



**INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS AGRICOLAS**  
**DEPARTAMENTO DE GENÉTICA Y MEJORAMIENTO**  
**DE LAS PLANTAS**

**Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en**  
**Ciencias Agrícolas**

**Título: Estimación de la variabilidad genética del germoplasma**  
**de papa (*Solanum* L. secc. Petota) en Cuba, para caracteres de**  
**interés agrícola**

**Aspirante: MSc. Juan Gualberto Castillo Hernández**  
**Tutoras: Dra. C. Ana Estévez Valdés**  
**Dra. C. María M. Hernández Espinosa**



**La Habana**  
**2010**

## SINTESIS

La colección de germoplasma de papa del INCA, constituida por accesiones silvestres y cultivadas, constituye un reservorio de genes invaluable y único en el país, por lo que su estudio reviste vital importancia para el mejoramiento genético del cultivo en Cuba. Los objetivos de este trabajo estuvieron dirigidos a: caracterizar morfoagronómicamente el germoplasma de papa para caracteres agronómicos (cualitativos y cuantitativos), la resistencia en campo al hongo *Alternaria solani* y al virus del enrollamiento de la hoja de papa (PLRV); la calidad del tubérculo y su conservación en cámaras refrigeradas; estimar la variabilidad genética presente en la colección y, en base a ésta, establecer y validar una colección núcleo. Se caracterizaron 351 accesiones, 63 silvestres y 288 cultivadas, a partir de las cuales se seleccionaron las utilizadas en la evaluación de la calidad del tubérculo, la conservación en cámaras refrigeradas y la estimación de la variabilidad genética de la colección. Cuatro sistemas isoenzimáticos (Peroxidasas, Esterasas, Polifenol Oxidasas y Anhidrasas Carbónica) y el marcador del polimorfismo de longitud de los fragmentos amplificados (AFLP) se utilizaron en la estimación de la variabilidad. La colección núcleo se estableció tomando como base los datos de caracterización obtenidos. Se utilizaron análisis multivariados (ACP, AMMI, Biplot) para el procesamiento de los datos. Los resultados obtenidos permitieron la caracterización del 54% del germoplasma y la identificación de accesiones con resistencia a *Alternaria solani* y PLRV, buena calidad de los tubérculos y conservación en cámaras refrigeradas, lo cual constituyen un aporte esencial a los trabajos de pre-mejoramiento del cultivo para el país. La variabilidad morfoagronómica, bioquímica y molecular y de resistencia en campo ante *A. solani* y al PLRV demostrada, permitió el establecimiento de una colección núcleo que, con un número reducido de accesiones (77), garantiza conservar la máxima variabilidad genética y posibilitará el desarrollo de estrategias adecuadas de mejora y conservación del germoplasma de papa ante fenómenos adversos.

## I. INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) es una planta tetraploide altamente heterocigótica, originaria de América del Sur. Desde su introducción en Europa, en el siglo XVI, ha sido desarrollada y ampliamente estudiada en todo el mundo, siendo considerada uno de los principales alimentos a nivel mundial, superada solamente por el arroz, el trigo y el maíz (Zulzer, 2008). En Cuba, la papa ocupa un lugar importante en la dieta de nuestra población, con un consumo superior a los 25 kg por habitante/año (FAOSTAT, 2008).

Se cultiva fundamentalmente en la región occidental y central del país; con un área promedio superior a las 10 000 hectáreas y rendimientos que oscilan entre 18-25 t/ha (Estévez *et al.* 2006a). Se plantan entre 13-15 variedades procedentes de Europa y Canadá y se evalúan, cada año, más de 100 nuevas variedades, provenientes de programas de mejoramiento de Holanda, Francia, Alemania, Estados Unidos y Canadá (Manso, 2009), los cuales encuentran su mayor apoyo en los bancos de germoplasma de este cultivo a nivel mundial, conjuntamente con el banco de germoplasma del Centro Internacional de la Papa (CIP), el cual posee el mayor número de accesiones (Salas, 2009).

Estas variedades introducidas al país presentan problemas de susceptibilidad a enfermedades y virus, fundamentalmente, al tizón temprano, causado por el hongo *Alternaria solani* (Dita *et al.* 2000) y al virus del enrollamiento de la hoja de papa (PLRV), causando grandes pérdidas, no solo en la producción, sino en la multiplicación del germoplasma en campo (Salomón *et al.* 2007). Esta situación obliga al productor a mantener una alta protección con agroquímicos para lograr los potenciales productivos de las variedades introducidas, lo cual encarece la producción e incrementa los daños al medio ambiente (Manso, 2009).

Otra de las dificultades a la que se enfrenta el sector productivo, es la necesidad de conservar los tubérculos de papa en cámaras refrigeradas hasta nueve meses para

distribuirla a la población (Estévez *et al.* 2006a), período en el cual se ve afectada la calidad de los tubérculos debido, esencialmente, a cambios en los parámetros de calidad interna, que influyen decisivamente, en la baja calidad del producto conservado, tanto para el consumo fresco como para el procesamiento industrial (Hernández, 2001). Se hace necesario contar con variedades que tengan parámetros de calidad del tubérculo superiores, que garanticen una mejor respuesta al almacenamiento por períodos largos, de forma tal que se entregue un producto de superior calidad y se suplan, además, las necesidades del incremento de la industria del procesamiento de la papa en el país (Manso, 2009).

Lograr variedades tolerantes al tizón temprano, resistentes al PLRV y con una mayor calidad de los tubérculos, que permita una mejor conservación en cámaras refrigeradas, son los objetivos actuales del grupo de mejora genética de la papa del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), que ya ha obtenido un número importante de variedades con altos potenciales de rendimiento y mayor adaptación al clima cubano (Estévez *et al.* 1994; Estévez, *et al.* 2006).

La obtención de variedades con las características antes mencionadas, requiere el empleo de accesiones con estos caracteres, que puedan ser empleadas como progenitores en el programa nacional o ser utilizadas directamente en la producción. Estas pueden encontrarse en colecciones que cuentan con accesiones colectadas de diferentes partes del mundo y que han sido conservadas en bancos de germoplasma durante décadas (Del Río *et al.* 2003). Una de las mayores fuentes de genes para mejorar estos caracteres son las especies silvestres del género *Solanum*, que han tenido un importante peso en la obtención de variedades resistentes a factores bióticos (plagas y enfermedades) y abióticos (temperatura, sequía, etc.) (Bonierbale *et al.* 2004; Janski, 2006).

El principal inconveniente para el empleo de accesiones con caracteres de interés es la insuficiente información que existe sobre las mismas, estimándose que sólo el 20% están

debidamente caracterizadas y evaluadas para los diferentes ambientes en los cuales se conservan (Bonierbale *et al.* 2004). Para las especies silvestres, el porcentaje es aún menor (<10%) y su utilización no rebasa el 1% (Hajjar y Hodgkin, 2007), lo cual demuestra, en gran medida, la limitada explotación de los recursos genéticos de este género.

Conocer la variabilidad genética de las colecciones e identificar caracteres de interés, mediante la caracterización y evaluación de las accesiones que se conservan en éstas, es una de las tareas prioritarias en la actualidad en el país (Fundora, 2007). Para ello se emplean, no sólo métodos morfoagronómicos, sino también, bioquímicos y moleculares (Bamberg y Del Río, 2004), que permiten un conocimiento integral y abarcador de dicha variabilidad. La evaluación específica de los atributos de importancia agronómica de las accesiones (Estévez *et al.* 2000; Maggioni, 2004), es también imprescindible para que puedan utilizarse las accesiones conservadas con mayor eficiencia en los programas de mejoramiento (Coto, 2008).

Es poco conocida la potencialidad de la colección cubana de papa, que cuenta con más de 650 accesiones, conservadas *ex vitro*, como tubérculo y semilla botánica, e *in vitro* (Estévez *et al.* 2003). La utilización de esta colección, custodiada por el INCA desde 1985, ha estado limitada, en alta medida, por su escasa caracterización (entre un 10-15%), tanto de las especies silvestres como de las cultivadas (Estévez *et al.* 2003).

Otro aspecto a tener en cuenta en la conservación y manejo de grandes colecciones es el incremento notable de muestras (Van Hintum *et al.* 2003), por la incorporación de nuevos genotipos y variedades, obtenidos en los programas de mejoramiento nacionales o por prospecciones, lo cual las hace grandes e inmanejables, repercutiendo negativamente en el mantenimiento y conservación de las mismas (Fundora *et al.* 2008).

Desde la última década del siglo pasado, en numerosas colecciones mundiales, se han establecido colecciones reducidas o núcleo, que comprenden un número mínimo de

accesiones representativas de la variabilidad de la colección base (Bhattacharjee *et al.* 2007), lo que ha contribuido a reducir sensiblemente los gastos de conservación, facilitando así su adecuado manejo y, en algunos casos, ha permitido la replicación de esta variabilidad en otras colecciones o ambientes, lo que repercute también en una mejor utilización de las accesiones en los programas de mejoramiento (Huaman *et al.* 2000; Chandra *et al.* 2002).

El germoplasma de papa conservado en Cuba, no escapa a los problemas anteriormente mencionados, seriamente afectado por la situación financiera del país (Fundora, 2007) y con riesgo de erosión por desastres naturales. Todo ello hace indispensable realizar acciones encaminadas a lograr una mayor eficiencia en la conservación y explotación del germoplasma de papa, como el establecimiento de una colección núcleo que facilite, bajo las mas difíciles condiciones, tanto económicas, como las originadas por fenómenos meteorológicos, la preservación de la colección. Para esto, se necesita conocer la variabilidad genética que esta posee y escoger el mínimo de accesiones que la representen, atendiendo a los caracteres de mayor importancia para el cultivo.

Teniendo en cuenta los aspectos anteriormente señalados, se plantea la siguiente hipótesis de trabajo:

**En el germoplasma de papa conservado en Cuba, existe variabilidad genética en caracteres de interés agrícola que puede ser estimada para su empleo en la mejora genética del cultivo.**

Para aceptar o rechazar dicha hipótesis se propuso el siguiente objetivo general: **Estimar la variabilidad genética presente en la colección del germoplasma de papa en Cuba para caracteres de interés agrícola.**

A continuación, se definen los objetivos específicos que darán cumplimiento al objetivo general propuesto.

1. Caracterizar morfoagronómicamente el 50% del germoplasma de papa para los principales caracteres cuantitativos y cualitativos relacionados con el rendimiento y evaluar la resistencia en campo ante *Alternaria solani* y el PLRV.
2. Evaluar, en una muestra representativa del germoplasma, la calidad de los tubérculos y su conservación en cámaras refrigeradas.
3. Estimar la variabilidad genética presente en el germoplasma de papa teniendo en cuenta los caracteres morfoagronómicos, isoenzimáticos y moleculares evaluados.
4. Establecer y validar una colección núcleo de la colección cubana de germoplasma de papa a partir del rendimiento y sus componentes y el comportamiento ante el hongo *Alternaria solani* y el PLRV.

**Novedad Científica:**

1. Se demostró la existencia de una elevada variabilidad genética en el germoplasma de papa en Cuba, para caracteres de interés agrícola, mediante la utilización de marcadores morfoagronómicos, isoenzimáticos y moleculares.
2. Se identificaron seis accesiones de especies silvestres de papa resistentes al hongo *Alternaria solani*, evaluadas en condiciones de campo en nuestro país y que no han sido informadas por otras bases de datos internacionales.
3. Se demostró la existencia de accesiones cultivadas de papa con resistencia en campo al virus del enrollamiento de la hoja de papa (PLRV, bajo las condiciones climáticas cubanas.
4. Se establece, por primera vez en el país, una colección núcleo en el cultivo de la papa.

**Importancia práctica:**

- Empleo más eficiente del germoplasma de papa en Cuba, en los programas de mejoramiento genético del cultivo, a partir de la caracterización del mismo, en más de un 50%.
- Posibilidad de explotación de las especies silvestres de la colección en el programa de mejora del cultivo de la papa en el país, pues se identificaron accesiones con una elevada resistencia al hongo *Alternaria solani* y al virus del enrollamiento de la hoja de papa (PLRV).
- Empleo en la producción y/o industria de variedades comerciales y clones cubanos de papa con muy buena calidad interna del tubérculo y para la conservación en cámaras refrigeradas
- Creación de una colección núcleo que incluye un número reducido de accesiones (21,9%) y que representa la mayor parte de la variabilidad genética presente en la colección base, lo que permitirá establecer estrategias adecuadas para la conservación del germoplasma ante fenómenos adversos.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Origen, evolución e importancia de la papa

El cultivo de la papa, que a lo largo de la historia ha ocupado un lugar trascendental en la alimentación humana, tuvo su origen en el área cercana al lago Titicaca, en la zona actual limítrofe entre Perú y Bolivia. Con el paso del tiempo el hombre andino obtuvo cientos de variedades, extendiendo el cultivo de la papa por casi toda la región andina, ocupando las regiones altas de Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y Chile (Hawkes, 1978). En esta época coincidió con la llegada de los españoles a Sudamérica quienes la introdujeron en Europa a finales del siglo XVI, siendo dispersada posteriormente por todo el mundo debido al intercambio comercial, constituyéndose así en un alimento muy importante para la dieta humana.

Los europeos entraron en contacto, por primera vez, con la papa en 1537 en el valle Magdalena, en los Andes colombianos. En Europa, inicialmente, se consideró tóxica e insalubre, y se difundió por el continente como elemento ornamental a través de intercambios realizados entre botánicos. Fue con las guerras napoleónicas (1805-1815) que se aceptó a la papa como alimento. En esa época, las papas cultivadas eran selecciones de los tipos andígena tradicionales (*Solanum tuberosum* subesp. andígena) introducidos por los españoles, por lo que tenían una base genética muy reducida (GRAIN, 2001).

La versión que la papa sea originaria de Perú, es muy antigua y se estima que Perú posee más de tres mil variedades de papas nativas. De ellas, gran parte no pueden ser sembradas en otros lugares fuera de los Andes peruanos debido a que requieren de particulares condiciones climáticas y agroecológicas (CIP, 2006).

De acuerdo a la investigación realizada en la Universidad de Wisconsin, y cuyos resultados fueron publicados en la revista de la Academia Estadounidense de Ciencia, la conclusión es que la papa es oriunda de Perú, pues el rastreo genético realizado llevó a identificar a un

ancestro con un origen único en el sur de Perú. De ese modo, todas las variedades de papa cultivadas actualmente se remontan a esa única fuente. Según Spooner, afamado científico de dicha universidad, se identificó un origen único de la papa en una amplia área del sur de Perú (INIA, 2005).

En Cuba los primeros informes sobre la introducción de la papa datan de 1798 e indican que fueron Güines, en Provincia Habana y Potrerillo de Gibara, Holguín, los primeros lugares donde se plantó papa en Cuba, a través de emigrantes españoles, que se presume, desembarcaron por el puerto de La Habana y Gibara (Guerra *et al.* 1991). No fue hasta 1920 cuando comenzó a plantarse papa en las provincias de Pinar del Río, Matanzas, Camaguey y Oriente, pero sólo a pequeña escala y en algunas fincas. Según comentarios realizados por campesinos de topes de Collantes, en algunas zonas de esa localidad se plantaban papas provenientes de las bodegas de Trinidad antes de 1959. Después del triunfo de la Revolución, comienza a desarrollarse en mayor escala este cultivo con la importación de semilla desde Europa y Canadá (Agramonte, 1999). A partir de ese momento, se desarrolló el cultivo de la papa por todo el país; siendo las provincias de La Habana, Matanzas y Ciego de Ávila las de mayor área plantada en la actualidad (Manso, 2009).

La papa es el cuarto cultivo en importancia a nivel mundial después del trigo, el arroz y el maíz. Su principal importancia económica radica en la eleva capacidad para producir energía por unidad de superficie. Este cultivo se planta en mas de 130 países (FAOSTAT, 2007) donde habitan las tres cuartas partes de la población mundial. Ocupa el primer lugar dentro de los vegetales que más se consumen, por su contribución a la dieta humana en calorías, vitaminas, proteínas y sales minerales; además de contener otras sustancias como los aminoácidos lisína y cisteína, el ácido pantoténico, el zinc y el cobre, deficientes en la mayoría de los productos agrícolas (Petrik, 2005; Struik *et al.*; 2006).

La papa ya forma parte importante del sistema alimentario mundial. Es el producto no cerealero número uno y la producción alcanzó la cifra, sin precedentes, de 320 millones de toneladas en 2007. El consumo de papa se extiende vigorosamente en el mundo en desarrollo, que hoy produce más de la mitad de la cosecha mundial, donde la facilidad de cultivo y el gran contenido de energía de la papa la han convertido en un valioso producto comercial para millones de agricultores (FAO, 2008). En Cuba es un cultivo priorizado por el estado cubano, no solo por las bondades antes mencionadas, sino por la posibilidad de almacenar los tubérculos en cámaras refrigeradas por varios meses y garantizar un suministro estable a toda la población, por lo que se ha convertido en un cultivo de seguridad alimentaria (Manso, 2009).

## **2.2 Taxonomía de la Papa**

El género *Solanum* contiene mas de 2400 especies distribuidas por todo el mundo, con gran representación en las regiones tropicales y subtropicales, en la cual existen mas de 300 especies que producen tubérculos y otras como el caso de *S. melongena* producen frutos comestibles, existiendo también algunas especies que producen frutos venenosos (Ochoa, 1990). Duval en 1852, citado por Ochoa (1990) dividió al género *Solanum* en dos secciones: *Pachystemonum*, el cual incluye especies sin espinas y anteras cortas y *Leptostemonum*, que incluye plantas con espinas en las hojas, anteras largas y estrechas. Este mismo autor, dividió la segunda sección en cinco subsecciones: *Tuberarium*, *Morella*, *Dulcamara*, *Micranthes* y *Lycianthes*.

Bitter en 1912, citado por Bradshaw (1994), elevó las secciones *Leptostemonum* y *Pachystemonum* al rango de subgénero; a su vez, dividió la sección *tuberarium* en dos grandes subsecciones, *Basarthrum* e *Hyperbasarthrum*. La subsección *Basarthrum* incluye especies que tienen el pedicelo articulado cerca de la base, pelos en forma de bayoneta y tallo pubescente y no presenta estolones ni tubérculos.

La subsección *Hyperbasarthrum* incluye especies con el pedicelo articulado, no presenta pelos en forma de bayoneta y la mayoría presenta estolones y tubérculos, aunque se han observado algunas especies que no tuberizan. Esta sección fue dividida en grupos taxonómicos más pequeños, constituyendo así 19 series donde se incluyen desde especies diploides hasta hexaploides. D' Arcy (1991) elevó la sección *tuberosum* a la categoría de subgénero *Potatoe*, quedando las especies tuberíferas en la sección *Petota*, esta última categoría taxonómica tiene prioridad en la nomenclatura respecto a *tuberarium* (Spooner y Bamberg, 1994).

La papa es uno de los cultivos de mayor diversidad genética, la que se concentra en la zona Andina de América de Sur, y se encuentra ampliamente distribuida en términos eco-geográficos (Hijmans *et al.* 2002). Las papas silvestres se presentan en diferentes hábitat, desde ambientes muy fríos y sujetos a heladas en la sierra Andina, hasta condiciones muy secas de semi-desierto, lo cual muestra la manera en que estas especies se han adaptado al estrés abiótico y han desarrollado resistencias a un gran número de plagas y enfermedades (Hijmans *et al.* 2003). Aunque la taxonomía sigue estando sujeta a debate, más de 200 especies, entre silvestres y cultivadas han sido nominadas (Lara-Cabrera y Spooner, 2004, Spooner *et al.* 2004).

La papa cultivada de la zona Andina pertenece a un conjunto de especies diploides (*S. ajanhuiri* Juz. *et* Buk., *S. phureja* Juz. *et* Buk., *S. stenotomun* Juz. *et* Buk), triploides (*S. chaucha* Juz. *et* Buk., *S. juzepzuckii* Buk.), tetraploides (*S. tuberosum* L *subsp* *andigena* y *tuberosum*) y pentaploides (*S. curtilobum* Juz. *et* Buk.), mientras que la papa cultivada en la región litoral del sur de Chile pertenece a la especie tetraploide *S. tuberosum* L *subsp* *tuberosum*. Estos grupos cultivados, sin embargo, no son reconocidos por ciertos investigadores como ocho especies independientes, sino como unas pocas o una sola especie (Huaman y Spooner, 2002). *S. stenotomum* es, probablemente, el grupo más

primitivo, mientras que *S. tuberosum* subsp *Andígena* predomina como la papa cultivada más importante en los Andes.

En el caso de la especie *Solanum tuberosum* subespecie *tuberosum*; se demostró que algunas poblaciones de *Solanum tarijense* actuaron como ancestros maternos que dieron origen a dicha especie (Hosaka, 2003), en este mismo sentido, se ha estudiado el origen de nuevos híbridos entre diferentes especies silvestres (Raimondi *et al.* 2005). El germoplasma mejorado, el cual incluye variedades modernas y líneas en mejoramiento, es también una fuente importante de recursos genéticos de la papa (Hijmans *et al.* 2000).

Clasificación de la papa cultivada (Salas, 2009):

Reino:            Vegetal  
División:        Fanerógama  
Subdivisión:    Angiospermas  
Clase:           Dicotiledónea  
Subclase:       Simpétala  
Sección:         Anisocárpeas  
Orden:           Tubifloríneas  
Familia:         *Solanaceae*  
Género:          *Solanum*  
Especie:         *Solanum tuberosum* L.

Esta familia está conformada por alrededor de 90 géneros con, aproximadamente, 2800 especies las que son posibles de encontrar en todas partes del mundo, a excepción de los polos (Hawkes, 1990). Son más abundantes en la región tropical de Latinoamérica donde 40 géneros son endémicos. Muy pocos se encuentran en regiones templadas. El género *Solanum* reúne a más de dos tercios de todas las especies de la familia *Solanaceae*.

Tabla 1. Clasificación y número de cromosomas de las especies silvestres más importantes y cultivadas de papa (Salas, 2009)

Serie	2x	3x	4x	5x	6x
I. Juglandifolia	<i>S. juglandifolium</i>				
	<i>S. lycopersicoides</i>				
II. Etuberosa	<i>S. brevidens</i>				
	<i>S. etuberosum</i>				
III. Morelliformia	<i>S. morelliforme</i>				
IV. Bulbocastana	<i>S. bulbocastanum</i>	<i>S. bulbocastanum</i>			
	<i>S. clarum</i>				
V. Pinnatisecta	<i>S. cardiophyllum</i>	<i>S. cardiophyllum</i>			
	<i>S. jamesii</i>	<i>S. jamesii</i>			
	<i>S. pinnatisectum</i>				
	<i>S. trifidum</i>				
VI. Commersoniana	<i>S. chacoense</i>	<i>S. calvascens</i>			
	<i>S. commersonii</i>	<i>S. commersonii</i>			
	<i>S. tarijense</i>				
VII. Circaeifolia	<i>S. capsicibaccatum</i>				
VIII. Conicibaccata	<i>S. chomatophilum</i>	<i>S. colombianum</i>	<i>S. moscopanum</i>		
	<i>S. violaceimarmoratum</i>	<i>S. oxycarpum</i>			
IX. Piurana	<i>S. piurae</i>	<i>S. tuquerrense</i>			
X. Acaulia			<i>S. acaule</i>	( <i>S. acaule</i> )	<i>S. acaule</i>
XI. Demissa				<i>S. x edinense</i>	<i>S. brachycarpum</i>
				<i>S. x semidemissum</i>	<i>S. demissum</i>
XII. Longipedicellata		<i>S. x vallis-mexici</i>	<i>S. fendleri</i>		
			<i>S. polytrichon</i>		

			<i>S. stoloniferum</i>		
XIII. Polyadenia	<i>S. polyadenium</i>				
	<i>S. lesteri</i>				
XIV. Cuneolata	<i>S. infundibuliforme</i>				
XV. Megistacroloba	<i>S. megistacrolobum</i>				
	<i>S. raphanifolium</i>				
	<i>S. sanctae-rosae</i>				
	<i>S. toralapanum</i>				
XVI. Ingaefolia	<i>S. rachialatum</i>				
XVII. Olmosiana	<i>S. olmosense</i>				
XVIIIa. Tuberosa	<i>S. x berthaultii</i>				
	<i>S. bukasovii</i>				
	<i>S. canasense</i>				
	<i>S. gourlayi</i>		<i>S. gourlayi</i>		
	<i>S. leptophyes</i>				
	<i>S. maglia</i>	<i>S. maglia</i>			
	<i>S. microdontum</i>	<i>S. microdontum</i>			
	<i>S. oplocense</i>		<i>S. oplocense</i>		<i>S. oplocense</i>
	<i>S. sparsipilum</i>				
	<i>S. spgazzinii</i>		<i>S. sucrense</i>		
	<i>S. verrucosum</i>				
	<i>S. x ajanhui</i>	<i>S. x chaucha</i>		<i>S. x curtilobum</i>	
	<i>S. goniocalyx</i>	<i>S. x juzepczukii</i>			
	<i>S. phureja</i>				
	<i>S. stenotomum</i>				
XVIIIb. Tuberosa			<i>S. tuberosum</i> subsp. <i>tuberosum</i> .		
			<i>S. tuberosum</i> subsp. <i>andigena</i>		

### **2.3 Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación**

Sin lugar a dudas, el tema de acceso a los recursos genéticos continúa siendo uno de los más importantes en la escena política internacional, regional y nacional (Fundora, 2007). Los esfuerzos de los países por regular, controlar y beneficiarse de manera equitativa del flujo y aprovechamiento comercial e industrial de los recursos genéticos han dado lugar a una serie de políticas e instrumentos jurídicos y políticas sobre esta materia (FAO, 2009). Los intereses, muchas veces encontrados o mal entendidos, de los países industrializados, de los países megadiversos, de la industria, de las instituciones de investigación y de las comunidades indígenas y nativas, han dinamizado e influido en mayor o menor medida en estos procesos e iniciativas.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), el Tratado Internacional sobre los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura de la FAO, la Decisión 391 de la Comunidad Andina de Naciones sobre un Régimen Común de Acceso a los Recursos Genéticos, la Orden Ejecutiva 247 de Filipinas, la Ley 7788 de Costa Rica, el Acta 2058 de Nepal y la Medida Provisoria 2,126-8 de Brasil, son solamente algunos ejemplos de avances e instrumentos jurídicos que reflejan el progreso alcanzado hasta la fecha (Ruiz, 2003).

La importancia de los recursos fitogenéticos está ampliamente documentada. La información que se proporciona acerca de la diversidad genética de una especie resulta muy útil tanto para su conservación *in situ* como *ex situ* (Fundora, 2007). En el caso de la conservación *in situ*, permite evaluar la viabilidad de las poblaciones y planificar el manejo de las mismas. Respecto a la conservación *ex situ*, la caracterización puede servir para diseñar estrategias de recolección de germoplasma, manejar eficazmente las colecciones, establecer colecciones nucleares, etc. Además, contribuye al aprovechamiento efectivo de los recursos fitogenéticos (Torres y Moreno, 2001).

### 2.3.1 Conservación *in situ*

La conservación *in situ* de la diversidad biológica se realiza en las áreas en que ésta ocurre naturalmente, procurando mantener la diversidad de los organismos vivos, sus hábitat y las interrelaciones entre los organismos y su ambiente (Fundora, 2007).

La conservación *in situ* de los ecosistemas, comunidades vegetales o áreas agrícolas es imprescindible para la conservación de los recursos fitogenéticos (Frankel *et al.* 1984). La conservación de los recursos fitogenéticos tiene por objetivo conservar la variación genética entre y dentro de poblaciones de especies particulares. Las estrategias de conservación *in situ*, comprenden la del ambiente y la de los recursos fitogenéticos (Rea, 2001), las cuales son complementarias, no idénticas y requieren de abordajes metodológicos diferentes. También son necesarios planes de monitoreo y de manejo específicos, que permitan el mantenimiento de la diversidad genética a través del tiempo; obviamente, en el marco de la conservación del ambiente físico, biótico y cultural que le ha dado lugar (Rivas, 2001).

La conservación del germoplasma *in situ* ha sido frecuentemente confundida con la conservación integral de la naturaleza, sin embargo, son dos actividades muy diferentes. La conservación de los recursos fitogenéticos *in situ* es el mantenimiento continuado de una población en la comunidad, a la cual pertenece dentro del ambiente al cual está adaptado (Frankel, 1970, citado por Tapia y Rosas, 1998).

Se ha ido ganando conciencia en la importancia de la conservación *in situ* en los últimos años. Un ejemplo clásico es la creación del Parque de la Papa, donde siete comunidades Quechuas garantizan la supervivencia genética de esta herencia de los Andes (Cherny y Tschop, 2005).

### **2.3.2 Conservación *ex situ***

Se define la conservación *ex situ*, como el mantenimiento de los componentes de la diversidad biológica fuera de sus hábitats naturales, proceso que implica, tanto el almacenamiento de los recursos genéticos en bancos de germoplasma, como el establecimiento de colecciones de campo y manejo de especies en cautiverio. (GTZ/FUNDECO, 2001)

Los sistemas de conservación *ex situ* surgen como una medida complementaria a los mecanismos de conservación *in situ*, orientados, principalmente, a resguardar el material genético de las especies de importancia para el mejoramiento genético, la industria alimenticia, farmacéutica, maderable, etc., permitiendo la conservación de especies vulnerables a procesos de erosión genética (Seguel, 2001). La conservación *ex situ* se refiere al mantenimiento de los organismos fuera de su hábitat natural, conservando las especies amenazadas y los recursos genéticos en bancos de semillas, bancos genéticos *in vitro*, bancos de genes, colecciones de campo y jardines botánicos (Gepts, 2006).

En el artículo nueve del Convenio de Diversidad Biológica se establece la necesidad de adoptar medidas para la conservación *ex situ* de los componentes de la diversidad biológica, estableciendo y manteniendo las instalaciones adecuadas para su conservación, así como la investigación requerida para su correcto desarrollo y el suministro de apoyo financiero o de otra naturaleza que la misma requiera (Ruíz, 2003).

En su segundo capítulo, el Plan de Acción Mundial para la Conservación y la utilización sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, establece la conveniencia de conceder la máxima prioridad a la salvaguarda de la mayor cantidad posible de la valiosa diversidad de características únicas existentes en las colecciones *ex situ* de recursos fitogenéticos, fomentando y consolidando la cooperación entre los

programas nacionales y las instituciones internacionales para el mantenimiento de dichas colecciones (FAO, 1996b).

### **2.3.2.1 Métodos y técnicas de conservación *ex situ***

Existen varias estrategias de conservación de recursos fitogenéticos, las cuales dependen, básicamente, del tipo de germoplasma y los objetivos de la conservación. La conservación en si, no se limita a la consecución y posesión física de los materiales (recolección y almacenamiento) sino que requiere asegurar la existencia de éstos en el tiempo en condiciones viables y con sus características genéticas originales (Jaramillo y Baena, 2000).

Antes de definir el método de conservación a utilizar es importante recordar que existe una gran cantidad de especies vegetales y, por lo mismo, distintos sistemas de reproducción, que de alguna forma estarían indicando cual sería el método más eficiente de conservación. Con respecto a los sistemas de conservación para el cultivo de la papa, es posible mantener el germoplasma en forma de semilla botánica, semilla tubérculo, *in vitro* y en cámaras refrigeradas por mas de nueve meses (Estévez *et al.* 2003). En el caso de las especies que se reproducen por semillas botánicas se puede obtener un aumento de la longevidad de los materiales conservados, disminuyendo la temperatura y humedad relativa durante el almacenaje (Whither, 1980).

Las dificultades derivadas de la necesidad de reproducir las colecciones en campo y de conservar a las especies recalcitrantes, han llevado al desarrollo de metodologías de conservación *in vitro* mediante las cuales un explante, es decir, una parte de la planta (órgano, tejido, célula o protoplasto) se cultiva asépticamente en un medio nutritivo bajo condiciones de luz y temperatura controlada (Uddin *et al.*; 2001).

Otro aspecto importante a considerar con respecto al uso del cultivo *in vitro* como técnica de conservación, es la posibilidad de generar variación somaclonal, o sea, alteraciones

genéticas de los materiales conservados *in vitro* con respecto a la planta madre, situación no deseada en la conservación del germoplasma (Jarret y Towil, 1999). Estas variaciones pueden ser heredables o epigenéticas, del tipo reversible y no hereditarias (Seguel, 2001).

Se han desarrollado protocolos que permiten la conservación de germoplasma *in vitro* de forma efectiva para aproximadamente 37600 accesiones en el mundo (Ashmore, 1997). Si bien el cultivo *in vitro* elimina los problemas asociados con la conservación en campo, su éxito está en función de la eficiencia de la micropropagación y el mantenimiento de la integridad genética de las colecciones (Godwin *et al.* 1997).

### **2.3.3 Recursos Fitogenéticos de la papa**

Las colecciones de recursos genéticos de la papa han jugado, sin duda, un papel importante en el desarrollo de este cultivo desde sus inicios hasta la actualidad, siendo responsables, en gran medida, de la amplia difusión del mismo por todo el mundo (Bradshaw *et al.* 2006).

Las colecciones de especies silvestres y variedades cultivadas de papa se han utilizado, fundamentalmente, para el mejoramiento de caracteres de interés agrícola como el rendimiento, resistencia a factores bióticos y abióticos, calidad industrial, entre otros (Estévez *et al.* 1998; González *et al.* 1998; Yencho y Clough, 2004).

Estas colecciones se encuentran, en su gran mayoría, en los países desarrollados como son: Estados Unidos, Alemania, Holanda, Francia y Rusia (Sasson, 1993) y en el Centro Internacional de la Papa de Perú (CIP), el cual ha propiciado el mantenimiento de la diversidad biológica en este cultivo (CIP, 1995).

El CIP guarda cerca de la tercera parte de las muestras de papa que se conservan en el mundo (mas de 14 000). El Instituto Vavilov de Rusia (VIR) alberga la segunda colección del mundo, con 9 400 muestras. En Sturgeon (Wisconsin, EEUU) se conservan desde 1949, unas 3 000 muestras de especies silvestres de papa. En Alemania y Holanda, desde 1974, se estableció un banco de genes de papa en colaboración entre ambos países. En Francia, se

mantiene en Landerneau, una importante colección de especies y variedades de papa. También existen colecciones importantes en Chile, Argentina, Japón, Canadá, Bolivia y Polonia (FAO, 1996a).

En Perú, la gran diversidad de papas nativas procede, principalmente, de los campesinos más pobres de la zona andina entre los 3500 a 4500 msnm, y se utiliza, mayormente, para autoconsumo y/o intercambio con poblados o comunidades cercanas. Los llamados ‘productores conservacionistas’, que tienen un conocimiento íntimo sobre los atributos y manejo de esas papas, valoran su sabor, calidad culinaria y adaptación a climas y usos. Sin embargo, los cambios sociales, presiones económicas y otros factores como los climáticos, amenazan la continuidad de la conservación de esa diversidad por productores tradicionales. El estatus *in situ* de las especies silvestres es menos segura, reportándose en ese país una pérdida de 35 de las 90 especies endémicas (Salas *et al.* 2001).

En Cuba, el INCA, mantiene una colección de más de 700 entradas, dentro de las cuales se encuentran 119 accesiones silvestres (Estévez *et al.* 2003). Según FAO (1996b), en el mundo existen reportados un total de 77 países y 178 instituciones que mantienen y conservan germoplasma de especies del género *Solanum*, con un total de 95 879 accesiones de diferentes tipos de muestras, especies silvestres, variedades cultivadas y clones avanzados.

#### **2.3.4 Uso del germoplasma de Papa**

En el mejoramiento de la papa se han utilizado ampliamente las especies silvestres y cultivares primitivos (Greene y Morris, 2001, Hajjar y Hodgkin, 2007). Alrededor del 20% de los cruzamientos hechos en el CIP entre 1972 y 1986 fueron realizados con especies silvestres o nativas, con al menos uno de sus progenitores. (Bonierbale *et al.* 2004). Aunque las especies silvestres han sido utilizadas, en mayor medida, como fuentes de resistencia a plagas y enfermedades, éstas han contribuido también a mejorar otros

atributos como el, contenido de almidón, resistencia a heladas (Jin *et al.* 2004) y a climas cálidos (Veilleux *et al.* 1997).

El número de programas de mejoramiento de papa, que efectúan evaluaciones de germoplasma silvestre, como complemento al desarrollo de cultivares es grande, así como la cantidad de publicaciones de fuentes promisorias con atributos requeridos en la producción (Pavek y Corsini, 2001). Sin embargo, es difícil medir el impacto de estas en la base genética de las variedades mejoradas (Jansky y Peloquin, 2006). La incorporación de diversidad a partir de germoplasma no adaptado requiere numerosas generaciones de recombinación y selección, lo que implica una gran demanda de recursos y pruebas de estabilidad por un período largo, condiciones con las que cuentan pocos programas hoy en día (Bonierbale *et al.* 2004; Bradshaw *et al.* 2006)

El uso de germoplasma silvestre varía entre programas de mejoramiento, pero se ha utilizado con regularidad en los programas de mejoramiento en América (EUA, Perú, Bolivia, Argentina, Chile, Colombia, ect) (Bonierbale *et al.* 2004), donde comúnmente se liberan cultivares nativos directamente, o en forma de híbridos de primera generación entre *S. tuberosum* subsp *tuberosum* y *andígena* y también en clones avanzados de los programas de mejoramiento entre variedades comerciales (Mendoza *et al.* 2003; Yencho y Clough, 2004).

## **2.4 Caracterización y evaluación del germoplasma. Utilización de marcadores morfoagronómicos**

### **2.4.1 Caracterización morfoagronómica y evaluación del germoplasma**

Si bien la caracterización basada en un descriptor internacional permite diferenciar las accesiones de una especie (Bamberg y Del Río, 2004), la evaluación comprende la descripción de la variación existente en una colección para atributos de importancia

agronómica con alta influencia del ambiente, tales como el rendimiento. Se realiza en diferentes localidades, variando los resultados según el ambiente, además de ocurrir interacción genotipo–ambiente (Estévez *et al.* 2000). 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 (Harding, 1992). La distinción entre ambas actividades es esencialmente de orden práctico (Abadie y Beretta, 2001; Maggioni, 2004)

Los descriptores para la caracterización deben ser fácilmente observables, tener una alta acción discriminante y baja influencia ambiental. Los principales tipos de datos para la caracterización de las accesiones son: características de la planta, hojas, flores, frutos, semillas y partes subterráneas (Furman *et al.* 1997). Durante esta etapa también es posible realizar una evaluación preliminar o primaria de las accesiones, o sea, registrar la información sobre algunos descriptores de heredabilidad intermedia que permitan obtener una aproximación al valor agronómico de los materiales (ej: fechas de floración, resistencia a plagas, tolerancia a estreses).

Algunos caracteres agronómicos de interés para el mejoramiento tienen una complejidad genética excesiva, para poder distinguirlos en la caracterización preliminar (Crossa *et al.* 1995). Esos datos se obtienen en la fase de evaluación del germoplasma para conocer características agronómicas útiles, muchas de las cuales pueden estar sometidas a fuertes interacciones entre el genotipo y el medio ambiente (Van Hinthum, 1999); ello los hace adaptados a sitios específicos, y normalmente requieren ser tomados en diferentes localidades (Estévez *et al.* 2000).

La caracterización bioquímica y molecular ofrece una serie de oportunidades, entre ellas, la de ser una alternativa para estimar la diversidad genética de las colecciones (Coto, 2008), y por tanto ayudar a establecer criterios para mejorar la representatividad de las mismas. Sin embargo, esta caracterización no necesariamente sustituye la realizada para características

morfológicas y agronómicas, ya que los dos tipos de información muestran facetas diferentes de la diversidad. Desde el punto de vista del mejoramiento genético, la información sobre caracteres morfológicos y agronómicos es insustituible, ya que incorporar variantes en estos caracteres es, en muchos casos, el objetivo de los programas de mejoramientos (González, 1998).

Es también en la etapa de caracterización, particularmente en especies silvestres, dónde se realizan estudios biológicos sobre las especies y las accesiones (Padilla *et al.* 2007), que consisten, fundamentalmente, en la descripción taxonómica y el estudio de los sistemas de reproducción, los mecanismos de propagación y los mecanismos de adaptación (Huaman y Gómez, 1994; Parlevliet, 2007). En varias especies es importante establecer protocolos para la propagación de las plantas, sin lo cual es imposible proseguir el trabajo de caracterización y evaluación (Abadie y Berretta, 2001; Huaman y Spooner, 2002)

#### **2.4.2 Utilización de marcadores morfoagronómicos**

Los caracteres morfoagronómicos se corresponden con las características morfológicas que son importantes en la utilización de las especies cultivadas. Pueden ser de tipo cualitativo o cuantitativo, e incluyen algunos de los caracteres botánicos-taxonómicos, más otros que no necesariamente identifican la especie, pero que son importantes desde el punto de vista de necesidades agronómicas, mejoramiento genético, y de mercadeo y consumo (Franco e Hidalgo, 2003).

La evaluación morfoagronómica de las accesiones que conforman los bancos de germoplasma ofrece ventajas en cuanto a la posibilidad de clasificar rápidamente un gran número de ejemplares, pues son métodos relativamente económicos y constituyen la base de la caracterización de las plantas (IPGRI, 1996). En este sentido, han sido utilizados ampliamente para describir y caracterizar la variabilidad genética de diferentes colecciones

(Gil *et al.* 2002, Mari *et al.* 2004, Ross, 2007), caracterizar el germoplasma atendiendo a diferentes caracteres y ambientes (Ruiz *et al.* 2006, Padilla *et al.* 2007), determinar afinidades entre especies de diferentes orígenes (Smith *et al.* 1995) y, mas recientemente, en estudios de diversidad genética (Zhang *et al.* 2007).

En el cultivo de la papa esta evaluación se realiza mediante descriptores morfológicos, los cuales comprenden caracteres cualitativos fácilmente observables y caracteres cuantitativos que pueden expresarse y medirse en casi todos los ambientes (Estévez *et al.* 2000; Ortiz y Golmirzaie, 2003; Bonierbale *et al.* 2004).

### **2.4.3 Caracterización molecular**

A mediados del siglo XX, Watson y Crick (1953) descubrieron la estructura del ácido desoxirribonucleico (ADN), lo cual permitió el conocimiento básico del código genético y los mecanismos mediante los cuales la totalidad de características visibles y no-visibles de un organismo se establecen y son transmitidas de generación en generación. Alrededor del estudio del ADN se desencadenó, entonces, una serie de nuevas áreas de investigación que en las últimas tres décadas se han fusionado bajo el común denominador de biología molecular (Cornide, 2002).

Los grandes grupos de marcadores moleculares reconocidos son: (1) bioquímicos, que incluye las proteínas, que pueden ser de reserva o almacenamiento (Becerra y Paredes, 2000) y las isoenzimas o aloenzimas, que son formas diferentes de una enzima que comparten una misma actividad catalítica (Iglesias; 1986); y (2) marcadores de ADN, cuyas diferencias en las secuencias, principalmente de fragmentos, se presentan por poliformismos o variabilidad (Cornide *et al.* 2003).

#### **2.4.3.1 Marcadores bioquímicos**

Las isoenzimas, o formas moleculares múltiples, que caracterizan una misma reacción, han sido ampliamente utilizadas en las investigaciones biológicas, producto de las ventajas que las mismas ofrecen sobre muchos marcadores morfológicos, debido, fundamentalmente, a que éstas rara vez producen efectos deletéreos obvios en el fenotipo por recesividad y/o pleiotropía (Becerra y Paredes, 2000).

Las enzimas llevan a cabo la misma función, pero tiene una diferente composición de aminoácidos y pueden diferir en sus propiedades cinéticas. Sometidas a electroforesis y visualizadas mediante diferentes métodos de tinción, estas bandas brindan información como marcadores codominantes (Barta *et al.* 2003). Sin embargo, las desventajas que presentan estos marcadores son las modificaciones que sufren en los procesos post-transcripcionales, el escaso número de enzimas visualizadas en un organismo, la necesidad de tener un tejido fresco o debidamente conservado para obtener actividad enzimática y la poca resolución que se obtiene, entre otras (Trujillo, 2005).

En este sentido, se debe señalar que las técnicas electroforéticas posibilitan el estudio de la variación genética y las similitudes y/o diferencias entre organismos al nivel de su composición isoenzimática o proteica, independientemente del efecto que puede ejercer el medio ambiente (Tanksley *et al.* 1989). Esto permite realizar una caracterización a nivel molecular de la cantidad y tipo de variabilidad genética existente entre especies estrechamente relacionadas, dado que en este caso la variación de los patrones de bandas, en general, pueden ser directamente igualados a la variación en el código genético. (Iglesias, 1994).

Las isoenzimas han sido una herramienta poderosa para el estudio de la variabilidad genética en especies de *Solanum*, desde finales del siglo XX (Ortiz y Huamaní, 2001). Los perfiles de proteína soluble del tubérculo, las esterasas (Est) y peroxidasas (Prx) han sido incluidos en estudios de relaciones genéticas entre variedades cultivadas, las especies

silvestres y sus híbridos (Giovannini *et al.* 1993; Kormutak *et al.* 1999, Barta *et al.* 2003). En este sentido, las isoenzimas han sido también utilizadas para la caracterización, identificación y verificación de variedades utilizando diferentes sistemas; proteínas totales y esterases (Est) (Cisneros y Quiros, 1995; Cook, 1999; Arzate-Fernández *et al.* 2005); peroxidasa (Px) (Nieto *et al.* 1990); Est, Per, aspartato amino transferasa (Got), alcohol deshidrogenasa (Adh) (Oliver y Martínez-Zapater, 1985; Macias *et al.* 1989; Douches y Ludlam, 1991). También han sido utilizadas en la certificación de variedades de papa y en el control de la pureza varietal (Burton, 1989) y el estudio de colecciones nucleares de la especie *Solanum tuberosum*, subsp. Andígena (Huamán *et al.* 2000).

