tres grupos.

**Cuadro 4.2.18. Parámetros usados para la estimación del valor discriminante en caracteres cualitativos para las accesiones de *Ipomoea*. (Tabla 4.2.8)**

CARACTERES CUALITATIVOS		X <sup>2</sup>	COEF. (P)	CRAMER (V)
D1	Color predominante de la enredadera	23,29*	0,896	0,634
D2	Esquema general de la hoja	24,679*	0,923	0,652
D3	Tipo de lóbulos en las hojas	22,643*	0,884	0,625
D4	Forma del lóbulo central de la hoja	32,471*	1,058	0,748
D5	Color de la hoja madura	12,524*	0,657	0,465
D6	Pigmentación del peciolo	13,698 <sup>ns</sup>	0,687	0,486
D7	Formación de la raíz reservante <sup>a</sup>	18,321**	0,795	0,795
D8	Forma de la raíz reservante <sup>a</sup>	38,056**	1,146	0,810
D9	Defectos de la raíz en la superficie	8,815 <sup>ns</sup>	0,551	0,390
D10	Color predominante de la piel <sup>a</sup>	18,863**	0,807	0,570
D11	Distribución secundaria del color de la pulpa <sup>a</sup>	28,934**	0,999	0,706
D12	Color de la flor	9,859 <sup>ns</sup>	0,583	0,412
D13	Forma del limbo	4,583 <sup>ns</sup>	0,398	0,281

\*\* = Altamente significativos al 1%

\* = Significativos al 5%

<sup>ns</sup> = No significativo

<sup>a</sup> = Caracteres elegidos como los más discriminantes para separar los tres grupos.

La **forma de la raíz reservante** (38,056), **Distribución secundaria del color de la pulpa** (28,934), **Color predominante de la piel** (18,863) y la **formación de la raíz reservante** (18,321) fueron los caracteres con el mayor valor discriminante (según la prueba de X<sup>2</sup>) y con los más altos coeficientes de variación.

- **Clasificación de los grupos**

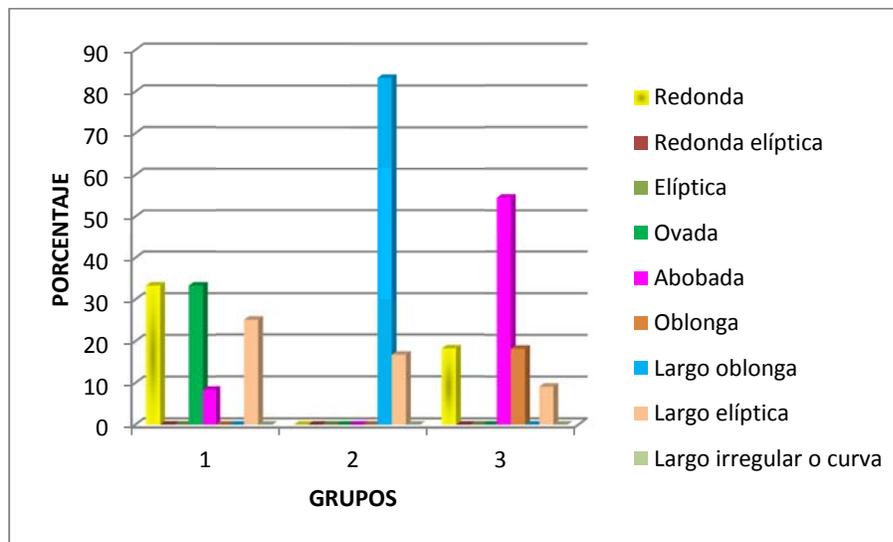
Los descriptores o caracteres cualitativos están constituidos por varios estados que expresan la variabilidad de la colección, los descriptores seleccionados son los

que presentaron mayor poder discriminante, permitiendo así comprender la naturaleza de los agrupamientos.

- **Análisis de los Caracteres Cualitativos Discriminantes para cada grupo**

Los caracteres o descriptores cualitativos poseen distintos estados, según sea su grupo de pertenencia, así, cada grupo se caracteriza y se identifica por una combinación particular de estos estados, que reflejan la naturaleza de este agrupamiento. Los caracteres de alto poder discriminante, identificados anteriormente, poseen los estados que a continuación se detallan, para cada uno de los tres grupos obtenidos.

**Gráfico 4.2.12. Forma de la raíz reservante**



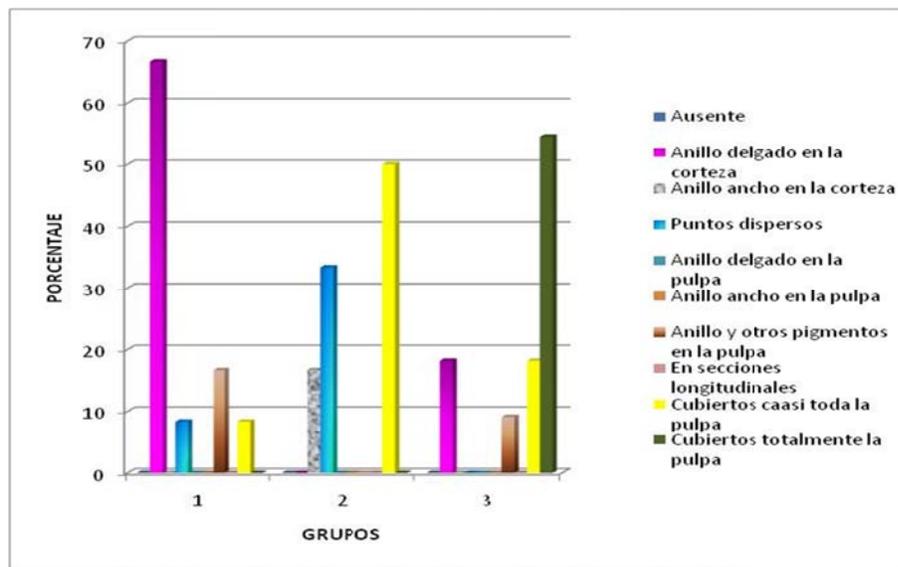
Este carácter es el de mayor valor discriminante, indica que en el grupo 1, el 33,33% de las entradas conformada por cuatro accesiones presentan una forma redonda, otro 33,33% es de forma Ovada, la accesión AMJP-007 con el 8,33 presenta una forma abobada y un 25% es de forma largo elíptica.

En el grupo 2 se puede observar que el 83,33% son de forma largo oblonga, mientras que la accesión MTJP-023 con apenas el 16,67% presenta una forma largo elíptica; finalmente en el grupo 3 un 54,55% son de forma abobada, AMJP-

006 y JVJP-017 con el 18,18% son de forma redonda, AMJP-003 y MTJP-024 también con el 18,18% presentan una forma oblonga.