En nuestro país, las isoenzimas han sido utilizadas con éxito en el estudio de la diversidad genética y la caracterización de accesiones de arroz (*Oriza sativa* L) (Álvarez *et al.* 2000, Díaz *et al.* 2001) y piña (*Annanas sativu* L. (Arias *et al.* 1997); detección de la estabilidad genética en varios cultivos (Lara *et al.* 2003) y el establecimiento de patrones electroforéticos en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) sometidas a estrés de calor (Florido *et al.* 2002). En papa, se ha estudiado la composición de isoenzimas peroxidases (cinco variedades) y esterases (una variedad) (Iglesias, 1995) y para estimar la variabilidad genética en poblaciones híbridas de papa (*Solanum tuberosum* L) (Castillo, 2000), entre otros.

#### **2.4.3.2 Marcadores moleculares basados en la reacción en cadena de la polimerasa (PCR)**

La reacción en cadena de la polimerasa (PCR) es un método que permite generar millones de copias de un fragmento de ADN a partir de unas pocas copias (Edwards, 2004). Los diferentes tipos de marcadores basados en esta técnica han desplazado paulatinamente a los RFLP y dentro de los más utilizados se encuentran el polimorfismo del ADN amplificado al azar (RAPD), las regiones amplificadas de secuencias caracterizadas (SCAR),

secuencias simples repetitivas o microsatélites (SSR), el polimorfismo de longitud de los fragmentos amplificados (AFLP), las secuencias polimórficas amplificadas y cortadas (CAPS), el polimorfismo de un solo nucleótido (SNP), perfiles amplificados de sistemas arbitrarios múltiples (SAMPL) y los DAF (*Minihairpin Primer DNA Amplification Fingerprinting*) (Cornide, 2002).

Es de destacar, los avances alcanzados hasta la actualidad con el desarrollo de estas novedosas técnicas en el estudio de las colecciones de germoplasma y como apoyo a los programas de mejoramiento genético. Han sido de gran utilidad para describir la variabilidad del germoplasma en diferentes especies (Yuan *et al.* 2004; Spooner *et al.* 2005, Teklu *et al.* 2007; Wu *et al.* 2007). Se han desarrollado estudios sobre la diversidad genética de las diferentes especies vegetales y se ha monitoreado su herencia (Stedje y Bukenya-Ziraba, 2003; Sanz-Cortés *et al.* 2003; Charcosset y Moreau, 2004). Se han empleado, además, en la identificación de accesiones duplicadas en diferentes colecciones (Shan *et al.* 2007) y en la discriminación del germoplasma en niveles inter-específicos (Chen y Yamaguchi, 2005).

En el cultivo de la papa, los marcadores de ADN, basados en la PCR, han apoyado los trabajos de mejoramiento genético (Del Río y Bamberg, 2000, Vega *et al.* 2003, Bamberg y del Río, 2004), se han empleado en estudios de diversidad genética (Ghislain *et al.* 1999; Sun *et al.* 2003), en la identificación y caracterización de especies y variedades (Coombs *et al.* 2004; Hosaka, 2004; Del Río *et al.* 2006; Sukhotu *et al.* 2006), establecimiento de relaciones genéticas entre las diferentes especies (Stedje y Bukenya-Ziraba, 2003, Del Río y Bamberg, 2004), análisis de la estabilidad genética del germoplasma conservado por diferentes vías (Jarret y Towil; 1999, Lim *et al.* 2004), mapeo genético del cultivo y de la resistencia al tizón tardío, *P. infestans* (Zhang *et al.* 2003; Lund *et al.* 2004; Lara *et al.* 2006; Valverde, 2007), caracterización molecular de la resistencia a virus (Gillen y Novy *et*

*al.* 2007) y determinación de la acumulación de masa seca mediante el mapeo de genes (Schafer-Pregl *et al.* 1998; Chen *et al.* 2004).

#### **2.4.3.3 Marcadores AFLP**

Desde su desarrollo, los AFLP (Vos *et al.* 1995) han sido ampliamente usados en estudios moleculares debido a las ventajas que presenta su uso; son marcadores altamente polimórficos, se obtienen patrones de bandas en número de 50-70 por vez, lo que facilita los estudios de mapeo y genotipificación (*fingerprinting*); es decir, se explota al máximo la tasa de polimorfismo que presenta el organismo en estudio.

El polimorfismo de los marcadores AFLP entre individuos se basa en la presencia o ausencia de los sitios de restricción del ADN genómico, ya que mutaciones puntuales pueden resultar en presencia o ausencia de bandas en el resultado final (Vos *et al.* 1995). Estos marcadores combinan la especificidad de las enzimas de restricción con la practicidad de detección del polimorfismo mediante PCR. En este sentido se han utilizado para la estimación de la diversidad genética en las colecciones de diferentes especies (Negi *et al.* 2004; Raccuia *et al.* 2004; Muminovic *et al.* 2004), en apoyo a los programas de mejoramiento de diferentes cultivos (Brazauskas *et al.* 2004; Li *et al.* 2004), en el mapeo de genes (Carlier *et al.* 2004), análisis de variabilidad genética en plantas transgénicas (Carmona *et al.* 2005) y en la determinación de la estabilidad de variedades de papaya (Roque, 2005), entre otros.

En el cultivo de la papa han sido utilizados en los estudios de diversidad del germoplasma de especies silvestres (McGregor *et al.* 2002a; Veteläinen *et al.* 2005) y de herencia en progenies híbridas de papa (Van Eck *et al.* 1995), en la identificación de muestras duplicadas en diferentes bancos de germoplasma (Del Río *et al.* 2006). Estudio de reducción de especies (Van den Berg *et al.* 2002), mapeo de la resistencia a virus y enfermedades (Meyer *et al.* 2004; Song *et al.* 2005), estudios taxonómicos en especies

silvestres (Lara-Cabrera y Spooner *et al.* 2004; Jiménez *et al.* 2006), inducción de resistencia a estrés (Hmida-Sayari *et al.* 2005), determinación de la estabilidad genética de plantas regeneradas (Sharma *et al.* 2005) entre otras.

## **2.5 Calidad interna de los tubérculos de papa**

La calidad interna del tubérculo de la papa está íntimamente relacionada con su composición química, y en ello influyen diversos factores como la variedad, el clima, los sistemas de manejo, el año agrícola, la zona de procedencia, la fisiología, el almacenamiento y el estado fisiológico de post-cosecha (Estrada, 2001). El almacenamiento de los tubérculos puede originar cambios físicos y químicos que lo afectan, entre ellos, los más importantes son la pérdida de peso (Estévez *et al.* 2006b) y las variaciones del contenido de sólidos totales (Digmer *et al.* 2004) y de azúcares reductores (Navrátil *et al.* 2007), aunque datos obtenidos indican que estos factores de calidad están sujetos a las condiciones ambientales durante la producción y el almacenamiento (Hertog *et al.* 1997; Bonierbale *et al.* 2001).

### **2.5.1 Composición química**

El tubérculo de papa contiene alrededor de un 80% de agua, le siguen los carbohidratos, que constituyen entre un 16-20%; se destacan dentro de estos los almidones, que son polisacáridos complejos que se absorben como glucosa, previa hidrólisis enzimática. La fibra alimentaria representan entre el 1-2% del total de la papa y se encuentra, fundamentalmente, en la piel del tubérculo (Petryk, 2005).

La concentración de azúcares simples es baja (0,1-0,7%), siendo los más importantes la glucosa, fructosa y sacarosa. Es importante controlar la concentración de azúcares de la papa para prevenir las reacciones no enzimáticas, o reacción de Maillard que aparecen cuando se alcanzan concentraciones del 2% o superiores de azúcares reductores y que son

indeseables debido al sabor amargo que produce y a la coloración parda de la papa procesada (Struik *et al.* 2006).

Las proteínas son los nutrientes más abundantes después de los carbohidratos, constituyendo el 2% del total, se encuentran mayoritariamente en el cortex (zona inmediatamente debajo de la piel) y la médula (zona central). Las proteínas más importantes son las albúminas (49%) y globulinas (26%), seguidas de prolaminas (4,3%) y glutelinas (8,3%) (Digmer, 2004). Existe gran cantidad de vitaminas hidrosolubles, tales como la vitamina C y algunas del complejo B. También la papa es rica en minerales, los cuales constituyen el 1% del total, destacándose el potasio como elemento mayoritario (Gómez y Wong, 2000).

Los carbohidratos son el mayor compuesto fotosintético almacenado en los cereales y tubérculos. La síntesis, el transporte y la acumulación de materia seca en tubérculos de la papa es una característica cuantitativa, controlados por varios factores genéticos y afectados por las condiciones ambientales. La regulación de conversión de almidón en azúcares reductores durante la producción y el almacenamiento del tubérculo, el brotamiento y el alto contenido de aceite (30-40% grasa) en los productos procesados por fritura, son los principales desafíos científicos para la industria de procesamiento a las que el mejoramiento genético puede contribuir. Los factores que controlan estos aspectos están relacionados con el metabolismo de los carbohidratos, principalmente, el almidón y los azúcares (Bonierbale *et al.* 2001).

## **2.5.2 Principales aspectos que influyen en la calidad de la papa**

### **2.5.2.1 Variedad**

La variedad es el factor que más variaciones introduce en la calidad interna del tubérculo de papa, antes y durante el almacenamiento postcosecha (Struik *et al.* 2006). Los tubérculos de diferentes variedades se diferencian entre sí, no sólo por su apariencia externa y morfológica,

sino también por la actividad fisiológica, la resistencia a los daños mecánicos, (estos dos factores son particularmente importantes porque están estrechamente relacionados con la pérdida de agua que sufren los tubérculos durante el almacenamiento refrigerado) (Hernández, 1999b), la composición química (Petrik, 2005), la susceptibilidad al ataque de los microorganismos causantes del deterioro postcosecha (Hernández, 2001a) y otras características.

La obtención de variedades con contenidos bajos y estables de azúcares reductores y de buena consistencia son objetivos importantes para el mejoramiento genético (Bonierbale *et al.* 2001; Estévez *et al.* 2006b). Por otra parte, el almacenamiento refrigerado a bajas temperaturas provoca un aumento en el contenido de los azúcares reductores en los tubérculos (Pereira *et al.* 2007), lo que es una característica indeseable para el procesamiento industrial (Gómez y Wong, 2000), ya que en estas condiciones se favorece la acumulación de los mismos por el desplazamiento del equilibrio bioquímico entre los almidones y azúcares hacia éstos últimos y a la disminución del metabolismo de los tubérculos, donde se producen más azúcares que los que se queman en la respiración (Navrátil *et al.* 2007), la ocurrencia, en mayor o menor grado de estos mecanismos, está determinada por la variedad (Bonierbale *et al.* 2001).

#### **2.5.2.2 Estado fisiológico del tubérculo**

El estado fisiológico del tubérculo es otro de los aspectos esenciales en la calidad de la papa para su consumo y procesamiento (Hayes y Thill, 2002a). Una vez que los tubérculos han finalizado su desarrollo y muere la parte aérea de la planta madre, el tubérculo comienza su vida independiente. Esta primera fase de la vida del tubérculo se denomina fase de latencia (Rodríguez, 2001), donde ocurren una serie de transformaciones que hacen pasar a sus yemas (grelos) de un estado inicial de reposo, a un estado de brotación (germinación) (Daniels-Lake *et al.* 2005). Esta fase de latencia se prolonga mediante la conservación de los tubérculos a

temperaturas bajas que oscilan entre 2-4 °C, para un período largo de conservación (Hernández *et al.* 2001b).

### **2.5.2.3. Condiciones de almacenamiento**

Las condiciones de almacenamiento postcosecha también determinan, en gran medida, la calidad interna de los tubérculos. Las temperaturas más adecuadas de almacenamiento del tubérculo de papa para consumo deben fluctuar entre 2-8°C, para períodos de 2 a 4 meses, y de 2-4 °C cuando se almacena por más tiempo (Hernández *et al.* 2001a). Temperaturas más altas provocan la rápida deshidratación, pérdida de masa del tubérculo y un incremento del número y tamaño de las yemas (grellos) (Struik *et al.* 2006); mientras que, temperaturas bajas favorecen la formación de azúcares o endulzamiento de la papa, disminuyendo la calidad del producto, especialmente, cuando está destinada al consumo industrial, porque además de afectar su sabor, origina un oscurecimiento indeseable en las frituras (Pereira *et al.* 1994).

## **2.6 Colecciones núcleo**

Los bancos de germoplasma del mundo contienen colecciones de recursos genéticos presentes en las especies cultivadas, para su conservación a largo plazo y facilitar que los fitomejoradores, investigadores y otros usuarios accedan a ellos con facilidad. En los últimos años ha habido progresos en la colecta y conservación de estos recursos, tanto así que muchos bancos de germoplasma vegetal enfrentan hoy grandes problemas de tamaño y organización. Algunas colecciones han crecido tanto que resulta difícil conservar y usar la diversidad genética que contienen, lo que está en contra de los objetivos para los cuales se establecieron (Van Hintum *et al.* 2003)

Cuando Frankel (1984) comprendió que el gran tamaño de algunas colecciones podría disminuir su uso, propuso establecer una colección limitada o “núcleo” a partir de una

colección existente. La colección núcleo es de tamaño reducido y representa la diversidad genética de una colección de mayor tamaño. Estas colecciones no remplazan la colección o el material del cual se obtiene, sino que se conforman de acuerdo a un criterio previamente establecido (Fundora *et al.* 2008).

Desde que se expuso esta propuesta han aparecido bibliografías sobre la teoría y la práctica de las colecciones núcleo y en ella se encuentran ejemplos de este enfoque. Las colecciones núcleo han sido aceptadas como herramientas eficaces para mejorar la conservación y el uso de las colecciones de recursos genéticos (Van Hintum *et al.* 2003). El Plan de Acción Mundial para la Conservación y Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (FAO 1996b) recomendó el establecimiento de colecciones núcleo como una actividad necesaria para mejorar la conservación y el uso de los recursos fitogenéticos.

Una colección núcleo deberá ser mayor que el 10% de la colección de la cual se deriva, con un máximo de 2000 entradas (Chandra *et al.* 2002). En la práctica, la mayoría de las colecciones núcleo representan del entre 5% al 25% del tamaño de las colecciones base de las cuales se extrajeron (Bhattacharjee *et al.* 2007). Sería contraproducente tener una colección núcleo tan grande que trajera consigo los mismos problemas de la colección completa. Por otra parte, una colección núcleo que no logre contener una fracción significativa de la diversidad de la colección completa no cumpliría su finalidad (Fundora *et al.* 2008).

Para el establecimiento de las colecciones núcleo no necesariamente se tiene que tener una documentación completa ni datos confiables, así como tampoco información sobre marcadores genéticos o conocimientos especializados en matemática (Van Hintum, *et al.* 2003). Todo lo que se necesita es una colección de germoplasma con variabilidad genética suficiente que justifique la conformación de la misma (Steiner *et al.* 2001). Los pasos para

la conformación de una colección núcleo según Van Hintum *et al.* (2003) son: la identificación de la colección estará representada, selección del tamaño que tendrá la colección, dividir el conjunto de material empleado en grupos diferenciados, decidir el número de entradas por grupo y por último elegir el número de entradas de cada grupo que se incluirán en la colección.

Una vez establecida la colección núcleo, se debe conocer hasta qué punto la misma ha logrado los objetivos originales de representar la variabilidad. Este proceso de validación incluye por lo general compararla, mediante algún método apropiado, con la colección original a partir de la cual se desarrolló. La comparación entre la colección núcleo y la colección base se puede hacer empleando las características que intervinieron en el desarrollo de la colección núcleo o aquellas que no se emplearon en ese proceso. Lo aconsejable es emplear ambos tipos de comparación en la validación (Van Hintum, *et al.* 2003).

Se ha propuesto colecciones núcleo en diferentes cultivos tales como soya (Brown *et al.* 1987), lenteja (Erskine y Muehlbauer, 1991); maní (Holbrook *et al.* 1993); cebada (Knüpfner y Van Hintum, 1995); frijol común (Thome *et al.* 1995); yuca (Cordeiro *et al.* 1995); col (Boukema *et al.* 1997) ajonjolí (Zhang *et al.* 2000) y mijo (Bhattacharjee *et al.* 2007).

En el cultivo de la papa se han realizado diferentes investigaciones encaminadas, fundamentalmente, al establecimiento de colecciones núcleo del cultivo en la subespecie Andígena (Huaman *et al.* 2000) en Perú. Por otra parte, se han realizado algunos estudios en el Banco de Genes de Estados Unidos utilizando parámetros geográficos (Del Río *et al.* 2006) y otros estudios para determinar el tamaño óptimo de una colección núcleo de papas tetraploides (Chandra *et al.* 2002).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 Caracterización morfoagronómica de la variabilidad del germoplasma de papa

##### 3.1.1 Caracterización de las accesiones silvestres

Se evaluaron durante seis campañas (1999-2005) 63 especies silvestres (10%) de papa provenientes de la colección base del germoplasma de papa cubano, seleccionadas teniendo en cuenta, el nivel de utilización de las mismas en los diferentes programas de mejoramiento a nivel internacional. Las accesiones silvestres fueron plantadas en la primera quincena de diciembre, en el área central del INCA, un tubérculo por macetas de 0.30 m de diámetro y 0.30 m de altura, con cinco réplicas de acuerdo con un diseño completamente aleatorizado. Las macetas, colocadas a cielo abierto, contenían una mezcla de suelo Ferralítico Rojo compactado, eútrico según la Nueva Clasificación Genética de los Suelos (Hernández *et al.* 1999a) y cachaza descompuesta en proporción 2:1. Las atenciones culturales se realizaron de forma manual y el control fitosanitario se realizó semanalmente (Cuba-MINAG, 1990). Los caracteres evaluados fueron los siguientes:

1. Cualitativos (Huamán y Gómez, 1994):

- Color de la piel del tubérculo (CPT): amarillo (Amar.), rosado (Ros.), amarillo reticulada (Am. Ret.), carmelita (Carm.), violeta (Viol.)
- Forma del tubérculo (FT): oval, clava, ovoide (Ov), oblonga (Ob), oblonga-oval (Ob-Ov), oblonga-alargada (Ob-Al), oval-alargada (Ov-Al), alargada (Alarg), redonda (Red), comprimida (Compr), fusiforme (Fus) y elíptica (Elípt)
- Profundidad de los ojos de los tubérculos (POT): superficiales (S), Medios (M) y profundos (P)

2. Cuantitativos:

- Número de tubérculos por planta: número de tubérculos totales entre el número de plantas

- Masa promedio (kg): masa total de los tubérculos entre el número de tubérculos
- Rendimiento por planta (kg/pta): masa total de los tubérculos entre el número de plantas
- Rendimiento (t/ha): rendimiento por planta multiplicado por el total de plantas de una hectárea (44 444) y dividido entre 1000 (una tonelada)
- Altura de la planta (cm): se evaluó a los 65 días después de la plantación desde la base del tallo principal hasta la yema terminal

### **3.1.2 Caracterización de las accesiones cultivadas**

Se evaluaron 288 accesiones cultivadas (44%) de la colección base del germoplasma cubano de papa. Las accesiones se plantaron en el área experimental del INCA, finca “Las Papas”, sobre suelo Ferralítico Rojo Compactado (Ferralsol eútrico) según la Nueva Clasificación Genética de los Suelos (Hernández *et al.* 1999a) durante seis campañas (1999-2005). Todas las atenciones culturales se realizaron según las Normas Técnicas para el cultivo de la papa (Cuba-MINAG, 1990). La distancia de plantación utilizada fue de 0,90 m entre surco y 0,25 m entre plantas. Se plantó un surco por accesión de 2,5 m y 10 plantas en cada uno en cada campaña. La fecha de plantación se efectuó en la segunda quincena de diciembre.

Se evaluaron los caracteres descritos en el epígrafe 3.1.1; además del porcentaje de masa seca, para la cual se tomó como base la relación entre masa seca y masa fresca. Para ello, se tomaron tubérculos de mediano tamaño de las diez plantas y se conformaron cuatro muestras (réplicas), las mismas se procesaron según lo descrito en CEN (1982a).

#### *Análisis estadístico*

Se determinó la frecuencia de aparición de las variables cualitativas y a los caracteres cuantitativos se les estimó los estadígrafos media, desviación estándar, valores máximos y mínimos y coeficiente de variación. Se realizó, además, un análisis de componentes principales (ACP) mediante el paquete estadístico SPSS versión 11.5 sobre Windows, para clasificar de forma multivariada cada una de las accesiones. La conformación de grupos se realizó según la distribución espacial de las accesiones en la representación gráfica, según criterio del investigador. A los grupos conformados se le realizó un análisis discriminante para comprobar la efectividad de la agrupación realizada.

### **3.1.3 Evaluación de la resistencia al hongo *Alternaria solani* y la incidencia del virus del enrollamiento de la hoja (PLRV) en las accesiones silvestres y cultivadas**

El comportamiento en campo ante *Alternaria solani* se evaluó según la escala de nueve grados propuesta por Horsfall y Barrat citado por González (1998), a los 65 días de la plantación, según aparición natural de la enfermedad.

Escala de nueve grados:

Grados	Descripción
- grado 1 (muy resistente)	Sin síntomas
- grado 2 (resistente)	Manchas aisladas en las hojas, especialmente en las inferiores
- grado 3 (medianamente resistente)	Manchas aisladas en la mitad inferior de la planta. En las hojas inferiores, nervios aislados muertos
- grado 4 (moderadamente resistente)	Manchas aisladas en las hojas de toda la planta, hojas inferiores parcialmente muertas
- grado 5 (moderadamente susceptible)	Las hojas de la mitad inferior de la planta parcialmente muertas. En la parte superior de la planta, hojas aisladas

- |  |  |
|--|--|
|  | fuertemente infestadas   |
| - grado 6 (medianamente susceptible)   | Las hojas de la mitad inferior de la planta casi totalmente muertas. En las hojas superiores, nervios necrosados y hojas completamente muertas |
| - grado 7 (susceptible)                | En la parte superior de la planta, muchos nervios necrosados y hojas completamente muertas   |
| - grado 8 (muy susceptible)            | Todas las hojas fuertemente dañadas, muchas de ellas muertas.  |
| - grado 9 (extremadamente susceptible) | Todas las hojas muertas.   |

La evaluación del PLRV se realizó según porcentaje de plantas afectadas por el virus (0-100%) en las accesiones evaluadas, de acuerdo a la metodología de Cordero (1998). Las evaluaciones se realizaron a los 40 y 55 días.

Se tomaron los datos de las campañas 2001-02, 2002-03, 2003-04, 2004-05, tanto para las evaluaciones de *Alternaria solani* como del PLRV.

## **3.2 Evaluación de una muestra representativa del germoplasma para la calidad del tubérculo y su comportamiento durante la conservación en cámaras refrigeradas**

### **3.2.1 Evaluación de la calidad interna del tubérculo**

Durante las campañas 2000-01, 2001-02 y 2002-03 se evaluó la calidad interna del tubérculo a 70 accesiones cultivadas, las cuales fueron seleccionadas tomando como base los valores de masa seca obtenidos en la caracterización morfoagronómica realizada a la colección cubana de papa, teniendo en cuenta que estuvieran accesiones representativas de toda la variabilidad, con valores altos, bajos e intermedios; el estudio incluyó a su vez, tres

clones élites cubanos de muy buen comportamiento y que no fueron incluidos en la caracterización morfoagronómica inicial. Se plantaron durante la segunda quincena de diciembre, parcelas de 40 plantas por cada accesión bajo un diseño completamente aleatorizado con cuatro réplicas. Las labores culturales se realizaron según epígrafe 3.1.2. Se cosecharon los tubérculos en la segunda quincena de marzo y se tomaron muestras de 10 kg por cada réplica, las cuales fueron enviadas al Instituto de Investigaciones de la Industria Alimenticia (IIIA) para evaluar la calidad de los tubérculos cosechados. A cada accesión se les evaluó los siguientes caracteres:

- Gravedad específica: se realizó por la relación entre la masa de los tubérculos y el volumen de agua desplazado por los mismos (IIIA, 1995)
- Masa seca (%): en base a la relación masa húmeda y seca de los tubérculos (CEN, 1982a)
- Contenido de almidón (%): según la metodología descrita por Winton (1987)
- Contenido de azúcares reductores (%): según la metodología descrita por (CEN, 1982b)
- Masa promedio de los tubérculos (kg): masa de los tubérculos entre el número de tubérculos.
- Diámetros longitudinal y ecuatorial del tubérculo (mm): se midieron con pie de rey
- Evaluación sensorial: se realizó mediante la fritura de hojuelas chips, Hernández *et al.* (1998). El proceso de fritura de las hojuelas se realizó en una freidora marca MKE con una capacidad de, aproximadamente, 7 kg, a una temperatura de 180 °C. Se utilizaron 500 g de papa en cada muestra. Con el objetivo de conocer la calidad de las hojuelas producidas, se realizó la evaluación con cinco jueces experimentados, los cuales hicieron una descripción cualitativa de las muestras evaluando las propiedades

organolépticas, color, olor, sabor y textura. Cada propiedad se calificó sobre una escala de cinco puntos: 5 excelente, 4 bueno, 3 aceptable, 2 insuficiente y 1 malo, donde el valor 3, aceptable es el límite para el rechazo. La prueba tomó en consideración las características que más influyen en la calidad sensorial del producto (Torricella y Zamora, 1989).

#### *Análisis estadístico*

Se determinaron los estadígrafos descriptivos media, desviación estándar, valores máximos y mínimos y coeficiente de variación para todos los caracteres cuantitativos evaluados. Se realizó un análisis de componentes principales, mediante un análisis biplot, para conocer la agrupación de las accesiones y seleccionar las de mejor comportamiento para los caracteres evaluados. La conformación de los grupos se realizó según la distribución espacial de las accesiones en la representación gráfica, a criterio del investigador. A los grupos formados se les aplicó un análisis discriminante para comprobar la efectividad de la agrupación efectuada. Se calcularon además las puntuaciones discriminantes de las funciones canónicas para los centroides de los grupos a partir del análisis discriminante.

### **3.2.2 Comportamiento de las accesiones durante la conservación en cámaras refrigeradas**

Para este análisis se seleccionaron las accesiones de mejor comportamiento en la evaluación de la calidad interna de los tubérculos (24 variedades). Cada accesión se plantó en parcelas de 40 plantas (10 plantas por surco) en un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas, en el área experimental del INCA, finca “Las papas”, durante las campañas 2002-03, 2003-04 y 2005-06. La distancia de siembra y las atenciones culturales fueron las informadas en el epígrafe 3.2.1. Las muestras de, aproximadamente, 5 kg por cada accesión se guardaron en sacos de malla sintética, con cuatro réplicas. Se evaluó el comportamiento

de los tubérculos previamente saneados en cámaras refrigeradas en el frigorífico de Güines, Provincia Habana.

Se utilizó la cámara No. 1 del frigorífico, con una capacidad aproximada de 1000 m<sup>3</sup>. Las muestras se ubicaron, cada año, en la parte delantera del difusor en pilas de cuatro sacos. La temperatura de la cámara se mantuvo en 10 °C durante los primeros 15 días para el curado de los tubérculos, posteriormente, se redujo la temperatura hasta valores que oscilaron entre los 2-4 °C; la humedad relativa fluctuó entre el 85 y 90%. Al momento de la extracción de las muestras, se elevó la temperatura, paulatinamente, hasta los 15-18 °C durante una semana. El tiempo de almacenamiento fue de nueve meses en cada año evaluado.

A los dos días de extraídas las muestras, se tomaron cinco tubérculos por cada réplica y se le evaluaron los siguientes caracteres:

- Consistencia: Se evaluó en una escala de cinco grados (1-poca consistencia, 2-consistencia, regular, 3- consistencia media, 4- buena consistencia, 5- Muy buena consistencia) (Hernández *et al.* 2001).
- Pérdida de masa: Se obtuvo por la diferencia entre la masa inicial de los tubérculos y la masa obtenida después del tiempo de almacenamiento en las cámaras refrigeradas. (Hernández *et al.* 2001).
- Número y longitud de los grelos (cm): Se evaluaron cinco tubérculos al azar por cada accesión y réplica (Hernández *et al.* 2001).

No se tuvieron en cuenta las pérdidas producidas por pudrición húmeda, pudrición seca y daño mecánico, pues las mismas se presentaron en niveles insignificantes.

#### *Análisis estadístico*

Se determinaron los estadígrafos descriptivos, media, desviación estándar, valores máximos y mínimos y coeficiente de variación para cada variable. Se realizó un análisis

bifactorial bajo un diseño de bloques al azar. Con la media de los tres años evaluados, se realizó un Análisis de Interacción Genotipo x Ambiente mediante un Modelo de Interacción Multiplicativa y Efectos Aditivos Principales (AMMI) según Gauch (1988) y la representación se realizó mediante un modelo biplot (Varela, 2002).

### **3.3 Estimación de la variabilidad genética presente en una muestra de la colección base del germoplasma de papa**

#### *Material vegetal*

Para estimar la variabilidad genética se seleccionaron 28 accesiones del germoplasma de papa de la colección base, teniendo en cuenta que estuvieran representadas accesiones de cada uno de los grupos formados en el ACP realizado durante la caracterización morfoagronómica, tanto de las accesiones silvestres como de las cultivadas. Dentro de las seleccionadas estuvieron presentes, accesiones silvestres con diferentes niveles de ploidía, accesiones cultivadas, clones del Centro Internacional de la Papa (CIP) y variedades y clones obtenidos en el programa de mejoramiento genético cubano.

Los tubérculos de las accesiones fueron plantados en macetas, en la primera quincena de diciembre, durante las campañas 2002-03 y 2003-04, en el invernadero del área central del INCA. El tamaño de las macetas, el sustrato, las actividades culturales, el riego y el control fitosanitario se realizaron según lo descrito en el epígrafe 3.1.1, así como también los caracteres evaluados en las cosechas de las dos campañas, en la segunda quincena de marzo.

#### **3.3.1 Análisis de la variabilidad morfoagronómica**

Se tomaron los datos de las evaluaciones de los caracteres del rendimiento y sus componentes y se determinaron las distancias fenotípicas (DF) entre las 28 accesiones

seleccionadas. Para ello, se estandarizaron los datos de los caracteres morfoagronómicos evaluados mediante el algoritmo STAN del paquete Ntsys pc 2.02i (Rohlf, 1992). Se aplicó el programa SIMINT para caracteres cuantitativos, utilizando la distancia euclidiana. Las accesiones se agruparon según el algoritmo SAHN (*Sequential Agglomerative Hierarchical and Nested*) mediante el índice de similitud de Jaccard. El método de agrupamiento empleado fue el de la media aritmética no ponderada (UPGMA-*Unweighted pair-group method arithmetic average*). Las matrices de valor cofenético se obtuvieron mediante el algoritmo COPH del paquete estadístico Ntsys-pc y comparadas con las matrices originales que se utilizaron en los agrupamientos, de acuerdo a la prueba de correspondencia de Mantel (1967) y empleando el algoritmo de comparación (Mxcomp).

### **3.3.2 Análisis de la variabilidad bioquímica**

Los análisis bioquímicos se realizaron en el Laboratorio de electroforesis del Departamento de Genética y Mejoramiento de las Plantas del INCA. Se estudiaron los sistemas isoenzimáticos peroxidasa, esterasa, anhidrasa carbónica y polifenol oxidasa, para lo cual se tomaron muestras de 1,5-3 g de tejido foliar fresco de las hojas terminales, a los 25 días de plantadas las accesiones en macetas en el área central del INCA, según se expresa en el epígrafe 3.3.

Las muestras obtenidas fueron maceradas con un tampón de extracción que contenía Tris-HCl 0,05 M, ácido cítrico 0,07 M, polietileno glicol 6000 al 1% (v/v), polivinil pirrolidona-400 al 8% (m/v) (PVP-400) y 2-mercaptoetanol al 1% (v/v), empleando una relación masa/volumen de 1/2. El extracto se centrifugó a 10 000 r.p.m. a 0°C durante 10 minutos.

El sobrenadante obtenido se guardó en frío a -20 °C y, posteriormente, se sometió a electroforesis en un sistema discontinuo sobre gel de poliacrilamida; empleándose para ello un gel separador al 8% con tampón Tris-HCl 0,375 M, pH 8,8 y un gel concentrador al 4% con tampón Tris-HCl 0,125 M, pH 6,8 (sistema PAGE). El tampón de la cubeta fue Tris

0,025 M -Glicina 0,019 M, pH 8,3. El tiempo de corrida en cada caso estuvo determinado por el desplazamiento de la banda de Kolrhauch hasta, aproximadamente, 8,5 cm del inicio. Se utilizó, en todos los casos, una intensidad de corriente de 15 mA hasta el gel concentrador y después se aumentó la intensidad y se mantuvo constante a 25 mA, en una cámara de electroforesis vertical Mighty Small II de Pharmacia Biotech. Se realizaron las tinciones fotoquímicas para las enzimas peroxidasas, esterasas, y polifenol oxidasas, según Iglesias (1986) y en el caso de la anhidrasas carbónica, se utilizó la metodología propuesta por González (1989).

Los patrones de banda de cada accesión fueron visualizados, bajo luz blanca, atendiendo al número y posición de cada banda. Se realizaron cuatro repeticiones en cada sistema electroforético analizado.

### **3.3.3 Análisis de la variabilidad molecular mediante marcadores AFLP**

El análisis molecular se realizó en el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB), utilizando el polimorfismo de longitud de los fragmentos amplificados (AFLP), para lo cual se tomaron muestras de 3g de tejido foliar de plantas de las accesiones silvestres y cultivadas, a los 25 días de plantadas en los invernaderos del CIGB. Los tubérculos de las 28 accesiones seleccionadas se plantaron durante las campañas 2002-03 y 2003-04, en macetas de 0,20 m de altura por 0,20 m de diámetro, que contenían una mezcla de suelo y materia orgánica en proporción 2:1. Las labores culturales se realizaron manualmente, el riego fue localizado y el control fitosanitario se realizó semanalmente. Las muestras fueron liofilizadas en nitrógeno líquido y conservadas a -20 °C.

El ácido desoxirribonucleico (ADN) genómico total, de cada accesión, se extrajo según el método de CTAB, propuesto por Dellaporta *et al.* (1993); su calidad se comprobó por chequeo electroforético en geles de agarosa 0,8% (Sambrook *et al.* 1989).

El análisis de AFLP se realizó según la metodología descrita por Vos *et al.* (1995). Los oligonucleótidos fueron confeccionados por el sintetizador de ADN *Milligen Expedite* 8909 (Millipore Corp. Bedford, MA, Estados Unidos) en el CIGB. Estos oligonucleótidos se utilizaron como adaptadores y cebadores en los pasos posteriores.

La digestión del ADN genómico se realizó, a partir de 0,5µg, con dos enzimas de restricción, una de corte raro *AseI* (6 pb), y otra de corte frecuente, *TaqI* (4 pb). La ligazón de los adaptadores de doble cadena (ds) a los extremos de los fragmentos de restricción, se hizo en presencia de la T4 ligasa, incubándose a 16 °C toda la noche; posteriormente, se realizó la pre-amplificación de un subgrupo de fragmentos de restricción usando dos cebadores complementarios a cada una de las secuencia de los adaptadores y al sitio de restricción; donde se produce la extensión de los extremos 3' con 1 nucleótido selectivo. Se realizó una segunda amplificación utilizando otros dos cebadores con tres nucleótidos selectivos y cinco combinaciones (*MseI+act - PstI+gcc*, *MseI+cga - PstI+aac*, *MseI+agc - PstI+aac*, *MseI+cgg - PstI+cct* y *MseI+gac - PstI+agc*); los patrones de bandas generados fueron separados mediante la electroforesis en geles de poliacrilamida (6,5%, buffer de corrida TBE 0,5%, con 2000 V y 30 W de potencia) en condiciones desnaturalizantes. La visualización de los productos amplificados de los fragmentos de ADN se hizo por medio de la tinción con nitrato de plata utilizando el kit <sup>TM</sup> *DNA Sequencing* de Promega. Por último, el gel fue secado a 80 °C durante 1 hora, se escaneó y se procedió a su análisis.

#### *Análisis estadístico para isoenzimas y AFLP*

Las bandas se evaluaron de forma binaria, considerando el valor 0 como ausencia y 1 como presencia de la banda. A partir de las matrices de los datos originales se calculó la similitud genética (*Genetic Similarity*, GS<sub>ij</sub>) entre cada par de accesiones, utilizando sólo las bandas polimórficas, mediante el paquete estadístico *Ntsys-pc* 2.02i (Rohlf, 1992). Los agrupamientos se efectuaron con el algoritmo SAHN (*Sequential Agglomerative*

*Hierarchical and Nested*) utilizando los índices de similitud de Dice, Simple Matching y Jaccard. El método de agrupamiento empleado fue el de la media aritmética no ponderada (UPGMA-*Unweighted pair-group method arithmetic average*). Las matrices de valor cofenético se obtuvieron mediante el algoritmo COPH del paquete estadístico Ntsys-pc y comparadas con las matrices originales que se utilizaron en los agrupamientos, de acuerdo a la prueba de correspondencia de Mantel (1967) y empleando el algoritmo de comparación Mxcomp, lo que permitió seleccionar el índice de similitud más apropiado a utilizar, atendiendo al valor de la correlación ( $r$ ).

La correspondencia entre los agrupamientos formados a partir de las matrices de distancia para los marcadores morfoagronómicos (DF), isoenzimáticos ( $DG_{ISO}$ ) y moleculares ( $DG_{AFLP}$ ) se determinó a partir del coeficiente de correlación ( $r$ ) de la prueba de Mantel (1967), obtenido al comparar las matrices cofenéticas de los diferentes marcadores mediante el programa Maxcomp del paquete Ntsys pc 2.02i (Rohlf, 1992).

### **3.4 Establecimiento y validación de una colección núcleo en el germoplasma de papa en Cuba**

#### **3.4.1 Establecimiento de la colección núcleo**

El trabajo se desarrolló a partir de los datos de caracterización de las 351 accesiones de especies silvestres y variedades cultivadas provenientes de la colección del banco de germoplasma del INCA (Anexos 1 y 2); la muestra caracterizada representó el 54% de la colección total.

Se tomaron los datos de los caracteres cualitativos y cuantitativos siguientes; tal como se describen en 3.1.1.

Cualitativos: color, forma y profundidad de los ojos de los tubérculos.

Cuantitativos: número de tubérculos por planta, masa promedio de los tubérculos (kg), rendimiento por planta (kg/pta), rendimiento total (t/ha) y altura de la planta (cm).

Se tomaron, además, los datos del comportamiento en campo ante el hongo *Alternaria solani* y el virus del enrollamiento de la hoja (PLRV), de forma similar a lo expresado en 3.2.3.

#### *Análisis estadístico*

Los datos promedio de todas las accesiones, independientemente que fuesen silvestres o cultivadas, fueron sometidos a un análisis de componentes principales sobre la base de la matriz de datos estandarizados. Se seleccionaron los componentes que mayor variabilidad tuvieran en la población de datos, con valores propios mayores que uno, y se tomó como criterio de selección los autovectores que tuvieron los valores mayores y cercanos entre sí. Con las coordenadas de los cuatro primeros componentes, se realizó un análisis de conglomerados, sobre la base de la matriz de Distancias Euclidianas al cuadrado mediante el programa SPSS. 11.5, utilizando un análisis de K-medias y un modelo de iteración, estimado en 10 iteraciones como máximo, formándose 10 grupos como el mejor criterio de agregación y clasificación. A los grupos formados se les aplicó el análisis discriminante correspondiente, para comprobar la efectividad del agrupamiento. Se consideró como mejor clasificación aquella que presentó mayor precisión en la clasificación de los grupos. Durante el establecimiento de la colección núcleo, el peso relativo de cada grupo en la variabilidad total, fue determinado por su diversidad relativa, o sea, por la mayor o menor presencia de accesiones dentro de cada tipo, más el criterio de los especialistas del cultivo y el nivel de utilización de las accesiones (Fundora *et al.* 2008). Se realizó la selección de las accesiones representantes de cada grupo al azar, mediante un muestreo estratificado, considerando además la representatividad de la procedencia geográfica (Van Hintum *et al.* 2003).

### **3.4.2 Validación de la propuesta de colección núcleo**

A las accesiones representantes de cada grupo se les calculó la media, la desviación estándar, el rango de variación y los coeficiente de variación para los atributos cuantitativos, así como la frecuencia de aparición de los estados de los atributos cualitativos (%), con el objetivo de comparar el núcleo seleccionado con la colección base, así como la variabilidad de cada grupo del núcleo con su grupo correspondiente de la colección base.

Para conocer si la colección núcleo seleccionada representó, suficientemente, a la colección base, atendiendo a las frecuencias encontradas en los diferentes caracteres cualitativos y de resistencia a *A. solani* y al PLRV, se estimó la correlación de rangos de Spearman entre las frecuencias de las colecciones base y núcleo (Fundora *et al.* 2008); utilizando para ello el paquete estadístico SPSS versión 11.5 para Windows.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **4.1. Caracterización morfoagronómica del germoplasma de papa**

#### **4.1.1 Caracterización cualitativa de la variabilidad las accesiones silvestres y cultivadas**

Los resultados obtenidos, permitieron constatar la amplia variabilidad morfoagronómica presente en las accesiones evaluadas (Anexos 1 y 2). En la tabla 3, se muestran las frecuencias de aparición de los diferentes caracteres cualitativos evaluados para las accesiones silvestres y cultivadas. En las accesiones cultivadas se presentaron seis colores, predominando el amarillo con el 68%, seguido por el rosado (15%), rojo (11%), carmelita (3%), amarillo reticulado (2%) y el violeta, solamente, con un 1%. En cambio, las accesiones silvestres presentaron menor variabilidad para este carácter que las cultivadas al manifestarse sólo tres colores, el amarillo que predominó con un 72%, seguido del violeta con 17% y el carmelita con el 11%.

Los resultados para el color de la piel del tubérculo difieren de los obtenidos por Huamán (1994) y Ortíz y Golmirzaie (2003), quienes encontraron mayor diversidad para el color de la piel de los tubérculos en las especies silvestres, con la presencia de un número mayor de colores e incluso, combinación de varios de ellos localizados, fundamentalmente, en la base de las yemas de los tubérculos.

Esto podría deberse, esencialmente, a que el número de accesiones silvestres evaluadas, en este caso, fue menor y no están todas representadas en la colección cubana. Las especies silvestres conservadas en la colección cubana, fueron introducidas al país mediante un convenio de colaboración entre el VIR de Leningrado y el INCA (Estévez *et al.* 2003) y, aunque se introdujeron originalmente 120 especies, muchas de ellas fueron identificadas previamente, en consulta con la base de datos del Centro Internacional de la Papa, como accesiones de la misma especie (Castillo, 1994).

Según Howard (1970), el color amarillo de la piel del tubérculo domina sobre el resto y se explica por la presencia de un solo gen, aunque según Verma 1972, citado por González (1998), los colores rojizos dominan sobre los claros. Ortiz y Golmirzaie (2003), Estévez *et al.* (1998) y González *et al.* (1998), encontraron siempre mayor presencia del color amarillo en la piel de los tubérculos en las progenies derivadas de cruces entre parentales tetraploides. Esta presencia podría ser debido a la presión de selección ejercida por los mejoradores del país sobre este carácter, favoreciendo en mayor medida, a los clones con coloraciones claras de la piel de tubérculo, como el amarillo.

Los colores claros de la piel del tubérculo, predominan en las variedades cultivadas plantadas actualmente y se debe, en alta medida, a la preferencia de consumir tubérculos con colores de la piel amarillo y rosado en los principales mercados a nivel mundial, fundamentalmente, la papa de consumo fresco (Struik *et al.* 2006). Sin embargo, en Cuba no existe preferencia por el color de la piel del tubérculo sino por la forma y, en mayor medida, por el tamaño de los tubérculos (Estévez *et al.* 2006a).

Para la forma del tubérculo, se observó una elevada variabilidad, siendo mayor en las accesiones silvestres, con la presencia de 12 formas diferentes. Las formas predominantes fueron la ovoide y obl-oval con 17 y 16% respectivamente y la redonda con porcentajes de presencia por encima del 10%.

En trabajos realizados con especies silvestres han sido referidas numerosas formas (Hermanova *et al.* 2007), muchas de las cuales no están presentes en esta colección, como es el caso de las formas achatada, reniforme, falcada, digitada y concertinoide. Estas formas no tienen utilidad práctica para el mejoramiento de este cultivo, donde se trata de obtener variedades con formas oblongo-alargadas y redondas, las cuales favorecen el máximo aprovechamiento del tubérculo (Bonierbale *et al.* 2004).

En cuanto a las accesiones cultivadas, la variabilidad para la forma del tubérculo fue menor que en las accesiones silvestres al presentarse solamente siete formas. El mayor porcentaje lo presentó la forma oval con 40%, seguido de la redonda con un 22% y la oblonga con un 19%. Estas son las formas más comunes para las variedades cultivadas en el país (Estévez *et al.* 2006a), aunque se presentaron otras en menor porcentaje, como la alargada (7%) o combinaciones de ellas como oblongo-alargada (7%) y oval-alargada (4%); esto puede deberse a la selección ejercida por lo mejoradores a favor de estas formas del tubérculo en los diferentes programas de mejoramiento a nivel mundial.

Tabla 3. Frecuencia de los caracteres cualitativos en las accesiones de la colección cubana de papa estudiadas durante seis años (1999-2005)

Caracteres cualitativos	Silvestres		Cultivadas	
	Estado del carácter	Frecuencia (%)	Frecuencia (%)	
Color de la piel del tubérculo	1	Amarillo	72	68
	2	Violeta	17	1
	3	Carmelita	11	3
	4	Rosado	11	15
	5	Rojo	0	11
	6	Am. Ret	0	2
Forma tub.	1	Ovoide	17	0
	2	Obl.-Oval	16	0
	3	Clava	13	0
	4	Redonda	11	22
	5	Fusiforme	9	0
	6	Obl.-Al.	8	7
	7	Alargada	5	7
	8	Oval	5	40
	9	Oval-Al.	5	4
	10	Oblonga	5	19
	11	Elíptica	3	0
	12	Comprim.	3	1
Prof. ojos	1	Superficial	17	66
	2	Medios	48	28
	3	Profundos	35	6

Am. Ret.- amarillo reticulado Obl. oblongo Al.- alargada  
Comprim.- comprimida

En la caracterización morfoagronómica, es importante tener en cuenta los aspectos relacionados con la uniformidad de los frutos y su apariencia (Padilla *et al.* 2007). En la papa, la forma del tubérculo es un elemento importante en un programa de mejoramiento, pues, por lo general, siempre se busca obtener tubérculos con formas adecuadas (redonda, alargada, oblongo-alargadas), tanto para el consumo fresco como para el procesamiento industrial (Estévez *et al.* 1998, Ross, 2007).