Finalmente la accesión de menor porcentaje con el 9,09% representada en la accesión JVJP-018 es de forma largo elíptica. (Gráfico 4.2.1.2)

**Gráfico 4.2.13. Distribución secundaria del color de la pulpa**

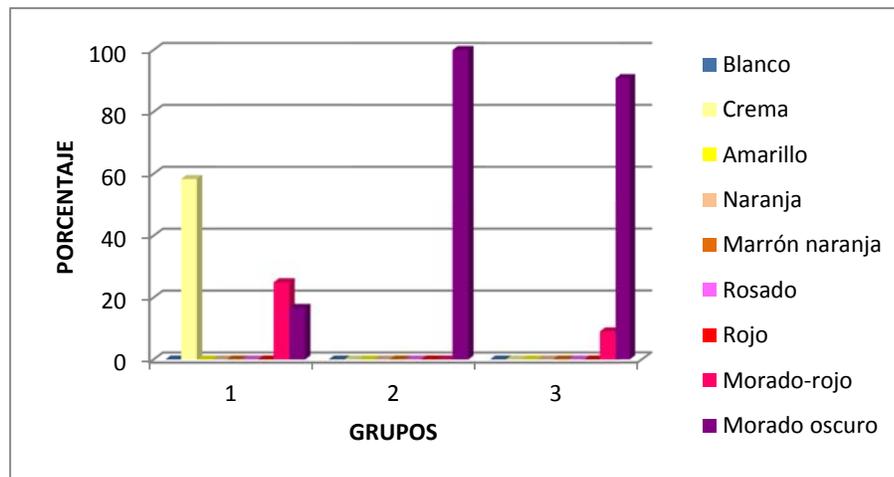


Dentro de este carácter, en el grupo 1 el 66,67% es de anillo delgado en la corteza, MTJP-036 y MTJP-008 presentan anillos y otros pigmentos en la pulpa esto representa el 16,67%, finalmente dos accesiones con el 8,33% cada una, presenta puntos dispersos para MTJP-011 y cubiertos casi toda la pulpa se da en la accesión MTJP-027.

En el grupo 2 se observa que el 50% está cubiertos casi toda la pulpa, mientras que el 33,33% posee puntos dispersos y MTJP-029 con el 16,67% es el de menor porcentaje presentando un anillo ancho en la corteza.

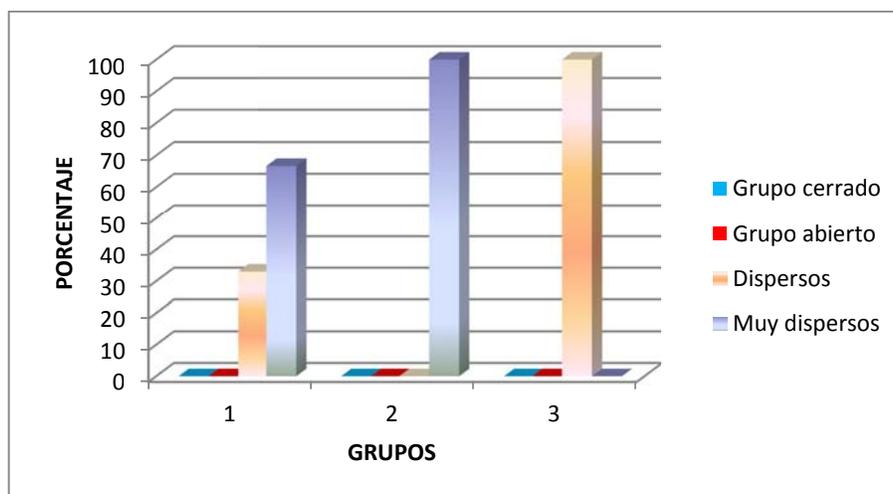
Mientras que en el grupo 3 el 54,55% están cubiertos totalmente la pulpa, el 18,18% por un anillo delgado en la corteza, AMJP-006 con el menor porcentaje es decir el 9,09% presenta anillo y otros pigmentos en la pulpa y AMJP-003, MTJP-024 con el 18,18% se encuentran cubiertos casi toda la pulpa. (Gráfico 4.2.13)

**Gráfico 4.2.14. Color predominante de la piel**



El grupo 1 las accesiones MTJP-036 y MTJP-008 presentan un color morado oscuro esto representa el 16,67%, mientras que el 25% son de color morado-rojo, finalmente las accesiones de mayor porcentaje son aquellas que presentan un color crema comprendido en un 58,33%; en el grupo 2 se puede observar que el 100% de las accesiones son de color morado oscuro; en el grupo 3 JVJP-018 con el 9,09% es la de menor porcentaje y presenta un color morado-rojo, finalmente el 90,91% es de color morado oscuro. (Gráfico 4.2.14)

**Gráfico 4.2.15. Formación de la raíz reservante**



El grupo uno tiene 33,33% el cual comprende las accesiones JVJP-012, AMJP-008, MTJP-036 y MTJP-017 de formación dispersa, y de formación muy dispersa se encuentra un 66,67%; El grupo dos está conformado con un 100% de la entradas que presentan una formación muy dispersa en la formación de la raíz, Y el grupo tres está conformado con un 100% de las entradas que presentan una formación dispersa. (Gráfico 4.2.15)

#### 4.2.2.2.2. Caracteres cuantitativos

Un carácter para el cual los grupos genéticos estructurados tengan valores marcadamente distintos, tendrán un valor “D” Engels (1983) los mismos que serán discriminantes con un valor máximo de 1, lo que permitirá realizar comparaciones significativas y diferenciación entre grupos.

La prueba de significación de Duncan (1975) y los promedios obtenidos, mostraron que tres de los 7 caracteres cuantitativos son los de mayor valor, (Cuadro 4.2.19).

**Cuadro 4.2.19. Valor promedio para caracteres cuantitativos de los tres grupos definidos en el análisis de agrupamiento de Ward, para las accesiones de *Ipomoea*.**

Descriptor cuantitativos		GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3	
D14	Cobertura del suelo	6,83	A	6	A	7	A
D15	Longitud del entrenudo de la enredadera (cm)	3,5	A	2,6	A	3,7	A
D16	Tamaño de la hoja madura (cm)	5	A-B	5,33	A	4,63	B
D17	Longitud del peciolo (cm)	2,6	A	2,33	A	3	A
D18	# de raíces de almacenamiento por planta	14,58	A	11,16	A	14,45	A
D19	Longitud de la flor (cm)	3,55	A-B	4,11	A	3,36	A-B
D20	Ancho de las flores (cm)	3,09	A-B	3,66	A	2,84	A-B

Los resultados obtenidos no representan discriminancia en la diferenciación de grupos porque su desviación estándar y valores de “D” son bajos (Cuadro 4.2.20).