El auge de la industria del procesamiento de la papa a nivel internacional y en nuestro país, está demandando variedades con alto contenido de masa seca y formas redondas (chips) y oblongo alargada (bastones), debido al sostenido incremento de la comida rápida en los últimos años (Struik, 2006). Por lo tanto, es importante continuar incorporando accesiones con esas características, de forma tal que puedan ser utilizarlas como progenitores en el programa de mejoramiento o directamente en la producción.

Los porcentajes de la frecuencia de aparición de las diferentes formas de la profundidad de los ojos de los tubérculos se presentan en la tabla 3. Los ojos con profundidad media y profunda fueron predominantes sobre los ojos superficiales en las accesiones silvestres, al presentarse en un 48 y 35% respectivamente; mientras que los superficiales predominaron en las cultivadas con un 66%. Estos resultados están en correspondencia con lo planteado por varios autores, que informan un mayor porcentaje de ojos superficiales en las variedades cultivadas en relación con las silvestres (Castillo *et al.* 1994; Huamán, 1994; Ortiz y Golmirzaie, 2003). La profundidad de los ojos es un carácter monogénico y se ha planteado que para los ojos superficiales, codifican al menos dos genes complementarios (Howard, 1970).

Este carácter es importante tenerlo en cuenta en los programas de mejoramiento, donde se trata de obtener variedades con ojos superficiales, pues es un carácter que influye determinadamente en la calidad final del producto, ya sea para consumo directo o para

procesamiento industrial (Birhman y Kang, 1993; Estévez *et al.* 1994; Estévez *et al.* 2006a).

Por todo ello, es recomendable que al utilizar las especies silvestres para introducir resistencia a factores bióticos y abióticos a las variedades cultivadas, en el proceso de selección, se tenga en cuenta la profundidad de los ojos de los tubérculos, de forma tal que se utilicen aquellas especies que combinen ambos atributos.

#### **4.1.2 Caracterización cuantitativa de la variabilidad de las accesiones silvestres**

En la tabla 4, se presentan los estadígrafos fundamentales obtenidos de la evaluación de los caracteres cuantitativos de las 63 accesiones silvestres mantenidas en la colección de germoplasma del INCA durante los seis años en estudio (Anexo 1). Se observó variabilidad para todos los caracteres evaluados, con valores del coeficiente de variación de 27,57% para la altura, hasta superar el 88% para el rendimiento.

La masa promedio de los tubérculos varió desde 0,001 kg hasta 0,065 kg. Esto pudiera deberse a que una parte de las accesiones silvestres forman tubérculos muy pequeños en el extremo apical, con estolones que pueden llegar a medir de 0,5 a 1,50 m de longitud, bajo las condiciones climáticas cubanas (Ortíz *et al.* 1995) y en el extremo apical forman tubérculos muy pequeños. El coeficiente de variación para este carácter fue de 77,27%, lo que quiere decir que se manifestaron accesiones con grandes diferencias de masa promedio, aunque los valores fueron relativamente bajos para este carácter.

El número de tubérculos varió desde 2 hasta 10 tubérculos por planta, con un coeficiente de variación de 33,3%, menor que el de la masa promedio de los tubérculos. Los valores del rendimiento fueron bajos para la mayoría de las accesiones evaluadas, con una media de 0,107 kg/pta, que representa 4,77 t/ha, no obstante, algunas accesiones silvestres tuvieron rendimientos superiores o similares a las accesiones cultivadas como es el caso de la especie *S. chacoense*, la cual alcanzó 0,465 kg/pta que representa 20,68 t/ha (Anexo 1).

Tabla 4. Estadígrafos descriptivos de los caracteres cuantitativos evaluados a las accesiones silvestres

Estadígrafos	NT/pta	MP (kg)	Rend/pta (kg/pta)	Rend. (t/ha)	Altura (cm)
Media	4,8	0,022	0,107	4,77	39,9
Mínimo	2	0,001	0,005	0,23	17,17
Máximo	10	0,065	0,465	20,68	68,0
DE	1,60	0,017	0,095	4,24	11,0
CV (%)	33,3	77,27	88,78	88,88	27,57

*NT/pta*- número de tubérculos por planta, *MP*- masa promedio de los tubérculos, *Rend/pta*- rendimiento por planta, *Rend. (t/ha)*- rendimiento en toneladas por hectárea, *DE*- desviación estándar *CV*.- coeficiente de variación,

La diversidad de estas especies, que se cultivan en la gran mayoría en los altiplanos andinos, es muy alta y aunque el rendimiento es superior a los alcanzados para climas cálidos, como el de Cuba, son bajos comparados con variedades comerciales (*andígena* y *tuberosum*); sin embargo, son utilizadas ampliamente para la confección de platos específicos (Hajjar y Hodgkin, 2007). Es necesario precisar que, a pesar de que los rendimientos fueron estimados a partir de los obtenidos en macetas, estos fueron superiores a los alcanzados por Ortiz *et al.* (1995) en campo, al evaluar seis especies silvestres durante dos años.

Hermanova *et al.* (2007), encontraron una gran diversidad en las especies silvestres de papa en cuanto al rendimiento y sus componentes al caracterizar el banco de germoplasma de la República Checa. No obstante a ello, es importante señalar que, las potencialidades de las especies silvestres se basan en la capacidad para transmitir genes de resistencia a factores bióticos y abióticos, por ello es imprescindible que las mismas sean evaluadas para las condiciones específicas de cada lugar (Gopal, 1998).

En la tabla 5, se muestran los resultados del análisis de componentes principales (ACP) para los caracteres cuantitativos evaluados. Con las dos primeras componentes se explicó el 81% de la variabilidad total observada. El componente 1 (C1) extrajo el 58,77%, mientras que la componente 2 (C2) extrajo un 22,23%. Las variables que más contribuyeron a la

formación de la primera componente fueron el rendimiento (por planta y en toneladas por hectárea) y la masa promedio de los tubérculos, mientras que en la componente dos lo hizo el número de tubérculos y la altura de la planta.

Tabla 5. Contribución de los valores en la conformación de las componentes las accesiones silvestres estudiadas

Vectores y valores propios	Autovalores iniciales	
	% varianza explicada	% varianza acumulada
C1	58,77	58,77
C2	22,23	<u>81,00</u>
Variables analizadas	Componentes	
	C1	C2
NT/pta	0,261	<u>0,819</u>
MP (kg)	<u>0,924</u>	-0,238
Rend. (kg/pta)	<u>0,992</u>	-0,070
Rend. (t/ha)	<u>0,992</u>	-0,070
Altura (cm)	- 0,217	<u>0,612</u>

*NT/pta- número de tubérculos por planta, MP- masa promedio de los tubérculos, Rend/pta.- rendimiento por planta, Rend. (t/ha).- rendimiento en toneladas por hectárea.*

En la figura 1, se presenta la distribución espacial de las accesiones en estudio, según el ACP, que permitió la conformación de cuatro grupos bien diferenciados, a los cuales se les aplicó un análisis discriminante, el que mostró un 98,4% de buena clasificación en el agrupamiento realizado.

La media de los caracteres por cada grupo se muestra en la tabla 6. El grupo I, estuvo compuesto por tres accesiones que se diferenciaron del resto por poseer los mayores rendimientos, masa promedio de los tubérculos y adecuado número de tubérculos por planta. Las mismas fueron *S. chacoense* (47) con (20,68 t/ha), *S. commersonii* (62) con (13,97 t/ha) y *S. jamessi* (17) con (14,63 t/ha).

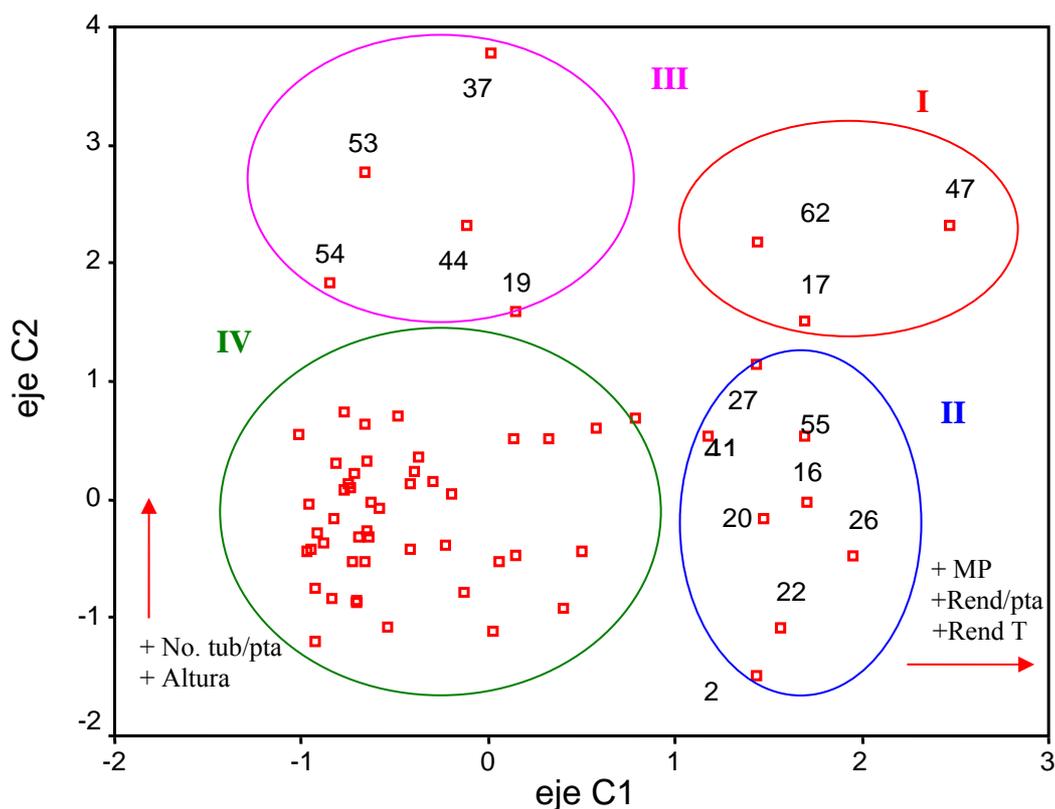


Figura 1. Representación gráfica del análisis de componentes principales en las especies silvestres evaluadas

Tabla 6. Media de los grupos formados mediante el ACP para las accesiones silvestres

Grupos	NT/pta	MP (kg)	Rend/pta (kg)	Rend (t/ha)	Altura (cm)
Grupo I	6,33	0,056	0,361	16,07	37,87
Grupo II	5,12	0,043	0,216	9,61	34,33
Grupo III	8,20	0,006	0,059	2,62	48,6
Grupo IV	4,36	0,016	0,065	2,92	39,42

*NT/pta*- número de tubérculos por planta, *MP*- masa promedio de los tubérculos, *Rend/pta*- rendimiento por planta, *Rend. (t/ha)*- rendimiento en toneladas por hectárea.

El grupo II estuvo formado por ocho accesiones, el mismo estuvo caracterizado por contener accesiones con un rendimiento medio o por encima de la media, un número de tubérculos medios y una buena masa promedio; dentro de este grupo se destacaron accesiones como *S. garciae* (55) con 13,21 t/ha, *S. leptophyes* (26) con 12,47 t/ha, *S.*

*parvicordatum* (27) con 12,27 t/ha, *S. urumbae* (41) con 10,92 t/ha y *S. acaule* (20) con 10,62 t/ha, todos ellos con rendimientos por encima de 10 t/ha.

El grupo III, estuvo compuesto por cinco accesiones, las cuales se caracterizaron por poseer el mayor número de tubérculos y altura de la planta, baja masa promedio del tubérculo y bajos rendimientos. En el grupo IV se ubicaron el resto de las accesiones, con el comportamiento más bajo para la mayoría de los caracteres. Esta agrupación permitió ubicar a las accesiones de acuerdo a sus características particulares y con ello facilitar la selección de aquellos que podrían ser utilizados como progenitores en el programa de mejoramiento, según el propósito o carácter a mejorar.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se sugiere incluir las especies *S. chacoense*, *S. commersonii* y *S. jamessi* en un programa de mejoramiento para obtener variedades con altos rendimientos, pues las mismas permitirían la introgresión de genes para este carácter, conjuntamente con genes de resistencia a factores bióticos y abióticos (Gopal, 1998).

#### **4.1.3 Caracterización cuantitativa de la variabilidad de las accesiones cultivadas**

En la tabla 7, se presentan los estadígrafos fundamentales para el rendimiento y sus componentes en la evaluación morfoagronómica de una muestra de 288 accesiones cultivadas (Anexo 2). Se observó variabilidad para todos los caracteres evaluados, con coeficientes de variación que estuvieron entre 9,41% para la masa seca hasta valores superiores al 50% para el rendimiento. El número de tubérculos varió entre 2 y 15 tubérculos por planta, lo que evidencia una gran variabilidad para este carácter con un coeficiente de variación del 44,72%.

Para la masa promedio de los tubérculos, los valores estuvieron entre 0,029 kg, para la variedad Gaby (102) hasta valores que alcanzaron 0,175 kg, para la variedad Spunta (205); esta variedad se caracteriza por poseer tubérculos de tamaño grande y rendimientos altos y estables, en nuestro país, con valores por encima de la media nacional de 22 t/ha (Manso,

2009). El rendimiento fue el carácter más variable, con coeficientes de variación que superaron el 50%; encontrándose una alta diferencia entre los valores máximos y mínimos (4,04 - 58,70 t/ha). Está demostrado que la masa promedio y el número de tubérculos son componentes directamente relacionadas con el rendimiento; cuando uno de ellos disminuye, se afecta este carácter (González *et al.* 2001).

Las potencialidades de la colección de accesiones cultivadas en Cuba supera los resultados alcanzados en otras colecciones como en Bolivia y Perú, cuya media del rendimiento no supera las 15 t/ha (FAO, 1996); sin embargo, es importante precisar que esto pudiera ser debido, fundamentalmente, a las afectaciones que se producen por el tizón tardío (*P. infestans*), las cuales disminuyen sensiblemente el rendimiento, y a la mayor utilización de variedades tradicionales de bajos potenciales de rendimiento, pero de mayor tradición en su consumo (Bonierbale *et al.* 2004).

Tabla 7. Estadígrafos descriptivos de los caracteres morfoagronómicos evaluados a las accesiones cultivadas

Estadígrafos descriptivos	NT/pta	MP (kg)	Rend/pta (kg/pta)	Rend. (t/ha)	MS (%)	Altura (cm)
Media	6,35	0,086	0,556	24,78	17,84	52,36
Mínimo	2,0	0,029	0,093	4,04	13,50	16,00
Máximo	15,0	0,175	1,32	58,70	23,65	89,00
DE	2,84	0,026	0,294	13,07	1,68	10,16
CV (%)	44,72	30,23	52,88	52,74	9,41	19,40

*NT/pta-* número de tubérculo por planta, *MP-* masa promedio, *Rend/pta.-* rendimiento por plant, *Rend(t7ha)-* rendimiento toneladas por hectárea, *MS-* masa seca *DE-* desviación estándar, *CV.-* coeficiente de variación

La masa seca fue el carácter que menos varió, con un coeficiente de variación inferior al 10%. El valor de la media fue de 17,84%, no obstante, se presentaron accesiones con valores de masa seca superiores al 19% (Anexo 2); dentro de ellas se destacó la variedad Ulianovsky (215) de procedencia Rusa, con 23,7% de masa seca, la cual alcanzó el valor máximo para este carácter. En este sentido, se detectaron 61 variedades con valores superiores al 19%, lo cual representa el 21,2% del total de las accesiones evaluadas. Estos

resultados se corresponden con los informados para este carácter, pues la mayoría de las variedades cultivadas poseen valores entre 15 y el 19% (Hernández *et al.* 1998, Struik *et al.* 2006).

Es importante tener en cuenta las accesiones que presentaron los mayores valores de masa seca, para incluirlas como progenitores en un programa de mejoramiento genético y calidad interna de los tubérculos. El porcentaje de masa seca es uno de los aspectos fundamentales en este tipo de programa (Bonierbale *et al.* 2001; Estévez *et al.* 2006a); aunque es difícil obtener progenies que combinen valores elevados de calidad interna del tubérculo, con buen comportamiento para caracteres como el rendimiento o la resistencia a factores bióticos y abióticos (Colman *et al.* 2007). Es por ello que los programas actuales en la región tratan de combinar progenitores que tengan una expresión de regular a buena para este carácter (Ezeta, 2008).

La altura de la planta varió significativamente con valores que estuvieron entre 16 y 89 cm y un coeficiente de variación cercano al 20%. La altura máxima (89 cm) la presentaron las variedades Frisia (98) y Spunta (205), mientras que la menor la presentó la variedad Funzanum (100) con 16 cm. Los clones provenientes del CIP presentaron valores superiores a los 50 cm. Estos clones son provenientes de cruces entre variedades de la subsp. *tuberosum* y variedades de la subsp. *andígena*; esta última se caracteriza por su gran porte y habilidad de transmitir esta característica a las siguientes generaciones (Huamán y Spooner, 2002).

En la tabla 8, se muestran los resultados del ACP a partir de los valores medios obtenidos, donde se expresa la contribución de los vectores en la conformación de los ejes. Con las dos primeras componentes se explicó el 73,57% del total de la variabilidad observada. La primera componente extrajo el 50,88%, mientras que la componente dos extrajo un 22,68%. Las variables que más contribuyeron a la formación en C1 fueron el rendimiento

por planta y hectárea, el número de tubérculos y la masa promedio; mientras que en C2 fueron la masa seca y la altura. Resultados similares a éstos fueron obtenidos Estévez *et al.* (1998) y González (1998), donde las dos primeras componentes extrajeron más del 60% de la varianza total acumulada.

Tabla 8. Contribución de los valores en la conformación de las componentes principales en las variedades cultivadas estudiadas

Vectores y valores propios	Autovalores iniciales	
	% varianza explicada	% varianza acumulada
C1	50,88	50,88
C2	22,68	73,57
	Componentes	
	C1	C2
Variables analizadas		
NT/pta	0,779	-0,276
MP (kg)	0,648	0,324
Rend. (kg/pta)	0,995	-0,028
Rend. (t/ha)	0,994	-0,029
MS (%)	-0,104	0,824
Altura (cm)	0,195	0,707

*NT/pta- número de tubérculo por planta, MP- masa promedio, Rend/pta.- rendimiento por plant, Rend. (t/ha).- rendimiento en tonelada por hectárea, MS- masa seca*

En la figura 2, se presenta el agrupamiento de las accesiones cultivadas según el ACP. Se conformaron cinco grupos bien definidos, los que quedaron correctamente agrupados, al obtener un 94,1% de buena clasificación en el análisis discriminante realizado, el cual se considera aceptable, si se tiene en cuenta el tamaño de la población.

Los valores medios de los grupos formados se presentan en la tabla 9. En el grupo I, se ubicaron las variedades de mayor rendimiento, masa promedio de los tubérculos y número de tubérculos por planta; dentro de ellas se destacaron la variedad Aninca (16), Armada (23), Atlantic (26), C-63 (44), Cal White (45), Derby (65), Desirée (66), Ibis (106), Larouge (125), Romano (176), Santana (190), Spunta (205) y los clones cubanos 14-52-93 (233) y 9-32-93 (237). En este grupo se encuentran ubicadas la mayor parte de las

variedades comerciales que se plantan actualmente el país, lo que facilita su utilización en los programas de mejoramiento. En este mismo sentido, se encuentran dos clones cubanos obtenidos en el INCA, el C-63 (Yara) y el 9-32-93 (Grettel), actualmente variedades, que se incorporaron desde la campaña 2007-08 al programa acelerado de reproducción de semilla de papa, que lidera el Instituto de Biotecnología de las Plantas de Villa Clara.

En el grupo II, se ubicaron las accesiones que se caracterizaron por poseer altos porcentajes de masa seca, rendimientos de medios a bajos y valores medios de masa promedio del tubérculo. Se encuentran, entre otras, la variedad Talaza (208), Ulianovsky (215), y los clones del CIP, CIP 115 (286), CIP 36 (269), CIP 48 (274) y CIP 43 (273). El CIP ha venido desarrollando, desde hace más de una década, un programa encaminado al mejoramiento de la calidad de los tubérculos de papa (Bonierbale *et al.* 2001) y las progenies obtenidas han sido utilizadas, a su vez, para introducir otros atributos importantes; como resistencia a plagas, heladas, virus, tizón tardío, etc, por lo que, una gran parte de ellos, conservados en la colección cubana, tienen valores elevados de masa seca.

El III grupo, se caracterizó por contener accesiones de buen comportamiento para el rendimiento, masa promedio, número de tubérculos y bajo porcentaje de masa seca. En este grupo se ubicaron las variedades comerciales Liseta (127), Carrera (48), Diamant (67), y los clones 11-11-96 (238) y 96 -54 -11 (240), entre otros. En este grupo aunque se ubican algunas variedades comerciales, que no se plantan en la actualidad por problemas degenerativos en la semilla, como la variedad Diamant, de una amplia aceptación por los productores en campañas anteriores (Tabera, 2009, Comunicación personal).

El grupo IV, se caracterizó por agrupar a las accesiones que presentaron valores bajos de rendimiento, contenido de masa seca y número de tubérculos por planta. En el mismo se ubicaron, la variedad Funzanum (100), Cherokee (51) y Esperante (77), entre otras. En el

grupo V, por su parte, se concentró el mayor número de accesiones con valores medios para la mayor parte de los caracteres.

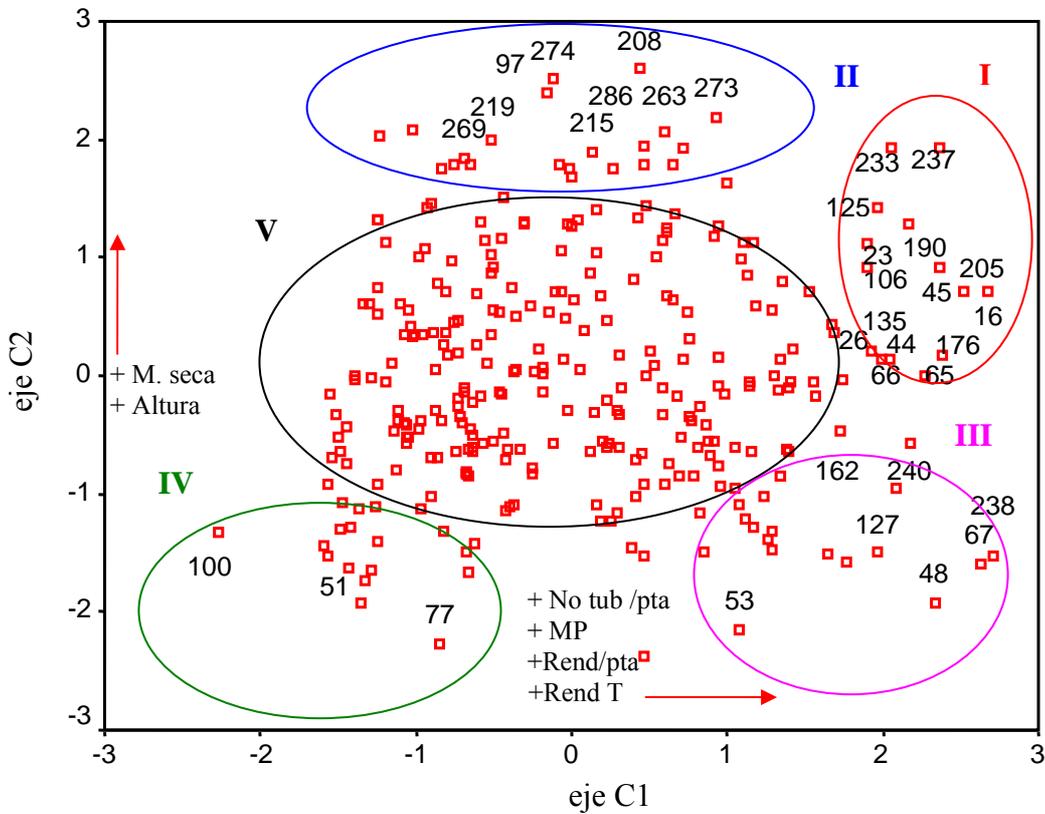


Figura 2. Representación gráfica del resultado del análisis de componentes principales para las variedades cultivadas

Tabla 9. Media de los grupos formados, mediante el ACP, en las accesiones cultivadas

Grupos	NT/pta	MP (kg)	Rend/pta (kg)	Rend (t/ha)	MS (%)	Altura (cm)
Grupo I	8,30	0,127	1,040	46,24	18,70	52,08
Grupo II	5,98	0,073	0,417	18,55	21,49	64,32
Grupo III	8,99	0,097	0,947	42,10	16,54	48,27
Grupo IV	3,55	0,072	0,261	11,62	15,45	39,60
Grupo V	6,25	0,084	0,530	23,58	18,13	51,91

*NT/pta-* número de tubérculo por planta, *MP-* masa promedio, *Rend/pta.-* rendimiento por plant, *Rend. (t/ha)-* rendimiento en tonelada por hectárea, *MS-* masa seca

Es necesario tener en cuenta que, la ubicación del mayor número de accesiones en el grupo V, con valores medios para todos los caracteres evaluados, es una alerta que nos indica, a pesar de la variabilidad detectada, la necesidad de utilizar en mayor medida las especies

silvestres, pues la continua búsquedas de variedades con altos potenciales de rendimiento, puede conllevar a una reducción de la variabilidad genética de las variedades que se plantan en la actualidad, con todo el riesgo que ello implica.

Los resultados alcanzados permiten sugerir accesiones para ser utilizadas como progenitores en un programa de mejoramiento genético para obtener variedades con altos potenciales del rendimiento y componentes específicos de éste. Si se quieren obtener nuevas variedades con las características antes mencionadas, se pueden utilizar las del grupo I, donde se destacaron las establecidas en la estrategia varietal del país en estos momentos y clones cubanos, actualmente registrados como nuevas variedades cubanas. Si el objetivo es obtener variedades con altos contenidos de masa seca, se utilizarían las variedades del grupo II.

#### **4.2 Evaluación de la resistencia en campo al hongo *Alternaria solani* y la incidencia del PLRV en las accesiones silvestres y cultivadas**

En figura 3, se muestra un gráfico comparativo de los porcentajes de afectación producidos por *A. solani*, según la escala utilizada, entre las accesiones silvestres y cultivadas. Se observó que las accesiones silvestres presentaron mayor resistencia en campo que las cultivadas, pues el 78% de ellas se encontraron en una escala de 1 (muy resistente) a 4 (moderadamente resistente), mientras que para las cultivadas solamente el 42% se encontraron en este rango.

Se evidenciaron las potencialidades que existen dentro de la colección de accesiones silvestres para los trabajos de resistencia, pues solo dos de ellas fueron evaluadas de medianamente susceptibles, según la escala de grados empleados (Anexo 1); la *S. simplicifolium* (38) y *S. panipasense* (40); el resto presentaron valores de la escala por debajo de 5. Siete especies manifestaron resistencia en campo a este hongo al presentar valor de 1 en la escala; lo cual indica la posible existencia de genes de resistencia que

podrían ser utilizados en programas de mejoramiento genético de este cultivo. Las especies fueron *S. michoacanum* (18), *S. acaule* (20), *S. canasence* (24), *S. leptophyes* (26), *S. laplaticum* (28) y *S. multidisectum* (30) y *S. stenotomun* (43)

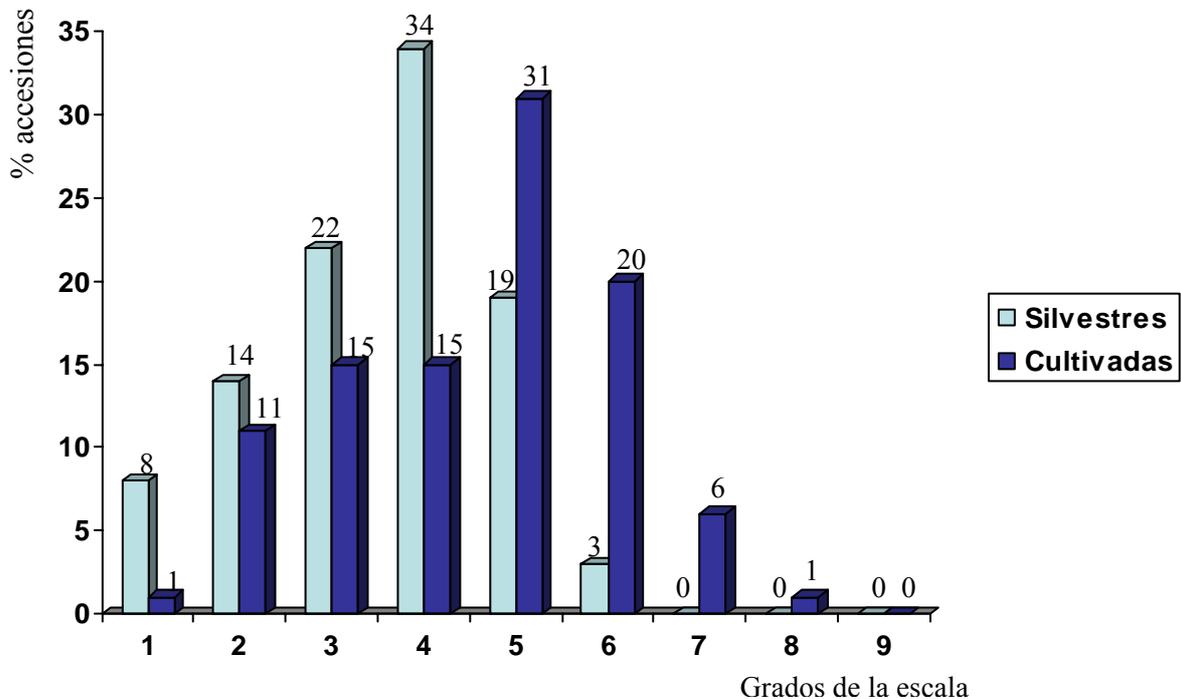


Figura 3. Porcentajes de afectación en campo de *Alternaria solani* en las accesiones silvestres y cultivadas

Se ha informado que las especies silvestres diploides presentan genes de resistencia a *A. solani* y han sido utilizadas para transmitir esta característica a las progenies tetraploides (Ahmet *et al.*, 2004); sin embargo, solamente dos de ellas han sido informadas por presentar resistencia de campo, la *S. brevidens* (Ahmet *et al.*, 2004), que no está incluida en el estudio y la *S. Stenotomun* (43) (Ortíz *et al.*, 1993). Las otras seis especies, no han sido informadas por ninguna de las bases de datos de este cultivo a nivel internacional como resistente. Estos resultados son los primeros que avalan la resistencia de campo de estas especies a nivel internacional.

Las accesiones cultivadas expresaron menor resistencia de campo al ataque del hongo (Anexo 2), ya que solamente el 1% de ellas se mostró como muy resistente contra un 8% de las silvestres. No obstante, se encontraron niveles de resistencia de campo en algunos clones del programa de mejoramiento cubano y del CIP, dentro de ellos se destacaron los clones cubanos 8-100-86 (236) y 11-11-96 (238) y el clon CIP 12 (258) del Centro Internacional de la Papa.

De acuerdo con investigaciones realizadas en el país, resulta difícil obtener variedades resistentes a este patógeno (Estévez *et al.* 2006b; Castillo *et al.* 2006). Ninguna de las variedades obtenidas en el programa de mejoramiento realizado en Cuba presenta resistencia en campo, aunque algunas han expresado algunos niveles de resistencia (Estévez *et al.* 1994; Salomón *et al.* 2007). Esto podría ser consecuencia de la utilización en los esquemas de cruzamientos de parentales tetraploides susceptibles, en la mayoría de los casos, a este hongo; sin embargo, no se han aprovechado las potencialidades de las especies silvestres en el programa cubano.

*Alternaria solani* es la enfermedad más importante que afecta al cultivo de la papa en Cuba por su alta incidencia y niveles de afectación, que pueden llegar hasta un 40% de pérdidas en los rendimientos (Bernal, *et al.* 2002). Sin embargo, esta enfermedad no es la más importante a nivel mundial en este cultivo; no obstante, se ha trabajado en la búsqueda de fuentes de resistencia a la misma, en cuyo sentido las especies silvestres han jugado un rol importante (Zhang *et al.* 2003).

La alta incidencia de esta enfermedad en el país se debe, entre otros aspectos, al elevado nivel de plantas hospederas en las cuales pueden permanecer los conidios por largos períodos de tiempo (Pérez, 2007), y a los altos niveles de esporulación de estos, producidos por los cambios bruscos de temperatura y humedad relativa, todo lo cual permite un aumento de la tasa de diseminación de los mismos (Bernal *et al.* 2002).

Resultados informados recientemente, corroboran la agresividad de esta enfermedad, no solo en el cultivo de la papa, sino en el género *Solanum*, de forma general (Chaerani *et al.* 2007). Algunos resultados en el país avalan el uso de otras técnicas, como la variación somaclonal, que puede ser de utilidad para obtener somaclones con buen comportamiento en campo (Veitia *et al.* 2002).

Los porcentajes de afectación del PLRV en las accesiones silvestres y cultivadas se presentan en la figura 4. Se observa que el 46% de las accesiones silvestres no manifestaron afectaciones por la incidencia del virus PLRV dentro de la colección, en tanto, el 90% de las accesiones cultivadas presentaron afectaciones por el mismo. Las mayores afectaciones en las accesiones silvestres estuvieron presentes en *S. stoloniferum* (12), *S. michoacanum* (18) y *S. leptophyes* (26), con el 100% de las plantas evaluadas afectadas (Anexo 1). Sin embargo, la *S. stoloniferum* (12) ha sido informada resistente a otros virus, por lo que ha sido utilizada frecuentemente en programas de mejoramiento genético para transmitir esta característica a la subespecie *tuberosum* (Ligarreto, 2001).

Las especies silvestres *S. chacoense* (47) y *S. acaule* (20), han sido referidas como resistentes al PLRV y a otros virus (PVS y PVX) (Ligarreto, 2001), lo que está en concordancia con los resultados obtenidos. Estas especies se han utilizado para transferir resistencia a variedades cultivadas de las especie *S. tuberosum* y *S. andígena* (Bonierbale *et al.* 2004). Se ha informado fuentes de resistencia a este virus en diversas especies silvestres y nativas de Chile, donde se encontró además, una elevada correlación de esta resistencia con el contenido de glycoalcaloides (Novy *et al.*; 2007).

Dentro de las accesiones cultivadas que no presentaron afectaciones por el virus (Anexo 2) se encuentran las variedades comerciales, Atlas (27) y Daysi (62), procedentes de Francia, Zafire (231) de Holanda, tres clones cubanos, C-63 (44), 3-27-85 (235) y el 8-100-86 (236)

y varios clones del CIP, todos por presentar un buen comportamiento, de forma general, durante el período evaluado.

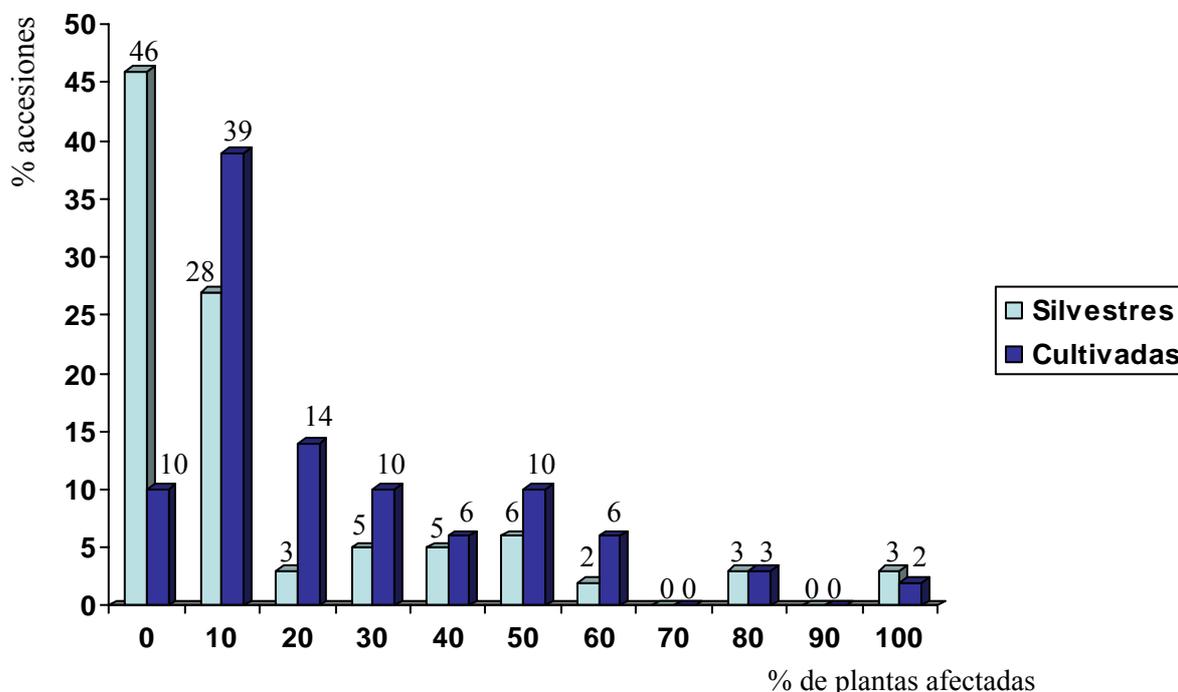


Figura 4. Porcentajes de afectación en campo por el PLRV en las accesiones silvestres y cultivadas

Este aspecto es importante por la repercusión que tiene para el mantenimiento de esta colección en campo, el necesario saneamiento y la posible pérdida de materiales genéticos durante las siguientes generaciones. Encontrar resistencia a este virus en condiciones tropicales y a nivel del mar es difícil, debido, entre otros aspectos, a que la incidencia de áfidos, bajo estas condiciones, es muy intensa (Marczewski *et al.* 2001, Tozzini *et al.* 2005). Lo anterior refuerza la importancia de contar en la colección cubana con accesiones cultivadas con resistencia de campo al PLRV. Es necesario puntualizar que se han obtenido algunos avances en el programa de mejoramiento cubano partiendo de progenitores seleccionados por el CIP con resistencia a este virus (Salomón *et al.* 2004).

En algunos programas de mejoramiento, se ha encontrado resistencia a este virus utilizando la especie *Solanum etuberosum* (Guillen y Novy, 2007) y en el caso específico de la especie *Solanum tuberosum* subsp *tuberosum*, la resistencia a este virus se ha manifestado en progenies derivadas de cruzamientos intra e interespecíficos, después de varios retrocruces (Novy *et al.* 2007).

Según Hermanová *et al.* (2007), la resistencia al virus del PLRV es controlada por factores genéticos que limitan la infección producida por los áfidos (*Myrzus persicae*) o la acumulación y multiplicación del mismo. La resistencia a los áfidos ha sido descrita como una herencia poligénica, mientras que la resistencia al virus PLRV es monogénica (Vaikonen, 1994).

Este aspecto es importante, por la repercusión que tiene para el mantenimiento de esta colección en campo, el necesario saneamiento y la posible pérdida de materiales genéticos durante las siguientes generaciones. Encontrar resistencia a este virus en condiciones tropicales y a nivel de mar es difícil debido, entre otros aspectos, a que la incidencia de áfidos, bajo estas condiciones, es muy intensa (Tozzini *et al.* 2001). Lo anterior refuerza la importancia de contar en la colección cubana con accesiones cultivadas con resistencia de campo al PLRV. Es necesario puntualizar que se han obtenido discretos avances en el programa de mejoramiento cubano, partiendo de progenitores seleccionados por el CIP con resistencia a este virus (Salomón *et al.* 2004).

### **4.3 Evaluación de una muestra representativa del germoplasma cubano de papa para la calidad del tubérculo y su comportamiento durante la conservación en cámaras refrigeradas**

#### **4.3.1 Evaluación de la calidad interna de los tubérculos**

En la tabla 10, se presentan los estadígrafos descriptivos de las 70 accesiones seleccionadas a partir de los cinco grupos formados en la caracterización morfoagronómica (Figura 2), teniendo en cuenta los resultados del porcentaje de masa seca, de forma tal que estuvieran representadas accesiones de valores altos, bajos e intermedios (Anexo 3). Según se aprecia, la gravedad específica fue poco variable, pues el coeficiente de variación estuvo por debajo del 1%. En trabajos de mejoramiento, se debe tener en cuenta este carácter, ya que está estrechamente relacionado con la masa seca (Estrada, 2001), además se puede utilizar como un estimador confiable de la misma. Aunque la papa cultivada se ha informado con una estrecha base genética para esta característica (heredabilidad media), se pueden desarrollar programas para aumentar la misma y obtener resultados satisfactorios (Hayes y Hill, 2002b).

Los resultados están en concordancia con los informados por Hernández *et al.* (1998), pues los valores de gravedad específica oscilaron entre 1,059 y 1,090, encontrándose dentro del intervalo de valores recomendados internacionalmente por la literatura (1,05 y 1,12), como los adecuados para el procesamiento de la papa (Orr y Cash, 1992; Beukema *et al.* 2007).

Los porcentajes de masa seca variaron en un rango de 14,2% en la variedad Asterix hasta 21,2% en el clon cubano 1-10-96. Es importante puntualizar que 16 accesiones (22,8% del total), presentaron valores superiores al 19% (Anexo 3). El coeficiente de variación estuvo alrededor del 10%; el cual es alto, si se tiene en cuenta que en las variedades cultivadas este carácter no es muy variable y la diversidad en papas tetraploides holandesas no rebasa en 5% (Beukema, 2007).

Se destacaron las variedades Armada (26), Atlantic (29), Bellini (30), Cal White (35), Derby (43), Maranca (56), Romano (65), Santana (67), Slaney (69) y los clones cubanos 1-10-96 (2), 2-31-95 (6), 4-5-85 (8), 4-6-93 (9) y el 9-32-93 (18) con valores superiores al

19%, que son los recomendados internacionalmente como los más adecuados para el procesamiento industrial (Hernández *et al.* 1998; Struik *et al.*, 2006).

Los porcentajes del contenido de almidón estuvieron entre 9,90% para la variedad Ramos (59) hasta un 15,8% en la variedad Santana (67), con un coeficiente de variación que superó el 10%. Existe similitud entre estos valores y los informados por García *et al.* (2002), quienes encontraron porcentajes de almidón que estuvieron entre un 10 y un 18%, al evaluar un grupo de variedades de papa provenientes de diferentes localidades colombianas.

Los valores de contenido de almidón encontrados de hasta un 15,8%, indican la necesidad de incorporar accesiones con valores por encima de este porcentaje, de forma que se pueda desarrollar una estrategia eficiente para mejorar este carácter, debido a la diversidad de uso y al auge en la utilización, de este importante recurso en los últimos años (Daiuto, 2005).

El contenido de almidón es una característica varietal de singular importancia para el procesamiento industrial de la papa, ya que constituye el componente mayoritario dentro de los sólidos totales (Barichello *et al.* 2006), por lo que define, de acuerdo a su cantidad, las características texturales y de sabor del producto elaborado (García *et al.* 2002; Bonierbale *et al.* 2004; Digmer, 2004).

Hernández *et al.* (2001b), obtuvieron valores medios de 14% en la variedad Santana, al evaluarla en tres localidades de Cuba. Los resultados concuerdan con estos autores y los mismos se encuentran dentro del rango informado por la literatura, como los adecuados para la industrialización de la papa (Orr *et al.* 1992; Beukema *et al.* 2007).

El contenido de azúcares reductores presentó un coeficiente de variación cercano al 90%, encontrándose un grupo de accesiones con valores bajos (0,1%) y otros con valores altos, como la variedad Ramos con 2,8%. Se detectaron 41 accesiones con valores por debajo del 0,5%, lo cual representó un 58% del total (Anexo 3). Según Hernández *et al.* (1998),

valores por debajo de 0,5% del contenido de azúcares reductores son los adecuados para el procesamiento industrial de los tubérculos de papa. Todo lo anterior indica que existen en la colección accesiones promisorias en cuanto a este importante carácter.

Tabla 10. Estadígrafos descriptivos de los caracteres de la calidad del tubérculo en 70 accesiones de la colección durante tres años de estudio

Estadígrafos descriptivos	GE	MS (%)	Al (%)	AR (%)	MPT (kg)	DLT (cm)	DET (cm)	ES*
Media	1,069	17,56	12,67	0,74	0,011	0,074	0,049	3.0
Mínimo	1,05	14,20	9,90	0,10	0,065	0,049	0,024	-
Máximo	1,09	21,20	15,80	2,80	0,188	0,110	0,066	-
DE	0,009	1,769	1,349	0,663	0,023	0,011	0,007	-
CV (%)	0,84	10,07	10,60	89,5	20,9	14,8	14,3	-

GE.- gravedad específica, MS.- masa seca, AR.- contenido de azúcares reductores, Al.- contenido de almidón, MPT.- masa promedio del tubérculo, DLT- diámetro longitudinal del tubérculo, DET.- diámetro ecuatorial del tubérculo, ES.- evaluación sensorial, DE.- desviación estándar, CV.- coeficiente de variación, \*valor corresponde a la mediana (Escala de 1-5 donde 1- malo, 2 insuficiente, 3 aceptable, 4 bueno y 5 excelente)

El contenido de azúcares reductores es otra característica importante a tener en cuenta en el momento de la selección de una variedad como materia prima para el procesamiento industrial, especialmente para papas chips, porque determina el color de las hojuelas que se producen (Hernández *et al.* 1998; García *et al.* 2002). Altos contenidos de azúcares reductores provocan en el proceso de fritura colores pardos y sabores amargos, que afectan la calidad final del producto; es por esto que no pocos esfuerzos son hechos desde el punto de vista del mejoramiento genético, para lograr variedades que conjuguen bajos contenidos de azúcares reductores con altos porcentajes de masa seca (Pereira *et al.* 1994; Navrátil *et al.* 2007).

Los porcentajes de azúcares reductores por encima de 0,5% en la mayoría de las variedades y clones de papa obtenidos en el programa de mejoramiento cubano (Hernández *et al.*, 1998), indica la necesidad de desarrollar un esquema de cruzamientos, dirigido

específicamente, a obtener variedades que combinen altos contenidos de masa seca con bajo contenido de azúcares reductores.

Para la masa de los tubérculos y el diámetro longitudinal y ecuatorial, los valores se mantuvieron en los rangos establecidos a nivel internacional y a los informados por Hernández *et al.* (1998). Los coeficientes de variación fueron del 20,3% para la masa de los tubérculos y de alrededor del 15%, para el diámetro ecuatorial y longitudinal.

Se plantea que no existe una relación directa del tamaño del tubérculo con la calidad (Hayes y Till, 2002b); aunque, según los trabajos de Ifenkwe y Allen (1978), la masa seca disminuye sensiblemente en los tubérculos más grandes, ya que en las primeras etapas se produce un aumento en el contenido de masa seca en tubérculos pequeños, que declina cuando éstos aumentan de tamaño en las etapas más avanzadas del cultivo.

La evaluación sensorial mostró resultados que estuvieron entre 1 (mala aceptación) y 5 (excelente aceptación), con un valor central de 3, que se corresponde con aceptable, según la escala utilizada. Se destacaron, con valores de 5 (Excelente), las variedades Atlantic (29), Santana (67) y Slaney (69) y el clon cubano 9-32-93 (18). Con valores por debajo de 2 (insuficiente), se encontraron los clones cubanos, 2-71-93 (5) y el 4-5-85 (8) y las variedades Asterix (28), Columbus (41) y Ramos (59) (Anexo 3).

La determinación de las propiedades organolépticas (aroma, sabor, color y textura) en una nueva variedad es esencial en el momento de liberarla al mercado, pues la misma podría reunir características adecuadas para otros caracteres, como el rendimiento, y ser eliminada por una mala aceptación (Estévez *et al.* 2006a). En casos específicos, han sido eliminadas nuevas variedades debido a un alto contenido de glycoalcaloides (100 mg/100g) que le confiere un sabor picante al producto elaborado (Ross *et al.* 1978 citado por Estrada, 2001). Las evaluaciones sensoriales realizadas hasta la fecha en el país, han estado dirigidas, fundamentalmente, a clones y/o variedades obtenidas en el programa de mejoramiento y

sus progenitores (Estévez *et al.* 2006a), es por ello que revisten vital importancia los resultados obtenidos, pues permiten una valoración amplia del germoplasma en este sentido y el desarrollo de una estrategia de mejoramiento que involucre a progenitores con valores entre 4 (muy buena) y 5 (excelente) aceptación.

Es importante señalar que la estrategia varietal del país está diseñada para variedades de altos potenciales de rendimiento, sin tener en cuenta las propiedades organolépticas bajo las condiciones de producción cubana; sin embargo, un grupo de ellas, presentaron valores altos en la escala utilizada, como son las variedades Atlantic, Burren, Cal White, Desirée, Romano y Santana. No obstante, se debe tener en cuenta este aspecto porque los resultados indican que no todas las variedades, que se plantan en la actualidad, poseen valores por encima de 3 (aceptables).

En Uruguay, al estudiar un grupo de variedades de papa en cuanto a su calidad culinaria (Aldabe *et al.* 2003), determinaron que existían preferencias por algunas de ellas, que no eran, precisamente, las más difundidas en el país; en este caso se utilizó una escala de nueve grados, para evaluar los mismos caracteres analizados.

Los resultados de la calidad del tubérculo de las accesiones estudiadas, sugieren que existen accesiones con características adecuadas para el procesamiento industrial, que combinan altos contenidos de masa seca, altos porcentajes de almidón, bajo contenido de azúcares reductores, tamaño adecuado del tubérculo y buena evaluación sensorial. Dentro de ellos se destacaron los clones cubanos 1-10-96, 2-31-95, 4-6-93 y 9-32-93 y las variedades Atlantic, Bellini, Cal White, Derby, Maranca, Romano, Santana y Slaney que pudieran ser utilizados como progenitores en el programa de mejoramiento o directamente en la producción.

El análisis de componentes principales, realizado sobre la base de los caracteres evaluados relacionados con la calidad de los tubérculos en las 70 accesiones, permitió explicar un

72,3% con las dos primeras componentes (Tabla 11). El componente 1 extrajo un 50,75% de la variabilidad total, mientras que el componente 2 lo hizo en un 21,55%. La masa seca, la evaluación sensorial, la gravedad específica, el contenido de almidón contribuyeron significativa y positivamente a la formación de la primera componente, mientras que el contenido de azúcares reductores lo hizo significativamente, pero de forma negativa. En la componente dos, la masa de los tubérculos y el diámetro longitudinal y ecuatorial contribuyeron de forma positiva y significativa en la formación de esta componente.

Tabla 11. Porcentaje de variabilidad explicada en el ACP para la calidad interna

Componentes	Autovalores iniciales	
	% varianza explicada	% varianza acumulada
C1	50,75	50,75
C2	21,55	72,30
Variables analizadas	Componentes	
	C1	C2
Grav. específica	0,870	-0,202
Masa seca (%)	0,959	-0,054
Cont. Almidón (%)	0,926	-0,112
Cont. azúc. red. (%)	-0,733	0,062
Masa del tub. (kg)	0,144	0,836
Diám. long. (cm)	0,201	0,832
Diám. ecuat. (cm)	0,258	0,519
Eval. sensorial	0,929	-0,048

Grav.- gravedad Cont. Azúc. Red. contenido de azúcares, Diám.  
Long.- diámetro longitudinal, Diám. Ecuat.- diámetro ecuatorial

Se definieron cinco grupos bien diferenciados (Figura 5), a los cuales se les aplicó un análisis discriminante; el cual confirmó que el 98,6% de los grupos quedaron correctamente clasificados. Según esta agrupación, las tres primeras funciones canónicas explicaron el 98,3% de la variabilidad total (Tabla 12). La gravedad específica fue el carácter con mayor valor discriminante en la función 1; en la 2 fue el diámetro longitudinal y ecuatorial, mientras el contenido de azúcares reductores y el contenido de almidón lo fueron para la tercera función canónica.

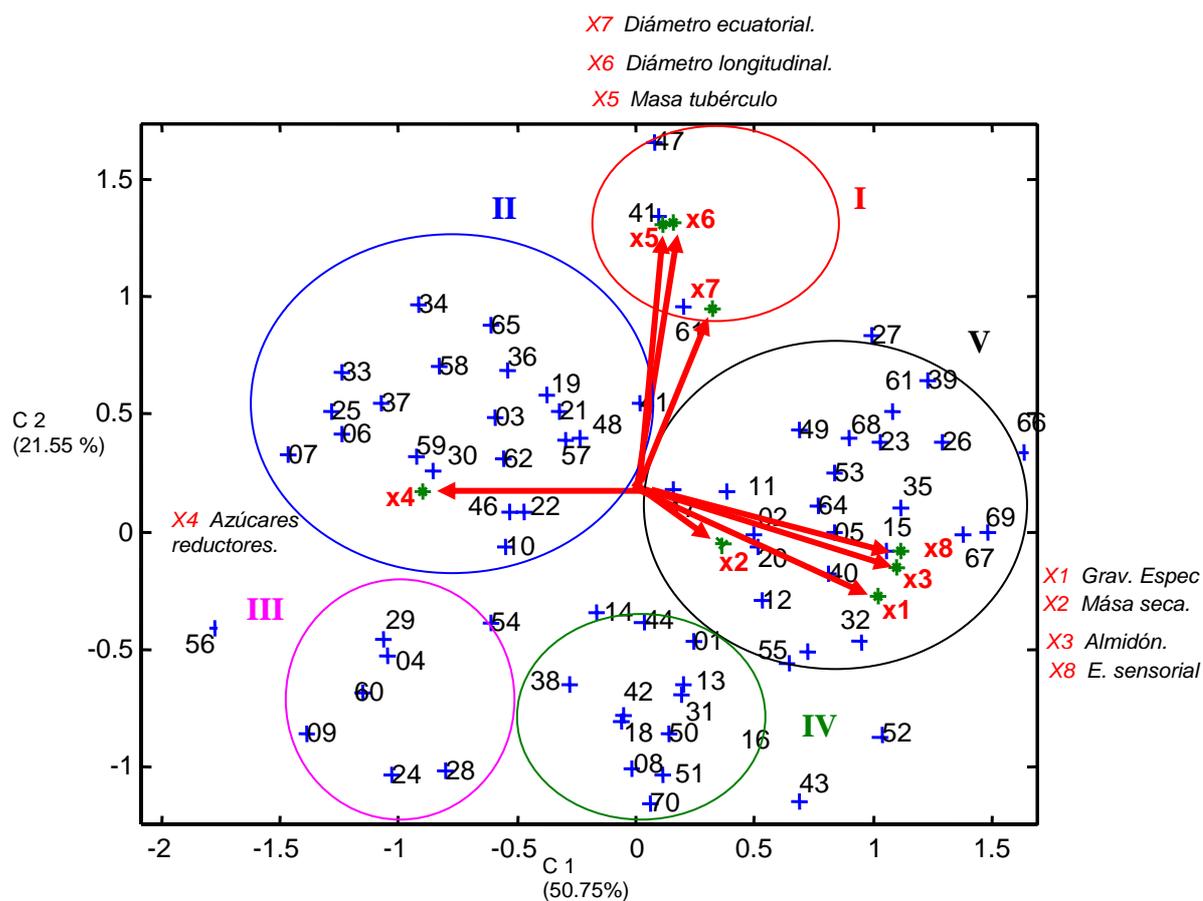


Figura 5. Representación biplot del resultado del análisis de las 70 accesiones evaluadas para la calidad interna del tubérculo mediante un análisis de componentes principales

Tabla 12. Porcentajes de la varianza para las tres funciones discriminantes canónicas y los coeficientes estandarizados de las mismas

	1	2	3
% de varianza	70.3	24.13	3.9
% acumulado	70.3	94.4	98.3
Correlación Canónica	0.909	0.787	0.457
Coeficientes estandarizados de las funciones discriminantes canónicas			
Grav. específica	<b>0,638</b>	-0,344	-0,080
Masa seca (%)	0,004	0,342	0,374
Cont. almidón (%)	0,267	-0,052	<b>0,535</b>
Cont. azúc. reduc. (%)	-0,154	-0,170	<b>0,757</b>
Masa del tub. (kg)	0,135	0,376	0,128
Diám. long. (cm)	-0,217	<b>0,596</b>	-0,163
Diám.ecuat. (cm)	-0,467	<b>0,548</b>	0,090
Evaluación sensorial	0,458	-0,073	-0,377

Grav.- gravedad Cont. Azúc. contenido de azúcares, Diám. Long.- diámetro longitudinal, Diám. Ecuat.- diámetro ecuatorial

La composición varietal de los grupos se presenta en la tabla 13 y fue como sigue: El grupo I, estuvo formado por tres accesiones; las variedades Diamant (45), Rincona (63) y el clon KM 94-6-34 (51), caracterizadas fundamentalmente por poseer tubérculos grandes, porcentajes medios de masa seca y almidón y bajo contenido de azúcares reductores en los tubérculos.

El grupo II lo conformaron 21 accesiones, las cuales se caracterizaron por poseer bajos valores de gravedad específica, masa seca y contenido de almidón en los tubérculos; presentan elevados porcentajes de azúcares reductores y una mayor masa de los tubérculos. En este grupo, se ubicaron las variedades Chieftain (36), Red La Soda (60) y Kondor (52), cinco clones cubanos y tres clones procedentes del CIP.

El grupo III estuvo formado por 7 accesiones; este grupo se caracterizó por poseer los valores más bajos para todos los caracteres evaluados. Se ubicaron en el mismo, tres variedades cultivadas y cuatro clones, dos de ellos, provenientes del programa de mejoramiento genético cubano. El grupo IV estuvo compuesto por 13 accesiones; la mayor parte de estas con valores intermedios para la mayoría de los caracteres.

En el grupo V, se agruparon el mayor las accesiones de mejor comportamiento, pues poseen valores altos de masa seca, bajos contenido de azúcares reductores, altos valores de masa promedio del tubérculo y de contenido de almidón. Estas accesiones debido a su buen comportamiento fueron seleccionadas para los estudios de conservación en cámaras refrigeradas.

Se separaron sin pertenecer a ningún grupo las variedades, Ever Balfour (43), Maranca (52) y la Ramos (56); la primera, con características más cercanas al grupo IV, la segunda, con características propias del grupo V y la tercera al grupo III, por lo que se ubicaron en los grupos con mayores semejanzas.

Tabla 13. Grupos de accesiones formadas por su calidad interna mediante el Análisis de Componentes principales

No.	Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3	Grupo 4	Grupo 5
1.	Diamant	2-67A-93	2-71-93	1-5-85	14-52-93
2.	KM 94-6-34	4-5-85	6-21-93	6-340A-85	3-5-85
3.	Rincona	5-32-93	Arnova	6-84-93	6-463-85
4.		6-456-85	Burren	14-36-93	6-84-85
5.		Agria	BVD 94-01	4-6-93	9-32-93
6.		Amadeus	Timate	12-04-96	95-85-11
7.		Asterix	CIP 53	C-63	Ajiba
8.		C-183	Ramos*	Daysi	Armada
9.		Chieftain		Eramosa	Atlantic
10.		CIP 114		Fabula	Bellini
11.		CIP 32		Larouge	Cal White
12.		Colombus		Maradona	CIP 23
13.		Futura		Tango	Derby
14.		Innovator		Ever Balfour*	Desirée
15.		Kondor			Lady Balfour
16.		Red la Soda			Novita
17.		Remarka			2-31-95
18.		Red Pontiac			Romano
19.		Rodeo			5-41-93
20.		Saginan Gold			Santana
21.		Almera			1-10-96
22.					Spunta
23.					Slaney
24.					Maranca*

\* Variedades no agrupadas que fueron ubicadas en el grupo más cercano

#### 4.3.2 Evaluación de las accesiones durante la conservación en cámaras refrigeradas

Los resultados de las evaluaciones de las accesiones seleccionadas, en cuanto a su comportamiento en la conservación en cámaras refrigeradas, durante los tres años evaluados se presentan en la tabla 14. Como se aprecia, las variedades Atlantic y Romano y el clon 9-32-93, presentaron muy buena consistencia del tubérculo, que se corresponde con el valor de 5, según la escala utilizada. Otro grupo de accesiones se destacaron por presentar buena consistencia (4), dentro de estas se encuentran las variedades Cal White, Desirée, Santana y el clon cubano 1-10-96, entre otros.

La consistencia es un carácter muy importante a tener en cuenta durante la conservación en cámaras refrigeradas, ya que determina la calidad de la papa para el consumo fresco e industrial y depende, en alta medida, de las condiciones de almacenamiento, ya sea en cámaras refrigeradas u otro sistema de almacenamiento que se utilice; aunque presenta también un alto componente varietal (Rodríguez *et al.* 2007).

Algunos trabajos se han desarrollado en Cuba, para determinar la consistencia de las variedades durante el periodo de almacenamiento, dirigido fundamentalmente a determinar una estrategia adecuada para la conservación de la papa (Hernández *et al.* 1999b); sin embargo, estos trabajos han sido insuficientes comparados con las necesidades del país de contar con variedades que mantengan una calidad óptima durante el período de almacenamiento (Estévez *et al.* 2006a), todo lo cual refuerza la importancia de estos estudios al conocer el comportamiento de un grupo de variedades, comprendidas dentro de la estructura varietal del país, durante la conservación en cámaras refrigeradas.

El carácter número de grelos por tubérculo, presentó un coeficiente de variación superior al 20%. Los valores variaron desde 1,3 grelos por tubérculo, para el clon cubano 3-92-93, hasta valores de 4,6, para la variedad Lady Balfour. Para el resto de las accesiones, el comportamiento se mantuvo alrededor de la media (2,92) y sin variaciones marcadas en sus desviaciones estándar (DE), aunque existieron algunos casos por encima de estos valores como la variedad Bellini con 3,3 (2,10) y Maranca 3,3 (1,69) y el clon CIP 23, con valores de 3,6 (1,17), entre otros.

La emisión de grelos es perjudicial durante el período de almacenamiento, debido a dos aspectos fundamentales, el primero, a que el traslado de los nutrientes desde el tubérculo hasta los grelos ocasiona la disminución del valor nutritivo de la papa y, en segundo lugar; la emisión de los grelos favorece la pérdida de masa de los tubérculos (Wilson *et al.* 1992).

Tabla 14. Evaluación de las 24 accesiones por su comportamiento en cámaras refrigeradas

No.	Accesiones	CT.*	NGT	LGT (cm)	PMT (≈5kg)	% H <sub>2</sub> O
1.	1-10-96	4	2,5 ± 1,53	3,4 ± 1,65	0,20 ± 0,17	4,0
2.	14-52-93	2	2,9 ± 0,64	3,3 ± 1,03	0,77 ± 0,25	15,4
3.	2-31-95	2	3,4 ± 0,35	4,0 ± 1,70	0,93 ± 0,21	18,6
4.	3-5-85	3	2,5 ± 1,29	4,3 ± 0,90	0,47 ± 0,06	9,4
5.	5-41-93	4	2,9 ± 1,21	3,7 ± 2,48	0,37 ± 0,12	7,4
6.	6-463-85	3	3,3 ± 1,05	3,5 ± 1,07	0,60 ± 0,20	12,0
7.	6-84-85	4	2,2 ± 0,72	4,8 ± 1,70	0,57 ± 0,25	11,4
8.	9-32-93	5	1,3 ± 0,53	2,3 ± 1,07	0,13 ± 0,06	2,6
9.	95-85-11	3	3,4 ± 0,53	5,5 ± 1,62	0,83 ± 0,15	16,6
10.	Ajiba	2	3,1 ± 2,20	3,9 ± 3,11	0,87 ± 0,12	17,4
11.	Armada	2	2,7 ± 0,90	5,2 ± 2,58	0,60 ± 0,36	12,0
12.	Atlantic	4	2,0 ± 0,80	3,6 ± 1,63	0,20 ± 0,10	4,0
13.	Bellini	2	3,3 ± 2,10	3,3 ± 1,53	0,70 ± 0,00	14,0
14.	Cal White	4	3,5 ± 0,64	4,0 ± 2,97	0,23 ± 0,10	4,6
15.	CIP 23	3	3,6 ± 1,17	6,0 ± 1,00	0,30 ± 0,06	6,0
16.	Derby	3	2,9 ± 0,83	4,9 ± 3,22	0,60 ± 0,26	12,0
17.	Desirée	4	2,3 ± 0,51	2,9 ± 1,45	0,23 ± 0,06	4,6
18.	Lady Balfour	3	4,6 ± 0,35	5,1 ± 0,62	0,97 ± 0,06	19,4
19.	Maranca	3	3,3 ± 1,62	4,5 ± 1,89	0,43 ± 0,15	8,6
20.	Novita	2	2,8 ± 0,90	4,0 ± 1,44	0,83 ± 0,12	16,6
21.	Romano	5	2,6 ± 0,62	1,7 ± 0,61	0,17 ± 0,06	3,4
22.	Santana	4	2,9 ± 0,12	3,4 ± 1,51	0,43 ± 0,15	8,6
23.	Slaney	3	2,9 ± 0,70	4,5 ± 1,67	0,90 ± 0,26	18,0
24.	Spunta	3	2,4 ± 0,69	3,5 ± 1,40	0,63 ± 0,12	12,6
Media		3**	2,92	3,96	0,54	-
Mínimo			1,30	1,70	0,13	-
Máximo			4,60	6,0	0,97	-
DE			0,655	0,994	0,270	-
CV (%)			22,4	25,5	50,0	-

\*CT- consistencia del tubérculo, NGT.- número de grelos por tubérculo, LGT.- longitud de los grelos de los tubérculos, PPT.- pérdida de masa de los tubérculos, % H<sub>2</sub>O.- porcentaje de pérdida del contenido de agua en los tubérculos, DE- desviación estándar, CV- coeficiente de variación

\*\* valor corresponde a la mediana , escala de 5 grados: 1- poca consistencia, 2- consistencia regular, 3- consistencia media, 4- buena consistencia, 5- Muy buena consistencia

Lo anterior se explica por la propia naturaleza de los grelos, cuya superficie es mucho más permeable al paso del vapor de agua que la peridermis, es por eso que, desde el momento de aparición y el posterior desarrollo de los grelos, se experimenta un rápido incremento de la pérdida de masa (Daniels-Laske, 2005).

Para la longitud de los grelos, el menor valor lo presentó la variedad Romano (Anexo 4a), 1,7 cm, con poca variación en cada año evaluado al presentar una DE de 0,61. Valores bajos pero mas variables fueron obtenidos también por el clon cubano 9-32-93 (Anexo 4b) con 2,3 cm y la variedad Desirée con 2,9 cm. Los mayores valores lo presentaron el clon CIP 23 con 6,0 cm, el clon 95-85-11 (Anexo 4c) con 5,5 cm y las variedades Armada y Lady Balfour (Anexo 4d), con valores superiores a los 5 cm. El coeficiente de variación fue del 25,5%.

Los valores obtenidos están ligeramente por encima de los valores informados por Hernández *et al.* (1999b); sin embargo, en este estudio no se aplicó ningún producto químico que inhibiera la brotación, como el CIPC (n-3-Isopropil Clorofenil Carbamato, 10ppm), por lo que los resultados son aún mas alentadores en este sentido. Según Morris, (2006), la longitud de los grelos durante el período de almacenamiento es directamente proporcional a la pérdida de peso y esta aumenta en la medida que la temperatura se eleva de 7 °C hasta 20 °C. Por otra parte, puntualizan que la longitud de los grelos no se ve afectada por la distancia que separa los brotes, pues las reservas del tubérculo se movilizan simultáneamente a lo largo del mismo.

Struik *et al.* (2006), evaluaron diferentes períodos de almacenamiento en cámaras refrigeradas para la semilla de papa de un grupo de cultivares y obtuvieron un comportamiento diferencial de los mismos, en cuanto al número y longitud de los grelos, que se hizo más marcado con el período de almacenamiento superior a seis meses.

El clon 9-32-93 y la variedad Romano, presentaron las menores pérdidas durante el almacenamiento en los tres años evaluados con 0,13 y 0,17 kg de pérdida de masa respectivamente, que representan un 2,6% de pérdida de agua para el primer caso y un 3,4% para el segundo. Las variaciones fueron muy bajas en los años evaluados al presentar una DE de 0,06 para ambos casos. Las variedades Atlantic, Cal White y Desirée y el clon

1-10-96, presentaron un buen comportamiento al presentar porcentajes de pérdida de agua por debajo del 5%.

Hernández (2001a), encontró pérdidas de masa de los tubérculos superiores al 15%, para todos los genotipos, al evaluar 12 genotipos de papa, donde cuatro de ellos, no difirieron significativamente del control. Sin embargo, en los resultados alcanzados en este trabajo, los valores obtenidos fueron inferiores, lo que demuestra las potencialidades que existen para mejorar este carácter.

Los resultados en la conservación del tubérculo, dependen también de las condiciones de las cámaras de almacenamiento, las cuales deben de cumplir los requerimientos mínimos establecidos para la conservación de la papa, de lo contrario las pérdidas podrían ser muy grandes, las que pueden llegar incluso a superar el 50%, en un periodo de ocho a nueve meses de conservación en cámaras refrigeradas (Hernández *et al.* 2001c).

Lommen (1993), informó pérdidas en el almacenamiento desde 0,5 hasta 30%, cuando evaluaron dos variedades bajo temperaturas de 2 a 4 °C durante un año y medio. Las mayores pérdidas ocurrieron entre los 6 y 12 meses de conservación; este autor consideró tanto las pérdidas por deterioro de los tubérculos (daño mecánico), como por pérdida de masa fresca producidas por la incidencia de pudrición seca (*P. sulphureum*).

Al realizar el análisis de varianza en cada uno de los caracteres evaluados, se obtuvo una interacción significativa de las accesiones en los años, lo que justificó el ajuste a un modelo AMMI a los residuales de la interacción de segundo orden. En las figuras 6, 7, 8 y 9 se representa los biplots correspondientes a los AMMI realizados para cada una de las variables. En todos los casos se explica, con los dos primeros componentes, el 100% de la variabilidad.

Se manifestó un comportamiento diferencial para la mayoría de las accesiones durante los años. Para la consistencia de los tubérculos (Figura 6), los clones cubanos 9-32-93 y

1-10-96 y las variedades Romano, Desirée y Atlantic interactuaron positivamente en todos los ambientes (Años), ubicándose hacia el centro de origen de coordenada, lo que indica que fueron las más estables. La variedad Slaney que interactuó positivamente en todos los años fue estable, pero de consistencia media. La variedad Santana y los clones 5-41-93 y 6-84-85, que presentaron altos valores medios de consistencia, interactuaron positivamente en un año y negativamente en los otros dos, lo que indica que no mantuvieron su estabilidad en el período evaluado.

Para el número de grelos por tubérculo (Figura 7), las variedades Desirée y Romano y los clones 9-32-93 y 14-52-93 fueron los más estables, al ubicarse hacia el centro de origen de coordenadas y con valores bajos en todos los años evaluados. La variedad Atlantic, aunque presentó valores bajos de número de grelos por tubérculo, interactuó positivamente en el año uno (A1) y el año tres (A3) pero negativamente en el año dos (A2). La variedad Cal White y el clon 2-31-95, que se ubicaron hacia el centro de la figura, fueron estables para este carácter, pero con valores elevados de grelos por tubérculo. El clon 1-10-96, que presentó valores medio para este carácter, interactuó positivamente con A3 pero negativamente con A1 y A2, por lo que su estabilidad se vio afectada.

Para la longitud de los grelos (Figura 8), se observó que los clones cubanos 9-32-93 y 1-10-96 y las variedades Romano y Desirée mantuvieron buena estabilidad al ubicarse próximos al origen de coordenadas, con valores bajos para el mismo; sin embargo, la variedad Santana y los clones 6-84-85, 14-52-93 y 2-31-95, que se ubicaron cercanos al origen de coordenadas, presentaron valores superiores. La variedad Atlantic, de buen comportamiento para la consistencia, interactuó positivamente en A3 y negativamente en A1 y A2.

La pérdida de masa de los tubérculos (Figura 9), fue el carácter que mostró mayor estabilidad, pues un gran número de accesiones se ubicaron cercanas al origen de

coordenadas. Se destacaron las variedades Romano, Atlantic, Desirée y Cal White, y el clon 9-32-93. El clon 1-10-96, que presentó bajos porcentajes de pérdidas, no fue estable ya que interactuó positivamente en A1 y negativamente en A2 y A3.

Las variedades Romano y Desirée han sido las más estables y las de mejor comportamiento en la producción durante varios años en nuestro país; sin embargo, esta última fue eliminada de la estructura varietal por su extremada susceptibilidad a la sarna común (*Streptomyces scabies*) (Estévez *et al.* 2003), aunque fue incluida nuevamente, en la estrategia varietal en la campaña 2008-2009 (Manso, 2009). De todo ello se deduce la importancia de contar con accesiones, que expresen no solo un buen comportamiento en campo sino también en la conservación en cámaras refrigeradas.

González *et al.* (2003), lograron identificar los clones y variedades de papa más estables para caracteres morfoagronómicos durante dos años, en varias localidades, mediante la utilización de un análisis biplot y se pudo constatar que esta técnica es de utilidad para el mejoramiento en papa, ya que permite determinar la estabilidad de los genotipos de acuerdo a la proximidad de los mismos con respecto al origen de las coordenadas en la figura; así como aquellos que son responsables de la interacción significativa y que presentan un comportamiento inestable a través de los años (Moreno-González *et al.* 2004). En este mismo sentido, Varela y Castillo (2005), establecieron mediante un modelo AMMI, las variedades de papa más estables para caracteres del rendimiento y sus componentes en nueve ambientes, incluyendo diez variedades cultivadas, donde la variedad Desirée fue una de las más estables en todos los años evaluados. Así mismo, se ha establecido recientemente, un método efectivo para estudiar la estabilidad de las variedades de papa en varias localidades y años, utilizando un modelo AMMI generalizado al caso de un ACP de tres modos (interacción de tercer orden), y que pueden ser representados mediante un Biplot interactivo, concatenando solamente dos de los modos (Varela *et al.* 2007).

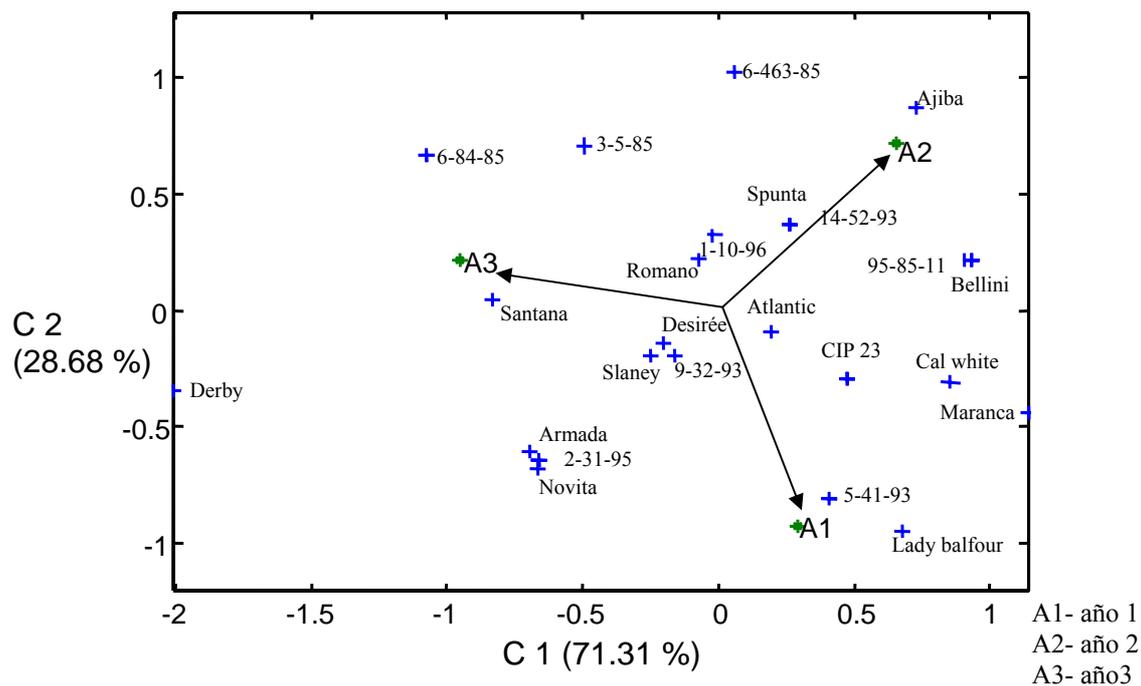


Figura 6. Representación Biplot del comportamiento de las accesiones, durante tres años de estudio, para la consistencia del tubérculo, mediante un modelo AMMI

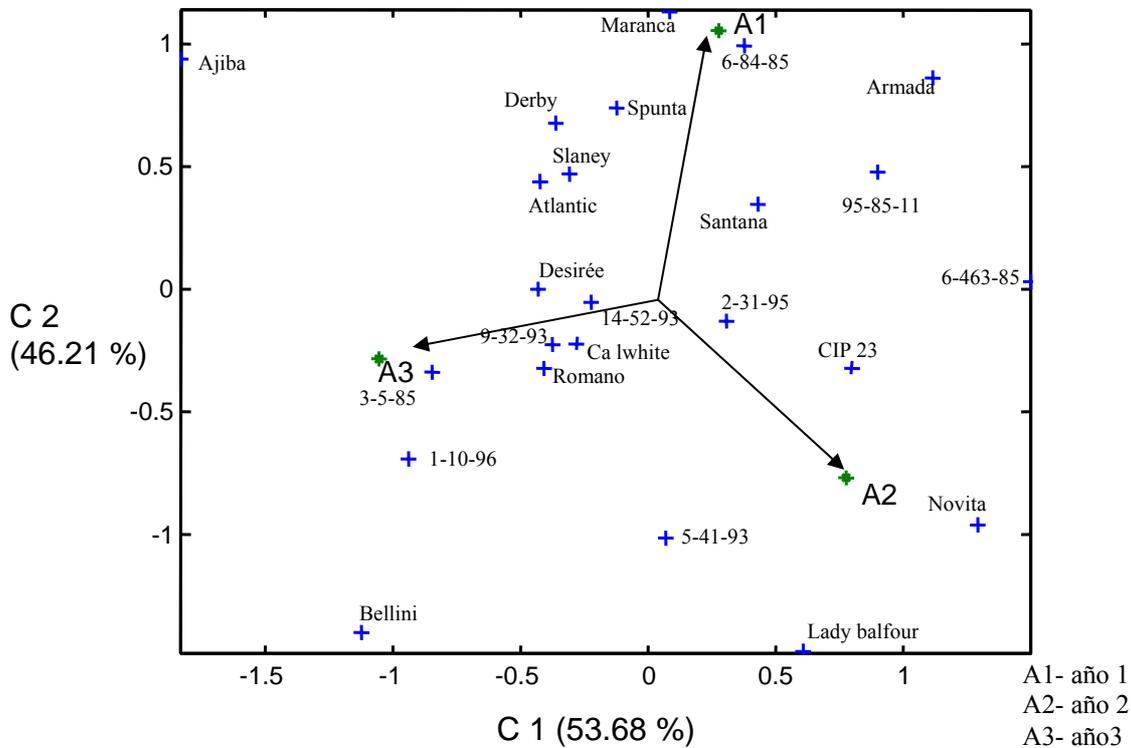


Figura 7. Representación Biplot del comportamiento de las accesiones, durante tres años de estudio, para el número de grelos por tubérculos, mediante un modelo AMMI

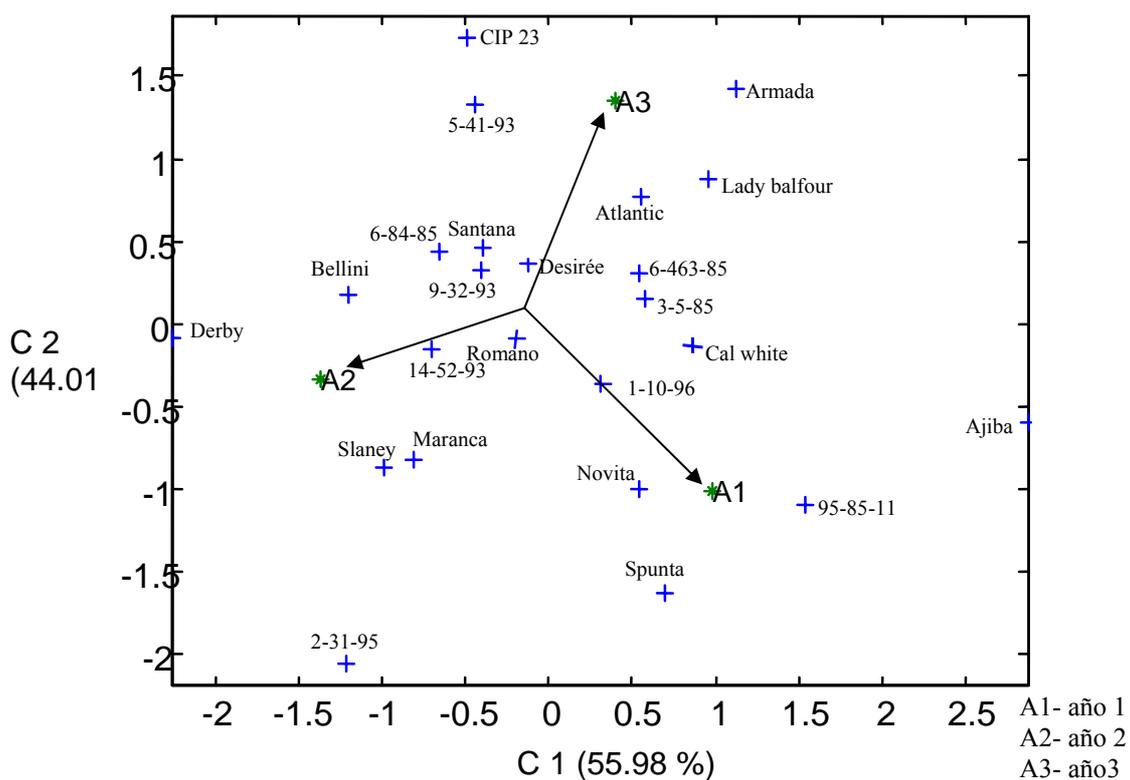


Figura 8. Representación Biplot del comportamiento de las accesiones, durante tres años de estudio, para la longitud de los grelos de los tubérculos, mediante un modelo AMMI

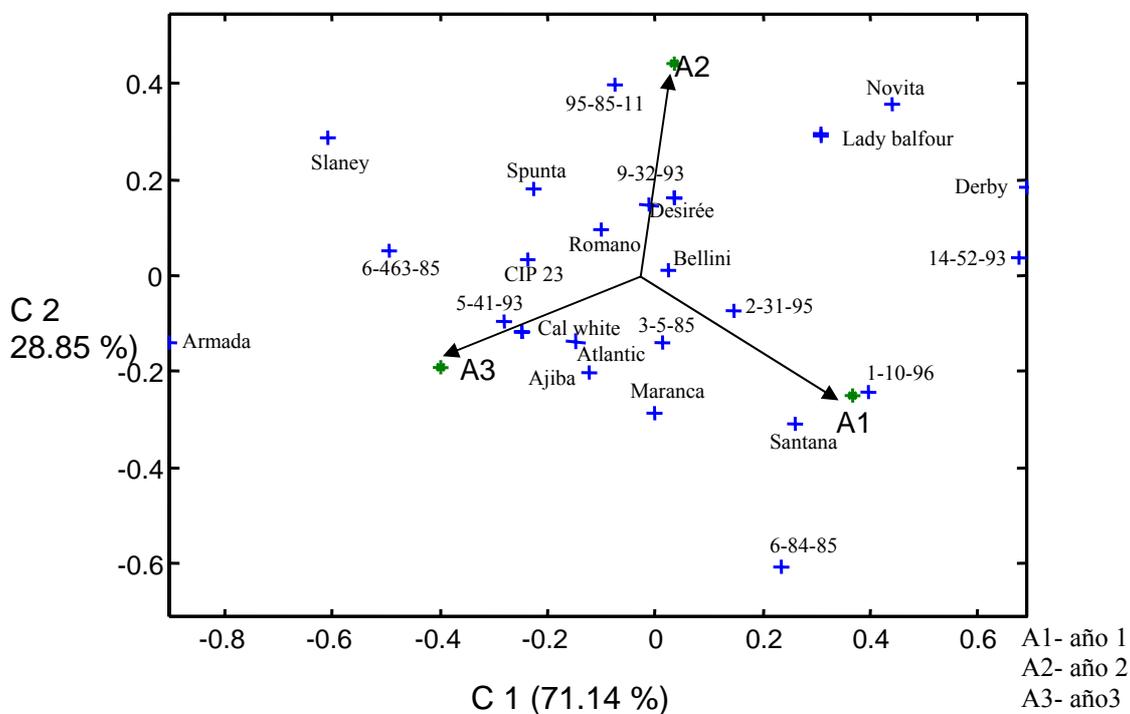


Figura 9. Representación Biplot del comportamiento de las accesiones, durante tres años de estudio, para la pérdida de masa del tubérculo, mediante un modelo AMMI

El programa de mejoramiento actual de este cultivo tiene, dentro de sus prioridades, la obtención de variedades estables y con buen comportamiento en la conservación en cámaras refrigeradas, debido, fundamentalmente, a la negativa repercusión que tiene en la alimentación de la población, la utilización de variedades con características inadecuadas para este fin, además de las pérdidas que se producen en dichas instalaciones, afectando sensiblemente la economía del país (Hernández *et al.* 2001c).

De forma general, se observó un buen comportamiento en cuanto al almacenamiento en cámaras refrigeradas de las accesiones evaluadas. Las variedades Romano, Desirée, Atlantic y el clon 9-32-93, fueron las de mejor comportamiento y más estables para la mayoría de los caracteres evaluados. Se destacaron, además, la variedad Santana con muy buena consistencia y bajo porcentaje de pérdida de masa y los clones 5-41-93 y 1-10-96, el primero por su buena consistencia y, el último, por su poca pérdida de masa.

Se denota por estos resultados, que se conservan accesiones en el banco de germoplasma de papa cubano, que poseen características de calidad del tubérculo adecuadas tanto, por su calidad interna, como por su conservación en cámaras refrigeradas, las que podrán utilizarse más ampliamente, en el programa de mejoramiento de este cultivo o directamente en la producción.

#### **4.4 Estimación de la variabilidad presente en una muestra de la colección del germoplasma de papa**

##### **4.4.1 Análisis de la variabilidad morfoagronómica**

En la figura 10 se muestra el agrupamiento realizado a las 28 accesiones seleccionadas al azar (Anexo 5), a partir de la variabilidad detectada en los nueve grupos formados, mediante el ACP para los caracteres cuantitativos evaluados en las accesiones silvestres y cultivadas (Figuras 1 y 2). El remuestreo realizado hasta 1000 veces, permitió diferenciar dos grandes grupos con valores por encima del 95% de consistencia. El primero, con un 97,5% de

consistencia, estuvo compuesto, básicamente, por las especies silvestres e incluye además dos clones del CIP y la variedad Atzimba y el segundo grupo, con un 100% de consistencia, estuvo formado por variedades cultivadas y clones cubanos.

Las accesiones de diferente origen se separaron en grupos diferenciados, con la excepción de los clones del CIP que se agruparon con las accesiones silvestres. Esta similitud podría ser debida a que las mismas provienen de cruces entre especies silvestres y cultivares tetraploides de la subespecie *andígena* (Bonierbale *et al.* 2004). Se denota además, en el caso de las cultivadas, la tendencia que ha caracterizado los programas de mejoramiento genético del cultivo a nivel mundial de obtener variedades con altos potenciales de rendimiento (Hermanova *et al.* 2007).

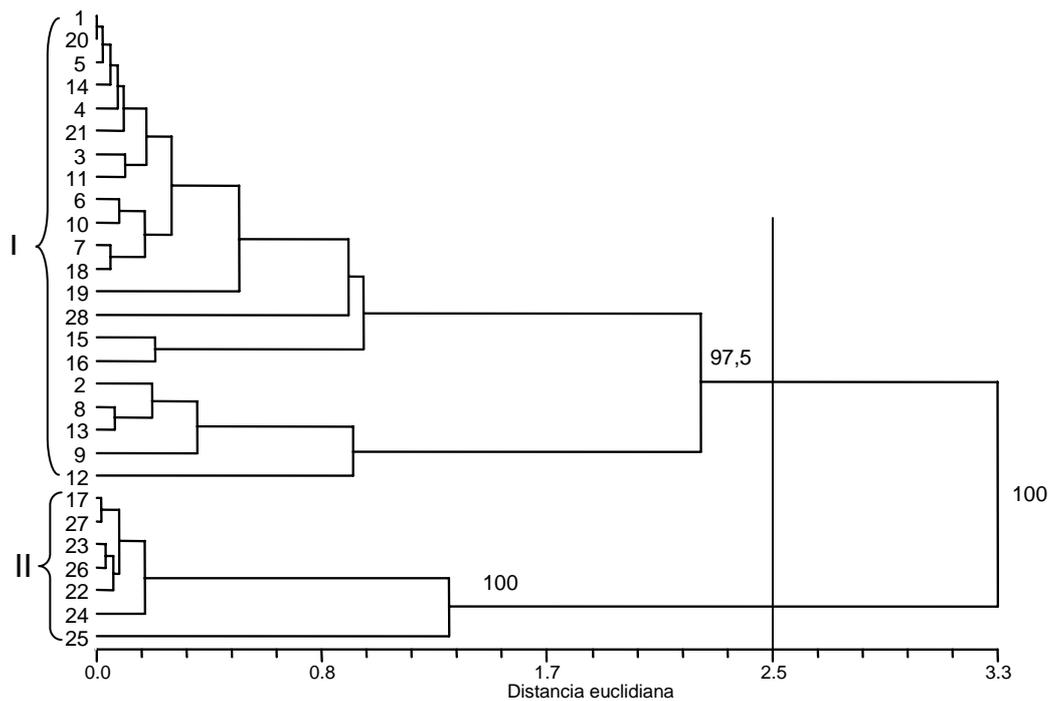


Figura 10. Dendrograma formado a partir de la distancia euclidiana entre las 28 accesiones estudiadas

(1) *S. acaule*, (2) *S. brachycarpum*; (3) *S. demissum*; (4) *S. leptophyes*; (5), *S. stoloniferum* (6) *S. coriaceifoliolatum* ; (7) *S. jamessi*, (8) *S. pinnatisectum*, (9) *S. schuteri*; (10) *S. brevicaulis*, (11) *S. stenotomum*.; (12) *S. sparsipilum*; (13) *S. urumbambae*; (14) *S. chacoense*; ; (15) *S. dolichostigma*; (16) *S. parodii*; (17) 2-5-85; (18) *S. commersonii*; (19) Atzimba; (20) *S. tarijense*; (21) CIP 48; (22) Romano; (23) Ajiba; (24) 3-5-85; (25) Maranca; (26) 6-463-85; (27) Desirée; (28) CIP 23

Resultados similares fueron obtenidos por Solano *et al.* (2007), al caracterizar morfoagronómicamente 22 accesiones silvestres y nativas de Chile, para un grupo importante de caracteres. El estudio permitió diferenciar dos grupos bien definidos, el primero compuesto por accesiones silvestres con un ciclo de vida mas largo, bajos rendimientos, tubérculos alargados y de color púrpura y, el segundo, donde se agruparon las variedades tetraploides cultivadas caracterizadas por presentar, rendimientos superiores, así como tallos angulosos y verdes.

Análisis de variabilidad morfoagronómica han sido utilizados ampliamente en grandes colecciones como la del CIP (Ortiz y Huamán, 1994), en apoyo a los programas de mejoramiento de varios países; no obstante, es importante la utilización de otras técnicas, como las isoenzimáticas y moleculares, que permiten establecer con mayor eficiencia, las relaciones genéticas existentes entre accesiones estrechamente relacionadas (Del Río y Bamberg, 2000).