**Cuadro 4.2.20. Valor promedio y desviación estándar para el carácter cuantitativo de mayor valor discriminante para *Ipomoea*.**

GRUPO	CARÁCTER		
	D16 Tamaño de la hoja madura	D19 Longitud de la flor	D20 Ancho de las flores
GRUPO 1	5,00 ± 0,00	3,55 ± 0,70	3,09 ± 0,80
GRUPO 2	5,33 ± 0,81	4,11 ± 5,55	3,66 ± 0,68
GRUPO 3	4,63 ± 0,80	3,36 ± 0,54	2,84 ± 0,38
VALOR "D"	0,33	0,33	0,33

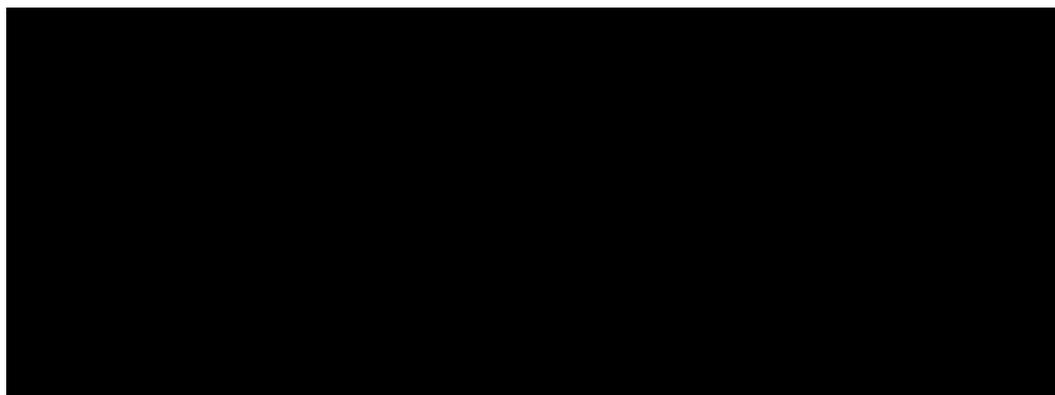
#### 4.2.2.3. Agrupamiento de las entradas

Este agrupamiento jerárquico muestra los siguientes resultados.

##### 4.2.2.3.1. Análisis de agrupamiento (Cluster análisis)

El agrupamiento jerárquico de Ward, (1963) se obtuvo a través de la matriz de distancia generada por el algoritmo de Gower. El algoritmo multivariado del análisis de agrupamiento jerárquico actuó sobre la matriz de distancia, obteniéndose como resultado del análisis tres grupos de entradas cuya distribución se indica en el cuadro 4.2.21.

**Cuadro 4.2.21 Distribución de las entradas por grupo, según el análisis de agrupamiento jerárquico de Ward de *Ipomoea*.**



#### 4.2.2.3.2. Análisis canónico

El análisis canónico separa las accesiones en tres grupos “cluster”, el cluster 1 se encuentra a una distancia de 7,02 del cluster 2 y a 12,11 del cluster 3. El cluster 2 tiene una distancia de 13,92 respecto al cluster 3, siendo esta la de mayor distancia entre clusters. Esto quiere decir que el cluster 3 comparte menor número de caracteres tanto con el cluster 1 como con el cluster 2, constituyéndose de esta manera en un grupo aislado, (Gráfico 4.2.10)

#### 4.2.2.4. Estructura de los agrupamientos

La estructura taxonómica obtenida por la matriz de distancia con el agrupamiento jerárquico de Ward (1963), se representa gráficamente por medio de un fenograma (Gráfico 4.2.11).

La estructura de ordenación de las accesiones obtenida en el Fenograma para las *Ipomoea.*, como ya se mencionó anteriormente, generó tres grupos perfectamente distinguibles. Así mismo, cada grupo se separó en otros clúster, cuya distribución se puede explicar gracias a los caracteres cualitativos y cuantitativos, de gran valor discriminante. A continuación se analiza cada uno de los grupos (con los subgrupos y morfotipos) y los caracteres que ayudan a identificarlos.

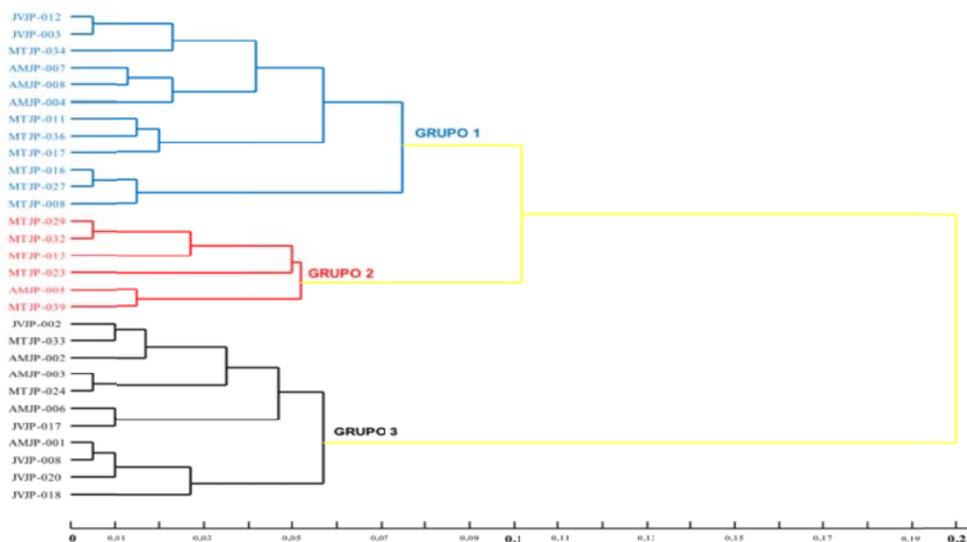


Gráfico 4.2.11. Fenograma de agrupamiento jerárquico de Ward, basado en la distancia de Gower, para los datos morfológicos de las accesiones de *Ipomoea.*



- **Grupo 1**

Conformado por las accesiones JVJP-012, JVJP-003, MTJP-034, AMJP-007, AMJP-008, AMJP-004, MTJP-011, MTJP-036, MTJP-017, MTJP-016, MTJP-027 y MTJP-008 en los que se diferencian tres morfotipos.

**Morfotipo 1:** Constituido por JVJP-012, JVJP-003, MTJP-034, AMJP-007, AMJP-008 y AMJP-004,, provenientes de las localidades de Ibarra, Pimampiro, Selva alegre, y Plaza Gutiérrez respectivamente; estas accesiones presentan muchas diferencias, como en la forma del lóbulo central de la hoja, color predominante de la enredadera y pigmentación del peciolo.(Tabla 4.2.9)

**Morfotipo 2:** En este grupo se encuentran las accesiones MTJP-011, MTJP-036 y MTJP-017, pertenecientes a la parroquia de Lita, Salinas y Pimampiro, (Tabla 4.2.10) donde la mayor diferencia se da en el color predominante de la enredadera, pigmentación del peciolo y en la distribución secundaria del color de la pulpa, esto en la accesión MTJP-017, mientras que en las demás accesiones los descriptores coinciden en la mayoría justificando así su agrupamiento.

**Morfotipo 3:** Conformado por las accesiones MTJP-016, MTJP-027 y MTJP-008, provenientes de las parroquias de Lita, Salinas y Ambuquí; la mayor diferencia se da en el color predominante de la enredadera, pigmentación del peciolo, color predominante de la piel, distribución secundaria del color de la pulpa y en la forma del limbo, esto se da en la accesión MTJP-008. (Tabla 4.2.11)

- **Grupo 2**

Conformado por las accesiones MTJP-029, MTJP-032, MTJP-015, MTJP-023, AMJP-005 y MTJP-039 en los que se diferencian dos morfotipos.

**Morfotipo 4:** Pertenecen a este morfotipo las accesiones MTJP-029, MTJP-032, MTJP-015 y MTJP-023 (Tabla 4.2.12). Donde la mayor diferencia dentro del grupo se da en el color predominante de la enredadera, tipo de lóbulos en las hojas, pigmentación del peciolo y color de la flor.

Estas accesiones se encuentran localizadas en las parroquias de Pimampiro, La Carolina y Ambuquí.

**Morfotipo 5:** Conformado por las accesiones AMJP-005 y MTJP-039 colectadas en las localidades de Pimampiro y San Vicente de Pusir. Se distingue dentro de este morfotipo la diferencia de color predominante de la enredadera, esquema general de la hoja, tipo de lóbulos en las hojas, color de la hoja madura y en la pigmentación del peciolo. (Tabla 4.2.13)

- **Grupo 3**

Representado por las accesiones JVJP-002, MTJP-033, AMJP-002, AMJP-003, MTJP-024, AMJP-006, JVJP-017, AMJP-001, JVJP-008, JVJP-020 y JVJP-018 en los que se puede diferenciar tres morfotipos.

**Morfotipo 6:** Constituido por JVJP-002, MTJP-033, AMJP-002, AMJP-003 y MTJP-024,, provenientes de las localidades de Otavalo, Pimampiro e Ibarra respectivamente; estas accesiones presentan variables específicas, en el color predominante de la enredadera, Forma del limbo, forma del lóbulo central de la hoja. (Tabla 4.2.14)

**Morfotipo 7:** En este grupo se encuentran las accesiones AMJP-006 y JVJP-017, pertenecientes a la parroquia de Cotacachi y Pimampiro, (Tabla 4.2.15) donde la mayor diferencia se da en el color predominante de la enredadera y en la pigmentación del peciolo, pero en los demás descriptores coinciden en la mayoría justificando así su agrupamiento.

**Morfotipo 8:** Colectadas en las zonas de Lita, Plaza Gutiérrez, Cuellaje y Peñaherrera, pertenecen a este morfotipo las accesiones AMJP-001, JVJP-008, JVJP-020 y JVJP-018, se puede observar que la mayor diferencia se da en el esquema general de la hoja y forma del lóbulo central. (Tabla 4.2.16)

#### **4.2.3. Caracterización morfológica de Papa china (*Colocasia esculenta*)**

Las accesiones de taro o papa china se encuentran agrupadas en 3 diferentes grupos los de MTJP y JVJP con un total de 6 accesiones estudiadas.



Debido a que el número de accesiones colectadas es pequeño no se puede utilizar el programa estadístico SAS, por ello se utilizó un análisis descriptivo donde se calculara: medias y coeficiente de variación.

A continuación, en el cuadro 4.2.22 se dan a conocer las accesiones correspondientes a cada grupo, con el sitio de origen.

**Cuadro 4.2.22. Número de accesión y sitio de colecta de los especímenes de *Colocasia esculenta***

ACCESION	PARROQUIA	LOCALIDAD
MTJP-005	Lita	Las flores
MTJP-014	La Carolina	Callapi
JVJP-004	Selva alegre	Barcelona
JVJP-010	Selva alegre	Barcelona
JVJP-013	Plaza Gutiérrez	Plaza Gutiérrez
JVJP-014	Peñaherrera	Peñaherrera

#### **4.2.3.1. Variabilidad Morfológica de *Colocasia esculenta*.**

Para determinar la variabilidad morfológica del género *Ipomoea*. Se usaron como parámetros estadísticos: la media aritmética (Promedio) y el coeficiente de variación (CV), de nueve descriptores cuantitativos (Cuadro 4.2.23). Mientras más bajo es el valor del coeficiente de variación para un determinado descriptor, más homogéneos serán los datos y menor la variabilidad morfológica para ese carácter. Así por ejemplo, los descriptores **Extensión de la planta, Altura de la planta, Longitud del bulbo y Peso Bulbo** presentaron un coeficiente de variación de 0%, siendo estos caracteres los de menor variabilidad.

Mientras que el descriptor que aporta mayor variabilidad morfológica es **el número de bayas por gajo** con un 23,55% (cuyos datos varían entre 18 y 34 bayas por gajo) de variabilidad, seguido por **el número de estolones** con 19,36%, el resto de descriptores poseen coeficientes de variación menores al 12%.

**Cuadro 4.2.23. Parámetros usados para la estimación de la variabilidad de las accesiones de *Colocasia*. (Tabla 4.2.17)**

	DESCRIPTORES CUANTITATIVOS	VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	PROMEDIO	CV %
D12	Extensión de la planta	2	2	2	0
D13	Altura de la planta	2	2	2	0
D14	Número de estolones	2	3	2,67	19,36
D15	Longitud de la lámina	33,2	41	38,2	8,34
D16	Anchura de la lámina	25,1	31	29,15	7,67
D17	Número de bayas por gajo	18	34	23,67	23,55
D18	Número de semillas por baya	4	5	4,33	11,92
D19	Longitud del bulbo	3	3	3	0
D20	Peso del bulbo	3	3	3	0

#### 4.2.3.1.1. Caracteres Cualitativos

Con la prueba de Chi cuadrado ( $X^2$ ) se analizaron 11 descriptores cualitativos ya que es una de las buenas herramientas estadísticas para los caracteres de tipo cualitativos. La existencia de diferencias significativas de un carácter en particular, para los distintos grupos, ya que nos está demostrando su importancia como un buen discriminante.

De los 11 caracteres cualitativos analizados mediante la prueba de  $X^2$ , se detectó únicamente 2 con valor altamente significativo al 1%, mientras que los demás descriptores no brindan un aporte importante. (Cuadro 4.2.24)

**Cuadro 4.2.24. Parámetros usados para la estimación del valor discriminante en caracteres cualitativos para las accesiones de *Colocasia*. (Tabla 4.2.17)**

	CARACTERES CUALITATIVOS	$X^2$
D4	Color de la vena principal de la hoja <sup>a</sup>	32,24**
D8	Forma de la semilla <sup>a</sup>	59,43**

\*\* = Altamente significativos al 1%

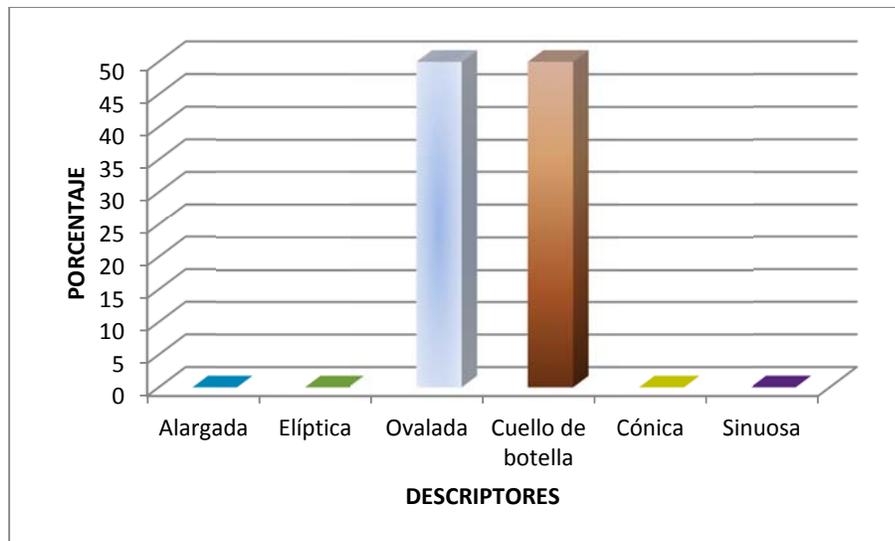
<sup>a</sup> = Caracteres elegidos como los más discriminantes para separar los tres grupos.