#### **4.4.2. Análisis de la variabilidad bioquímica**

En la tabla 15, se presentan el número de bandas y el porcentaje de polimorfismo para los sistemas peroxidasas, esterases, anhidrasas carbónica y polifenol oxidasas. Las isoenzimas peroxidasas (Figura 11), alcanzaron el mayor polimorfismo, con cinco de las nueve bandas polimórficas, para un 55,6%. Las bandas de este sistema se dividieron en tres regiones, la primera, comprendió bandas desde los 0,37 hasta los 0,45 de distancia de movilidad relativa (Rf), la segunda, contempló dos bandas con una movilidad de 0,25 hasta los 0,30 Rf. La región Px 3 resultó la más polimórfica, presentando el mayor número de bandas que fueron desde los 0,03 hasta 0,14 Rf. Al respecto, Giovannini *et al.* (1993), encontraron tres regiones de actividad para esta enzima al analizar híbridos de un cruce ínter específico, en donde la región Px 3 resultó la más polimórfica. Se debe señalar además, que éste es un

sitio polimórfico en el cultivo, y que está incluido en el mapa genético del género *Solanum*, en el cromosoma 2 (Tanksley *et al.* 1989).

Tabla 15. Número de bandas y porcentaje de polimorfismo en los sistemas isoenzimáticos evaluados

<b>Sistemas isoenzimáticos</b>	<b>Total de bandas</b>	<b>No. Bandas polimórficas</b>	<b>% polimorfismo</b>
Peroxidasas	9	5	55,5
Esterasas	12	6	50,0
Polifenol Oxidasa	9	3	33,3
Anhidrasa Carbónica	9	2	22,2
Total	39	16	41,03
$\bar{x}$	9,8	4	

Las isoenzimas esterasas (Figura 12) revelaron el mayor número de bandas (12), seis de ellas polimórficas, para un 50% de polimorfismo. La movilidad relativa de las bandas estuvieron situada entre 0,04 y 0,56 Rf. Según Douches y Ludlam (1991), la evaluación de los patrones de bandas en este sistema es complicada y difícil de interpretar, aún si se refleja, adecuadamente, la diversidad de las accesiones. La región de mayor polimorfismo se encontró entre los valores 0,21 y 0,352 Rf; estos resultados están en concordancia con los obtenidos por Barta y Divis (2003) y divergen de los obtenidos por Giovannini *et al.* (1993) y Kormutak *et al.* (1999), pues los rangos obtenidos por estos autores fueron superiores a los obtenidos en este trabajo. Castillo (2000) y Lara *et al.* (2003), encontraron también un gran polimorfismo de esta enzima al estudiar la variabilidad genética en cruces entre variedades tetraploides de papa y callos de papa conservados *in vitro*.

Los sistemas isoenzimáticos de anhidrasas carbónica (Figura 13) y polifenol oxidasa (Figura 14), presentaron nueve bandas cada uno, con el menor polimorfismo, al presentarse patrones de bandas similares para la mayoría de las accesiones evaluadas, siendo más marcado el monomorfismo en la enzima polifenol oxidasa, con solamente dos bandas polimórficas (22,2%).

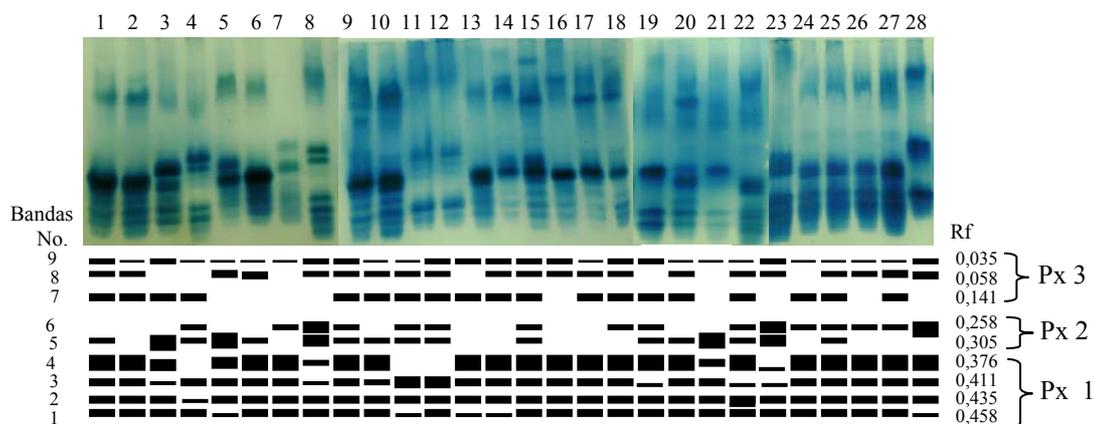


Figura 11. Zimograma de las isoenzimas peroxidadas detectadas en el extracto crudo de 28 accesiones del germoplasma de papa

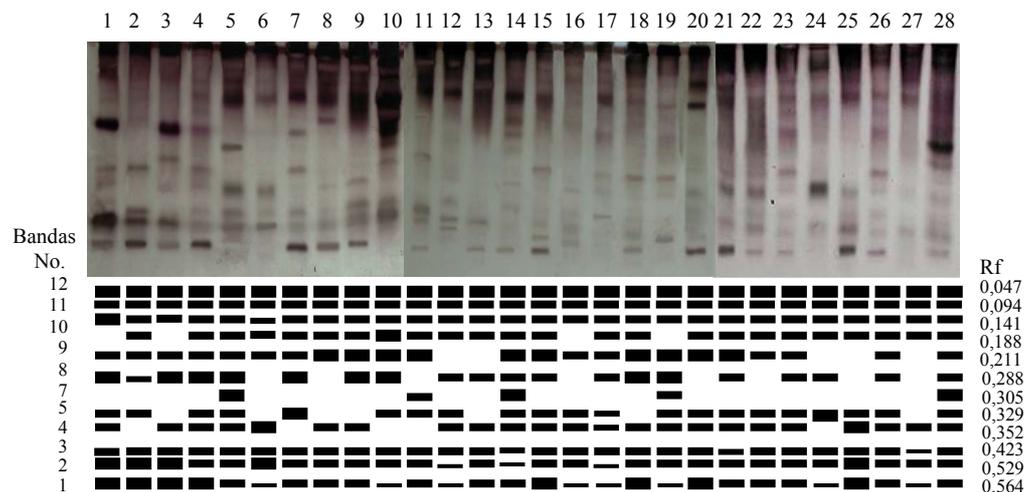


Figura 12. Zimograma de las isoenzimas estererasas detectadas en el extracto crudo de 28 accesiones del germoplasma de papa

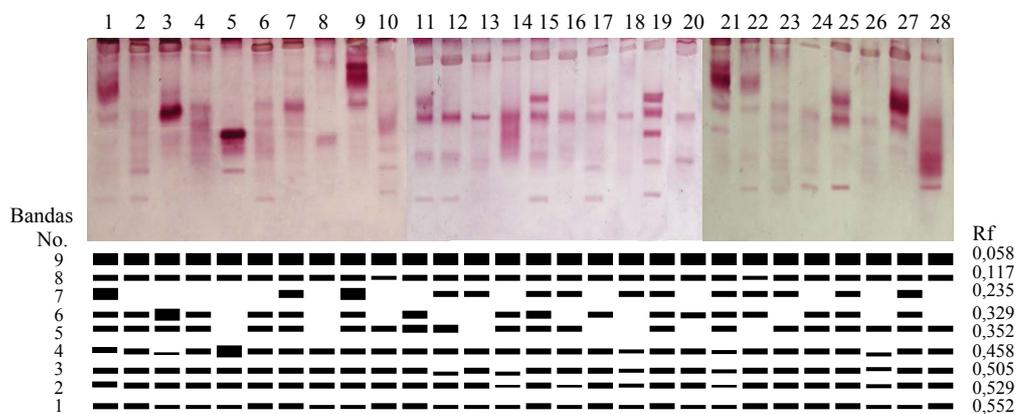


Figura 13. Electroforesis de las isoenzimas anhidrasas carbónica detectadas en el extracto crudo de 28 accesiones del germoplasma de papa

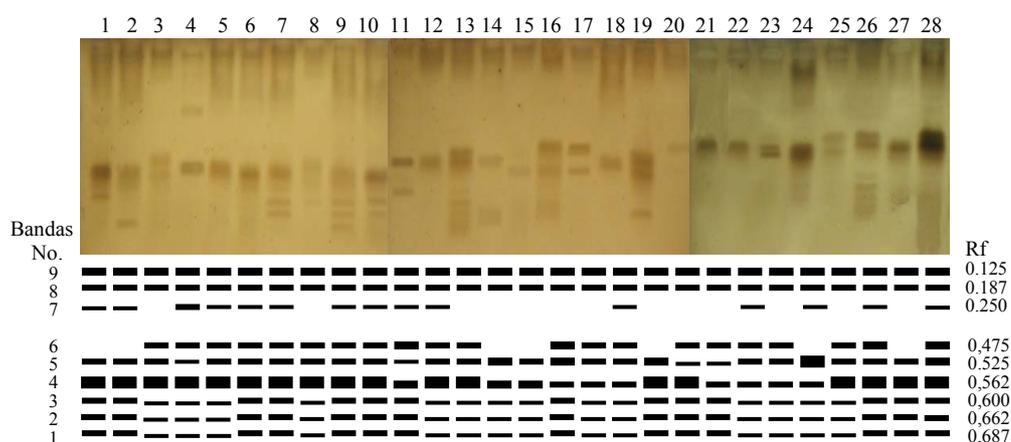


Figura 14. Zimograma de las isoenzimas polifenol oxidasa detectadas en el extracto crudo de 28 accesiones del germoplasma de papa

(1) *S. acaule*, (2) *S. brachycarpum*; (3) *S. demissum*; (4) *S. leptophyes*; (5) *S. stoloniferum* (6) *S. coriaceifoliolatum* ; (7) *S. jamessi*, (8) *S. pinnatisectum*, (9) *S. schuteri*; (10) *S. brevicaulis*, (11) *S. stenotomum*; (12) *S. sparsipilum*; (13) *S. urumbambae*; (14) *S. chacoense*; ; (15) *S. dolichostigma*; (16) *S. parodii*; (17) 2-5-85; (18) *S. commersonii*; (19) *Atzimba*; (20) *S. tarijense*; (21) *CIP 48*; (22) *Romano*; (23) *Ajiba*; (24) 3-5-85; (25) *Maranca*; (26) 6-463-85; (27) *Desirée*; (28) *CIP 23*

No se encontraron referencias sobre la utilización de las anhidrasas carbónica en la caracterización de genotipos de papa; sin embargo, es conocido que esta es una de las proteínas solubles de mayor presencia en las plantas C3, y se encuentra, fundamentalmente, en los cloroplastos (Maleu y Coleman, 1991).

En la figura 15, se presenta el dendograma obtenido a partir de la matriz de las bandas polimórficas de los sistemas evaluados, utilizando el índice de similitud (IS) de Jaccard. El IS de Jaccard fue el de mayor correlación cuando se le aplicó la prueba estadística normalizada de Mantel, con un  $r=0,89$  ( $t=8,77$ ) entre la matriz cofenética y la matriz original, comparados con el índice de Dice ( $r=0,86$ ,  $t=8,23$ ) y Simple Matching ( $r=0,83$   $t=11,75$ ). La relación existentes entre las accesiones mostró un rango entre 0,66-0,88. El remuestreo realizado al agrupamiento, hasta 1000 veces, permitió diferenciar cinco grupos consistentes, bien diferenciados.

El grupo I, compuesto por 15 accesiones, con una consistencia media del 91,3% en el remuestreo realizado, estuvo representado por accesiones silvestres y cultivadas, con

niveles de similitud genética de 0,75; siendo los más cercanos los clones 3-5-85 (24) y 6-463-85 (26) con un IS de 0,88; estas dos accesiones tienen un origen común, ya que fueron obtenidas a partir de cruces entre los mismos progenitores (Estévez *et al.* 1994). Relaciones cercanas también mostraron las variedades Maranca (25) y Desirée (27), con un IS muy próximo a 0,88. El grupo II, con una consistencia del 95,5%, comprende siete accesiones, con un IS de 0,74. Está incluido dentro de este un clon procedente del CIP, el cual tiene también un origen común, pues es descendiente de la *S. dolichostigma* con una variedad tetraploide de la subespecie *andígena* (Bonierbale *et al.* 2004). Las mayores similitudes se establecieron entre las accesiones *S. dolichostigma* (15) y *S. parodii* (16) con valores cercanos a 0,88.

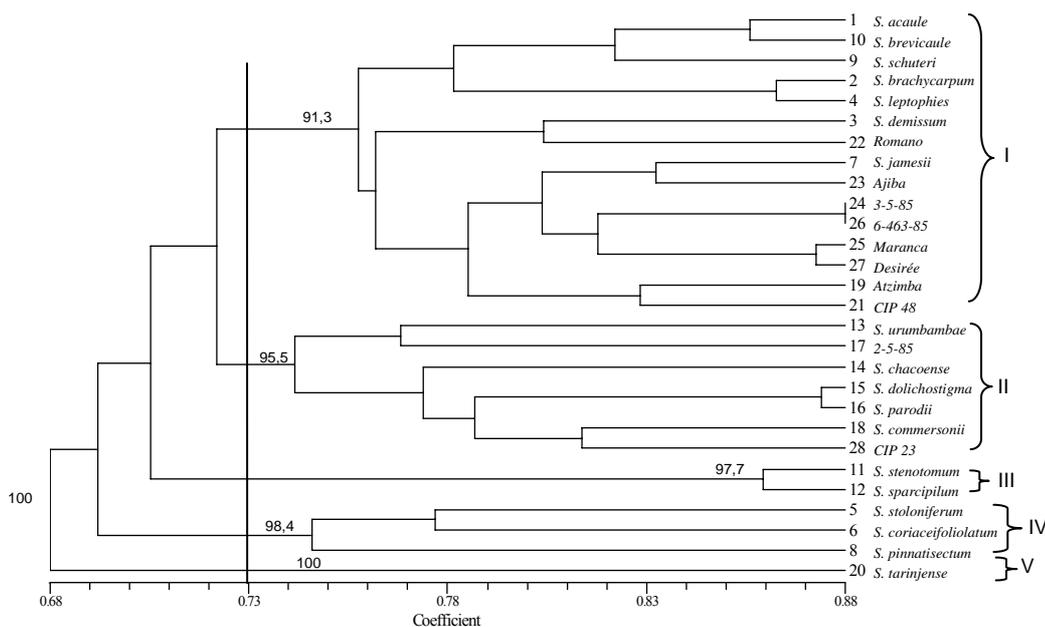


Figura 15. Dendrograma formado a partir de las bandas polimórficas de los cuatro sistemas isoenzimáticos utilizando el método de agrupamiento UPGMA, y el índice de similitud de Jaccard en las 28 accesiones analizadas

El grupo III comprendió sólo dos accesiones, *S. stenotomum* (11) y la *S. sparcipilum* (12) y su similitud fue de 0,86, con una consistencia del 97,7%. Se plantea que las especies silvestres *S. stenotomum* y *S. sparcipilum* le dieron origen a la especie cultivada *S.*

*tuberosum*, a partir de un cruzamiento natural, y se presume que *S. sparcipilum* fue la que le confirió las fuentes de resistencia para la adaptación a los diferentes ambientes en que se desarrollaría este cultivo en el mundo (Ligarreto, 2001). El grupo IV, estuvo formado tres accesiones silvestres con los valores más distantes entre sí, una consistencia de 98,4% y un índice de similitud aproximado de 0,74.

Por último, se formó el grupo V con una sola accesión, *S. tarijense* con características más cercanas al grupo IV. La separación de esta especie con el resto del grupo, no indica que no exista una relación entre ellas, pues gran parte de ellas provienen de la misma zona geográfica (Del Río y Bamberg, 2004) y pudieran existir relaciones genéticas más estrechas que no se detectan con las técnicas isoenzimáticas.

Debemos precisar que los sistemas isoenzimáticos permitieron definir, con bastante exactitud, la variabilidad genética y las relaciones entre las accesiones estudiadas, no obstante, se debe tener en cuenta que las isoenzimas podrían sobreestimar las relaciones entre las accesiones, pues los niveles de polimorfismos son bajos comparados con otras técnicas, como las moleculares (Zhan *et al.* 2007). Los sistemas isoenzimáticos han sido utilizados eficientemente para los estudios de diversidad genética y para deducir el origen de especies silvestres de papa (Clausen y Spooner 1998; Barta y Divis, 2003; Valverde, 2007).

Se observó, de forma general, una elevada variabilidad isoenzimática en las accesiones estudiadas, siendo las esterasas y peroxidasas los sistemas que detectaron el mayor polimorfismo. El análisis de agrupamiento, indicó que los sistemas isoenzimáticos evaluados pueden ser utilizados para estimar la variabilidad genética en accesiones de papa estrechamente relacionadas y de diverso origen.

#### 4.4.3 Análisis de la variabilidad mediante AFLP

Se obtuvieron un total de 159 productos de amplificación en el análisis de AFLP a las 28 accesiones seleccionadas del germoplasma de papa, con un promedio de 31,8 bandas por combinación de cebador (Tabla 16). Se visualizaron un total de 99 bandas polimórficas, para un 62,26% de polimorfismo, destacándose la combinación 2 (*MseI+cag - PstI+aac*) con el 77,14%. Los índices de polimorfismo fueron superiores al 50% para todas las combinaciones, lo cual evidencia la elevada variabilidad presente en el germoplasma de papa en Cuba.

Tabla 16. Número de bandas y porcentaje de polimorfismo en las diferentes combinaciones de cebadores utilizados en el análisis de AFLP

Combinaciones	Total de bandas	No. Bandas polimórficas	% polimorfismo
1- <i>MseI+act - PstI+gcc</i>	30	17	56,60
2- <i>MseI+cag - PstI+aac</i>	35	27	77,14
3- <i>MseI+agc - PstI+aac</i>	34	21	61,76
4- <i>MseI+cgg - PstI+cct</i>	31	19	61,29
5- <i>MseI+gac - PstI+agc</i>	29	15	51,72
Total	159	99	62,26
$\bar{x}$	31,8	19,8	

Roupe *et al.* (1998) informaron, en un estudio para establecer el número óptimo de cebadores en los marcadores AFLP, que una sola combinación de cebadores reveló suficiente información para caracterizar cinco genotipos de papa y puntualizaron que el número de marcadores monomórficos aumentó al incrementar las combinaciones y el número de genotipos analizados.

En este mismo sentido, Kim *et al.* (1998), obtuvieron 84 bandas polimórficas con una sola combinación de cebadores entre 12 cultivares de papa y McGregor *et al.* (2002b), obtuvieron 130 bandas polimórficas con dos pares de combinaciones. Solano *et al.* (2007),

utilizó cinco combinaciones de cebadores para obtener un óptimo polimorfismo en variedades cultivadas tetraploides chilenas y especies silvestres nativas.

Las bandas polimórficas del análisis de AFLP, mostraron agrupamientos congruentes utilizando los tres índices de similitud. Las pruebas estadísticas normalizadas de Mantel mostraron que las matrices de similitud estaban altamente correlacionadas, en el caso del índice de Jaccard ( $r=0,93$ ,  $t= 9,1$ ), y medianamente correlacionadas para el índice de Dice ( $r=0,88$ ,  $t= 8,26$ ) y Simple matching ( $r=0,82$ ,  $t= 20,25$ ). El remuestreo realizado, hasta 1000 veces, permitió diferenciar cinco grupos fundamentales, con una consistencia por encima del 93% (Figura 16). Esta representación gráfica, permitió estimar las relaciones entre las accesiones, las que formaron grupos relacionados entre sí, con niveles de similitud que estuvieron en el rango de 0,68 y 1,0.

En el grupo I, con un valor del remuestreo de 93,4%, se ubicaron 13 accesiones, todas silvestres, con la excepción de la accesión CIP 48, que se ubicó dentro de este grupo. Este resultado se corresponde con los marcadores morfoagronómicos e isoenzimáticos, donde se detectó que los clones del CIP tienen similitudes genéticas con las silvestres, lo cual corrobora su origen (Bonierbale *et al.* 2004).

En este grupo, las especies silvestres *S. demisum* (3) y *S. leptophyes* (4), tuvieron coeficientes de similitud iguales a 1; sin embargo, no se informan antecedentes en la literatura sobre vinculaciones genéticas de origen entre estas dos especies, lo cual podría indicar que son accesiones duplicadas. Esta agrupación está en concordancia con los análisis morfoagronómicos e isoenzimáticos, donde se mostraron niveles de similitud muy cercanos entre estas dos especies. Estos resultados deben tomarse en consideración para futuras decisiones en este sentido.

El grupo II, estuvo representado por seis accesiones, cuatro variedades cultivadas y dos clones cubanos; estos dos últimos, con la mayor similitud entre ellos, superior al 90%. Esta

similitud se debe a que ambos provienen de la misma combinación genética entre la variedad Desirée, utilizada como progenitor femenino, y presente también en este grupo, y la variedad Baraka como progenitor masculino (Estévez *et al.* 1994). La similitud existente entre las variedades Desirée y Romano se debe a que, la primera, se utilizó como progenitor masculino en el cruce que dio origen a la segunda (NIVAPP, 2007).

En estudios realizados en Chile, Solano *et al.* (2007) determinaron, mediante marcadores AFLP, que la variedad Desirée tenía altos niveles de similitud con las papas originarias de Chile, lo que refuerza la hipótesis de la presencia de genes ancestrales en las variedades cultivadas, y por lo tanto, que se originaron a partir de las papas tetraploides de los llanos chilenos. En este mismo sentido, Celeste y Spooner (2002), utilizando otras técnicas moleculares (microsatélites), lograron separar la subespecie *tuberosum* de la *andígena*, y las variedades cultivadas de las silvestres.

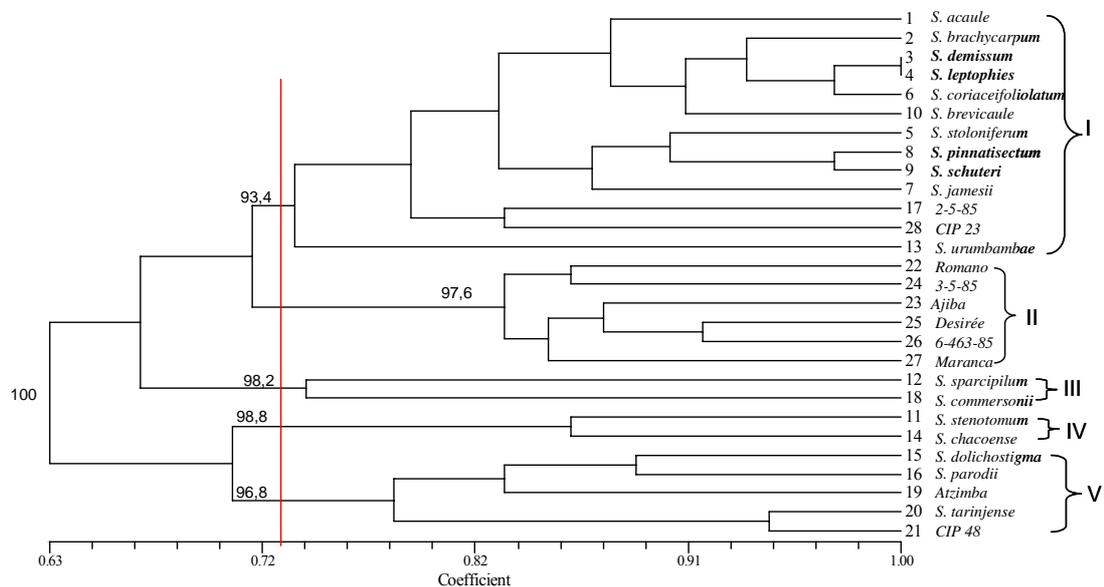


Figura 16. Dendrograma obtenido a partir de las bandas polimórficas obtenidas con los marcadores AFLP, usando análisis de agrupamiento UPGMA, según índice de similitud de Jaccard a las 28 accesiones analizadas

Los grupos III y IV contaron, cada uno, con dos accesiones, con un valor del remuestreo superior al 98%, en cada caso. Las accesiones *S. sparcipilum* (12) y *S. commersonii* (18)

conformaron el grupo III, con una similitud cercana a 0,7, y el grupo IV, con un IS de 0,86, lo conforman las accesiones *S. stenotomum* (11) y *S. chacoense* (14). Ha sido informado que estas accesiones tienen un origen común y están en el mismo centro de distribución geográfica (Del Rio y Bamberg *et al.* 2004; Hermanova *et al.* 2007), lo que se corresponde con los resultados obtenidos en este trabajo. Por último, con una consistencia del 96,8%, se formó el grupo V, con cinco accesiones. En este se agrupan tres accesiones silvestres, la variedad Atzimba y el clon CIP 48. Existe cierta correspondencia entre esta agrupación y los resultados morfoagronómicos donde estas dos accesiones se agruparon en el mismo grupo que las accesiones silvestres.

Ghislain *et al.* (1999), al caracterizar molecularmente 22 especies nativas de papas, encontraron un polimorfismo marcado entre estas, donde la especie *Solanum tuberosum* subsp *andígena*, fue la más distante de todas en las hibridaciones del ADN. Se debe tener en cuenta, no obstante a lo planteado, que la efectividad de los AFLP para este tipo de análisis, depende de varios factores y, en estudios de diversidad genética, se pueden obtener resultados contrastantes, en algunos casos contradictorios, cuando utilizamos técnicas diferentes de marcadores moleculares (Parsons *et al.* 1997; Virk *et al.* 2000).

Los resultados de análisis de AFLP, mostraron una mejor agrupación en comparación con el análisis morfoagronómico e isoenzimático, lo cual está en concordancia con lo informado para el cultivo de la papa (Solano *et al.* 2005). Se evidenció, además, la amplia base genética que posee este cultivo a nivel molecular, lo cual se corresponde con lo planteado por varios autores, quienes han informado la presencia en este cultivo de un elevado polimorfismo, al trabajar con diferentes marcadores moleculares RAPD (Gislain *et al.* 1999), microsatélites (Provan *et al.* 1996; Milbourne *et al.* 1998) y AFLP (MacGregor, 2002b; Del Rio *et al.* 2006; Solano *et al.* 2007). Los marcadores AFLP han sido

informados también, como técnicas muy eficientes para los estudios filogenéticos y de evolución de especies (Spooner *et al.* 2005; Bae *et al.* 2006; Scariot *et al.* 2007).

En la tabla 17, se presentan los estimados del coeficiente de correlación de la prueba normalizada de Mantel entre la distancia fenotípica (DF) y las distancias genéticas (DG<sub>ISO</sub> y DG<sub>AFLP</sub>). Los estimados de las correlaciones fueron estadísticamente significativos entre todos los marcadores. Los análisis mostraron que las similitudes genéticas estuvieron más estrechamente correlacionadas entre los marcadores isoenzimáticos y los AFLP ( $r=0,65$ ). Los estimados de distancias fenotípicas se correlacionaron adecuadamente con los AFLP ( $r=0,55$ ), y fueron relativamente bajos en la correlación con los isoenzimáticos ( $r=0,41$ ). Resultados similares encontraron Ramírez *et al.* (2005), en un estudio de diversidad en diferentes variedades de aguacate, sin embargo, encontraron una mayor correlación entre la distancia fenotípica y la isoenzimática. Por otra parte, Solano *et al.* (2007), encontraron correlaciones muy bajas ( $r=0,09$ ) entre los marcadores morfoagronómicos y los moleculares (AFLP).

Tabla 17. Coeficiente de correlación de Mantel entre los estimados de distancia para los diferentes marcadores

	DF	DG <sub>ISO</sub>	DG <sub>AFLP</sub>
DF	<b>0,94 (1,00)</b>		
DG <sub>ISO</sub>	0,41 (0,99)	<b>0,88 (1,00)</b>	
DG <sub>AFLP</sub>	0,55 (0,99)	0,65 (0,99)	<b>0,90 (0,99)</b>

DF: Distancia fenotípica (Euclidiana)

DG: Distancia genética (Jaccard)

( ) Valores de probabilidad obtenidos en la prueba de correspondencia de Mantel.

En este mismo sentido Zhang *et al.* (2007), encontraron correlaciones entre los caracteres morfoagronómicos (distancia fenotípica) y marcadores isoenzimáticos y moleculares (RAPD), utilizando igualmente el coeficiente de Mantel; sin embargo, no encontraron correlación entre las distancias genéticas de las isoenzimas y los marcadores moleculares.

Los resultados obtenidos corroboran que los marcadores AFLP fueron más efectivos en estudios de diversidad genética en el germoplasma de papa, ya que permitieron estimar con mayor efectividad las relaciones genéticas entre accesiones estrechamente relacionadas. En los últimos años, otros marcadores moleculares, como los microsatélites y el Polimorfismo de Nucleótidos Simple (SNP), han sido utilizados para este tipo de estudio con resultados satisfactorios (Zhang *et al.* 2007).

Los resultados obtenidos, con los diferentes marcadores, evidenciaron una elevada variabilidad, lo que muestra que la base genética en el germoplasma es bastante amplia para los trabajos de mejoramiento, la cual debe ser explotada más eficientemente.

Sin embargo, el uso de esta diversidad genética debe de ser eficiente, de forma ta que el número elevado de accesiones no limite la utilización de las mismas, por ello es importante concentrar esa variabilidad en el menor número de accesiones posible, sin que esta se vea reducida.

#### **4.5 Establecimiento y validación de una colección núcleo en la colección cubana de germoplasma de papa**

##### **4.5.1 Establecimiento de la colección núcleo**

El análisis de componentes principales realizado, sobre la base de los valores medios obtenidos en la caracterización de las 351 accesiones para los caracteres del rendimiento y sus componentes y la evaluación de *A. solani* y el PLRV, permitió explicar con las primeras cuatro componentes, el 91,43% de la variabilidad total observada (Tabla 18). Las variables que más contribuyeron a la formación de C 1 fueron el rendimiento por planta y en toneladas por hectárea, la masa promedio de los tubérculos y el número de tubérculos; en C 2, la mayor contribución fue la incidencia del hongo *Alternaria solani*; mientras que en la componente 3 fue la afectación por PLRV. La altura de la planta fue la variable que más contribuyó en la formación de la componente 4.

Peters y Martinelli (1989), compararon diferentes procedimientos de agrupación jerárquica multivariadas, en una colección de *Lactuca sativa*, obteniendo como resultado que no sólo eran herramientas muy útiles para agrupar las entradas de colecciones de germoplasma, sino que además permiten estimar el potencial de segregación de las accesiones en cruzamientos. Diferentes trabajos se han realizado para comparar la efectividad de los métodos multivariados frente a los métodos aleatorios, para crear colecciones núcleo en diferentes cultivos (Basigalup *et al.* 1995; Bisht *et al.* 1998 y Balfourier *et al.* 1998).

Tabla 18. Porcentaje de variabilidad explicada mediante el ACP, según las cuatro primeras componentes.

Valores y vectores propios				
Componentes	Varianzas	% explicado		% acumulado
C1	3,324	47,490		47,490
C2	1,317	18,810		66,301
C3	0,918	13,110		79,411
C4	0,842	12,022		91,433
Variables analizadas	Componentes			
	C1	C2	C3	C4
NT/pta	<b>0,730</b>	-0,507	0,107	-0,022
MP (kg)	<b>0,780</b>	0,430	0,0238	-0,101
Rend/pta (kg)	<b>0,984</b>	-0,048	0,0563	-0,141
Rend (t/ha)	<b>0,984</b>	-0,046	0,0579	-0,141
Altura (cm)	0,441	0,214	0,0095	<b>0,870</b>
<i>A. solani</i>	0,169	<b>0,710</b>	-0,549	-0,159
PLRV	-0,156	0,566	<b>0,773</b>	-0,097

NT/pta- número de tubérculo por planta, MP- masa promedio,  
Rend/pta.- rendimiento por planta, Rend. (t/ha).- rendimiento en toneladas por hectárea

Tomando como base el resultado del ACP realizado, se definieron los grupos mediante el análisis de conglomerados (Tabla 19). El mejor criterio de clasificación fue la formación de diez grupos, donde el 98,9% de las accesiones quedaron correctamente agrupadas. Los grupos presentaron una distribución adecuada y la presencia de, al menos, una accesión en cada uno. Este resultado está en correspondencia con lo informado por Van Hintum *et al.* (2003), quienes informaron que en el caso de las colecciones núcleo de varias especies, se

deben incluir todos los grupos, aunque alguno de ellos conste de uno o dos individuos, porque una asignación proporcional los podría eliminar del núcleo.

Los porcentajes de representatividad estuvieron entre 0,3 y 19,6%, lo que mostró una distribución equitativa de la variabilidad en la mayoría de los grupos. El número de accesiones dentro de los grupos indicó la validez del agrupamiento, lo que se corresponde por lo informado por Zhan *et al.* (2000), quienes afirmaron que el número de grupos y la representatividad de los mismos dentro de la colección núcleo es un buen indicador de la utilidad de los mismos o de la diversidad que hay en ellos (Van Hintum *et al.* 2003).

Tabla 19. Agrupamiento de las accesiones de acuerdo al análisis de conglomerado realizado y el porcentaje que representan del total analizado

Grupos	No. de accesiones	% Total
Grupo 1	45	13
Grupo 2	69	20
Grupo 3	21	6
Grupo 4	38	11
Grupo 5	12	3
Grupo 6	57	16
Grupo 7	52	14.8
Grupo 8	45	13
Grupo 9	11	3.1
Grupo 10	1	0.3
Total	351	100

Otros autores han propuesto métodos similares al usado en este estudio para el establecimiento de colecciones núcleo, pero utilizando otros métodos de agrupamiento y trabajando con especies diferentes y un número de accesiones que fueron desde 17, en el caso de la soja (*Glycine max.* L), hasta más de 350 accesiones para el pimiento (*Capsicum sp.*) (Fundora *et al.* 2008). En este mismo sentido, se han utilizado también análisis isoenzimáticos y moleculares para darle mayor fortaleza a este procedimiento (Chavarrinaga-Aguirre *et al.* 1999; Malosetti *et al.* 2000; Quero-García *et al.* 2004).

El proceso de estratificación se puede desarrollar con relativa facilidad, dividiendo los grupos taxonómicos en tipos de cultivo o en grupos ecogeográficos bien establecidos (Zhang *et al.* 2000). Se han desarrollado otros procesos de estratificación de forma más compleja e involucrando una mayor cantidad de procedimientos, para aumentar la precisión en la selección de las accesiones (Bisht *et al.* 1998; Wang *et al.* 2007).

El porcentaje de representatividad de la colección núcleo propuesta se presenta en la tabla 20. La colección núcleo quedó integrada por 77 accesiones (Anexo 6), lo que representa el 21,9% de las accesiones de la colección base. La selección fluctuó entre un 11,6 y 100% en cada uno de los grupos, la cual se realizó tomando como base consideraciones de tipo práctico, como el criterio de los mejoradores del cultivo, el nivel de utilización de las accesiones y la procedencia geográfica de las mismas.

El tamaño excedió al propuesto por Brown (1989); pero está en correspondencia con lo planteado Van Hintum, *et al.* (1999), quienes puntualizaron que el tamaño de la colección núcleo más recomendado se encuentra entre un 5-20%, sin embargo, en colecciones que sobrepasan los cientos de accesiones pudiera llegar hasta un 25%; mientras que en aquellas que superan los miles, debía ser del 5% del total de la colección.

Tabla 20. Porcentaje de representatividad de la colección núcleo de papa

Grupos	Colec. Base No. acc	Colec. núcleo No. acc	%
Grupo 1	45	6	13,3
Grupo 2	69	8	11,6
Grupo 3	21	8	38,1
Grupo 4	38	5	13,6
Grupo 5	12	3	25,0
Grupo 6	57	15	26,3
Grupo 7	52	16	30,8
Grupo 8	45	9	20,0
Grupo 9	11	6	54,5
Grupo 10	1	1	100,0
Total	351	77	21,9

El tamaño obtenido resultó adecuado, si se tiene en cuenta que se trabajó con un 54% de la colección completa, y ese porcentaje resulta manejable para las condiciones cubanas. Resultados similares han sido obtenidos por otros autores, algunos de ellos trabajando con un número menor de accesiones, en el caso de la soja (*Glycine max*) (Fundora *et al.* 2008) y otros con un número superior a las 2000 accesiones, en malanga (*Colocasia esculenta*) (Quero-García *et al.* 2004).

Estos resultados están en concordancia con lo planteado por Crossa y Franco (2004), quienes precisaron que la mejor clasificación es la que minimiza la variación dentro de los grupos y maximiza la variación entre ellos y con los obtenidos por Chandra *et al.* (2002), quienes determinaron, el tamaño óptimo para conformar una colección núcleo en papas tetraploides de la subespecie *andígena*. Estos autores desarrollaron un método de simulación, mediante marcadores morfoagronómicos e isoenzimáticos; para lo cual establecieron cinco estrategias (constante, proporcional, logarítmica, raíz cuadrada y al azar) para la selección de las accesiones, obteniendo que el tamaño óptimo fue del 20% pues retuvo más del 90% de la variabilidad en la colección núcleo.

Existen otras estrategias que pueden aplicarse, las cuales dependen de la magnitud de la diversidad que hay dentro de los grupos y de las divergencias que las separan. Dentro de ellas se encuentran la estrategia H, basada en marcadores isoenzimáticos y moleculares, la cual indica que el aporte relativo de cada grupo a la colección núcleo debe ser directamente proporcional a su diversidad genética y la estrategia M, que se basa en los distintos tipos de alelos que están presentes, para un rango determinado de loci, en las accesiones y garantiza la inclusión de la máxima riqueza alélica para los loci marcadores empleados (Schoen y Brown, 1995).

#### 4.5.2 Validación de la propuesta de colección núcleo

Los estadígrafos descriptivos fundamentales de los caracteres cuantitativos evaluados en las colecciones base y núcleo se muestran en la tabla 21. Los valores promedio de los caracteres de la colección núcleo fueron similares a los de la colección base, sin embargo, en la colección núcleo se obtuvieron coeficientes de variación superiores a los de la colección base, en todos los casos, lo cual indica que la selección efectuada maximizó la variación de los caracteres. Estos resultados están en concordancia con lo planteado por varios autores (Malosetti *et al.* 2000; Van Hintum *et al.* 2003 y Fundora *et al.* 2008), quienes expresaron que los rangos de variación deben permanecer similares a los grupos de donde se derivaron o pueden incluso ser superiores.

López y Oliveira (1999), obtuvieron rangos de retención de la variabilidad inferior a los obtenidos en este estudio, debido posiblemente al menor tamaño de la colección núcleo comparada con la base (12%). Estos resultados refuerzan la necesidad de utilizar métodos eficientes en la selección de los grupos, de manera que durante el proceso de creación de la colección núcleo, se retenga la mayor variabilidad posible.

Tabla 21. Estadígrafos descriptivos fundamentales de los caracteres cuantitativos evaluados en las colecciones base y núcleo

Caracteres	Colección Base (351acc.)			Colección Núcleo (77 acc.)		
	Media	DE	CV (%)	Media	DE	CV (%)
NT/pta	6,08	2,703	44,47	6,53	3,313	47,93
MP (kg)	0,07	0,035	46,82	0,08	0,044	56,82
Rend/pta (kg)	0,47	0,318	67,45	0,55	0,403	73,65
Rend (t/ha)	20,99	14,13	67,36	24,27	17,90	73,77
Altura (cm)	50,02	11,505	23,00	49,13	12,97	26,40

*DE- desviación estándar, CV- coeficiente de variación, No.Acc.- número de accesiones, NT/pta- número de tubérculos MP.-masa promedio Rend. Pta.- rendimiento por planta*

Como se aprecia en la tabla 22, el comportamiento de los caracteres cualitativos fue similar en las colecciones base y núcleo. De forma general, las frecuencias de los estados de los diferentes caracteres aumentaron o disminuyeron, independientemente de si procedían de

las colecciones base o núcleo; existiendo solamente la ausencia de un estado (Am. Ret.) en el carácter color de la piel del tubérculo.

Tabla 22. Frecuencia de los caracteres cualitativos en las accesiones de las colecciones base y núcleo de papa

Caracteres	Colección Base (351 accesiones)		Colección núcleo (77 accesiones)	
	Estado	Frecuencia (%)	Frecuencia (%)	
Color de la piel del tubérculo	1	Amarillo	68	77
	2	Rosado	12	10
	3	Rojo	9	6
	4	Carmelita	5	3
	5	Am. Ret	2	-
	6	Violeta	4	4
Forma del tubérculo	1	Ovoide	3	9
	2	Obl.-Oval	3	11
	3	Clava	2	1
	4	Redonda	20	17
	5	Fusiforme	2	1
	6	Obl.-Al.	7	9
	7	Alargada	6	5
	8	Oval	34	26
	9	Oval-Al.	4	3
	10	Oblonga	17	14
	11	Elíptica	0,5	3
	12	Comprim.	1,5	1
Profundidad de los ojos del tubérculo	1	Superficial	57	51
	2	Medios	32	27
	3	Profundos	11	22

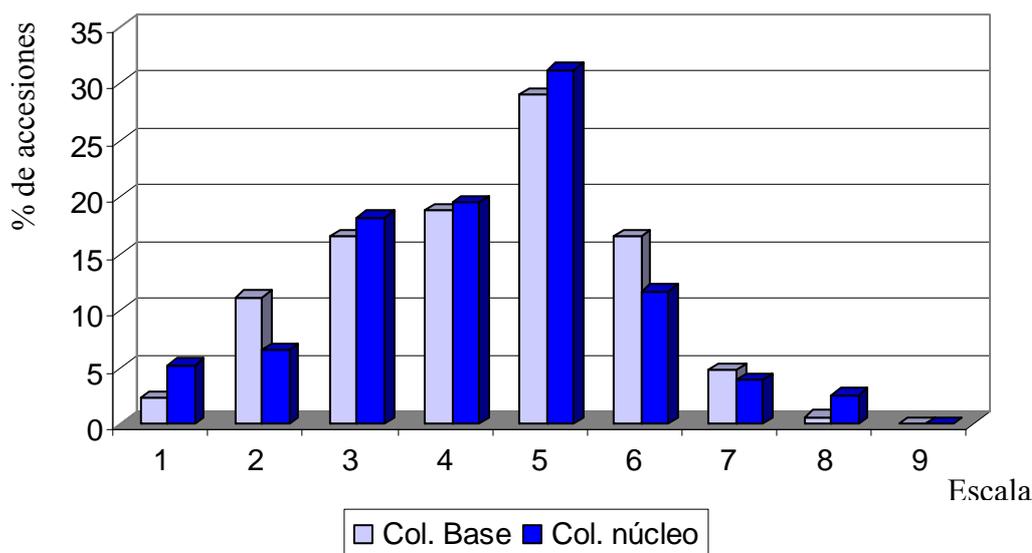
Am. Ret.- amarillo reticulado Obl. oblongo Al.- alargada  
Comprim.- comprimida

El análisis de correlación Spearman para las frecuencias de la colección base y núcleo, mostró una alta y significativa relación entre ambas para los caracteres cualitativos y el comportamiento ante *A. solani* y PLRV (Tabla 23). En cuanto a las afectaciones por el hongo *A. solani* (Figura 17) en las colecciones, se observó que se manifestaron accesiones resistentes y susceptibles; aunque fue mayoritaria la presencia en la colección núcleo de accesiones con mayor resistencia (grados 0 y 1 de la escala).

Tabla 23. Coeficientes de correlación entre la frecuencia de los caracteres cualitativos y de resistencia, en las accesiones de las colecciones base y núcleo

Caracteres	Correlación de Spearman
Cualitativos	0,88*
<i>Alternaria solani</i>	0,98**
PLRV	0,87*

La correlación es significativa para  $P \leq 0.01$  (bilateral)



0-9 grados de afectación de la escala (Horsfall y Barrat, 1945, citado por González, 1998)

Figura 17. Frecuencia comparativa de la afectación por *Alternaria solani* en las accesiones de las colecciones base y núcleo

Este aspecto es de vital importancia, pues garantiza la existencia en la colección núcleo de una amplia diversidad, que permite un rápido acceso a la misma en los programas de mejoramiento destinados para este fin.

Las colecciones núcleo han sido utilizadas con éxito para la identificación de accesiones con resistencia a enfermedades, tales son los casos de resistencia al moho blanco en la colección de frijol común (Miklas *et al.* 1997), pudrición del limbo, en la de Maní (Holbrook, 1999), antracnosis en la de Lenteja (Kaiser *et al.* 1998) y la resistencia a *Peronospora parásitica* en la colección núcleo de col (Coelho *et al.* 1998).

Cuando se analizó el comportamiento de las frecuencias entre ambas colecciones, en cuanto a la afectación de las accesiones por el PLRV (Figura 18), se observó, igualmente, mayor predominio de accesiones resistentes (0% de afectación) en la colección núcleo, con respecto a la colección base. Este aspecto es de gran importancia pues garantiza una mejor conservación en campo de esta colección núcleo, al disminuir los niveles de afectación producidos por la degeneración de la semilla-tubérculo conservada, de un año a otro.