La **forma de la semilla** (59,43) y **Color de la vena principal de la hoja** (32,24), fueron los caracteres con el mayor valor discriminante (según la prueba de  $X^2$ ) y con los más altos coeficientes de variación.

- **Análisis de los Caracteres Cualitativos Discriminantes**

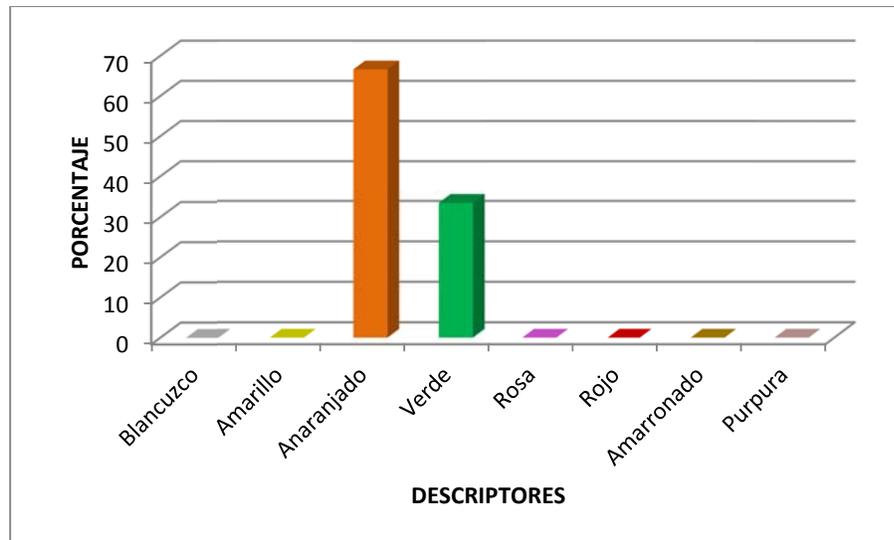
Los caracteres de alto poder discriminante, identificados anteriormente, poseen los estados que a continuación se detallan.

**Gráfico 4.2.16. Forma de la semilla**



Este carácter es el de mayor valor discriminante, indica que la mitad de las accesiones es decir el 50% son de forma ovalada, y el otro 50% es de forma en cuello de botella. (Gráfico 4.2.16)

**Gráfico 4.2.17. Color de la vena principal de la hoja**



Dentro de este carácter, las accesiones JVJP-004 y JVJP-010 presentan un color verde es decir el 33,33% finalmente el reste de accesiones con el 66,66% son de color anaranjado. (Gráfico 4.2.17)

#### 4.2.4. Caracterización morfológica de la Malanga (*Xanthosoma sagittifolium*)

Las accesiones de malanga se encuentran agrupadas en 2 diferentes grupos los de MTJP y JVJP con un total de 3 accesiones estudiadas.

Debido a que el número de accesiones colectadas es pequeño no se puede utilizar el programa estadístico SAS, por ello se utilizó un análisis descriptivo donde se calculara: medias, y coeficiente de variación.

A continuación, en el cuadro 4.2.25 se dan a conocer las accesiones correspondientes a cada grupo, con el sitio de origen.

**Cuadro 4.2.25. Número de accesión y sitio de colecta de los especímenes de *Xanthosoma sagittifolium*.**

ACCESION	PARROQUIA	SITIO DE COLECTA	ACCESION	PARROQUIA	SITIO DE COLECTA
JVJP-009	Selva alegre	Barcelona	MTJP-007	Lita	Barrio las flores
JVJP-005	Selva alegre	Barcelona			

#### 4.2.4.1. Variabilidad Morfológica de *Xanthosoma sagittifolium*.

Para determinar la variabilidad morfológica del género *Xanthosoma*. Se usaron como parámetros estadísticos: la media aritmética (Promedio) y el coeficiente de variación (CV), de nueve descriptores cuantitativos (Cuadro 4.2.26). Mientras más bajo es el valor del coeficiente de variación para un determinado descriptor, más homogéneos serán los datos y menor la variabilidad morfológica para ese carácter. Así por ejemplo, el descriptor **tiempo de cosecha de los cormelos** con un coeficiente del 0% siendo este carácter el de menor variabilidad.

Mientras que el descriptor que aporta mayor variabilidad morfológica es el **número de semillas por fruto** con un 23,94% (cuyos datos varían entre 11 y 18 semillas) de variabilidad, seguido por **la longitud de la lámina** con 23,03%, el resto de descriptores poseen coeficientes de variación menores al 20%.

**Cuadro 4.2.26. Parámetros usados para la estimación de la variabilidad de las accesiones de *Xanthosoma*. (Tabla 4.2.18)**

DESCRITORES CUANTITATIVOS		VALOR MÍNIMO	VALOR MÁXIMO	PROMEDIO	CV %
D9	Altura del tallo superficial	50,1	64,3	58,23	12,57
D10	Circunferencia del tallo superficial	30	38,7	34,6	12,63
D11	Altura total de la planta	53,6	75,7	63,17	17,96
D12	Anchura de la lámina	31,2	37,8	34,3	9,67
D13	Longitud de la lámina	35,2	54,9	43,8	23,03
D14	Longitud del peciolo	55	61,3	58,3	5,42
D15	Número de semillas por fruto	11	18	14,67	23,94
D16	Peso del cormelo	35,3	49,8	42,23	17,22
D17	Longitud de cada uno de los frutos	6,2	8	7,23	12,85
D18	Ancho de cada uno de los frutos	3,9	4,6	4,27	8,23
D19	Número total de frutos	28	32	30	6,67
D20	Tiempo de cosecha de los cormelos	2	2	2	0



#### 4.2.4.1.1. Caracteres Cualitativos

Con la prueba de Chi cuadrado ( $X^2$ ) se analizaron 8 descriptores cualitativos ya que es una de las buenas herramientas estadísticas para los caracteres de tipo cualitativos. La existencia de diferencias significativas de un carácter en particular, para los distintos grupos, ya que nos está demostrando su importancia como un buen discriminante.

De los 8 caracteres cualitativos analizados mediante la prueba de  $X^2$ , no se detectó ningún valor altamente significativo, mientras q los demás descriptores no brindan un aporte importante.



## CAPITULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- ✓ El estudio de la variabilidad morfológica de yuca, camote, taro y malanga permitió ampliar el conocimiento sobre las relaciones fenotípicas existentes entre las distintas accesiones colectadas.
- ✓ La mayor cantidad de accesiones colectadas para la yuca fue en la zona de Lita, camote en Pimampiro, el taro y la malanga en la zona de Selva Alegre; determinando así las zonas de micro centro para cada uno de los géneros.
- ✓ De los saberes locales para la yuca y el camote se obtuvo que el 100% de las poblaciones donde se colectó, utilizan estas raíces para la alimentación humana, mientras que la papa china y la malanga es más utilizada para la alimentación animal y un porcentaje mínimo utiliza para la alimentación humana.
- ✓ Las condiciones edafoclimáticas de la zona del ensayo (granja Alonso Tadeo Méndez), presentaron condiciones adecuadas para los cultivos de yuca y camote, no así para la papa china y malanga, donde la producción y desarrollo fisiológico fue bajo.



- ✓ La caracterización morfológica, analizada con la distancia de Gower y el agrupamiento jerárquico de Ward, generaron tres grupos, tanto para la yuca como para el camote.
- ✓ La colección de yuca está compuesta por 24 accesiones colectadas, camote con 29 accesiones colectadas, taro con 6 y malanga con 3 accesiones colectadas.
- ✓ Los tres grupos del género *Manihot* se componen de 7 morfotipos distribuidos: tres en el GRUPO 1, tres en el GRUPO 2 y uno en el GRUPO 3.
- ✓ El grupo de más amplia distribución es el grupo 2, debido a que están inmersas siete localidades (Cuambo, Pusir grande, Chambero, Las flores, San Vicente, Barcelona y Caldera) y seis parroquias diferentes (Salinas, San Vicente de Pusir, Salinas, Ambuquí, Lita, Selva alegre y Pimampiro).
- ✓ Los 9 caracteres cuantitativos analizados mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan, no se encontraron caracteres discriminantes, debido a la influencia ambiental.
- ✓ Para el género *Ipomoea* al igual que la yuca está conformada por tres grupos, compuesta por 8 morfotipos distribuidos de la siguiente manera: tres en el GRUPO 1, dos en el GRUPO 2 y tres en el GRUPO 3.
- ✓ El grupo de más amplia distribución es el grupo 1, debido a que están inmersas nueve localidades (Plaza Gutiérrez, Barcelona, Sebadal bajo, Apaquí, Salinas, Las flores, Caldera, Cuambo y Chambero) y siete parroquias diferentes (Plaza Gutiérrez, Selva alegre, Pimampiro, Ibarra, Lita, Salinas y Ambuquí).
- ✓ Para el género *Ipomoea*, de los 13 caracteres de tipo cualitativo que fueron analizados mediante la prueba de chi cuadrado ( $X^2$ ), se detectaron 4 con valor altamente significativo al 1%, 5 con valor significativo al 5% y 4 no significativos.



- ✓ De los 7 caracteres cuantitativos de *Ipomoea*, analizados mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan, no se encontraron caracteres discriminantes, debido a la influencia ambiental al igual que la yuca.
- ✓ Para el género *Colocasia*, de los 8 caracteres de tipo cualitativo que fueron analizados mediante la prueba de chi cuadrado ( $X^2$ ), se detectaron únicamente 2 con un valor altamente significativo y 6 no significativos.
- ✓ Para el género *Colocasia* y *Xanthosoma*, por el número pequeño de accesiones que se colectó, no es posible realizar la prueba de rangos múltiples de Duncan, la formación de grupos y las variables canónicas y los clusters.
- ✓ De los 8 caracteres cualitativos analizados mediante la prueba de chi cuadrado ( $X^2$ ), no se detectó ningún valor altamente significativo, mientras que los demás caracteres no brindan ningún aporte importante.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- ✓ Se recomienda realizar una caracterización morfológica de las especies silvestres de yuca, camote, taro y malanga con el fin de establecer relaciones respecto a las cultivadas.
- ✓ A fin de lograr la adaptación de todas las accesiones antes mencionadas se recomienda realizar la caracterización en distintas condiciones agroclimáticas, y observar las condiciones más favorables para cada material de estudio
- ✓ Se debería establecer estrategias para la conservación in situ y ex situ, con el fin de mantener la diversidad y evitar la erosión genética.
- ✓ Se recomienda utilizar caracteres que además de ser buenos discriminantes, no necesiten ser muestreados en gran cantidad.



- ✓ Considerando los costos y tiempo que demanda realizar una caracterización morfológica, se recomienda elegir un tamaño de muestra práctico, pero al mismo tiempo que refleje una buena estimación del carácter que se está midiendo.
  
- ✓ Los resultados generados a partir de esta caracterización deben ser correlacionados con investigaciones de caracterizaciones moleculares.



## CAPITULO VI

### 6. RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo Colectar e identificar básicamente cuatro raíces: yuca (*Manihot esculenta*), camote (*Ipomoea batatas*), papa china (*Colocasia esculenta*), malanga (*Xanthosoma sagittifolium*), como parte del rescate de la agrobiodiversidad en la provincia de Imbabura, y como medida para una conservación sostenible. Para ello se logró colectar y caracterizar 24 materiales de yuca (*Manihot spp*), 29 de camote (*Ipomoea batatas*), 6 de taro o papa china (*Colocasia esculenta*) y 3 de malanga (*Xanthosoma sagittifolium*), es decir se colectó un total de 62 accesiones. Durante el ciclo de los cultivos en campo, se caracterizó utilizando 20 descriptores morfológicos para cada uno del material colectado (yuca, camote, taro y malanga). Para la yuca se utilizó 11 descriptores cualitativos y 9 descriptores cuantitativos, mediante la distancia de Gower se identificó tres grupos principales, de los cuales se distinguen 6 morfotipos, donde los descriptores más relevantes o discriminantes fueron: el color de la superficie exterior de la corteza y las constricciones de la raíz de almacenamiento. Para el camote se utilizó 13 descriptores cualitativos y 7 cuantitativos, mediante la distancia de Gower se identifico tres grupos principales, de los cuales se distinguen 8 morfotipos, donde los descriptores más discriminantes fueron: Forma de la raíz reservante, distribución secundaria del color de la pulpa, color predominante de la piel y formación de la raíz reservante. Para el taro o papa china se utilizó 11 descriptores cualitativos y 9 cuantitativos, para este caso no se pudo utilizar el programa estadístico SAS debido a que el número de accesiones es muy baja por ello se calculo solo el coeficiente de



Variación y chi cuadrado con el programa estadístico INFOSTAT, donde los descriptores más significativos fueron: Forma de la raíz y color de la vena principal de la hoja. Finalmente para la malanga se utilizó 8 descriptores cualitativos y 12 descriptores cuantitativos, pero al igual que el taro por contar con un número pequeño de accesiones se utilizó el programa estadístico INFOSTAT, donde no se detectó ningún valor altamente significativo, mientras que los demás descriptores no brindan un aporte importante.