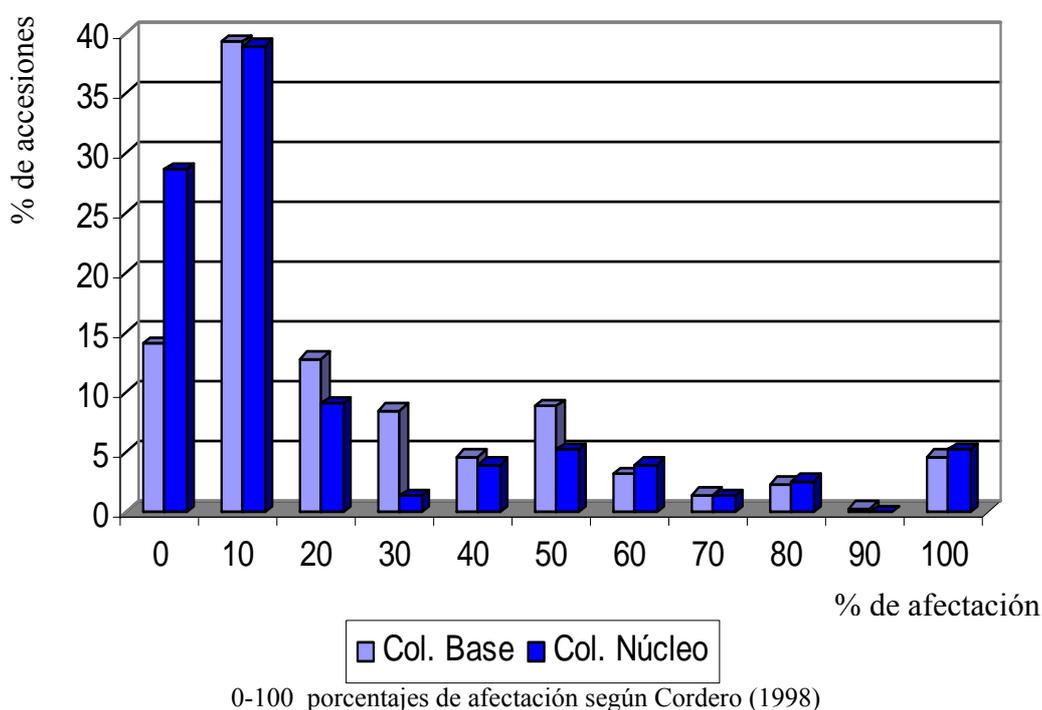


Figura 18. Frecuencia comparativa para la resistencia al PLRV en las accesiones de las colecciones base y núcleo

Las accesiones seleccionadas para conformar la colección núcleo, tuvieron una buena representatividad en cuanto a procedencia geográfica, a excepción del Reino Unido que no estuvo representado (Figura 19). La representatividad geográfica de las accesiones es uno de los aspectos esenciales a tener en cuenta en el establecimiento de las colecciones núcleo (Del Río *et al.* 2006). La mayor parte de las colecciones núcleo conformadas tienen en cuenta este aspecto, de forma tal que se abarque el mayor espectro genético posible (Boukema *et al.* 1997; Zhang *et al.* 2000; Bhattacharjee *et al.* 2007).

La ausencia de accesiones de un país, como es el caso del Reino Unido, no limita la representatividad de la colección, pues el número de accesiones procedentes del mismo, es pequeño y sus características son similares a las variedades comerciales del resto de la colección. Esto se debe a que en el Reino Unido basan su programa de mejoramiento en variedades tetraploides holandesas (Brashaw *et al.* 2006), además, el aporte de ese país a las colecciones mundiales de papa no es significativo (FAO, 1996a).

Huamán *et al.* (1999), al establecer una colección núcleo de *Solanum tuberosum* sub-especie *Andígena*, que abarcó ocho países (Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador, Guatemala, México y el Perú) y mas de 2 400 accesiones, sugirió la importancia, no solo de la representatividad geográfica de cada uno de los países, sino entre cada uno de ellos, de forma tal que se garantice la variabilidad de la especie en la región.

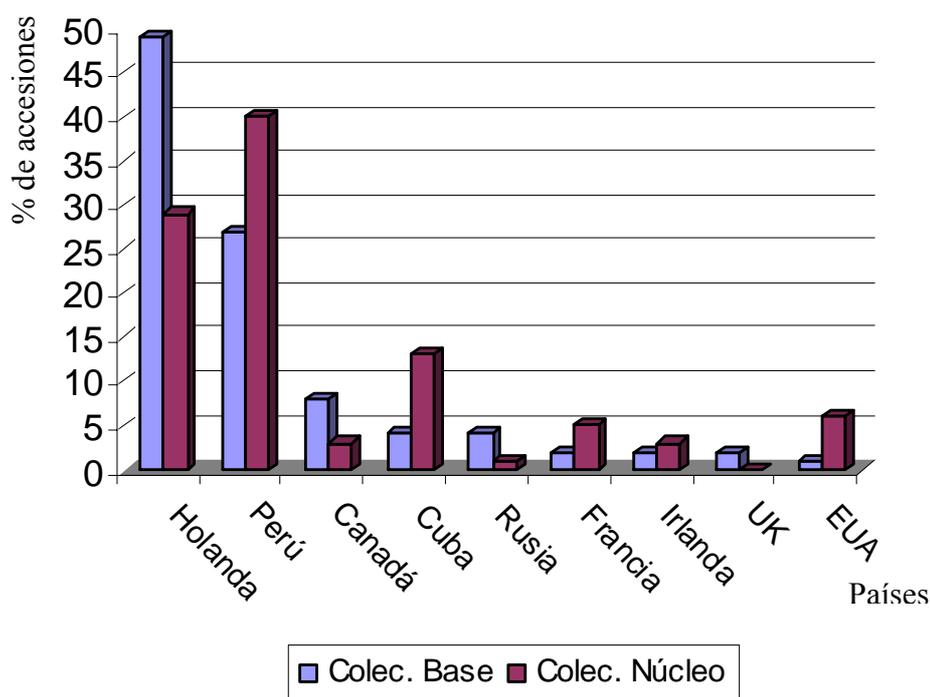


Figura 19. Representatividad geográfica de las accesiones de la colección núcleo comparada con las de la colección base

La colección núcleo conformada será una herramienta muy efectiva para los investigadores interesados en el país, pues dispondrán de una colección de fácil acceso, con una elevada variabilidad y bien caracterizada para los principales caracteres morfoagronómicos y de resistencia a las dos enfermedades más importantes que afectan al cultivo en el país. Por otra parte, permitirá desarrollar estrategias adecuadas de conservación ante fenómenos adversos.

## V. CONCLUSIONES

1. A partir de la elevada variabilidad detectada en la colección de germoplasma de papa en Cuba, producto de la caracterización morfoagronómica de 351 accesiones (54 % del total), se propone un grupo de ellas para ser utilizadas como progenitores en el programa de mejoramiento genético del cultivo en el país.
2. Dentro de la colección se identificaron accesiones con resistencia de campo para el hongo *Alternaria solani* y el PLRV. Las accesiones silvestres manifestaron mayor resistencia al ataque de ambos patógenos que las cultivadas, pues el 78% de estas mostró niveles de resistencia a *Alternaria solani*, mientras que un 46% no mostró afectaciones por el PLRV.
3. Los resultados de la evaluación de la calidad del tubérculo mostraron la existencia, en la colección, de accesiones con buen comportamiento para la calidad del tubérculo (22,9% del total), con valores de masa seca superior al 19%, contenido de almidón por encima del 12% y bajo contenido de azúcares reductores (< 0,5%), las que se proponen utilizar como progenitores en un programa de mejoramiento para procesamiento industrial y/o directamente en la producción. Dentro de ellas se destacaron las variedades Atlantic, Bellini, Cal White, Derby, Maranca, Romano, Santana y Slaney y los clones cubanos 1-10-96, 2-31-95, 4-6-93 y 9-32-93.

4. La evaluación de las accesiones durante la conservación de los tubérculos en cámaras refrigeradas, permitió la identificación de variedades y clones con buen comportamiento, que mantuvieron su estabilidad durante el tiempo de almacenamiento evaluado. Se destacaron las variedades comerciales Romano, Desirée, Atlantic y Santana y los clones cubanos, 1-10-96, 5-41-93 y 9-32-93.
5. Se detectó una elevada variabilidad isoenzimática y molecular en las accesiones evaluadas. El análisis de AFLP resultó ser más eficiente en el estudio de la diversidad genética, que los sistemas isoenzimáticos y morfoagronómicos utilizados, pues permitió estimar con mayor efectividad, las relaciones entre las accesiones estrechamente relacionadas.
6. Se estableció y validó una colección núcleo con 77 accesiones (21,9%), para caracteres del rendimiento y sus componentes y resistencia al hongo *Alternaria solani* y al PLRV, que representa adecuadamente la variabilidad de la colección base.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Incorporar los resultados de la caracterización morfoagronómica, obtenidos en este estudio, a la base de datos de la colección nacional del germoplasma de papa, incrementando así su valor documental y el uso eficiente de este recurso.
2. Utilizar las especies silvestres resistentes a *A. solani* y al PLRV, obtenidas en este trabajo, en el programa de mejoramiento cubano.
3. Continuar la evaluación de la colección para otros caracteres de interés agrícola y de resistencia a enfermedades importantes que aún faltan por evaluar.
4. Conservar *in vitro* una réplica de las accesiones que conforman la colección núcleo y trazar estrategias para un mejor manejo y conservación de la diversidad del germoplasma de papa ante fenómenos adversos.

5. Recomendar a la práctica productiva, las variedades y clones procedentes del programa de mejoramiento cubano, que manifestaron características adecuadas para el procesamiento industrial y aquellas que presentaron un comportamiento estable de los tubérculos durante la conservación en cámaras refrigeradas
6. Introducir los resultados de la caracterización morfoagronómica obtenidos en la tesis en los programas de pre y postgrado relacionados con la temática en el país.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Abadie, T. y Berretta, A. (2001). Conservación de Recursos genéticos *ex situ*. En: Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur". PROCISUR, 12 p.
2. Agramonte, D. (1999). Métodos biotecnológicos para la producción de semilla original de papa. Tesis de Doctorado. Universidad Central de Las Villas "Marta Abreu". 96 p.
3. Ahmet, L. Tek, Stevenson, W. R.; Helgeson, J. P. and Jiang, J. (2004). Transfer of tuber soft rot and early blight resistances from *Solanum brevidens* into cultivated potato. *Theor. and Appl. Genetics*. 109(2):249-254.
4. Aldabe, L.; Carballo, S.; Vilaró, F. y Casares, J. (2003). Calidad de consumo en variedades de papa. Informe de la Jornada sobre la calidad de la papa. Montevideo, Uruguay, 12 de Marzo de 2003.
5. Álvarez, A.; Fuentes, J. L.; Deus, J. E.; Duque, M. C. y Cornide, M. T. (2000). Genetic diversity analysis using isozyme y morphological markers. *Cultivos Tropicales*. 21(4):39-44.
6. Arias, E.; Nieves, N.; Pérez, G.; Isidró, M. y Benegas, R. (1997). Isoenzymatic variability in pineapple somaclons. *Cultivos Tropicales*. 18(2):56-59.
7. Arzate-Fernández, A. M.; Mejía-González, C. O.; Nakazaki, T. y Okumoto and Tanisaka, T. (2005). Isozyme electrophoretic characterization of 29 related cultivars of lily (*Lilium* spp.). *Plant Breeding*. 124(1):71-79.
8. Ashmore, E. (1997). Status report: Development and applications of "in vitro" techniques for the conservation and use of plant genetic resources. International Plant Genetic Resources Institute. 67 p.
9. Bae, K.; Kwon, M. Y. S.; Cho, I. H.; Yi, S. I. (2006). Use of cDNA-AFLP for transcript profiling in narrow genetic pools; for example, cucumber (*Cucumis sativus* L.). *Plant Breeding*. 125(5):488-492.
10. Balfourier, F.; Chamet, G.; Prosperj, J. M.; Goulard, M.; Monestiez, P. (1998). Comparison of different spatial strategies for sampling a core collection of natural populations of fodder crops. *Genetics, Selection, Evolution*, 30 (Suppl. 1), 215-235.
11. Bamberg, J. B and Del Rio, A. H. (2004). Genetic Heterogeneity Estimated by RAPD Polymorphism of Four Tuber-bearing Potato Species Differing by Breeding Structure. *Amer. Jour. of Pot. Research*. 81(6):377-383.
12. Barichello, V.; Yada, R. Y. and Coffin, R. H. (2006). Starch properties of various potato (*Solanum tuberosum* L) Cultivars susceptible and resistant to low-temperature sweetening. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 56(3):385-397.
13. Barta, J.; Curn, V. and Divis, J. (2003). Study of Biochemical variability of potato cultivar by soluble proteins, isoesterase and isoperoxidase electrophoretic patterns. *Plant Soil Environ*. 49(5):230-236.
14. Basigalup, D. H.; Barnes, D. K.; Stucker, R.E. (1995). Development of a core collection for perennial *Medicago* introductions. *Crop Science*, 35:1163-1168.
15. Becerra, V. y Paredes, M. (2000). Uso de marcadores bioquímicos y moleculares en estudios de diversidad genética. *Agricultura Técnica de Chile*. 60(3):270 -281.
16. Bernal, A.; Martínez, B.; Pérez, S. y Rivas, E. (2002). Un método para inducir esporulación *in vitro* in aislados de *Alternaria solani* Sor. *Centro Agrícola*. 29(2):88-89.
17. Beukema, H. P.; Turkmenistan, L. J.; Peeten, J. M. G. (2007). *Potato Explorer. Production, Seed, Varieties, Diseases, Storage, Markets*. Nivaa. P.O. Box 17337 2502 CH Den Haag The Netherlands.

18. Bhattacharjee, R.; Khairwal, Bramel, I. S. and Reddy, K. N. (2007). Establishment of a pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) core collection based on geographical distribution and quantitative traits. *Euphytica*. 155(1-2):35-45.
19. Birhman, R. K. and Kang, G. S. (1993). Analysis of variation and interrelationships in potato germplasm. *Euphytica*. 68(1-2):17-26
20. Bisht, I. S.; Mahajan; R.K.; Lokknathan, T. R.; Agrawal, R. C. (1998). Diversity in Indian sesame collection and stratification of germplasm accessions in different diversity groups. *Genet. Resour. and Crop Evol.* 45:325-335.
21. Bonierbale M.; Amoros, W.; Espinoza, J.; Mihovilovich, E.; Roca, W. y Gómez, R. (2004). Recursos Genéticos de la papa: don del pasado, legado para el futuro. Suplemento especial. *Revista Latinoamericana de la Papa*. pp. 9 -12.
22. Bonierbale, M.; Amorós, W.; Espinoza, J.; Li, X. Q y Walter, T. (2001). Estrategias y Desafíos para el Mejoramiento de Papa para Procesamiento. CIP, Lima, Perú, 12 p.
23. Boukema, T. W.; van Hintum, T. J. L.; Astley, D. (1997). The creation and composition of the *Brassica oleracea* core collection. *Plant Genet. Resour. Newsl.* 111:29-32.
24. Bradshaw, J. E.; Bryan, G. J. and Ramsay, G. (2006). Genetic Resources (Including Wild and Cultivated *Solanum* Species) and Progress in their Utilisation in Potato Breeding. *Potato Research*, 49(1):49-65.
25. Bradshaw, J. E. (1994). Quantitative Genetics Theory for Tetrasomic Inheritance. En: J. E Bradshaw y G. R. Mackay. *Potato Genetics*. CAB International. Wallingford, 71- 100. pp. 10.
26. Brazauskas, G.; Paakinskien, I. and Jahoor; A. (2004). AFLP analysis indicates no introgression of maize DNA in wheat x maize crosses. *Plant Breeding*. 123(2):117-125.
27. Brown, A. H. D. (1989). The case for core collections. En: The use of plant genetic resources (A.H.D. Brown, O.H. Frankel, D.R. Marshall y J.T. Williams, eds.). Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. pp. 136-156.
28. Brown, A. H. D.; Grace; J.P.; Speer, S.S. (1987). Designation of a “core” collection of perennial *Glycine*. *Soybean Genet. Newsl.* 14:59-70.
29. Burton, W. G. (1989). *The Potato*. John Wiley, Inc., New York. 22 p.
30. Carlier, J. D.; Reis, A.; Duval, M. F.; D'Eeckenbrugge, G. C. and Leitão, J. M. (2004). Genetic maps of RAPD, AFLP and ISSR markers in *Ananas bracteatus* and *A. comosus* using the pseudo-testcross strategy. *Plant Breeding*. 123(2):186-192.
31. Carmona, E. R.; Arencibia, A. D.; López, J.; Simpson, J.; Vargas, D. and Sala, F. (2005). Analysis of genomic variability in transgenic sugarcane plants produced by *Agrobacterium tumefaciens* infection. *Plant Breeding*. 124(1):33-40.
32. Castillo, J.; Estévez, A.; González, M. E. y Salomón, J. L. (2006). Grettel una nueva variedad cubana de papa para el consumo fresco e industrial. *Cultivos Tropicales*, 27(2):63-64.
33. Castillo, J. G. (1994). Evaluación del germoplasma cubano de papa. Tesis de grado. Tutor: Dra. Ana Estévez Valdés. ISCAH. 84 p.
34. Castillo, J. G. (2000). Estimación de la variabilidad genética en poblaciones híbridas de papa (*Solanum tuberosum* L.). Tesis de Maestría. Tutor: Dra. Ana Estévez Valdés. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana, Cuba. 72 p.
35. Celeste, M. R. and Spooner, D. M. (2002). Chilean Tetraploid Cultivated Potato, *Solanum tuberosum*, is Distinct from the Andean Populations. *Crop Science*, 42:1451-1458.
36. CEN, 1982a. NC. 77-22-08. Determinación del contenido de humedad. CEN, 1982b. NC. 77-22-06. Determinación del contenido de azúcares reductores.

37. CIP (1995). Producción sostenible y Protección de los recursos naturales. Circular, Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú. 21(1): 20-24.
38. CIP (2006). Papas nativas poseen ventajas comparativas que deben ser aprovechadas. Centro Internacional de la Papa. Disponible en: [www.cipotato.org/pressroom/press-releases](http://www.cipotato.org/pressroom/press-releases). (verificado en Septiembre de 2008).
39. Cisneros, P. L. and Quiros, C. F. (1995). Variation and phylogeny of the triploid cultivated potato *Solanum chaucha* Juz. et Buk. based on RAPD and isozyme markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 42(4):373-386.
40. Clausen, A. M. and Spooner, D. M. (1998). Molecular Support for the Hybrid Origin of the Wild Potato Species *Solanum 3 rechei*, *Crop Sci.* 38:858–865.
41. Colman, S.; Monti, C.; Daniel, P.; Mroginski, E.; Rodríguez, E. y Feingold, S. (2007). Variación alélica de invertasas y su relación con el contenido de sólidos en papa (*Solanum tuberosum* L.). *Actualidad Paperera.* 6(20):3-7.
42. Cook, R. J. (1999). New approaches to potato variety identification. *Potato Research.* 42:529-539.
43. Coombs, J. J.; Lynn, M. F. and Douches, D. S. (2004). An Applied Fingerprinting System for Cultivated Potato Using Simple Sequence Repeats. *Amer. Jour. of Pot. Research.* 81(4):243-250.
44. Cordeiro, C. M. T.; Morales, E. A. V.; Ferreira, P.; Rocha, D. M. S.; Costa, I. R. S.; Valois, A. C. C. and Silva, S. (1995). Towards a Brazilian core collection of cassava. p. 155-168 en: *Core collections of plant genetic resources* (T. Hodgkin, A.H.D. Brown, Th.J.L. van Hintum y E. A. V. Morales, eds.). John Wiley and Sons, Reino Unido.
45. Cordero, M. (1998). Bases metodológicas para la evaluación de la resistencia al PLRV en genotipos de papa (*Solanum tuberosum*) en Cuba. Tesis para optar por la Maestría en Ciencias Biológicas, 1998, 69 p.
46. Cornide, M. T. (2002). Marcadores moleculares nuevos horizontes en la genética y la selección de las plantas. 202 p.
47. Cornide, M. T.; Sánchez, J. E.; Canales, E.; Leonard, H.; Rodríguez, M. and Mesa, J. (2003). Comparative Application of RFLP and AFLP to Monitoring Genetic Diversity Among a Group of Sugar Cane Varieties and Their Relationship to Family Performance. *Cultivos Tropicales.* 24(3):59-65.
48. Coto, O. (2008). Procesamiento e interpretación de datos en estudios de diversidad genética en plantas y microorganismos. IIFT. La Habana, 33 p.
49. Crossa, J. and Franco, J. (2004). Statistical methods for classifying genotypes. *Euphytica.* 137(1):19–37.
50. Crossa, J.; DeLacy, I. H. and Taba, S. (1995) The use of multivariate methods in developing a Core Collection. In: Hodgkin, T, Brown, A.H.D., Hintum, T.J.L van, Morales, EAV (eds.) *Core Collections of plant genetic resources* pp 77-89. John Wiley and sons, New York.
51. Cuba-MINAGRI. Normas Técnicas para el cultivo de la papa. La Habana, Ministerio de la Agricultura. 1990, 46 p.
52. Chaerani, R.; Remmelt, G.; Piet, S. and Voorrips, R. E. (2007). Assessment of early blight (*Alternaria solani*) resistance in tomato using a droplet inoculation method. *Journal of General Plant Pathology.* 73(2):96-103.
53. Chandra, S.; Z. Huaman, S.; Krishna, H. and Ortiz, R. (2002). Optimal sampling strategy and core collection size of Andean tetraploid potato based on isozyme data - a simulation study. *Theor. and Appl. Gen.* 104(8):1325-1334.
54. Charcosset, A. y Moreau, L. (2004). Use of molecular markers for the development of new cultivars and the evaluation of genetic diversity. *Euphytica.* 137(1): 81-94.

55. Chavarrinaga-Aguirre, P.; Maya, M.;M.; Tohme, J.; Duque, M. C.; Iglesias, C.; Bonierbale, M.; Kresovich, S. and Kochert, G. (1999) Using microsatellites, isozymes and AFLPs to evaluate genetic diversity and redundancy in the cassava core collection and to asses the usefulness of DNA-based markers to maintain germplasm collections. *Molecular Breeding*. 5:263-273.
56. Chen, L. and Yamaguchi, S. (2005). RAPD markers for discriminating tea germplasms at the inter-specific level in China. *Plant Breeding*. 124(4):404-412.
57. Chen, X.; Salamini, F. and Gebhardt, C. (2004). A potato molecular-function map for carbohydrate metabolism and transport. *Theor. and Appl. Genet.* 102: 284-295.
58. Cherny, X. and Tschop, V. (2005). El "Parque de la Papa" ayudará a salvar los recursos genéticos en Perú. *EcoPortal.net.*, Perú. Disponible en: <http://www.ecoport.net>. (verificado, Septiembre de 2008).
59. Coelho, P.; Bahcevandzief, K.; Valério, L.; Monteiro, A.D. Leckie; D. Astley, I. R.; Crute, I.; Boukema; Thomas, G. y Monteiro, A. A. (1998). The relationship between cotyledon and adult plant resistance to downy mildew (*Peronospora parasitica*) in *Brassica oleracea*. *Acta Hort.* 459:335-342.
60. D' Arcy, W. G. (1991). The Solanaceae since 1976, with review. Efects biogeography. En: Hawkes J. C. Ed. London, Solanaceae III, Taxonomy, Chemistry Evolution. The Linnean society of London.
61. Daiuto, E. R. (2005). Características del almidón de tubérculo y sus relaciones con la resistencia de los geles en condiciones de estrés aplicado a la industrialización de alimentos. Universidad Estadual Paulista, Julio de Mesquita Filho, 2005. p.146.
62. Daniels-Lake, B. J.; Prange, R. K.; Nowak, Jerzy, A.; Samuel, K. and John, R. (2005). Development and Processing Quality Changes in Potato Tubers Stored under Ethylene: 1. Effects of Ethylene Concentration. *Amer. J. of Potato Research*. 1(3): 53-57.
63. Del Río A. H. and Bamberg, J. B. (2000). RAPD markers efficiently distinguish heterogenous populations of wild potato (*Solanum*). *Gen. Res. and Crop Evol.* 47 (2):115-121.
64. Del Rio, A. H. and Bamberg, J. B. (2003). Effect of genebank seed increase on the genetics of recently collected potato (*Solanum*) germplasm. *Amer. Jour. of Potato Research*. 80(3): 215-218.
65. Del Río, A. and Bamberg, J. B. (2004). Geographical parameters and proximity to related species predict genetic variation in the inbred potato species *Solanum stenotomun*. *Amer. Jour. of Potato Research*. 81(1):55-62.
66. Del Río, A. H.; Bamberg, J. B. and Huamán, Z. (2006). Genetic Equivalence of Putative Duplicate Germplasm Collections Held at CIP and US Potato Genebanks. *Amer. Journal of Potato Res.* 83:279-285.
67. Dellaporta, S. L.; Wood, J. and Hichs, J. B. (1993). A plant molecular DNA minipreparation, versión II. *Plant. Mol. Biol. Rep.* 1:19-21.
68. Díaz, S.; Morejón, R.; González, C. T. y Xiqués, X. (2001). Caracterización bioquímica de accesiones de arroz (*Oriza sativa* L.). *Cultivos Tropicales*. 22(2):47-52.
69. Digmer, J. (2004). Calidad de la papa para usos industriales. CORPOICA. Colombia. 7 p.
70. Dita, M. A.; Acosta M.; García, D. y Veitía, N. (2000). Caracterización morfofisiológica de aislados de *Alternaria solani* Sor. en diferentes regiones de Cuba, para su uso en el mejoramiento genético. *Centro Agrícola*, 27(1):16-24.
71. Douches, D. S. and Ludlam, K. (1991). Electrophoretic characterization of North American potato cultivars. *Amer. Potato Journ.* 68:767-780.

72. Edwards, K.; Logan, J. and Saunders, N. (2004). Real time PCR: A essential guide. Genomics Proteomics and Bioinformatics Unit. Horizon Bioscience. London.
73. Erskine, W. and Muehlbauer, F. J. (1991). Allozyme and morphological variability, outcrossing rate and core collection formation in lentil germplasm. *Theor. Appl. Genet.* 83:119-125.
74. Estévez, A.; González, M. E. y Cordero, M. (1994). Primeras variedades cubanas de papa. *Cultivos Tropicales.* 15(2):74-78.
75. Estévez, A.; González, M. E.; Castillo, J.; E. Ortiz y Ortiz, U. (1998). Selección de clones cubanos de papa (*Solanum tuberosum* L.) procedentes familia híbridas obtenidas en el Centro Internacional de la Papa. *Cultivos Tropicales.* 19(3): 69-43.
76. Estévez, A.; González, M. E.; Castillo, J; y Ursula Ortiz. (2000). Estudio de la interacción genotipo-ambiente en clones cubanos de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales,* 21(2): 59-63.
77. Estévez, A.; González, M. E.; Castillo, J; y J. L. Salomón, M. Cordero, U. Ortiz y M. Hernández (2003). Informe final proyecto PNCT “Evaluación y caracterización morfofitológica y bioquímica del germoplasma cubano de papa. Cod. 015-00023. INCA, 92 p.
78. Estévez, A.; González, M. E.; Castillo, J.; Cordero, M.; Ortiz, E.; Ortiz, U.; Hernández, M. M. y Y. Quiñones. (2006a). Informe final proyecto PNCT “Obtención de variedades de papa tolerantes a estrés biótico y abiótico. Cod. 015-00077. INCA, 203 p.
79. Estévez, A.; González, M. E.; Castillo, J.; y Salomón, J. L. (2006b). Anita una nueva variedad cubana de papa. *Cultivos Tropicales,* 27(1): 69-70.
80. Estrada, N. (2001). Mejoramiento para procesamiento y calidad culinaria. *Revista electrónica de la Papa (REDEPAPA).* 3(23), 2001. Disponible en: [www.redepapa.org](http://www.redepapa.org). (verificado Enero de 2009).
81. Ezeta, F. (2008). La competitividad en el cultivo de la papa en Latinoamérica y el Caribe. Implicaciones y retos inmediatos. *Boletín del Centro Internacional de la Papa,* Lima, Perú, 9p.
82. FAO (1996a). The state of the world’s plant genetic resources for food and agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 510 p.
83. FAO. (1996b). Plan de Acción Mundial para la Conservación y la utilización sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura y la Declaración de Leipzig. IV Conferencia Técnica Internacional sobre Recursos Fitogenéticos, Leipzig, Alemania, 17-23 de junio, 64 pp.
84. FAO (2008). La papa tesoro enterrado. ¿Por qué la Papa?. Año Internacional de la Papa. Disponible en: <http://www.potato.2088.org>. (verificado 29 de agosto de 2008).
85. FAOSTAT (2008). Boletín especial de la FAO. No. 24. 27 de Agosto de 2008.
86. FAO (2009). Conferencia del Director General de la FAO, 19 de Junio 2009. Roma. Disponible en: <http://www.fao.org/fileadmin/>. (Verificado, 20 de Junio, 2009)
87. Florido; M.; Álvarez, M.; Lara, R. M.; Plana, D. y García, A. (2002). Patrones electroforéticos de Peroxidasas, Catalasas, Súperoxido Dismutasas y Proteínas Totales en plántulas de tomate. *Cultivos Tropicales.* 23(1):45-48.
88. Franco, T. L. e Hidalgo, R. (2003). Análisis Estadístico de Datos de Caracterización Morfológica de Recursos Fitogenéticos. *Boletín técnico no. 8,* Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), Cali, Colombia. 89 p.
89. Frankel, O. H. and Brown, A. H. D. (1984). Plant genetic resources today: A critical appraisal. En: *Crop genetic resources: Conservation and evaluation* (J.H.W. Holden

- y J.T. Williams, eds.). Allen and Unwin, Winchester, Massachusetts, Estados Unidos.
90. Fundora, Z. M. (2007). Cuba: Segundo Informe Nacional sobre la Conservación de los Recursos Fitogenéticos para la Agricultura y la Alimentación. 189 p.
  91. Fundora, Z. M., *et al.* (2008). Establecimiento de colecciones “núcleo” en especies de hortalizas, granos básicos y oleaginosas. Premio MINAGRI 2008.
  92. Furman, B. J.; Qualset, C. O.; Skovmand, B.; Heaton, J. H. and Wesenberg, D. M. (1997). Characterization and analysis of North America Triticale genetic resources. *Crop Sci.* 37:1951-1959.
  93. García, R. B.; Robles, S. y Delgado, C. (2002). Investigación y transferencia de tecnología sobre calidad de almidones, azúcares y valoración energética de materiales de papa. CIAT, Corpoica, Colombia. 12 p.
  94. Gauch, H. G. (1988). Model selection and validation for yield trials with application to principal component. *Biometrics.* 44:705-715.
  95. Gepts, P. (2006). Plant Genetic Resources Conservation and Utilization: The Accomplishments and Future of a Societal Insurance Policy. *Crop Sci.* 46:2278–2292.
  96. Ghislain, M, Zhang, D.; Fajardo, D.; Huamán, Z. and R. Hijmans, J. (1999). Marker-assisted sampling of the cultivated Andean potato *Solanum phureja* collection using RAPD markers. *Genetic Resources and Crop Evolution.* 46 (6): 1573-5109.
  97. Gil, V.; Guzmán, L. y Quintero, E. (2002). Caracterización de la variabilidad morfológica de un genotipo local de maíz y dos de sus selecciones. *Centro Agrícola.* 24:25-29.
  98. Gillen, A. M. and Novy, R. G. (2007). Molecular characterization of the progeny of *Solanum tuberosum* identifies a genomic region associated with resistance to potato leafroll virus. *Euphytica.* 155(3):403-415.
  99. Giovannini, T, R. Alicehio y L. Concilio. (1993). Genetics Analysis of Isozyme and Restriction Fragment Patterns in the Genus *Solanum*. *Jour. Genet. Breed.* 47:237-244.
  100. Godwin, I.; Sandgduen, N.; Kunanuvathaidach, R.; Piperidis, G. and Askins, S. (1997). RAPD polymorphisms among variant and phenotypically normal rice (*Oryza sativa* var. indica) somaclonal progenies. *Plant Cell Rep.* 16: 320-324.
  101. Gómez, R. y Wong, D. (2000). Procesamiento de la Papa. *Revista Agroecológica “INDOAGRO”.* Lima, Perú. 1(5):3-7.
  102. González, C. (1989). Comportamiento genético bioquímicos de la lima persa SRA-58 (*Citrus latifolia*) sobre diferentes patrones en Cuba. (Tesis de Doctorado). UH.
  103. González, M. E. (1998). Mejoramiento por hibridación de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en Cuba. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. 1998, INCA. La Habana, Cuba.
  104. González, M. E.; Estévez, A.; Castillo, J. y Ortiz, E. (1998). Evaluación del germoplasma de papa y selección de progenitores para el mejoramiento. *Cultivos Tropicales.* 19(2):41-44.
  105. González, M. E.; Estévez, A.; Castillo, J.; Salomón, J. L.; Moré, O. y Ortiz, U. (2001). Cruzamientos entre diferentes especies de papa y asociación entre caracteres relacionados con el fruto botánico. *Cultivos Tropicales.* 22(1):31-35.
  106. González, M. E.; Estévez, A.; Castillo, J.; Salomón, J. L.; Varela, M.; Ortiz, U. y Ortiz, E. (2003). Utilización del método biplot en los análisis de estabilidad genotípica en el cultivo de la papa. *Cultivos Tropicales.* 24(1):81-84.

107. GRAIN, (2001). La papa el nuevo viajero global. Biodiversidad sustento y cultura. Disponible en: [www.grain.org/sp/publications/biodiv283-sp.cfm](http://www.grain.org/sp/publications/biodiv283-sp.cfm). (verificado, 16 de Mayo de 2008).
108. Greene, S. L. and Morris, J. B. (2001). The Case for Multiple-Use Plant Germplasm Collections and a Strategy for Implementation. *Crop Sci.* 41:886–892.
109. GTZ/FUNDECO (2001). Estrategia regional de biodiversidad para los países del trópico Andino. Conservación *ex situ*. III Taller regional de conservación *ex situ*. Quito, Ecuador, 29 al 31 de mayo de 2001.
110. Guerra, J. P. (1991). El origen de la papa. En: El Cultivo de la papa. Cuba, Tomo I. MINAGRI, 89 p.
111. Guillen, M. A. and Novy, R. G. (2007). Molecular characterization of the progeny of *Solanum etuberosum* identifies a genomic region associated with resistance to potato leafroll virus. *Euphytica*, 155(3):403-415.
112. Hajjar, R. and Hodgkin, T. (2007). The use of wild relatives in crop improvement: a survey of developments over the last 20 years. *Euphytica*. 156(1-2):1-13.
113. Harding, K. (1992). Detection of ribosomal RNA genes by chemiluminescence in *Solanum tuberosum* L.: a rapid and non-radioactive technique for the characterisation of potato germplasm. *Potato Research*. 35(2):199-204.
114. Hawkes, J. G. (1978). History of the potato. En: The Potato Crop. P. Harris Ed. Der, Burton WG.
115. Hawkes, J. G. 1990. The potato-evolution, biodiversity and genetic resources. Belhaven Press, Oxford, UK.
116. Hayes, R. J. and Thill, C. A. (2002a). Selection for cold chipping genotypes from three early generations in a potato breeding program. *Euphytica*. 128(3):353-362.
117. Hayes, R. J and Thill, C. A. (2002b). Selection for Potato Genotypes from Diverse Progenies that Combine Chipping with Acceptable Yields, Specific Gravity, and Tuber Appearance. *Crop Sci.* 42:1343–1349.
118. Hermanova, V.; Bárta, J. and Čurn, V. (2007). Wild Potato Species: Characterization and Biological Potential for Potato Breeding. *Czech Jour. Genet. Plant Breeding*, 43(3): 73–81.
119. Hernández, A. *et al.* (1999a). Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Agrinford, 64 p.
120. Hernández, M.; Pérez, B.; Rodríguez. I.; Casal. C.; Fung. V.; Núñez de Villavicencio, M. (1998). Caracterización de variedades y clones de papa para su utilización en la elaboración de papas fritas en forma de hojuelas (Chips). Vicedirección de Vegetales. IIIA. MINAL.
121. Hernández, M.; Pérez, B. e Iglesias, I. (1999b). Comportamiento de tres variedades de papa generalizadas en el país durante el almacenamiento refrigerado a escala comercial. Informe técnico de Etapa (53401302). Vicedirección general. IIIA. MINAL.
122. Hernández, M. (2001a). Comportamiento durante el almacenamiento refrigerado de clones de papa producidos en el país. Informe técnico de etapa 53400515. IIIA, 2001, 7 p.
123. Hernández, M.; Panadés, G.; García, T. y Hernández, A. (2001b). Caracterización de la papa variedad Santana cultivada en Cuba. Informe Técnico del proyecto 53400514. IIIA, 15 p.
124. Hernández, M.; Santander, A. S.; Chávez, A. y Cosme, A. (2001c). Estudio diagnóstico sobre el sistema de higienización de las cámaras frigoríficas. Informe Técnico. Cod. 5340012. IIIA. 20 p.

125. Hertog, A. T. M.; Putz, B. and Tijskens, L. M. M. (1997). The effect of harvest time on the accumulation of reducing sugars during storage of potato (*Solanum tuberosum* L.) tubers: Experimental data described, using a physiological based, mathematical model Potato Research. 40(1):169-78.
126. Hijmans, R. J.; Garret, K.A.; Huamán, Z.; Zhang, D.P.; Schreuder, M.; Bonierbale, M. (2000). Assessing the geographical representativeness of genebank collections: The case of Bolivian wild potatoes. Conservation Biology. 14(6):1755-1765.
127. Hijmans, R.; Spooner, D. M. A.; Salas, R.; Guarino, L.; De la Cruz, J. (2002). Atlas of wild potatoes. Systematic and Ecogeographic Studies on Crop Gene pools. No. 10. International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). Rome (Italy). 130 p.
128. Hijmans, R.J.; Jacobs, M.; Bamberg, J. B. and Spooner, D. M. (2003). Frost tolerance in wild potato species: Assessing the predictivity families of taxonomic, geographic, and ecological factors. Euphytica. 130(1):47–59.
129. Hmida-Sayari, A.; Costa, A.; Leone, A.; Samir, J. and Gargouri-Bouzid, R. (2005). Identification of salt stress-induced transcripts in potato leaves by cDNA-AFLP. Molecular Biotechnology. 30(1):139-141.
130. Holbrook, C. C.; Anderson, W. F. and Pittman, R. N. (1993). Selection of a core collection from the U.S. germplasm collection of peanut. Crop Sci. 33:859-861.
131. Holbrook, C. C.; Anderson, W. F. (1999). Evaluation of a core collection to identify resistance to late spot in peanut. Crop Sci. 35:1700-1702.
132. Hosaka, K. (2003). T-type Chloroplast DNA in *Solanum tuberosum* L. ssp. *tuberosum* was conferred from some populations of *S. tarijense* Hawkes. Am. Jour. of Potato Research, 80(1):21-32 p.
133. Hosaka, K. (2004). Evolutionary Pathway of T-type Chloroplast DNA in Potato. Amer. Jour. of Potato Research. 81(2):153-158.
134. Howard, H. W. (1970). Genetics of the Potato (*Solanum tuberosum* L.) London, Lagos Press. 324 p.
135. Huamán, Z. (1994) Conservación “ex situ” de papa. Recursos genéticos en el CIP. Circular CIP, 1994, Lima, Perú. 20(3): 13 p.
136. Huamán, Z. y Gómez, R. (1994). Descriptores de Papa para la Caracterización Básica de Colecciones Nacionales. Edición actualizada. Centro Internacional de la Papa (CIP), Lima. 10p.
137. Huamán, Z. R.; Ortiz, Zhang, D. and Rodríguez, F. (2000). Isozyme analysis of entire and core collections of *Solanum tuberosum* subsp. *andigena* potato cultivars. Crop Science. 40:273–276.
138. Huamán, Z. and D.M. Spooner. (2002). Reclassification of landrace populations of cultivated potato (*Solanum* sect. *Petota*). Amer. Jour. of Bot. 89:947-965.
139. Ifenkwe, O. P. and Allen, E. J. (1978). Effects of tuber size on dry-matter content of tubers during growth of two main crop potato varieties. Potato Research. (2):105-112.
140. Iglesias, L. (1986). Estudio de la variabilidad morfoagronómica y bioquímica en soya (*Glycine max* L. Merrill). Tesis de Grado (Dr. en Ciencias Agronómicas). INCA. La Habana.-232p.
141. Iglesias, L. (1994). Utilización de marcadores bioquímicos y moleculares en el mejoramiento genético de la papa. Cultivos Tropicales. 15(2):106-121.
142. Iglesias, L. (1995). Variación en la composición de isoenzimas peroxidadas en papa (*Solanum tuberosum* L.). Cultivos Tropicales. 16(2):51-53.
143. IIIA. (1995). Manual de métodos de ensayo. Sub Dirección de Vegetales. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Ciudad de la Habana. Cuba.

144. INIA. (2005). Investigadores de EE.UU confirman que la Papa es peruana por donde se la mire. Instituto Nacional de Investigación Agraria del Perú. Disponible en: [www.inia.gob.pe/notas/notas058](http://www.inia.gob.pe/notas/notas058). (verificado, 27 de agosto de 2009).
145. IPGRI. (1996). Descriptores para el tomate (*Lycopersicon* spp.). Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia. 44 pp.
146. Jansky, S. (2006). Overcoming hybridization barriers in potato. *Plant Breeding* 125 (1):1-12.
147. Jansky, S. H. and Peloquin, S. J. (2006). Advantages of Wild Diploid *Solanum* Species Over Cultivated Diploid Relatives in potato Breeding Programs. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 53(4):669-674.
148. Jaramillo, S. y M. Baena. (2000). Material de Apoyo a la Capacitación en Conservación “ex situ” de los Recursos Fitogenéticos. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Cali Colombia, 209 p.
149. Jarret, L. J. and Towill, L. E. (1999). Maintenance of sweet potato germplasm in the S-9 germplasm collection in Griffin, Georgia, USA. En: *Management of field and in vitro germplasm collections*. Pg. 76-84. F. Engelman ed. 104-109 January, 1996, IPGRI, Roma Italia.
150. Jiménez, J. P.; Brenes, A.; Fajardo, D.; Salas, A. and Spooner, D. M. (2006). The use and limits of AFLP data in the taxonomy of polyploid wild potato species in *Solanum* series *Conicibaccata*. *Conservation Genetics*. Article on line. Disponible en: [www.sprinkler.com/conten/7800731155106225](http://www.sprinkler.com/conten/7800731155106225). (verificado, 27 de agosto de 2009).
151. Jin, L.P.; Qu, D. Y.; Xie K. Y.; Bian, C. S. and Duan, S.G. (2004). Potato Germplasm, Breeding Studies in China. 11 August, World Potato Congress, Beijing, China.
152. Kaiser, W.J.; Mihov, M. F.; Muelbauer, J.; Hannan, R. M. (1998). First report of anthracnose of lentil incited by *Colletotrichum truncatum* in Bulgaria. *Plant Disease*. 82(1):128.
153. Kim, J.H.; Joungh, H.; Kim, H.Y. and Lim, Y.P. (1998). Estimation of genetic variation and relationship in potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars using AFLP markers. *American Journal of Potato Research*, 75(2):107-102.
154. Knüpffer, H. and van Hintum, J. L. (1995). The Barley Core Collection: An international effort. p. 171-178 en: *Core collections of plant genetic resources* (T. Hodgkin, A.H.D. Brown, Th.J.L. van Hintum y E.A.V. Morales, eds.). John Wiley and Sons, Reino Unido.
155. Kormutak, A.; Heldak, J. and Subova, D. (1999). Soluble Proteins and isoesterases as taxonomic marker tested in nine wild *Solanum* species and eight Slovakian Potato varieties. *Potato Research*. 42:619-626.
156. Lara, M. C.; Horia, I. G.; Susan, M. W. and Jiming, J. (2006). Marker-Assisted Selection for the Broad-Spectrum Potato Late Blight Resistance Conferred by Gene RB Derived from a Wild Potato Species. *Crop Sci*. 46:589-59.
157. Lara, R. M.; Florido, M.; Plana, D.; Moré, O.; González, M. E.; Álvarez, M. y Hernández, M. M. (2003). Isoenzymatic Analisis for Detecting “in vitro” Variability and/or Stability of Economically Important Crops. *Cultivos Tropicales*. 24(3):39-47.
158. Lara-Cabrera, S. and Spooner, D. M. (2004). Taxonomy of North and Central American diploid wild potato (*Solanum* sect. *Petota*, *Solanaceae*) species: AFLP data. *Amer. Jour. of Pot. Research*. 81(1):71-76.

159. Li, Y. H.; Han, Z. H. and Xu, X. (2004). Segregation patterns of AFLP markers in F<sub>1</sub> hybrids of a cross between tetraploid and diploid species in the genus *Malus*. *Plant Breeding*. 123(4):316-324.
160. Ligarreto, G. A. (2001). Los recursos genéticos: Un acervo importante para el mejoramiento de la producción de papa. *Revista CORPOICA: Innovación y Cambio Tecnológico*. 2(1):12-17.
161. Lim, H. T.; Zhao, M. A. and Yong, Z. Z. (2004). Genetic stability analyses of cryopreserved potato (*Solanum tuberosum* L.) using vitrification method. *Amer. Jour. of Potato Research*. 81(1):72-77.
162. Lommen, W. J. M. (1993). Post-harvest characteristics of potato minitubers with different fresh weights and from different harvests. II. Losses during storage. *Potato Research*. 36(4):273-282.
163. Lund, A.; Douches, D.; Bryan, G.; McClean K. and Frank, L. (2004). Genetic mapping of resistance to *Phytophthora infestans* in cultivated tetraploid potato (*Solanum tuberosum* subsp. *tuberosum*). *Amer. Jour. of Potato Research*. 81(1):73-79.
164. Macias, M. M.; Mancilla, R. T. y Contreras, A. M. (1989). Identificación de clones de papas chilenas (*Solanum* ssp. *tuberosum*) por electroforesis de proteínas y esterases. *Agro Sur*. 17:56-63.
165. Maggioni, L. (2004). Conservation and use of vegetable genetic resources: a European perspective. *Acta Hort*. 637:13-30 p.
166. Maleau, N. and Coleman, J. R. (1991). Isolation and Characterization of a cDNA coding for Pea Chloroplast Carbonic Anhidrase. *Plant Physiol*. 95:264-268.
167. Malosetti, M.; Abadie, T. and Germán, S. (2000). Comparing strategies for selecting a core subset for the Uruguayan barley collection. *Plant Genetic Resources Newsletter*, 121: 20-26.
168. Manso, F. (2009). Informe final de la campaña de papa 2008-2009. MINAGRI, 32 p.
169. Mantel, M. N. (1967). The detection of disease clustering and a generalized regression approach. *Cancer Res*. 25:209-220.
170. Marczewski, W.; Flis, B.; Syller, B.; Schäfer-Pregl R. and Gebhart, C. (2001). A major quantitative trait locus for resistance to potato leafroll virus is located in a resistance hotspot on potato chromosome XI and is tightly linked to *N*-gene-like markers. *Molecular Plant-Microbe Interactions*. 12: 1420–1425.
171. Mari, S.; Bolari, S.; Martin, J.; Peji, I. and Kozumplik, V. (2004). Genetic diversity of hexaploid wheat cultivars estimated by RAPD markers, morphological traits and coefficients of parentage. *Plant Breeding*. 123(4):366371.
172. McGregor, C. E.; van Treuren, R.; Hoekstra, R. and van Hintum, Th. J. L. (2002a). Analysis of the wild potato germplasm of the series *Acaulia* with AFLPs: implications for ex situ conservation. *Theoretical and Applied Genetics*. 104(1):146-156.
173. McGregor, C.E.; Greyling, M. M.; Lambert, C.A.; Louw, J.H. and Warnich, L. (2002b). Comparative assessment of DNA fingerprinting techniques (RAPD, ISSR, AFLP and SSR) in tetraploid potato (*Solanum tuberosum* L.) germplasm. *Euphytica*, 113(2):135-144.
174. Mendoza, G.; Espinoza, J.; Mendoza H.A. y Bonierbale M. (2003). “Reiche” (CIP 388611.22) Variedad de papa precoz, resistente a virus, tolerante al calor y de buena calidad industrial. Ponencia: II Congreso Científico de Invierno, organizado por Concytec. Universidad de Lima- 30 Jul- 2 Agosto 2003, Lima, Perú.