## CAPITULO VII

### 7. SUMMARY

This study aimed to Collect and identify four main roots: cassava (*Manihot esculenta*), sweet potato (*Ipomoea batatas*), papa china (*Colocasia esculenta*), malanga (*Xanthosoma sagittifolium*) as part of the rescue of agrobiodiversity in the province of Imbabura, and as a measure for sustainable conservation. For this specimens were collected and characterized 24 materials of cassava (*Manihot* spp), 29 sweet potato (*Ipomoea batatas*), 6 of taro or potato China (*Colocasia esculenta*) and 3 malanga (*Xanthosoma sagittifolium*), was collected a total of 62 accessions. During the crop cycle in the field, was characterized using 20 morphological descriptors for each of the collected material (cassava, sweet potato, taro and taro). For cassava descriptors used 11 qualitative and 9 quantitative descriptors, using the Gower distance of three main groups were identified, of which 6 are distinguished morphotypes, where more relevant and discriminating descriptors were the color of the exterior surface of the cortex and the constraints of storage root. For the sweet potato was used 13 quantitative and 7 qualitative descriptors, using the Gower distance identified three main groups, which are distinguished morphotypes 8, where most discriminating descriptors were: Shape of the storage root, secondary distribution of color pulp predominant skin color and storage root formation. For Chinese taro or potato was used 11 qualitative and 9 quantitative descriptors for this case could not be used SAS statistical software because the number of accessions is very low and it will calculate only the coefficient Variance and chi square with the statistical program InfoStat, where the most



significant descriptors were: Shape and color of the root of the main vein of the leaf. Finally for the taro 8 qualitative descriptors were used and 12 quantitative descriptors, but like taro for having a small number of accessions was used InfoStat statistical program, which does not detect a highly significant value, while the other descriptors provide an important contribution.



## CAPITULO VIII

### BIBLIOGRAFÍA CITADA

1. ASTORGA, C; EBERT, A. 2005. Banco de germoplasma del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. V. Simposio de Recursos Genéticos para América Latina y el Caribe. pp. 25
2. BARTOLINI, P. 1985. Sweet Potato: Its classification and description Philippine root crops information service. pp. 34-38
3. BROWN, A. 2000. The genetic structure of crop landraces and the challenge to conserve them ex situ on farms. pp. 29-48
4. CEBALLOS, P. 2002. Taxonomía de la yuca. Publicación Centro Internacional de Agricultura Tropical/Consortio Latinoamericano y del Caribe de apoyo a la Investigación y Desarrollo de la Yuca. Cali, Colombia. pp. 16-32
5. COCHRAN, W. 1954. Some methods for strengthening the common  $X^2$  test. Biometrics pp. 417-451
6. CHAVÉZ, R. 2002. Mejoramiento genético de plantas tuberíferas para zonas árido-salinas. pp. 330
7. DAVIDSON, C. 2006. The Americas: A rational and effective conservation strategy for plant genetic resources. pp. 31



8. ENGELS, J. 1983. A systematic description of the discriminative value of quantitative characteristics. pp. 387-396
9. FAO. 1996. Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos en el Mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. pp. 38-41
10. FIENBERG, S. 1977. The analysis of cross-classified data. Cambridge. MA: MIT press
11. FRIIS, E. 2000. Participatory approaches to the conservation and use of plant genetic resources. International Plant Genetic Resources Institute, Roma, Italia. pp. 35
12. GIACOMETTI, D. 1992. Yautía o malanga (*Xanthosoma sagittifolium*) Cultivos marginados. Colección FAO, Roma. pp. 68
13. GOWER, J. 1967. A comparison of some methods of cluster analysis. Biometrics. pp. 623-637
14. HERRERA, J. 1992. Desarrollo de productos de Raíces y Tubérculos. Centro Internacional de la Papa, CIP. Perú.
15. KENDALL, M & STUART, A. 1979. The advanced Theory of Statistics. Volumen 2, New York: Macmillan Publishing Company, Inc.
16. MADRIZ, P. 2000. Usos y destinos actuales y potenciales de las raíces y tubérculos en Venezuela. En: Memorias Primer Seminario Venezolana sobre Plantas Agámicas Tropicales. Centro de Investigaciones de Plantas Agámicas Tropicales. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. 200. pp.145-154
17. MATTHEWS, 1995. "Aroids and the Austronesians" Tropics. pp. 105-126.



18. MEZA, J. 2001. Descripción y Evaluación de los Recursos Genéticos, técnicas para el manejo y uso de recursos genéticos. Quito, Ecuador. pp 116-120.
19. MINISTERIO DEL AMBIENTE, 2000. La biodiversidad del Ecuador. Ed. Quito, Ecuador. pp. 98
20. MONTALDO, A. 1985. Cultive sus batatas. Centro de Investigaciones Agronomicas. Ministerio de Agricultura y Cría. Maracay, Venezuela. pp. 49
21. MONTALDO, A. 1991. Los cultivos de raíces y tubérculos. Revista de la Facultad de Agronomía. Raíces y tubérculos. pp213-256.
22. MONTALDO, P. 1994. La agricultura americana durante el siglo XVI y sus antecedentes. Dirección de Investigación y Desarrollo, Universidad Austral de Chile. Valdivia, Chile. pp. 45-56
23. NASSAR, N. 2004. Cassava: some ecological and physiological aspects related to plant breeding. Departamento de genética Brazil. pp. 11-34
24. NASSAR, N; FERNANDEZ, D. 2008. Wild Manihot species: Botanical aspects, geographic distribution and economic value. Departamento de genética y morfología Brazil. pp. 21-30
25. POLANCO, D. 2000. Tendencias recientes y notas preliminares sobre prospectivas de las raíces y tubérculos en América Latina y el Caribe. I. Caso yuca (Manihot esculenta Crantz) en Venezuela. En: Memorias Primer Seminario Venezolana sobre Plantas Agámicas Tropicales. Centro de Investigaciones de Plantas Agámicas Tropicales. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela. 200. pp. 123-144.



26. TORRES, M. 2007. Ficha técnica para el cultivo de la Yuca. Secretaria de agricultura y desarrollo rural. Consultado 10 de Enero 2009. Disponible: <http://www.angelfire.com/planet/agribolivar/YUCA>
27. VALLEJO, S; QUINGAÍSA, E; ORTIZ, P; VINUEZA, L. 2007. El Agro y Vida Rural en Ecuador: Comportamiento 2000-2007 y Perspectivas 2008, IICA, Quito-Ecuador
28. WARD, J. 1963. Hierarchical grouping to optimize an objective function, Journal of the American Statistical Association. pp. 236-244
29. ([http://www.terraecuador.net/revista\\_6/6\\_nuestra\\_flora2.htm](http://www.terraecuador.net/revista_6/6_nuestra_flora2.htm)) Ecuador tierra incógnita por Renato valencia
30. <<http://www.cipotato.org/Espanol/camote/camote>>. Centro Internacional de la Papa. 1999. La batata en cifras.
31. <http://www.cienciahoy.org/hoy42/ahipa3.htm> CIENCIAHOY. 2001. Las especies tuberosas andinas



## **CAPITULO IX**

## **ANEXOS**

## CUADROS

**Cuadro 3.2.6. Descriptores utilizados para la caracterización morfológica de *Manihot spp.***

N°	Carácter	Tipo de carácter
D1	Color de la vena de la hoja	Cualitativo nominal
D2	Forma del lóbulo central	Cualitativo nominal
D3	Prominencia de las cicatrices en la hoja	Cualitativo ordinal
D4	Hábito de crecimiento de tallos jóvenes	Cualitativo ordinal
D5	Color del tallo	Cualitativo nominal
D6	Color de la raíz superficial de almacenamiento	Cualitativo nominal
D7	Raíz de almacenamiento	Cualitativo nominal
D8	Constricciones de la raíz de almacenamiento	Cualitativo nominal
D9	Posición de las raíces	Cualitativo nominal
D10	Color de la pulpa de la raíz de almacenamiento	Cualitativo nominal
D11	Color de la superficie exterior de la corteza de las raíces	Cualitativo nominal
D12	Porcentaje de germinación de las estacas	Cuantitativo continuo de radio
D13	Números de lóbulos en la hoja	Cuantitativo discontinuo de intervalo
D14	Longitud del lóbulo central	Cuantitativo continuo de radio
D15	Longitud del peciolo	Cuantitativo discontinuo de intervalo
D16	Ancho del lóbulo central	Cuantitativo continuo de radio
D17	Número de niveles de ramificación	Cuantitativo discontinuo de intervalo
D18	Altura de la primera rama apical	Cuantitativo continuo de radio
D19	Número de raíces de almacenamiento por planta	Cuantitativo discontinuo de intervalo
D20	Total de peso fresco de raíces de almacenamiento por planta	Cuantitativo continuo de radio

**Cuadro 3.2.7. Descriptores utilizados para la caracterización morfológica de *Ipomoea batata*.**

<b>N°</b>	<b>Carácter</b>	<b>Tipo de carácter</b>
<b>D1</b>	Color predominante de la enredadera	Cualitativo nominal
<b>D2</b>	Esquema general de la hoja	Cualitativo nominal
<b>D3</b>	Tipo de lóbulos en las hojas	Cualitativo nominal
<b>D4</b>	Forma del lóbulo central de la hoja	Cualitativo nominal
<b>D5</b>	Color de la hoja madura	Cualitativo nominal
<b>D6</b>	Pigmentación del pecíolo	Cualitativo nominal
<b>D7</b>	Formación de la raíz reservante	Cualitativo ordinal
<b>D8</b>	Forma de la raíz reservante	Cualitativo nominal
<b>D9</b>	Defectos de la raíz en la superficie	Cualitativo nominal
<b>D10</b>	Color predominante de la piel	Cualitativo nominal
<b>D11</b>	Distribución secundaria del color de la pulpa	Cualitativo nominal
<b>D12</b>	Color de la flor	Cualitativo nominal
<b>D13</b>	Forma del limbo	Cualitativo nominal
<b>D14</b>	Cobertura del suelo	Cuantitativo discontinuo de intervalo
<b>D15</b>	Longitud del entrenudo	Cuantitativo discontinuo de intervalo
<b>D16</b>	Tamaño de la hoja madura	Cuantitativo discontinuo de intervalo
<b>D17</b>	Longitud del pecíolo	Cuantitativo discontinuo de intervalo
<b>D18</b>	Número de raíces de almacenamiento por planta	Cuantitativo discontinuo de intervalo
<b>D19</b>	Longitud de la flor	Cuantitativo continuo de radio
<b>D20</b>	Ancho de flores	Cuantitativo continuo de radio

**Cuadro 3.2.8. Descriptores utilizados para la caracterización morfológica de *Colocasia esculenta*.**

<b>N°</b>	<b>Carácter</b>	<b>Tipo de carácter</b>
<b>D1</b>	Posición predominante de la superficie del limbo foliar	Cualitativo nominal
<b>D2</b>	Margen de la lámina foliar	Cualitativo ordinal
<b>D3</b>	Color de la lámina foliar	Cualitativo nominal
<b>D4</b>	Color de la vena principal de la hoja	Cualitativo nominal
<b>D5</b>	Diseño de la vena	Cualitativo nominal
<b>D6</b>	Sección transversal de la parte inferior del pecíolo	Cualitativo nominal
<b>D7</b>	Color del fruto	Cualitativo nominal
<b>D8</b>	Forma de la semilla	Cualitativo nominal
<b>D9</b>	Ramificación del bulbo	Cualitativo nominal
<b>D10</b>	Forma del bulbo	Cualitativo nominal
<b>D11</b>	Superficie de la piel del bulbo	Cualitativo nominal
<b>D12</b>	Extensión de la planta	Cuantitativo discontinuo de intervalo
<b>D13</b>	Altura de la planta	Cuantitativo discontinuo de intervalo
<b>D14</b>	Número de estolones	Cuantitativo discontinuo de intervalo
<b>D15</b>	Longitud de la lámina	Cuantitativo continuo de radio
<b>D16</b>	Anchura de la lámina	Cuantitativo continuo de radio
<b>D17</b>	Número de bayas por gajo	Cuantitativo discontinuo de intervalo
<b>D18</b>	Número de semillas por baya	Cuantitativo discontinuo de intervalo
<b>D19</b>	Longitud del bulbo	Cuantitativo discontinuo de intervalo
<b>D20</b>	Peso del bulbo	Cuantitativo discontinuo de intervalo



**Cuadro 3.2.9. Descriptores utilizados para la caracterización morfológica de *Xanthosoma sagittifolium*.**

<b>N°</b>	<b>Carácter</b>	<b>Tipo de carácter</b>
<b>D1</b>	Hábito de crecimiento	Cualitativo nominal
<b>D2</b>	Adhesión del peciolo	Cualitativo ordinal
<b>D3</b>	Orientación de la lámina	Cualitativo nominal
<b>D4</b>	Margen de la hoja	Cualitativo nominal
<b>D5</b>	Forma de la hoja	Cualitativo nominal
<b>D6</b>	Cavidad de la hoja despojada	Cualitativo nominal
<b>D7</b>	Color de los frutos	Cualitativo nominal
<b>D8</b>	Forma de los cormelos	Cualitativo nominal
<b>D9</b>	Altura del tallo superficial	Cuantitativo continuo de radio
<b>D10</b>	Circunferencia del tallo superficial	Cuantitativo continuo de radio
<b>D11</b>	Altura total de la planta	Cuantitativo continuo de radio
<b>D12</b>	Anchura de la lámina	Cuantitativo continuo de radio
<b>D13</b>	Longitud de la lámina	Cuantitativo continuo de radio
<b>D14</b>	Longitud del peciolo	Cuantitativo continuo de radio
<b>D15</b>	Número de semillas por fruto	Cuantitativo discontinuo de intervalo
<b>D16</b>	Peso del cormelo	Cuantitativo continuo de radio
<b>D17</b>	Longitud de cada uno de los frutos	Cuantitativo continuo de radio
<b>D18</b>	Anchura de cada uno de los frutos	Cuantitativo continuo de radio
<b>D19</b>	Número total de frutos	Cuantitativo discontinuo de intervalo
<b>D20</b>	Tiempo de cosecha de los cormelos	Cuantitativo discontinuo de intervalo