175. Meyer, R. C.; Milbourne, D.; Hackett, C. A.; Bradshaw, J. E.; McNichol, J. W. and Waugh, R. (2004). Linkage analysis in tetraploid potato and association of markers with quantitative resistance to late blight (*Phytophthora infestans*). *Molecular and General Genetics*. 259(2):254-261.
176. Miklas, P.; Delorme, R.; Hannan, R. and Dickson, M. (1997). Using the core concept to identify new white mold resistance sources in common bean. *Bean Improvement Coop. Abstr.* 18.
177. Milbourne, D.; Meyer, R. C.; Collins, A. J.; Ramsay, L.D.; Gebhardt, C. and Waugh, R. (1998). Isolation, characterization and mapping of simple sequence repeat loci in potato. *Molecular Genetics*, 259:233–245.
178. Moreno-González, J.; Crossa, J. and Cornelius, P. L. (2004). Genotype × Environment Interaction in multi-environment Trials using shrinkage factors for AMMI models. *Euphytica*. 137(1): 119-127.
179. Morris, D. A. (2006). Intersprout competition in the potato I. Effects of tuber size, sprout number and temperature on sprout growth during storage. *Potato Research*. 9(2): 69-85.
180. Muminovic, J.; Melchinger, A. E. and Lübberstedt, T. (2004). Genetic diversity in cornsalad (*Valerianella locusta*) and related species as determined by AFLP markers. *Plant Breeding*. 123(5):460-470.
181. Navrátil, O.; Fischer, L.; Čmejlová, J.; Linhart, M. and Vacek, J. (2007). Decreased amount of reducing sugars in transgenic potato tubers and its influence on yield characteristics. *Biologia Plantarum*. 51(1):56-60.
182. Negi, M. S.; Sabharwal, V.; Bhat S. R. and Lakshmikumar, M. (2004). Utility of AFLP markers for the assessment of genetic diversity within *Brassica nigra* germplasm. *Plant Breeding*. 123(1):13-19.
183. Nieto, A. R.; Sancho, A. C.; Barros M. V. and George J. L. (1990). Peroxidase zymograms at constants and gradient PH electrophoresis as an analytical test in the identification of potato varieties. *Jour. Agr. Food Chem*. 38:2148-2153.
184. NIVAP (2007). Netherlands Catalogue of Potato Varieties. p. 240-241.
185. Novy, R. G.; Gillen, A. M. and Whitworth, J. L. (2007). Characterization of the expression and inheritance of potato leafroll virus (PLRV) and potato virus Y (PVY) resistance in three generations of germplasm derived from *Solanum tuberosum*. *Theoretical and Applied Genetic*. 114 (7): 1161-1172.
186. Ochoa, C. M. (1990). *The Potatoes of South America*. Cambridge University Press. 503 p.
187. Oliver, J. L. and Martínez-Zapater, J. M. (1985). A genetic classification of potato cultivar based by allozyme patterns. *Theor. Appl. Genetic*. 69:305-311.
188. Orr, P. H. y Cash, J. N. (1992). Potatoes and potato processing. *Encyclopedia of food science and technology*. 3:2132-2136. En: Ed. Y. H. Hui. A Wiley-Interscience Publication. John Wiley and Sons, Inc.
189. Ortiz, R.; Martin, C.; Iwanaga, M. and Torres, H. (1993). Inheritance of early blight resistance in diploid potatoes. *Euphytica*. 71(1-2):15-19.
190. Ortiz, R. and Huaman, Z. (1994). Inheritance of morphological and tuber characteristics. In: Bradsahaw, J.E. and Mackay, G.R. eds. *Potato Genetics*. CAB International, 1994, p. 263-279.
191. Ortiz, E, Estévez, A, González, M. E., Castillo, J., Ortiz U. y Cordero, M. (1995). Evaluación de seis especies silvestres de papa en condiciones de campo. I Taller de Producción de Papa en los Trópicos. 27-29 de Junio de 1995, INCA.
192. Ortiz, R, y Huaman, Z. (2001). Allozyme polymorphisms in tetraploid potato gene pools and the effect on human selection. *Theor. and Appl. Gen.* 103(5):792-796.

193. Ortiz, R. and Golmirzaie, A. M. (2003). Genetic parameters for agronomic characteristics. I. Early and intermediate breeding populations of true potato seed. *Hereditas*. 139(2):212–216.
194. Padilla, G.; Cartea, M. E.; Soengas, P. and Ordás, A. (2007). Characterization of fall and spring plantings of Galician cabbage germplasm for agronomic, nutritional, and sensory traits. *Euphytica*. 154(1-2):63-74.
195. Parlevliet, J. E. (2007). How to maintain improved cultivars?. *Euphytica*. 153(3):353-362.
196. Parsons, B. J.; Newbury, H. J.; Jackson, M. T. and Ford-Lloyd, B. V. (1997). Contrasting Genetics Diversity Relationships are revealed in Rice (*Oriza sativa* L.) Using Different Markers Type. *Molecular Breeding*. 3(1):115-125 p.
197. Pavék, J. J. and Corsini, D. L. (2001). Utilization of potato genetic resources in variety development. *Am. Jour. of Potato Res.* 78(6):433-441.
198. Pereira, A. S.; Tai, G. C.; Yada, Y.; Coffin, R. H. and Souza-Machado, V. (1994). Potential for improvement by selection for reducing sugar content after cold storage for three potato populations. *Theor. and Applied Genetics*. 88(6-7):678-684.
199. Pereira, A. S.; Fritche, N. R. and Silva, R. (2007). Potato genotypes with low reducing sugar content. *Horticultura Brasileira*. 25(2): 220-223.
200. Pérez, L. (2007). Enfermedades de la papa: Descripción, Epidemiología y Manejo. VII Taller Nacional de Producción de Papa en los Trópicos. INCA. 25 y 26 de Junio, 2007.
201. Peters, J. P.; and Martinelli, J. A. (1989). Hierarchical cluster analysis as a tool to manage variation in germplasm collections. *Theoretical and Applied Genetics*, 78(1):42-48.
202. Petryk, N. E. (2005). Entre papas y patatas. Disponible en: [www.alimentación-sana.com.ar](http://www.alimentación-sana.com.ar). (verificado, 10 de Abril de 2008).
203. Provan, J.; Powell, W. and Waugh, R. (1996). Microsatellite analysis of relationships within cultivated potato (*Solanum tuberosum*). *Theor. Appl. Genet.* 92:1078–1084.
204. Quero-García, J. J.; Noyer, L.; Perrier, X.; Marchand, J. L. and Lebot, V. (2004). A germplasm stratification of taro (*Colocasia esculenta*) based on agro-morphological descriptors, validation by AFLP markers. *Euphytica*. 137(3): 387–395.
205. Raccuia, S. A.; Mainolfi, A.; Mandolino, G. and Melilli, M. G. (2004). Genetic diversity in *Cynara cardunculus* revealed by AFLP markers: comparison between cultivars and wild types from Sicily. *Plant Breeding*. 123(3):280- 289.
206. Raimondi, J. P.; Peralta, I. E.; Masuelli, R. W.; Feingold, S. and Camadro, E. L. (2005). Examination of the hybrid origin of the wild potato *Solanum ruiz-lealii* Brücher. *Plant Systematics and Evolution*. 253(1-4):33-51.
207. Ramírez, I. M.; Fuentes, J. L.; Rodríguez, N. N.; Coto, O.; Cueto, J.; Becker, D. and Rohde, W. (2005). Diversity analysis of Cuban avocado varieties based on agro-morphological traits and DNA polymorphisms. *J. Genet. & Breed.* In press.
208. Rea, J. (2001). Manejo y conservación comunitaria in situ de recursos genéticos agrícolas en Bolivia. La Paz, Bolivia. 8 pág. Disponible en: [http://www.sepia.org.pe/ponencias\\_final/julio\\_rea.PDF](http://www.sepia.org.pe/ponencias_final/julio_rea.PDF). Verificado: 12 de Junio de 2009.
209. Rivas, M. (2001). Conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos. En: “Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur”. PROCISUR. 12 p. Disponible en:

[http://www.fagro.edu.uy/fitotecnia/Documentos/Conservacion\\_in\\_situ.pdf](http://www.fagro.edu.uy/fitotecnia/Documentos/Conservacion_in_situ.pdf).

(verificado, 12 de Junio de 2009).

210. Rodríguez, G. (2001). Almacenamiento de papa para consumo directo e industrial. *Boletín de la Papa*. 3(22): 12p.
211. Rodríguez, M. A.; *et al.* (2007). Norma técnica obligatoria Nicaragüense para la producción empaque y comercialización de papa fresca para consumo humano. Norma Técnica Nicaragüense, Primera revisión, 12 p.
212. Rohlf, F. J. (1992). NTSYS-pc numerical taxonomy and multivariate analysis system. Exeter Publishing Ltd. New York. USA.
213. Roque, Y. A. (2005). Obtención de posturas de papaya (*Carica papaya* L.). cv. Maradol Roja por cultivo “in vitro” de segmentos nodales de plantas jóvenes. Tesis de Doctor en Ciencias Agrícolas. UNAH. Tutor: Eduardo Hector Ardisana. 97 p.
214. Ross, A. F. (2007). The need for characterisation and evaluation of germplasm: kiwifruit as an example. *Euphytica*. 154(3):371-382.
215. Rouppe, V. D. V.; Van Eck, J. N.; Draaistra, H. J.; Van zandvortt, J. P.M.; Jacobsen, E. and Bakker, J. (1998). An online catalogue of AFLP markers covering the potato genome. *Molecular Breeding*. 4(1):73-77.
216. Ruiz, J. I.; Ezpeleta, B.; Pascualena, J. y Ritter, E. (2006). Combining ability and correlations for yield components in early generations of potato breeding. *Plant Breeding*. 125 (2):183–186.
217. Ruiz, M. (2003). El Tratado Internacional de Recursos Fitogenéticos y la Decisión 391 de la Comunidad Andina de Naciones: Perú, la Región Andina, y los Centros Internacionales de Investigación Agrícola. Sociedad Peruana de Derecho Ambiental, Lima, Perú. 55 p.
218. Salas, A.R.; Spooner, D. M.; Huamán, Z.; Maita, R. V. T.; Hoekstra, R.; Schuler, K. y R. J. Hijmans. (2001). Taxonomy and new collections of wild potato species in central and southern Perú. *Am. J. of Potato Res.* 78(3):197-208.
219. Salas, A., Simon, R., Rojas, E., Blancas, M., Juarez, H., Roca, W. (2009). CIP database of FAO in-trust wild potato accessions. Genetic Resources Characterization and Conservation Division: Genebank. Disponible en: [www.research.cgiar.org/genebankdb](http://www.research.cgiar.org/genebankdb) (verificado 12 de Octubre de 2009).
220. Salomón, J. L.; A. Estévez, González, M. E.; Castillo, J.; Quiñones, Y.; Ortíz, U.; Varela, M. y M. Bonierbale. (2004). Selección de clones promisorios de papa con resistencia a los principales virus en Cuba. *Cultivos Tropicales*. 25(1):71-75.
221. Salomón, J. L., Estévez, Ana, Castillo, J.y Ortiz, U. (2007). Yara una nueva variedad cubana de papa (*Solanum tuberosum* L.) seleccionada a través de la investigación participativa. 28(1): 61.
222. Sambrook, J.; Fritsch, E. F.; Maniatis, T. (1989). Molecular cloning. A laboratory manual. E.F. Fritsch, T. Maniatis Eds. Cold Spring Harber Laboratory Press. 1659 p.
223. Sanz-Cortés, F.; Parfitt, D. E.; Romero, C.; Struss, D.; Llácer, G. and Badenes, M. L. (2003). Intraspecific olive diversity assessed with AFLP. *Plant Breeding*. 122(2):173-177.
224. Sasson, A. (1993) La alimentación del hombre del mañana. Madrid, Eds. UNESCO, 807 p.
225. Scariot, V.; De Keyser, E.; Handa, T. and De Riek, J. (2007). Comparative study of the discriminating capacity and effectiveness of AFLP, STMS and EST markers in assessing genetic relationships among evergreen azaleas. *Plant Breeding*, 126(29): 207–212.
226. Schafer-Pregl, R.; Ritter, E.; Concilio, L.; Hesselbach, J.; Lovatti, L.; Walkemeier, B.; Thelen, H.; Salamini, F.; Gebhardt, C. (1998). Analysis of quantitative trait loci

- (QTLs) and quantitative trait alleles (QTAs) for potato tuber yield and starch content. *Theor. and Appl. Genetics*. 97(5-6): 834-846.
227. Schoen, D.J. and Brown, A. H. D. (1995). Maximising genetic diversity in core collections of wild relatives of crop species. p. 55-76 en: Core collections of plant genetic resources (T. Hodgkin, A.H.D. Brown, Th.J.L. van Hintum y E.A.V. Morales, eds.). John Wiley and Sons, Reino Unido.
  228. Seguel, B. I. (2001). Conservación de recursos fitogenéticos ex situ. En: "Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur". PROCISUR, 12 p.
  229. Shan, F.; Clarke, H. J.; Yan, G.; Plummer, J. A. and Siddique, K. H. M. (2007). Identification of duplicates and fingerprinting of primary and secondary wild annual *Cicer* gene pools using AFLP markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 54(3):519-527.
  230. Sharma, S. K.; Glenn, J.; Bryan, M.; Winfield, O. and Millam, S. (2005). Stability of potato (*Solanum tuberosum* L.) plants regenerated via somatic embryos, axillary bud proliferated shoots, microtubers and true potato seeds: a comparative phenotypic, cytogenetic and molecular assessment. *Revista Planta*. Article On line.
  231. Smith, S. E.; Guarino, L.; Al-Doss, A. and Conta, D. M. (1995). Morphological and agronomic affinities among Middle Eastern alfalfas accessions from Oman and Yemen. *Crop Sci*. 35:1188–1194.
  232. Solano, J. S.; Morales, D. and Anabalón, R. (2007). Molecular description and similarity relationships among native germplasm potatoes (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum* L.) using morphological data and AFLP markers. *Plant Biotechnology*. 10(3):456-462.
  233. Song, Y. S.; Hepting, L.; Schweizer, G.; Hartl, L.; Wenzel, G. and Schwarzfischer, A. (2005). Mapping of extreme resistance to PVY (*R<sub>Ysto</sub>*) on chromosome XII using anther-culture-derived primary dihaploid potato lines. *Theoretical and Applied Genetics*. 111(5):122-127.
  234. Spooner, D. M. and Bamberg, J. B. (1994) Potato Genetic Resource: sources of resistance and systematic. *Am. Pot. Jour.* 71:325-337.
  235. Spooner, D. M.; Van den Berg, R. G. A.; Rodríguez, J.; Bamberg, R.; Hijmans, J. and Lara-Cabrera, S. I. (2004). Wild potatoes (*Solanum* sect. *Petota*; Solanaceae) of North and Central America. *Syst. Bot.* 68, 13 p.
  236. Spooner, D. M.; Peralta, I. E. and Sandra, K. (2005). Comparison of AFLPs with other markers for phylogenetic inference in wild tomatoes (*Solanum* L. section *Lycopersicon* [Mill.] Wettst). *Taxon*. 54(1):43-61.
  237. Stedje, B. and Bukenya-Ziraba, R. (2003). RAPD variation in *Solanum anguivi* Lam. and *S. aethiopicum* L. (*Solanaceae*) in Uganda. *Euphytica*. 131(3):293-297.
  239. Struik, P. C., van der Putten, P. E. L. Caldiz, D. O. and Scholte, K. (2006). Response of Stored Potato Seed Tubers from Contrasting Cultivars to Accumulated Day-Degrees. *Crop Sci* 46:1156-1168.
  240. Sukhotu, T.; Kamijima, O. and Hosaka, K. (2006). Chloroplast DNA Variation in the Most Primitive Cultivated Diploid Potato Species *Solanum stenotomum* Juz. et Buk. and its Putative Wild Ancestral Species using High-Resolution Markers. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 53(1):53-63.
  241. Sun, G.; Wang-Pruski, G.; Mayich, M. and De Jong, H. (2003). RAPD and pedigree-based genetic diversity estimates in cultivated diploid potato hybrids. *Theoretical and Applied Genetics*. 107(1):110-115.

242. Tanksley, S. D.; Young, A. H.; Paterson, H. and M. W. Bonierbale (1989). RFLP Mapping in Plant Breeding: New Tools for an Old Science. *Biotechnology*. 126(2):207-212.
243. Tapia, M. E. y Rosas, A. (1998). Agrobiodiversidad en La Encañada. Sistematización de las experiencias en la conservación *in situ* de los Recursos Fitogenéticos, Cajamarca. CONDESAN, 26 p.
244. Teklu, Y.; Hammer, K. and Röder, M. S. (2007). Simple sequence repeats marker polymorphism in emmer wheat (*Triticum dicoccon* Schrank): Analysis of genetic diversity and differentiation. *Genetic Resources and Crop Evolution*. 54(3):543-554.
245. Thome, J.; Jones, P.; Beebe, S. and Iwanga, M. (1995). The combined use of agroecological and characterization data to establish the CIAT Phaseolus vulgaris core collection. In: Core collections of plant genetic resources Hodgkin T, Brown A.H.D, Hithum T.J.L van, Morales EAV (eds.) Pp. 95-107. John Wiley and Sons, New York.
246. Torres, M. E. y Moreno, S. (2001). Aplicaciones de la caracterización vegetal en conservación y gestión de recursos fitogenéticos. Universidad Politécnica de Madrid. 268-276 pp.
247. Torricella, R. G. y Zamora, E. (1989). Evaluación sensorial aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la industria alimenticia. Cap 4. Pruebas sensoriales. CIDCT, IIIA.
248. Tozzini, A. C.; Ceriani, M. F.; Saladrigas, M. V. and H. E. Hopp. (2005). Extreme resistance to infection by PLRV in genotypes of tuber-bearing *Solanum* species in seed production. *Potato Researcher*, 34(3):317-324.
249. Trujillo, G. (2005). Desarrollo de marcadores SCAR y CAPS en un QTL con efecto importante sobre la resistencia al tizón tardío de la papa. Tesis de Doctor. UNMSN, Lima, Perú.
250. Uddin, S. S.; Chaudhary, M. F. y Anwar, R. (2001). Estudios sobre la conservación *in vitro* de germoplasma de papa (*Solanum tuberosum* L.) en el Pakistán. IPGRI, FAO.
251. Vaikonen, J. P. (1994). Natural Genes and Mechanisms for Resistance to Viruses in Cultivated and Wild Potato Species (*Solanum* spp.). *Plant Breeding*. 11(2):1-16.
252. Valverde, R. (2007). Mapeo genético y detección de QTLS en especies de *solanum* *Agronomía Costarricense* 31(2): 31-47.
253. Van den Berg, R.; Bryan, G.; Del Rio, A. and Spooner, D. (2002). Reduction of species in the wild potato *Solanum* section Petota series Longipedicellata: AFLP, RAPD and chloroplast SSR data. *Theor. and Applied Genetics*. 105(8):1109-1114.
254. Van Eck, H. J.; Van der Voort, J. R.; Draaistra, J.; van Zandvoort, P.; van Enckevort, E.; Segers, B.; Peleman, J.; Jacobsen, E.; Helder, J. and Bakker, J. (1995). The inheritance and chromosomal localization of AFLP markers in a non-inbred potato offspring. *Molecular Breeding*. 1(4):397-410.
255. Van Hintum, Th. J. L. (1999). The Core Selector, a system to generate representative selections of germplasm accessions. *Plant Genet. Resour. Newsl.* 118:64-67.
256. Van Hintum, Th. J. L.; Brown, A. H. D.; Spillane, C. y Hodgkin, T. (2003). Colecciones Núcleo de Recursos Fitogenéticos. IPGRI. Boletín Técnico. No. 3-42 p.
257. Varela, M. (2002). Los métodos biplot como herramienta de análisis de interacción de orden superior en modelo lineal/bilineal. [Tesis de Doctorado]. Universidad de Salamanca. 100 p.

258. Varela, M. y Castillo, J. (2005). Modelos con términos multiplicativos. Aplicación en el análisis de la interacción genotipo ambiente. *Cultivos Tropicales*, 26(3):71-75.
259. Varela, M.; Vicente, L. L.; Galindo, P.; Blázquez, A.; Castillo, J. G. y Estévez, A. (2007). Una generalización de los modelos AMMI basada en el algoritmo de TUCKALS3 para el análisis de componentes principales de tres modos. *Cultivos Tropicales*. 9(1):69-72.
260. Vega, S. E.; Del Río, A. H.; Geunhwa J.; Bamberg, J. B. and Palta, J. P. (2003). Marker-assisted Genetic Analysis of Non-acclimated Freezing Tolerance and Cold Acclimation Capacity in a Backcross *Solanum* Population. *Amer. Jour. of Potato Research*. 80(6):359-369.
261. Veilleux, R. E.; Paz, M. M. and Levy, D. (1997). Potato germplasm development for warm climates: genetic enhancement of tolerance to heat stress. *Euphytica*. 98(1-2):83-92.
262. Veteläinen, M.; Gammelgard, E. and Valkonen, J. P. T. (2005). Diversity of Nordic Landrace Potatoes (*Solanum tuberosum* L.) Revealed by AFLPs and Morphological Characters Genetic Resources and Crop Evolution. 52(8):1072-1077.
263. Virk, P. S.; Zhu, J.; Newbury, H. J.; Bryan, G. J.; Jackson, M. T. and Ford-Lloyd, M. V. (2000). Effectiveness of Different Class of Molecular Marker for Classifying and Revealing Variation in Rice (*Oryza sativa* L.) Germplasm. *Euphytica*. 112:275-284 p.
264. Vos, P.; Hogers, R.; Bleeker, M.; Reijans, M.; van de Lee, T.; Hornes, M.; Fritjers, A.; Pot, J.; Kuiper, M. and Zabeau, M. (1995). AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acids Research*. 23(21):4407-4414.
265. Wang, J. C.; Hu, J.; Xu, H. M. and Zhang, S. (2007). A strategy on constructing core collections by least distance stepwise sampling. *Theoretical and Applied Genetics*. 118:1432-2242.
266. Watson, J. D. and Crick, C. (1953). Molecular structure of nucleic acids. En: *Classic paperin genetic*. Prentice Hall. p. 241-243.
267. Wilson, A. R.; Twiss, P. T. G. and Lessells, W. J. (1992). Weight loss and sprouting of bulk-stored maincrop potatoes in England . *Potato Research*. 5(2):147-165.
268. Winton, M. 1987. Determinación de almidón. Método gravimétrico de Sachsse por hidrólisis directa y por reducción del cobre. *Análisis de alimento*. Ed. Acribia.
269. Wu, J.; Jenkins, J.N.; McCarty, J. C.; Zhong, M. and Swindle, M. (2007). AFLP marker associations with agronomic and fiber traits in cotton. *Euphytica*. 153(1-2):153-163.
270. Yenko, G. C. and Clough, M. E. (2004). Potato variety trial and breeding report, North Carolina. NC Potato Variety Trial Report, USDA. 47 p. Disponible en: <http://www.ces.ncsu.edu/plymouth/hort/potato/index.html>. (verificado, 19 de abril de 2009).
271. Yuan, M.; Zhou, and Liu, D. (2004). Genetic diversity among populations and breeding lines from recurrent selection in *Brassica napus* as revealed by RAPD markers. *Plant Breeding*. 123(9):12-17.
272. Zhang, X.; Zhao, Y.; Cheng, Y.; Feng, X.; Guo, Q.; Zhou, M. and Hodgkin, T. (2000). Establishment of sesame germplasm core collection in China. *Genet. Resour. Crop. Evol.* 47:273-279.

273. Zhang, R.; Christ, B. J. and Haynes, K. G. (2003). Mapping Early Blight Resistance in a Diploid Hybrid Potato Population of *Solanum phureja* x *S. stenotomum*. Amer. Jour. of Potato Research. 80(1):76-84.
274. Zhang, J. Y.; Yuan, Q. H.; Meng, Y. Q., Li, X. L.; Nan, Z. B.; Wang, Y. R. and Zhang, W. S. (2007). A genetic diversity analysis of wild Lespedeza populations based on morphological characters, allozyme and RAPD methods. Plant Breeding. 126: 89-94.
275. Zulzer, S. (2008). La papa versátil y nutritiva. En: La papa un cultivo de Futuro. Revista Correo de Bayer CropScience. 8-11 p.

## ANEXOS

### Anexo 1. Evaluación morfoagronómica de los principales caracteres cuantitativos y cualitativos de las accesiones silvestres de papa

No. n	Accesiones silvestres	NT/pta	Masa Prom. (kg)	Rend/pta (kg/pta)	Rend. (t/ha)	Altura (cm)	CPT	FT	POT	A.S*	PLRV* (%)	Proc.
1.	<i>S. brachycarpum</i>	4 ± 0,75	0,035 ± 0,005	0,146 ± 0,040	6,49 ± 1,79	25,00 ± 3,28	Amar.	Ob-Ov	M	2	10	Perú
2.	<i>S. cardiophyllum</i>	5 ± 1,37	0,040 ± 0,003	0,213 ± 0,052	9,47 ± 2,29	35,00 ± 0,89	Amar.	Ov.	M	4	60	Perú
3.	<i>S. demissum</i>	2 ± 0,75	0,050 ± 0,010	0,113 ± 0,055	5,04 ± 2,46	29,33 ± 2,87	Amar.	Clava	P	3	0	Perú
4.	<i>S. hougasii</i>	3 ± 0,63	0,009 ± 0,002	0,027 ± 0,012	1,21 ± 0,53	34,17 ± 3,06	Amar.	Obl.	M	3	50	Perú
5.	<i>S. iopetalum</i>	4 ± 0,75	0,004 ± 0,001	0,016 ± 0,005	0,72 ± 0,23	26,33 ± 3,14	Amar.	Ob-Al	S	4	40	Perú
6.	<i>S. ajuscoense</i>	5 ± 0,89	0,013 ± 0,008	0,068 ± 0,042	3,04 ± 1,87	42,00 ± 2,82	Amar.	Red	M	3	10	Perú
7.	<i>S. semidemissum</i>	4 ± 0,75	0,015 ± 0,003	0,058 ± 0,005	2,59 ± 0,21	42,17 ± 2,22	Amar.	Ov.	M	5	50	Perú
8.	<i>S. flenderi</i>	5 ± 1,67	0,007 ± 0,002	0,035 ± 0,015	1,57 ± 0,64	45,00 ± 1,09	Amar.	Compr.	P	4	10	Perú
9.	<i>S. antipoviczii</i>	6 ± 1,17	0,007 ± 0,003	0,045 ± 0,021	1,99 ± 0,94	38,00 ± 1,78	Amar.	Alarg.	M	5	0	Perú
10.	<i>S. polytrichon</i>	4 ± 1,21	0,011 ± 0,002	0,049 ± 0,014	2,16 ± 0,62	34,33 ± 1,86	Amar.	Compr.	P	4	20	Perú
11.	<i>S. coriaceifolium</i>	3 ± 0,75	0,047 ± 0,007	0,148 ± 0,042	6,58 ± 1,85	44,17 ± 0,75	Amar.	Ob-Ov	P	2	10	Perú
12.	<i>S. stoloniferum</i>	6 ± 1,41	0,033 ± 0,007	0,206 ± 0,087	9,16 ± 3,87	38,00 ± 2,00	Amar.	Alarg.	S	2	100	Perú
13.	<i>S. guerreroense</i>	4 ± 1,21	0,018 ± 0,003	0,080 ± 0,024	3,54 ± 1,09	41,00 ± 2,28	Amar.	Alarg.	S	3	20	Perú
14.	<i>S. vallis-mexici</i>	6 ± 0,98	0,026 ± 0,008	0,159 ± 0,063	7,05 ± 2,79	17,17 ± 0,75	Carm.	Obl.	P	3	30	Perú
15.	<i>S. cortilobum</i>	4 ± 0,63	0,017 ± 0,005	0,067 ± 0,014	2,96 ± 0,63	49,00 ± 3,89	Amar.	Ob-Ov	S	2	0	Perú
16.	<i>S. pinnatisectum</i>	5 ± 0,75	0,036 ± 0,010	0,183 ± 0,054	8,13 ± 2,41	68,00 ± 3,03	Amar.	Ov-Al	P	2	50	Perú
17.	<i>S. jamessi</i>	6 ± 0,75	0,053 ± 0,012	0,329 ± 0,085	14,63 ± 3,79	26,17 ± 1,47	Carm.	Ob-Ov.	M	3	0	Perú
18.	<i>S. michoacanum</i>	3 ± 0,75	0,019 ± 0,006	0,062 ± 0,022	2,74 ± 0,99	40,00 ± 1,26	Amar.	Oval	S	1	100	Perú
19.	<i>S. verrucosum</i>	7 ± 0,75	0,017 ± 0,005	0,119 ± 0,037	5,30 ± 1,66	35,00 ± 1,78	Amar.	Ob-Ov.	M	4	0	Perú
20.	<i>S. acaule</i>	4 ± 0,63	0,059 ± 0,008	0,239 ± 0,063	10,62 ± 2,81	24,17 ± 1,16	Amar.	Ov.	M	1	0	Perú
21.	<i>S. schruteri</i>	4 ± 1,17	0,015 ± 0,002	0,064 ± 0,024	2,84 ± 1,06	40,17 ± 2,40	Amar.	Elípt.	S	4	0	Perú
22.	<i>S. uyunense</i>	4 ± 1,17	0,040 ± 0,008	0,161 ± 0,016	7,16 ± 0,71	38,33 ± 2,16	Amar.	Ov-Al.	S	3	0	Perú

23.	<i>S. brevicaule</i>	3 ± 0,75	0,016 ± 0,005	0,049 ± 0,024	2,17 ± 1,07	53,00 ± 3,16	Amar.	Ob-Al.	M	5	10	Perú
24.	<i>S. canasense</i>	4 ± 0,89	0,001 ± 0,001	0,005 ± 0,002	0,23 ± 0,08	32,33 ± 1,36	Amar.	Obl.	M	1	0	Perú
25.	<i>S. catarthrum</i>	4 ± 1,17	0,035 ± 0,008	0,143 ± 0,052	6,36 ± 2,29	57,33 ± 1,96	Carm.	Obl.-Al.	P	4	10	Perú
26.	<i>S. leptophyes</i>	5 ± 1,33	0,053 ± 0,006	0,281 ± 0,097	12,47 ± 4,31	26,00 ± 2,28	Amar.	Red.	P	1	100	Perú
27.	<i>S. parvicorollatum</i>	7 ± 1,17	0,039 ± 0,007	0,276 ± 0,068	12,27 ± 3,04	56,00 ± 1,67	Amar.	Red.	S	4	10	Perú
28.	<i>S. laplaticum</i>	5 ± 0,98	0,023 ± 0,007	0,118 ± 0,036	5,24 ± 1,59	35,33 ± 1,50	Amar.	Red.	S	1	10	Perú
29.	<i>S. saltense</i>	7 ± 1,17	0,039 ± 0,007	0,276 ± 0,068	12,27 ± 3,04	56,00 ± 1,67	Amar.	Red.	S	4	10	Perú
30.	<i>S. multidisectum</i>	5 ± 0,98	0,023 ± 0,007	0,118 ± 0,036	5,24 ± 1,59	35,33 ± 1,50	Amar.	Red.	S	1	10	Perú
31.	<i>S. alandiae</i>	2 ± 0,89	0,042 ± 0,005	0,087 ± 0,046	3,84 ± 2,06	39,17 ± 2,48	Amar.	Oval	M	4	30	Perú
32.	<i>S. sparsipilum</i>	5 ± 1,17	0,011 ± 0,003	0,061 ± 0,030	2,73 ± 1,32	58,17 ± 1,72	Amar.	Red.	P	5	80	Perú
33.	<i>S. sucrense</i>	3 ± 0,63	0,036 ± 0,005	0,110 ± 0,038	4,89 ± 1,69	40,33 ± 1,63	Amar.	Obl-Al.	P	5	0	Perú
34.	<i>S. boliviense</i>	5 ± 1,55	0,008 ± 0,002	0,038 ± 0,015	1,70 ± 0,65	48,00 ± 3,74	Amar.	Obl-Ov.	M	4	0	Perú
35.	<i>S. trifidum</i>	6 ± 0,98	0,011 ± 0,003	0,072 ± 0,028	3,19 ± 1,25	42,00 ± 1,89	Amar.	Obl-Ov.	M	4	0	Perú
36.	<i>S. kurtzianum</i>	5 ± 0,75	0,005 ± 0,002	0,025 ± 0,011	1,10 ± 0,51	43,00 ± 1,67	Viol.	Oval	M	5	40	Perú
37.	<i>S. aemulans</i>	10 ± 1,60	0,012 ± 0,002	0,125 ± 0,035	5,53 ± 1,54	65,00 ± 2,82	Viol.	Ov.	M	4	0	Perú
38.	<i>S. simplicifolium</i>	5 ± 1,10	0,007 ± 0,003	0,038 ± 0,017	1,67 ± 0,75	39,00 ± 1,41	Viol.	Ov-Al.	M	6	15	Perú
39.	<i>S. schickii</i>	5 ± 1,26	0,011 ± 0,003	0,057 ± 0,021	2,55 ± 0,95	23,17 ± 1,16	Carm.	Clava	M	5	0	Perú
40.	<i>S. panipasense</i>	6 ± 1,37	0,030 ± 0,007	0,195 ± 0,067	8,66 ± 3,00	21,00 ± 1,78	Amar.	Red.	M	6	0	Perú
41.	<i>S. urubambae</i>	5 ± 1,41	0,048 ± 0,008	0,246 ± 0,096	10,92 ± 4,26	60,17 ± 1,47	Amar.	Ov.	P	3	10	Perú
42.	<i>S. microdontum</i>	3 ± 0,82	0,013 ± 0,002	0,046 ± 0,017	2,04 ± 0,74	43,17 ± 1,72	Viol.	Ov.	P	4	50	Perú
43.	<i>S. stenotomum</i>	6 ± 0,75	0,026 ± 0,006	0,163 ± 0,047	7,25 ± 2,09	27,00 ± 1,41	Viol.	Clava	P	1	0	Perú
44.	<i>S. tarijense</i>	8 ± 1,60	0,015 ± 0,004	0,123 ± 0,043	5,44 ± 1,92	43,00 ± 1,41	Carm.	Fus.	P	5	0	Perú
45.	<i>S. ruiz-sevallosii</i>	3 ± 0,75	0,020 ± 0,005	0,062 ± 0,019	2,76 ± 0,86	35,17 ± 0,75	Carm.	Fus.	P	3	0	Perú
46.	<i>S. bukasovii</i>	5 ± 1,47	0,011 ± 0,002	0,059 ± 0,019	2,63 ± 0,87	42,00 ± 1,26	Amar.	Fus.	M	3	10	Perú
47.	<i>S. chacoense</i>	7 ± 0,75	0,065 ± 0,005	0,465 ± 0,074	20,68 ± 3,27	40,17 ± 1,72	Amar.	Fus.	M	3	0	Perú
48.	<i>S. setulosistilum</i>	3 ± 0,63	0,005 ± 0,002	0,017 ± 0,008	0,74 ± 0,35	39,33 ± 1,63	Amar.	Ov.	M	5	10	Perú
49.	<i>S. macolae</i>	4 ± 1,10	0,002 ± 0,001	0,007 ± 0,004	0,33 ± 0,17	36,33 ± 1,63	Amar.	Clava	P	2	0	Perú
50.	<i>S. angustisectum</i>	6 ± 1,10	0,001 ± 0,002	0,009 ± 0,010	0,40 ± 0,47	22,17 ± 2,63	Viol.	Fus.	M	4	10	Perú
51.	<i>S. boergers</i>	4 ± 1,37	0,006 ± 0,002	0,030 ± 0,018	1,34 ± 0,78	46,00 ± 1,67	Viol.	Fus.	M	3	0	Perú
52.	<i>S. chickii</i>	8 ± 1,47	0,009 ± 0,004	0,074 ± 0,046	3,30 ± 2,06	33,33 ± 1,21	Amar.	Obl-Ov.	M	2	0	Perú
53.	<i>S. maglia</i>	9 ± 1,10	0,003 ± 0,002	0,027 ± 0,016	1,18 ± 0,73	43,00 ± 1,67	Amar.	Fus.	P	2	0	Perú
54.	<i>S. dolichostigma</i>	7 ± 1,17	0,002 ± 0,002	0,017 ± 0,012	0,77 ± 0,55	46,00 ± 2,89	Carm.	Elípt.	M	3	10	Perú
55.	<i>S. garciae</i>	5 ± 1,21	0,055 ± 0,007	0,297 ± 0,097	13,21 ± 4,30	29,33 ± 2,42	Viol.	Ov.	P	3	0	Perú
56.	<i>S. ochoanum</i>	6 ± 0,75	0,013 ± 0,003	0,083 ± 0,028	3,68 ± 1,23	45,00 ± 2,19	Amar.	Ov.	S	4	0	Perú
57.	<i>S. gibberulosum</i>	4 ± 0,82	0,020 ± 0,006	0,092 ± 0,037	4,08 ± 1,65	37,17 ± 1,32	Viol.	Ov.	M	4	10	Perú
58.	<i>S. subtilius</i>	3 ± 0,00	0,025 ± 0,006	0,074 ± 0,018	3,29 ± 0,79	42,17 ± 2,13	Amar.	Obl-Al.	P	4	0	Perú
59.	<i>S. knappei</i>	4 ± 0,82	0,008 ± 0,003	0,035 ± 0,016	1,55 ± 0,72	43,00 ± 1,09	Viol.	Clava	M	4	0	Perú
60.	<i>S. parodii</i>	4 ± 1,37	0,002 ± 0,001	0,009 ± 0,005	0,38 ± 0,22	55,00 ± 2,60	Amar.	Clava	M	5	33	Perú
61.	<i>S. agrimonifolium</i>	4 ± 0,63	0,010 ± 0,004	0,043 ± 0,022	1,92 ± 0,96	47,00 ± 1,78	Amar.	Clava	M	5	0	Perú

62.	<i>S. commersonii</i>	6 ± 0,63	0,052 ± 0,006	0,314 ± 0,061	13,97 ± 2,72	25,17 ± 1,72	Amar.	Obl-Ov.	P	4	80	Perú
63.	<i>S. leptostigma</i>	4 ± 1,03	0,031 ± 0,007	0,139 ± 0,059	6,16 ± 2,64	53,17 ± 1,72	Amar.	Obl-Ov.	S	5	0	Perú
Media		4.8	0.022	0.107	4.77	39.9						
Mínimo		2	0.001	0.005	0.23	17.17						
Máximo		10	0.065	0.465	20.68	68.0						
DE		1.60	0.017	0.095	4.24	11.0						
CV		33.3	77.27	88.78	88.88	27.57						

*NT/pta.* - número de tubérculo por planta, *MP*- masa promedio, *Rend/pta.*- rendimiento por planta, *Rend. (t/ha).*- rendimiento en toneladas por hectárea

*CPT*: Color de la piel del tubérculo: -Amar.: amarillo, -Carm.: carmelita, -Viol.: violeta

*FT*- Forma del tubérculo: -Ov: Ovoide, -Ob-Ov: oblonga-oval, -Ob: oblonga, -Ob-al.: oblonga-alargada, -Ov-al.: oval alargada, -Alarg.: alargada, -Red.: redonda, -Compr.: comprimida, -Fus: fusiforme, -Elípt.: elíptica

*POT*: profundidad de los ojos de los tubérculos: -S: superficial, -M: medio, -P: profundo

*AS*: *Alternaria solani* (escala de nueve grados, 1- resistente – 9 extremadamente susceptible)

*PLRV*: - virus del enrollamiento de la hoja (porcentaje de plantas afectadas)

*Proc.*- procedencia

\*: - datos de cuatro campañas,

Anexo 2. Evaluación morfoagronómica de los principales caracteres cuantitativos y cualitativos del germoplasma de accesiones cultivadas de papa

No.	Accesiones cultivadas	NT/pta	Masa Prom. (kg)	Rend./pta (kg/pta)	Rend. (t/ha)	Masa seca (%)	Altura (cm)	CPT	FT	POT	AS*	PLRV* (%)	Proc.
1.	Adora	5 ± 1,20	0,105 ± 0,006	0,525 ± 0,127	23,33 ± 5,65	16,7 ± 0,96	28,2 ± 2,21	Amar.	Alarg.	S	3	20	Holanda
2.	Agria	5 ± 1,20	0,077 ± 0,008	0,385 ± 0,137	17,11 ± 6,09	16,9 ± 1,16	36,0 ± 2,46	Amar.	Alarg.	S	4	10	Holanda
3.	Aida	8 ± 1,33	0,099 ± 0,006	0,792 ± 0,171	35,20 ± 7,61	16,3 ± 0,89	47,8 ± 2,36	Amar.	Ov-Al	S	3	30	Francia
4.	Ajax	3 ± 0,63	0,085 ± 0,005	0,255 ± 0,061	11,33 ± 2,70	18,4 ± 0,91	77,1 ± 2,64	Amar.	Oval	S	5	20	Holanda
5.	Ajiba	9 ± 1,72	0,119 ± 0,007	1,071 ± 0,226	47,60 ± 10,0	18,1 ± 0,89	45,5 ± 2,42	Amar.	Obl.	S	5	10	Holanda
6.	Aladin	4 ± 0,98	0,090 ± 0,005	0,360 ± 0,098	16,00 ± 4,36	16,8 ± 1,05	50,0 ± 2,85	Amar.	Oval	S	5	10	Holanda
7.	Alkon	4 ± 0,80	0,084 ± 0,010	0,336 ± 0,090	14,93 ± 3,98	17,8 ± 1,05	36,0 ± 1,95	Carm.	Oval	S	6	50	Holanda
8.	Allard	6 ± 1,60	0,081 ± 0,006	0,486 ± 0,150	21,60 ± 6,66	17,2 ± 1,08	74,7 ± 1,41	Amar.	Oval	M	5	0	Holanda
9.	Almera	6 ± 1,60	0,102 ± 0,007	0,612 ± 0,208	27,20 ± 9,25	15,4 ± 0,83	52,3 ± 2,19	Amar.	Oval	S	6	80	Holanda
10.	Alpha	5 ± 1,50	0,095 ± 0,007	0,475 ± 0,160	21,11 ± 7,10	17,6 ± 0,52	58,3 ± 3,46	Ros.	Oval	S	5	100	Holanda
11.	Alwara	3 ± 0,49	0,058 ± 0,008	0,174 ± 0,054	7,730 ± 2,40	15,6 ± 0,93	35,9 ± 2,90	Carm.	Oval	S	4	10	Alemania
12.	Amadeus	7 ± 1,02	0,119 ± 0,017	0,833 ± 0,228	37,02 ± 10,1	17,0 ± 1,20	54,0 ± 2,78	Ros.	Obl.	S	4	20	Holanda
13.	Amanda	3 ± 0,49	0,108 ± 0,010	0,324 ± 0,075	14,40 ± 3,33	17,3 ± 1,22	63,0 ± 4,10	Roja	Oval	S	6	20	Holanda
14.	Amigo	3 ± 0,63	0,070 ± 0,009	0,210 ± 0,071	9,330 ± 3,14	17,4 ± 1,00	54,0 ± 3,59	Amar.	Ov-Al	S	5	10	Holanda
15.	Amilka	3 ± 0,75	0,090 ± 0,008	0,270 ± 0,083	12,00 ± 3,70	18,6 ± 0,55	55,0 ± 2,98	Amar.	Ov-Al	S	5	10	Holanda
16.	Aninca	9 ± 1,63	0,101 ± 0,007	0,909 ± 0,154	40,40 ± 6,83	16,8 ± 0,81	56,4 ± 1,58	Amar.	Obl.	S	7	20	Cuba
17.	AP 80-2	3 ± 0,75	0,064 ± 0,007	0,192 ± 0,063	8,530 ± 2,81	18,5 ± 1,12	44,0 ± 2,70	Carm.	Red.	S	4	0	Holanda
18.	AP 80-4	6 ± 1,41	0,100 ± 0,007	0,600 ± 0,174	26,67 ± 7,73	18,2 ± 0,69	58,0 ± 2,96	Amar.	Alarg.	M	6	30	Holanda
19.	AP- 80-6	4 ± 1,02	0,059 ± 0,008	0,236 ± 0,074	10,49 ± 3,30	19,2 ± 0,98	38,0 ± 1,70	Carm.	Alarg.	M	7	10	Holanda
20.	Ariane	5 ± 1,50	0,089 ± 0,006	0,445 ± 0,144	19,78 ± 6,42	19,5 ± 1,02	48,6 ± 2,04	Amar.	Ob-Al	M	2	30	Holanda
21.	Arka	8 ± 1,72	0,092 ± 0,007	0,736 ± 0,202	32,71 ± 8,97	18,1 ± 1,27	52,0 ± 1,97	Ros.	Obl.	S	4	30	Holanda
22.	Arkula	4 ± 0,90	0,084 ± 0,010	0,336 ± 0,116	14,93 ± 5,18	16,5 ± 0,90	63,0 ± 1,96	Amar.	Oval	S	2	20	Holanda
23.	Armada	10 ± 1,02	0,107 ± 0,007	1,070 ± 0,151	47,56 ± 6,71	19,8 ± 0,70	47,6 ± 1,91	Amar.	Obl.	S	5	10	Holanda
24.	Arnova	9 ± 1,17	0,105 ± 0,004	0,945 ± 0,140	42,00 ± 6,21	15,9 ± 0,86	43,2 ± 1,94	Amar.	Oval	S	5	10	Holanda
25.	Asterix	6 ± 0,98	0,078 ± 0,006	0,468 ± 0,112	20,80 ± 5,00	14,5 ± 0,50	49,0 ± 2,89	Ros.	Alarg.	S	4	30	Holanda
26.	Atlantic	9 ± 1,02	0,131 ± 0,011	1,179 ± 0,205	52,40 ± 9,11	19,2 ± 0,86	47,7 ± 3,13	Amar.	Red.	S	6	60	EUA
27.	Atlas	5 ± 1,74	0,097 ± 0,006	0,485 ± 0,180	21,56 ± 8,02	15,8 ± 0,97	50,0 ± 2,97	Amar.	Obl.	S	5	0	Francia
28.	Atzimba	4 ± 0,75	0,085 ± 0,009	0,340 ± 0,090	15,11 ± 4,01	18,6 ± 1,10	44,0 ± 2,90	Amar.	Red.	P	6	40	Canadá
29.	Baraka	7 ± 1,02	0,131 ± 0,017	0,917 ± 0,233	40,76 ± 10,3	17,9 ± 0,55	65,0 ± 4,57	Amar.	Ob-Al	M	6	20	Holanda

30.	Bartina	5 ± 1,17	0,093 ± 0,006	0,465 ± 0,130	20,67 ± 5,79	15,0 ± 0,47	60,0 ± 1,10	Ros.	Oval	M	2	10	Holanda
31.	Batoche	5 ± 1,41	0,076 ± 0,007	0,380 ± 0,120	16,89 ± 5,33	18,1 ± 1,26	49,0 ± 2,41	Amar.	Oval	S	7	30	Holanda
32.	Belleisle	3 ± 0,75	0,087 ± 0,006	0,261 ± 0,081	11,60 ± 3,58	17,2 ± 1,21	59,0 ± 1,87	Amar.	Oval	S	6	20	Francia
33.	Belline	10 ± 1,36	0,086 ± 0,005	0,860 ± 0,146	38,22 ± 6,49	19,3 ± 1,02	50,4 ± 2,68	Amar.	Oval	M	3	10	Holanda
34.	Berber	7 ± 1,47	0,050 ± 0,006	0,350 ± 0,101	15,56 ± 4,48	16,4 ± 0,94	48,3 ± 3,08	Amar.	Obl.	S	6	10	Holanda
35.	BIC 96-32	4 ± 0,80	0,096 ± 0,006	0,384 ± 0,096	17,07 ± 4,25	15,8 ± 0,63	50,3 ± 2,60	Ros.	Oval	S	2	40	Holanda
36.	Bintje	8 ± 1,72	0,063 ± 0,006	0,504 ± 0,138	22,40 ± 6,12	21,6 ± 1,68	49,2 ± 2,82	Amar.	Obl.	S	4	100	Holanda
37.	Bk 76-199-81	4 ± 0,80	0,072 ± 0,006	0,288 ± 0,076	12,80 ± 3,38	17,1 ± 0,94	49,0 ± 1,67	Ros.	Oval	P	5	10	Holanda
38.	Bright	4 ± 0,75	0,063 ± 0,006	0,252 ± 0,067	11,20 ± 2,97	18,8 ± 1,14	55,0 ± 1,84	Amar.	Red.	P	6	100	Holanda
39.	Burren	8 ± 1,02	0,124 ± 0,009	0,992 ± 0,179	44,09 ± 7,94	17,3 ± 0,37	50,2 ± 2,07	Amar.	Ob-Al	S	5	0	Irlanda
40.	Buschra	4 ± 0,89	0,061 ± 0,007	0,244 ± 0,068	10,84 ± 3,03	18,6 ± 1,60	73,1 ± 1,54	Roja	Obl.	S	3	60	Rusia
41.	BVD 94-01	12 ± 2,04	0,089 ± 0,010	1,068 ± 0,300	47,47 ± 13,3	16,8 ± 0,91	55,5 ± 3,45	Amar.	Oval	M	5	0	Holanda
42.	C 183	8 ± 1,41	0,109 ± 0,008	0,872 ± 0,185	38,76 ± 8,23	16,2 ± 0,73	60,2 ± 2,61	Amar.	Red.	P	4	10	Cuba
43.	C-48	7 ± 0,75	0,130 ± 0,011	0,910 ± 0,154	40,44 ± 6,85	19,2 ± 0,97	63,5 ± 1,71	Amar.	Red.	P	8	0	Cuba
44.	C63	10 ± 1,50	0,133 ± 0,004	1,330 ± 0,234	59,11 ± 10,3	17,7 ± 1,25	63,7 ± 2,37	Ros.	Oval	M	7	0	Cuba
45.	Cal White	6 ± 1,20	0,128 ± 0,011	0,768 ± 0,168	34,13 ± 7,47	19,3 ± 0,42	46,3 ± 1,92	Amar.	Obl.	S	4	20	EUA
46.	Cardinal	7 ± 0,80	0,110 ± 0,008	0,770 ± 0,105	34,22 ± 4,69	18,1 ± 1,01	70,0 ± 1,94	Roja	Ob-Al	S	4	30	Holanda
47.	Caribe	10 ± 1,96	0,058 ± 0,010	0,580 ± 0,206	25,78 ± 9,15	18,7 ± 0,93	56,0 ± 2,15	Amar.	Oval	M	2	20	Canadá
48.	Carrera	11 ± 1,90	0,119 ± 0,005	1,309 ± 0,284	58,18 ± 12,6	14,3 ± 0,56	50,2 ± 2,25	Amar.	Red.	M	5	30	Holanda
49.	Caspar	4 ± 0,75	0,110 ± 0,009	0,440 ± 0,118	19,56 ± 5,23	14,6 ± 0,42	66,0 ± 2,65	Amar.	Obl.	M	4	50	Holanda
50.	CB81-9-17	3 ± 0,75	0,057 ± 0,007	0,171 ± 0,060	7,600 ± 2,68	16,7 ± 1,00	40,0 ± 2,25	Amar.	Obl.	M	5	10	EUA
51.	Cherokee	3 ± 0,98	0,0 ± 0,027	0,063 ± 0,082	2,800 ± 3,64	15,5 ± 0,85	27,0 ± 1,73	Amar.	Oval	S	6	80	CAnadá
52.	Cherrie	5 ± 1,17	0,084 ± 0,007	0,420 ± 0,138	18,67 ± 6,14	18,7 ± 0,85	50,5 ± 2,45	Roja	Alarg.	S	5	10	Francia
53.	Chieftain	8 ± 1,17	0,119 ± 0,009	0,952 ± 0,192	42,31 ± 8,51	17,6 ± 0,30	39,8 ± 3,38	Roja	Obl.	M	6	20	Canadá
54.	Claret	8 ± 2,65	0,118 ± 0,008	0,944 ± 0,344	41,96 ± 15,3	17,7 ± 0,82	48,6 ± 5,95	Ros.	Oval	M	5	50	UK
55.	Claudia	5 ± 0,75	0,136 ± 0,013	0,680 ± 0,150	30,22 ± 6,65	16,1 ± 0,79	60,0 ± 2,30	Amar.	Obl.	S	5	10	Francia
56.	CMK 77-18	5 ± 1,17	0,073 ± 0,006	0,365 ± 0,105	16,22 ± 4,66	17,9 ± 1,25	49,0 ± 2,64	Roja	Red.	S	4	10	Holanda
57.	Cosmos	4 ± 0,80	0,122 ± 0,008	0,488 ± 0,120	21,69 ± 5,31	16,3 ± 1,18	34,0 ± 2,31	Amar.	Oval	S	4	20	Holanda
58.	Cristal	4 ± 0,49	0,061 ± 0,006	0,244 ± 0,048	10,84 ± 2,12	14,8 ± 0,33	53,0 ± 1,88	Amar.	Ob-Al	M	6	100	Holanda
59.	Cubanita	9 ± 0,89	0,084 ± 0,008	0,756 ± 0,139	33,60 ± 6,18	17,1 ± 0,84	48,8 ± 2,49	Ros.	Oval	S	5	10	Cuba
60.	Cupid	4 ± 1,17	0,060 ± 0,008	0,240 ± 0,090	10,67 ± 3,99	18,2 ± 0,66	43,8 ± 2,69	Amar.	Oval	S	2	10	Holanda
61.	D-67-34	6 ± 1,36	0,060 ± 0,006	0,360 ± 0,074	16,00 ± 3,31	14,3 ± 0,28	49,0 ± 2,76	Amar.	Obl.	S	4	20	Holanda
62.	Daisy	7 ± 1,33	0,082 ± 0,010	0,574 ± 0,153	25,51 ± 6,82	16,8 ± 1,11	48,5 ± 1,80	Amar.	Oval	S	3	0	Francia
63.	Dany	4 ± 1,10	0,082 ± 0,005	0,328 ± 0,113	14,58 ± 5,04	17,4 ± 1,73	56,0 ± 3,22	Amar.	Alarg.	S	7	30	Holanda
64.	Delcora	4 ± 1,47	0,110 ± 0,007	0,440 ± 0,171	19,56 ± 7,58	18,5 ± 0,71	63,0 ± 2,54	Carm.	Oval	M	5	10	Holanda

65.	Derby	8 ± 1,85	0,132 ± 0,011	1,056 ± 0,299	46,93 ± 13,2	19,8 ± 1,91	43,8 ± 2,37	Amar.	Oval	S	5	10	Holanda
66.	Desirée	6 ± 0,80	0,154 ± 0,006	0,924 ± 0,129	41,07 ± 5,72	17,9 ± 0,90	77,0 ± 1,47	Ros.	Obl.	S	5	20	Holanda
67.	Diamant	8 ± 1,02	0,142 ± 0,009	1,136 ± 0,202	50,49 ± 9,00	16,1 ± 0,74	54,0 ± 2,66	Amar.	Oval	S	4	50	Holanda
68.	Diana	4 ± 2,06	0,092 ± 0,007	0,368 ± 0,202	16,36 ± 8,98	16,0 ± 0,43	49,0 ± 3,64	Ros.	Oval	S	7	100	Holanda
69.	Donata	4 ± 1,47	0,039 ± 0,006	0,156 ± 0,069	6,930 ± 3,05	17,9 ± 1,13	58,0 ± 2,48	Amar.	Oval	S	5	50	Holanda
70.	Dorisa	2 ± 0,80	0,081 ± 0,006	0,162 ± 0,077	7,200 ± 3,42	15,5 ± 0,81	40,0 ± 2,75	Amar.	Ob-Al	P	6	100	Holanda
71.	Early Rose	4 ± 1,74	0,074 ± 0,005	0,296 ± 0,132	13,16 ± 5,88	18,8 ± 1,72	44,0 ± 1,82	Ros.	Oval	M	7	10	Holanda
72.	El paso	4 ± 0,98	0,090 ± 0,005	0,360 ± 0,091	16,00 ± 4,05	16,7 ± 0,91	49,5 ± 4,77	Amar.	Obl.	S	4	30	Holanda
73.	Elvira	5 ± 1,10	0,091 ± 0,010	0,455 ± 0,142	20,22 ± 6,29	18,1 ± 0,52	67,0 ± 2,51	Amar.	Ob-Al	S	6	20	Holanda
74.	Empire	6 ± 1,85	0,104 ± 0,006	0,624 ± 0,193	27,73 ± 8,56	19,0 ± 0,66	49,0 ± 2,51	Amar.	Oval	S	6	100	Holanda
75.	Eramosa	8 ± 1,33	0,074 ± 0,007	0,592 ± 0,121	26,31 ± 5,36	17,3 ± 0,82	56,0 ± 2,51	Amar.	Ob-Al	M	6	10	Holanda
76.	Erik	5 ± 1,36	0,078 ± 0,006	0,390 ± 0,114	17,33 ± 5,05	16,4 ± 0,76	58,0 ± 1,97	Roja	Obl.	P	3	30	Canadá
77.	Esperante	3 ± 1,17	0,109 ± 0,010	0,327 ± 0,147	14,53 ± 6,53	13,8 ± 0,50	36,0 ± 2,39	Amar.	Ob-Al	P	5	80	Holanda
78.	Eureka	4 ± 1,60	0,087 ± 0,009	0,348 ± 0,181	15,47 ± 8,04	17,9 ± 1,05	64,0 ± 0,97	Ros.	Oval	S	3	30	Holanda
79.	EvereBalfour	8 ± 1,62	0,085 ± 0,006	0,680 ± 0,188	30,22 ± 8,36	18,5 ± 0,92	50,1 ± 2,25	Amar.	Red.	S	2	20	UK
80.	F 67-072	6 ± 1,74	0,111 ± 0,013	0,666 ± 0,256	29,60 ± 11,3	17,6 ± 0,72	40,0 ± 4,08	Roja	Red.	S	6	20	Rusia
81.	F 67-128	5 ± 1,74	0,089 ± 0,010	0,445 ± 0,194	19,78 ± 8,60	17,4 ± 0,35	60,0 ± 2,56	Ros.	Red.	S	5	20	Rusia
82.	F 68-036	5 ± 0,98	0,084 ± 0,007	0,420 ± 0,112	18,67 ± 4,96	18,8 ± 1,49	35,0 ± 2,07	Amar.	Oval	S	3	10	Rusia
83.	F 70-6	3 ± 1,50	0,052 ± 0,010	0,156 ± 0,107	6,930 ± 4,75	18,1 ± 0,90	56,0 ± 1,86	Roja	Red.	S	6	0	Rusia
84.	F 71-55-118	8 ± 2,14	0,105 ± 0,010	0,840 ± 0,228	37,33 ± 10,1	16,7 ± 0,69	66,0 ± 2,35	Amar.	Red.	M	5	10	Rusia
85.	F 72-514	4 ± 1,20	0,109 ± 0,010	0,436 ± 0,165	19,38 ± 7,32	16,7 ± 0,79	50,0 ± 2,12	Amar.	Oval	S	5	50	Rusia
86.	F 76-52	5 ± 2,06	0,064 ± 0,013	0,320 ± 0,181	14,22 ± 8,04	17,5 ± 1,58	45,0 ± 5,40	Roja	Red.	S	5	80	Rusia
87.	F 76-53	4 ± 1,50	0,061 ± 0,009	0,244 ± 0,118	10,84 ± 5,23	19,5 ± 1,26	45,0 ± 1,83	Amar.	Ob-Al	S	3	50	Rusia
88.	F-70-021	4 ± 0,63	0,131 ± 0,011	0,524 ± 0,102	23,29 ± 4,52	18,9 ± 0,73	60,0 ± 4,22	Amar.	Red.	S	4	0	Rusia
89.	F-73008	5 ± 1,02	0,136 ± 0,012	0,680 ± 0,159	30,22 ± 7,05	15,3 ± 0,33	48,0 ± 2,39	Amar.	Red.	S	5	30	Rusia
90.	F-74-123	4 ± 0,49	0,082 ± 0,005	0,328 ± 0,043	14,58 ± 1,92	18,8 ± 0,86	48,1 ± 2,26	Amar.	Red.	M	6	10	Rusia
91.	Fábula	7 ± 1,79	0,141 ± 0,012	0,987 ± 0,315	43,87 ± 13,9	16,8 ± 0,47	47,8 ± 3,75	Amar.	Oval	S	6	20	Holanda
92.	Famosa	5 ± 1,17	0,139 ± 0,010	0,695 ± 0,161	30,89 ± 7,15	18,6 ± 0,86	61,0 ± 2,60	Amar.	Obl.	S	3	20	Holanda
93.	Favorita	4 ± 0,75	0,074 ± 0,006	0,296 ± 0,064	13,16 ± 2,85	16,4 ± 0,86	37,0 ± 1,66	Amar.	Obl.	M	6	50	Holanda
94.	Felsina	4 ± 1,17	0,081 ± 0,009	0,324 ± 0,126	14,40 ± 5,60	17,3 ± 0,89	50,0 ± 2,25	Amar.	Oval	M	5	80	Canadá
95.	Flamenco	3 ± 0,63	0,084 ± 0,011	0,252 ± 0,047	11,20 ± 2,09	17,9 ± 1,12	59,0 ± 4,36	Roja	Oval	S	5	50	Holanda
96.	Fortuna	4 ± 1,10	0,122 ± 0,014	0,488 ± 0,155	21,69 ± 6,87	18,9 ± 1,08	35,0 ± 2,24	Amar.	Red.	S	5	60	Holanda
97.	Frezja	3 ± 1,02	0,057 ± 0,006	0,171 ± 0,068	7,600 ± 3,02	20,3 ± 2,07	68,7 ± 1,89	Viol.	Obl.	M	5	100	Holanda
98.	Frisia	4 ± 1,60	0,064 ± 0,006	0,256 ± 0,103	11,38 ± 4,58	16,6 ± 0,98	89,0 ± 4,50	Amar.	Ob-Al	M	7	10	Holanda
99.	Fundy	3 ± 1,47	0,083 ± 0,009	0,249 ± 0,113	11,07 ± 5,01	19,0 ± 0,75	56,0 ± 2,32	Amar.	Red.	S	3	90	Holanda

100.	Funzanum	3 ± 1,26	0,035 ± 0,006	0,105 ± 0,059	4,670 ± 2,61	18,0 ± 1,01	16,0 ± 2,32	Carm.	Red.	S	5	0	Rusia
101.	G-72-117	4 ± 1,55	0,123 ± 0,007	0,492 ± 0,190	21,87 ± 8,44	17,8 ± 0,46	50,6 ± 1,40	Amar.	Red.	S	6	30	Holanda
102.	Gaby	3 ± 0,75	0,029 ± 0,004	0,087 ± 0,029	3,870 ± 1,28	16,7 ± 0,30	40,0 ± 5,21	Amar.	Obl.	M	7	10	Holanda
103.	GE 71-699	2 ± 1,02	0,076 ± 0,010	0,152 ± 0,100	6,760 ± 4,44	18,3 ± 1,28	46,2 ± 2,40	Amar.	Oval	M	6	20	Alemania
104.	Gloria	4 ± 0,98	0,060 ± 0,011	0,240 ± 0,086	10,67 ± 3,82	18,0 ± 1,03	56,0 ± 2,42	Amar.	Oval	S	3	10	Holanda
105.	Herakles	5 ± 1,36	0,055 ± 0,007	0,275 ± 0,077	12,22 ± 3,40	17,3 ± 0,61	50,0 ± 2,75	Amar.	Oval	S	4	100	Holanda
106.	Ibis	10 ± 2,42	0,095 ± 0,005	0,950 ± 0,260	42,22 ± 11,5	17,6 ± 0,51	43,5 ± 2,42	Amar.	Obl.	S	6	20	Cuba
107.	Idole	9 ± 2,06	0,064 ± 0,008	0,576 ± 0,193	25,60 ± 8,56	17,7 ± 0,55	70,0 ± 2,85	Amar.	Red.	M	4	10	Holanda
108.	Ilona	4 ± 1,94	0,087 ± 0,007	0,348 ± 0,183	15,47 ± 8,14	17,6 ± 0,58	50,0 ± 5,02	Amar.	Ob-Al	S	5	10	Holanda
109.	Impala	3 ± 1,36	0,071 ± 0,008	0,213 ± 0,087	9,47 ± 3,87	16,4 ± 0,37	26,0 ± 2,41	Amar.	Ob-Al	M	4	10	Holanda
110.	Innovator	6 ± 1,60	0,145 ± 0,016	0,870 ± 0,282	38,67 ± 12,5	16,7 ± 0,65	60,2 ± 4,46	Amar.	Oval	M	6	100	Holanda
111.	Ivonne	6 ± 1,85	0,041 ± 0,024	0,246 ± 0,160	10,93 ± 7,09	16,5 ± 0,49	42,5 ± 1,91	Amar.	Obl.	S	5	10	Holanda
112.	Kathadin	2 ± 1,02	0,082 ± 0,010	0,164 ± 0,104	7,290 ± 4,61	20,6 ± 1,45	48,0 ± 2,98	Amar.	Oval	S	4	20	EUA
113.	KM 95-37-10	11 ± 1,86	0,070 ± 0,008	0,770 ± 0,207	34,22 ± 9,18	16,3 ± 0,49	45,6 ± 3,14	Amar.	Oval	S	7	10	Holanda
114.	km 94-34-17	9 ± 1,72	0,102 ± 0,007	0,918 ± 0,186	40,80 ± 8,28	17,7 ± 1,81	58,4 ± 2,80	Amar.	Oval	M	3	0	Holanda
115.	KM99-58-04	8 ± 2,15	0,109 ± 0,009	0,872 ± 0,271	38,76 ± 12,0	17,3 ± 0,50	52,1 ± 1,00	Amar.	Obl.	S	6	30	Holanda
116.	KO 82-0845	5 ± 1,90	0,076 ± 0,010	0,380 ± 0,190	16,89 ± 8,45	17,5 ± 1,20	27,0 ± 1,72	Carm.	Obl.	M	5	10	Holanda
117.	Kondor	9 ± 1,79	0,108 ± 0,013	0,972 ± 0,266	43,20 ± 11,8	18,7 ± 0,50	61,0 ± 4,81	Ros.	Ov-Al	S	6	20	Holanda
118.	Korrigane	3 ± 1,47	0,147 ± 0,020	0,441 ± 0,260	19,60 ± 11,5	18,9 ± 1,22	82,0 ± 3,94	Amar.	Obl.	S	7	30	Alemania
119.	Krolosa	3 ± 1,47	0,080 ± 0,006	0,240 ± 0,115	10,67 ± 5,12	17,1 ± 0,86	52,0 ± 1,99	Amar.	Red.	M	5	100	Alemania
120.	Lady Balfour	9 ± 1,72	0,097 ± 0,007	0,873 ± 0,176	38,80 ± 7,81	18,8 ± 1,48	47,4 ± 2,92	Amar.	Oval	S	3	20	UK
121.	Lady olimpia	3 ± 0,98	0,080 ± 0,008	0,240 ± 0,094	10,67 ± 4,16	17,7 ± 1,13	50,1 ± 6,31	Amar.	Oval	S	6	10	Holanda
122.	Lady Roseta	4 ± 1,62	0,056 ± 0,009	0,224 ± 0,123	9,960 ± 5,45	18,2 ± 1,10	67,0 ± 2,95	Roja	Oval	M	8	10	Holanda
123.	Lady	3 ± 0,89	0,078 ± 0,008	0,234 ± 0,084	10,40 ± 3,72	18,7 ± 0,95	52,3 ± 2,90	Ros.	Red.	M	5	20	Holanda
124.	Larga	4 ± 0,89	0,073 ± 0,010	0,292 ± 0,073	12,98 ± 3,23	15,5 ± 0,38	43,0 ± 3,17	Amar.	Ob-Al	S	5	50	Holanda
125.	Larouge	7 ± 1,63	0,142 ± 0,014	0,994 ± 0,285	44,18 ± 12,6	17,8 ± 1,41	47,5 ± 3,38	Roja	Red.	P	5	10	Canadá
126.	Likaria	4 ± 1,26	0,065 ± 0,009	0,260 ± 0,099	11,56 ± 4,41	16,3 ± 0,45	50,0 ± 3,34	Amar.	Obl.	S	3	60	Holanda
127.	Liseta	10 ± 2,04	0,121 ± 0,007	1,210 ± 0,268	53,78 ± 11,9	16,3 ± 0,47	45,2 ± 2,90	Amar.	Ov-Al	S	5	10	Holanda
128.	Lizen	5 ± 1,41	0,104 ± 0,009	0,520 ± 0,154	23,11 ± 6,86	16,0 ± 0,87	64,0 ± 1,74	Amar.	Red.	S	5	40	Holanda
129.	Lizzette	8 ± 2,06	0,086 ± 0,006	0,688 ± 0,198	30,58 ± 8,80	18,2 ± 0,73	45,5 ± 2,90	Amar.	Obl.	S	2	20	Cuba
130.	Lucretia	7 ± 2,50	0,055 ± 0,006	0,385 ± 0,178	17,11 ± 7,92	17,8 ± 0,75	63,0 ± 2,64	Amar.	Oval	S	5	70	Holanda
131.	Lutetia	5 ± 0,89	0,055 ± 0,011	0,275 ± 0,105	12,22 ± 4,66	18,1 ± 1,49	56,0 ± 3,35	Amar.	Oval	S	5	30	Holanda
132.	Magic red	3 ± 1,36	0,099 ± 0,009	0,297 ± 0,155	13,20 ± 6,88	17,7 ± 0,73	52,0 ± 2,17	Roja	Obl.	S	5	10	Francia
133.	Manna	3 ± 1,60	0,052 ± 0,009	0,156 ± 0,109	6,930 ± 4,86	15,2 ± 0,68	35,0 ± 1,70	Amar.	Oval	S	5	60	Holanda
134.	Maradonna	10 ± 1,60	0,082 ± 0,010	0,820 ± 0,179	36,44 ± 7,96	18,1 ± 1,70	49,0 ± 3,47	Amar.	Comp.	S	5	10	Holanda

135.	Maranca	8 ± 1,85	0,111 ± 0,008	0,888 ± 0,261	39,47 ± 11,5	16,8 ± 0,49	48,2 ± 3,40	Amar.	Oval	S	2	10	Holanda
136.	Marfona	5 ± 1,20	0,057 ± 0,012	0,285 ± 0,085	12,67 ± 3,78	18,3 ± 1,73	36,0 ± 2,11	Amar.	Ov-Al	M	5	40	Holanda
137.	Marinca	9 ± 1,33	0,090 ± 0,008	0,810 ± 0,151	36,00 ± 6,70	18,7 ± 0,53	46,7 ± 4,28	Ros.	Oval	S	7	10	Cuba
138.	Marlene	5 ± 1,63	0,117 ± 0,017	0,585 ± 0,242	26,00 ± 10,7	18,6 ± 0,90	66,0 ± 2,68	Amar.	Oval	M	4	10	Holanda
139.	Matador	3 ± 1,47	0,090 ± 0,007	0,270 ± 0,152	12,00 ± 6,74	16,8 ± 0,98	45,5 ± 2,11	Roja	Red.	M	3	0	Holanda
140.	Melody	4 ± 1,47	0,087 ± 0,017	0,348 ± 0,183	15,47 ± 8,13	17,2 ± 0,72	48,9 ± 2,68	Amar.	Oval	S	5	10	Holanda
141.	Mirka	3 ± 1,47	0,083 ± 0,008	0,249 ± 0,146	11,07 ± 6,48	19,8 ± 1,31	76,0 ± 2,08	Amar.	Ov-Al	S	4	30	Rusia
142.	Monalisa	12 ± 1,72	0,087 ± 0,009	1,044 ± 0,255	46,40 ± 11,3	18,9 ± 1,90	64,0 ± 4,44	Amar.	Oval	S	6	10	Holanda
143.	Mozart	7 ± 1,85	0,121 ± 0,024	0,847 ± 0,368	37,64 ± 16,3	17,3 ± 0,78	53,7 ± 2,16	Ros.	Oval	S	5	30	Holanda
144.	Murato	5 ± 1,72	0,125 ± 0,027	0,625 ± 0,215	27,78 ± 9,55	16,8 ± 0,50	52,2 ± 2,34	Ros.	Oval	S	5	100	Holanda
145.	Murosa	5 ± 1,50	0,143 ± 0,015	0,715 ± 0,281	31,78 ± 12,5	20,6 ± 1,12	70,0 ± 2,23	Roja	Obl.	M	4	50	Holanda
146.	Narijke	2 ± 1,02	0,087 ± 0,020	0,174 ± 0,140	7,730 ± 6,24	21,5 ± 1,81	52,2 ± 6,14	Amar.	Ob-Al	S	4	10	Holanda
147.	Nicola	4 ± 2,24	0,091 ± 0,017	0,364 ± 0,288	16,18 ± 12,7	14,5 ± 0,30	62,0 ± 2,21	Amar.	Ov-Al	S	3	50	Holanda
148.	NL 79-186	2 ± 1,02	0,076 ± 0,014	0,152 ± 0,114	6,760 ± 5,07	18,8 ± 0,54	43,0 ± 2,21	Amar.	Alarg.	P	4	40	Holanda
149.	Noella	4 ± 1,36	0,051 ± 0,019	0,204 ± 0,139	9,070 ± 6,17	18,0 ± 1,40	57,0 ± 4,36	Roja	Alarg.	S	5	10	Holanda
150.	Obelix	6 ± 1,96	0,091 ± 0,015	0,546 ± 0,238	24,27 ± 10,5	18,4 ± 0,82	65,0 ± 2,50	Amar.	Oval	S	2	10	Holanda
151.	Oceanía	3 ± 1,02	0,093 ± 0,019	0,279 ± 0,136	12,40 ± 6,05	18,3 ± 0,75	58,0 ± 4,30	Amar.	Red.	S	7	40	Holanda
152.	Omega	3 ± 0,75	0,080 ± 0,015	0,240 ± 0,106	10,67 ± 4,71	18,8 ± 1,54	61,0 ± 1,88	Amar.	Oval	S	4	70	Holanda
153.	Onaway	3 ± 0,80	0,079 ± 0,013	0,237 ± 0,056	10,53 ± 2,47	19,2 ± 1,05	52,0 ± 3,98	Amar.	Red.	M	3	70	Canadá
154.	Oneida	3 ± 1,02	0,065 ± 0,006	0,195 ± 0,077	8,670 ± 3,41	18,8 ± 0,94	50,0 ± 1,87	Amar.	Red.	M	6	20	Holanda
155.	Oord 92-04	10 ± 1,72	0,088 ± 0,003	0,880 ± 0,139	39,11 ± 6,19	14,8 ± 0,88	54,5 ± 2,46	Amar.	Oval	S	5	10	Holanda
156.	P-82-28	4 ± 0,80	0,063 ± 0,013	0,252 ± 0,051	11,20 ± 2,27	19,7 ± 1,34	47,0 ± 3,41	Ros.	Oval	M	3	20	Rusia
157.	Pala	7 ± 1,62	0,033 ± 0,008	0,231 ± 0,093	10,27 ± 4,15	16,7 ± 0,58	60,0 ± 1,94	Ros.	Obl.	S	6	10	Holanda
158.	Paloma	9 ± 1,36	0,078 ± 0,011	0,702 ± 0,181	31,20 ± 8,02	16,8 ± 1,52	60,4 ± 2,91	Amar.	Oval	S	6	30	Holanda
159.	Pamela	7 ± 0,98	0,091 ± 0,009	0,637 ± 0,137	28,31 ± 6,07	16,8 ± 0,55	49,2 ± 3,00	Amar.	Oval	S	3	10	Holanda
160.	Picasso	7 ± 1,02	0,086 ± 0,014	0,602 ± 0,152	26,76 ± 6,74	18,7 ± 0,69	38,0 ± 1,88	Amar.	Obl.	S	7	50	Holanda
161.	Premiere	6 ± 1,36	0,052 ± 0,011	0,312 ± 0,113	13,87 ± 5,02	16,2 ± 0,59	59,0 ± 2,07	Amar.	Oval	S	2	50	Holanda
162.	Quincy	8 ± 1,72	0,123 ± 0,013	0,984 ± 0,274	43,73 ± 12,1	18,2 ± 0,75	56,5 ± 3,31	Amar.	Oval	M	5	20	Holanda
163.	Raritan	4 ± 0,98	0,061 ± 0,010	0,244 ± 0,067	10,84 ± 2,99	22,0 ± 1,65	52,0 ± 7,09	Amar.	Obl.	S	5	30	Rusia
164.	Recolta	6 ± 1,85	0,141 ± 0,013	0,846 ± 0,275	37,60 ± 12,2	17,3 ± 0,48	55,0 ± 1,86	Amar.	Obl.	S	5	10	Holanda
165.	Red Gold	4 ± 0,49	0,058 ± 0,011	0,232 ± 0,079	10,31 ± 3,50	16,7 ± 0,58	45,8 ± 2,15	Roja	Red.	P	5	10	Canadá
166.	Red Lasoda	6 ± 1,33	0,128 ± 0,004	0,768 ± 0,190	34,13 ± 8,43	16,8 ± 0,32	47,2 ± 4,82	Roja	Red.	P	6	10	Canadá
167.	Red pontiac	8 ± 1,02	0,118 ± 0,012	0,944 ± 0,197	41,96 ± 8,75	14,9 ± 0,51	61,0 ± 2,13	Roja	Red.	P	4	40	EUA
168.	Red Scarlet	10 ± 1,85	0,107 ± 0,008	1,070 ± 0,213	47,56 ± 9,48	14,8 ± 0,96	50,2 ± 2,37	Ros.	Oval	S	5	20	Holanda
169.	Redsen	3 ± 0,98	0,070 ± 0,005	0,210 ± 0,076	9,330 ± 3,38	18,4 ± 1,65	59,0 ± 2,13	Roja	Red.	M	2	40	Holanda

170.	Rideau	5 ± 1,17	0,071 ± 0,006	0,355 ± 0,108	15,78 ± 4,81	18,4 ± 0,77	48,0 ± 3,07	Roja	Red.	S	6	60	Canadá
171.	Rikea	2 ± 0,89	0,067 ± 0,005	0,134 ± 0,065	5,960 ± 2,87	14,3 ± 0,47	41,0 ± 4,07	Amar.	Obl.	S	4	40	Holanda
172.	Robinia	6 ± 1,02	0,073 ± 0,010	0,438 ± 0,100	19,47 ± 4,43	20,2 ± 1,73	46,0 ± 3,07	Ros.	Oval	M	5	10	Holanda
173.	Robinta	5 ± 1,36	0,057 ± 0,010	0,285 ± 0,104	12,67 ± 4,61	17,8 ± 1,40	39,0 ± 2,28	Ros.	Obl.	M	4	20	Holanda
174.	Rodeo	9 ± 1,74	0,092 ± 0,011	0,828 ± 0,227	36,80 ± 10,0	18,2 ± 0,66	47,8 ± 3,46	Ros.	Oval	M	6	10	Holanda
175.	Roko	3 ± 0,80	0,085 ± 0,013	0,255 ± 0,088	11,33 ± 3,90	16,8 ± 1,38	50,2 ± 3,57	Roja	Obl.	M	5	20	Holanda
176.	Romano	8 ± 1,94	0,116 ± 0,007	0,928 ± 0,264	41,24 ± 11,7	18,6 ± 0,62	52,3 ± 3,03	Ros.	Oval	S	5	10	Holanda
177.	Rooster	9 ± 1,72	0,091 ± 0,003	0,819 ± 0,167	36,40 ± 7,43	19,2 ± 1,23	43,8 ± 2,18	Ros.	Comp.	M	3	10	Holanda
178.	Rosa	2 ± 0,49	0,066 ± 0,009	0,132 ± 0,050	5,870 ± 2,21	18,0 ± 1,00	62,4 ± 4,60	Ros.	Obl.	S	4	70	Holanda
179.	Rosabelle	4 ± 1,60	0,070 ± 0,007	0,280 ± 0,141	12,44 ± 6,27	17,0 ± 0,67	43,0 ± 3,03	Ros.	Oval	S	5	80	Holanda
180.	Rosanna	5 ± 1,20	0,074 ± 0,009	0,370 ± 0,131	16,44 ± 5,81	17,3 ± 0,63	52,3 ± 2,68	Roja	Oval	S	6	10	Alemania
181.	Rose Gold	8 ± 1,62	0,067 ± 0,025	0,536 ± 0,288	23,82 ± 12,7	16,8 ± 0,60	66,0 ± 6,06	Ros.	Red.	M	4	20	Canadá
182.	Rosedor	4 ± 0,75	0,093 ± 0,013	0,372 ± 0,098	16,53 ± 4,35	14,6 ± 0,46	46,0 ± 1,94	Ros.	Oval	M	6	30	Holanda
183.	RZ 94-13-06	3 ± 0,75	0,112 ± 0,015	0,336 ± 0,129	14,93 ± 5,72	16,8 ± 0,67	50,1 ± 2,40	Amar.	Oval	M	4	10	Holanda
184.	RZ-1-441	3 ± 1,10	0,083 ± 0,006	0,249 ± 0,106	11,07 ± 4,72	17,4 ± 1,84	44,0 ± 2,43	Amar.	Alarg.	S	5	10	Holanda
185.	RZ-4-553	4 ± 1,10	0,066 ± 0,017	0,264 ± 0,108	11,73 ± 4,81	16,5 ± 0,58	50,0 ± 2,25	Ros.	Ob-Al	S	2	0	Holanda
186.	RZ-79-N-148	4 ± 1,20	0,093 ± 0,004	0,372 ± 0,125	16,53 ± 5,55	15,7 ± 0,42	47,0 ± 7,27	Carm.	Oval	S	5	20	Holanda
187.	Safrane	8 ± 1,02	0,114 ± 0,016	0,912 ± 0,206	40,53 ± 9,18	17,7 ± 1,36	50,0 ± 2,43	Amar.	Obl.	S	3	10	Holanda
188.	Saginan Gold	6 ± 1,17	0,074 ± 0,006	0,444 ± 0,116	19,73 ± 5,15	16,5 ± 0,58	37,0 ± 2,43	Amar.	Comp.	S	6	10	Canadá
189.	Sahel	5 ± 0,89	0,072 ± 0,010	0,360 ± 0,103	16,00 ± 4,57	20,4 ± 0,76	55,0 ± 3,00	Amar.	Obl.	S	5	50	Holanda
190.	Santana	9 ± 2,14	0,145 ± 0,006	1,305 ± 0,344	58,00 ± 15,2	22,2 ± 0,80	60,6 ± 3,59	Amar.	Ob-Al	S	5	10	Holanda
191.	Sante	5 ± 1,85	0,096 ± 0,004	0,480 ± 0,175	21,33 ± 7,76	21,1 ± 1,19	56,9 ± 2,78	Amar.	Red.	M	5	60	Holanda
192.	SB 78-5	4 ± 1,17	0,062 ± 0,006	0,248 ± 0,092	11,02 ± 4,09	19,6 ± 0,51	42,6 ± 2,98	Ros.	Ob-Al	M	3	70	Holanda
193.	Sebago	4 ± 0,80	0,105 ± 0,014	0,420 ± 0,135	18,67 ± 5,99	18,5 ± 0,55	31,8 ± 2,98	Amar.	Red.	S	2	50	Canadá
194.	Sebastian	9 ± 2,32	0,106 ± 0,013	0,954 ± 0,362	42,40 ± 16,0	14,9 ± 0,47	52,3 ± 2,98	Amar.	Oval	S	6	10	UK
195.	Shannon	8 ± 0,75	0,125 ± 0,010	1,000 ± 0,151	44,44 ± 6,72	16,8 ± 0,78	47,0 ± 2,98	Ros.	Obl.	M	5	10	Irlanda
196.	Simply red	9 ± 2,06	0,092 ± 0,011	0,828 ± 0,286	36,80 ± 12,6	16,8 ± 0,37	50,2 ± 2,92	Ros.	Oval	S	6	10	Holanda
197.	Sincoe	13 ± 1,90	0,076 ± 0,003	0,988 ± 0,168	43,91 ± 7,48	18,1 ± 1,14	47,0 ± 3,23	Amar.	Oval	S	5	30	Holanda
198.	Sirtema	4 ± 1,36	0,073 ± 0,005	0,292 ± 0,094	12,98 ± 4,19	19,1 ± 1,57	44,0 ± 1,68	Amar.	Oval	M	4	10	Holanda
199.	Slaney	7 ± 1,17	0,102 ± 0,013	0,714 ± 0,201	31,73 ± 8,94	19,8 ± 0,71	50,0 ± 2,93	Amar.	Obl.	S	3	10	Irlanda
200.	SM 81-65	5 ± 1,02	0,042 ± 0,007	0,210 ± 0,071	9,330 ± 3,16	18,7 ± 1,42	33,0 ± 3,44	Amar.	Ob-Al	S	2	100	Rusia
201.	SM 98-47-36	10 ± 1,94	0,098 ± 0,007	0,980 ± 0,229	43,56 ± 10,1	18,9 ± 0,71	50,3 ± 3,54	Amar.	Obl.	S	4	10	Rusia
202.	Solana	3 ± 0,98	0,097 ± 0,013	0,291 ± 0,133	12,93 ± 5,93	18,0 ± 0,68	32,0 ± 1,80	Ros.	Alarg.	S	6	50	Alemania
203.	Solanda	3 ± 0,63	0,057 ± 0,004	0,171 ± 0,047	7,600 ± 2,09	18,7 ± 1,03	42,0 ± 3,71	Amar.	Alarg.	P	3	20	Holanda
204.	Spirit	4 ± 1,20	0,106 ± 0,010	0,424 ± 0,163	18,84 ± 7,23	16,7 ± 0,38	47,8 ± 2,07	Amar.	Obl.	S	4	50	Holanda

205.	Spunta	8 ± 1,94	0,165 ± 0,006	1,320 ± 0,354	58,67 ± 15,7	18,7 ± 0,96	89,0 ± 3,67	Amar.	Ob-Al	S	6	10	Holanda
206.	Sprint	3 ± 1,60	0,066 ± 0,007	0,198 ± 0,127	8,800 ± 5,62	16,8 ± 0,45	58,3 ± 3,46	Amar.	Alarg.	S	5	20	Bégica
207.	Tango	9 ± 1,50	0,099 ± 0,014	0,891 ± 0,237	39,60 ± 10,5	17,7 ± 1,06	52,3 ± 4,53	Amar.	Oval	S	5	10	Irlanda
208.	Thalasa	3 ± 0,75	0,083 ± 0,010	0,249 ± 0,080	11,07 ± 3,56	22,1 ± 2,32	76,0 ± 7,49	Amar.	Oval	M	5	60	Rusia
209.	Timate	8 ± 1,20	0,132 ± 0,023	1,056 ± 0,324	46,93 ± 14,4	16,8 ± 0,64	42,2 ± 2,32	Amar.	Ov-Al	S	4	40	Holanda
210.	Trent	5 ± 0,89	0,083 ± 0,003	0,415 ± 0,068	18,44 ± 3,04	21,5 ± 1,07	55,0 ± 2,88	Amar.	Red.	M	6	40	Holanda
211.	Triplo	8 ± 1,20	0,118 ± 0,009	0,944 ± 0,191	41,96 ± 8,47	16,8 ± 1,27	55,7 ± 2,55	Amar.	Oval	S	7	10	Holanda
212.	Troubador	6 ± 0,98	0,062 ± 0,021	0,372 ± 0,189	16,53 ± 8,38	19,0 ± 0,73	53,0 ± 1,38	Amar.	Ov-Al	S	5	60	Holanda
213.	Turbo	5 ± 1,36	0,038 ± 0,003	0,190 ± 0,066	8,440 ± 2,93	16,7 ± 0,78	38,0 ± 1,18	Amar.	Obl.	S	5	30	Canadá
214.	Ukama	3 ± 1,02	0,083 ± 0,006	0,249 ± 0,101	11,07 ± 4,50	16,9 ± 0,56	49,0 ± 2,73	Viol.	Oval	S	6	30	Rusia
215.	Ulianovsky	3 ± 0,75	0,085 ± 0,012	0,255 ± 0,099	11,33 ± 4,39	23,7 ± 2,11	65,0 ± 1,63	Amar.	Red.	S	5	10	Rusia
216.	ValeEverest	8 ± 1,02	0,087 ± 0,015	0,696 ± 0,192	30,93 ± 8,55	18,2 ± 1,21	50,4 ± 2,25	Amar.	Oval	S	5	10	UK
217.	Vekaro	6 ± 0,80	0,075 ± 0,014	0,450 ± 0,135	20,00 ± 6,02	18,9 ± 0,67	60,0 ± 4,69	Ros.	Oval	S	3	50	Rusia
218.	Viking	8 ± 0,75	0,057 ± 0,005	0,456 ± 0,082	20,27 ± 3,65	20,1 ± 0,50	51,0 ± 3,12	Roja	Oval	S	4	60	Holanda
219.	Vittorini	4 ± 0,80	0,069 ± 0,014	0,276 ± 0,080	12,27 ± 3,55	19,0 ± 1,68	57,0 ± 3,32	Amar.	Oval	S	6	40	Holanda
220.	Vk 68-488	3 ± 0,40	0,059 ± 0,005	0,177 ± 0,035	7,870 ± 1,56	14,6 ± 0,50	46,0 ± 1,54	Viol.	Oval	S	5	10	Holanda
221.	Vk 70-505	3 ± 0,63	0,092 ± 0,007	0,276 ± 0,060	12,27 ± 2,69	18,8 ± 0,31	57,0 ± 4,15	Roja	Oval	S	7	10	Holanda
222.	Vk 71-300	4 ± 0,98	0,089 ± 0,014	0,356 ± 0,122	15,82 ± 5,44	17,0 ± 1,89	46,0 ± 1,86	Ros.	Oval	S	4	10	Holanda
223.	VK73-93-9	3 ± 0,75	0,063 ± 0,012	0,189 ± 0,075	8,400 ± 3,35	15,6 ± 0,50	44,0 ± 3,70	Roja	Oval	S	6	10	Holanda
224.	Volcan	7 ± 0,98	0,050 ± 0,008	0,350 ± 0,088	15,56 ± 3,91	13,5 ± 0,33	30,0 ± 1,21	Amar.	Red.	M	3	50	Holanda
225.	Voyager	7 ± 0,63	0,140 ± 0,017	0,980 ± 0,179	43,56 ± 7,94	18,7 ± 0,99	47,4 ± 4,31	Amar.	Oval	S	6	30	Holanda
226.	VR 90-271	3 ± 0,40	0,111 ± 0,011	0,333 ± 0,066	14,80 ± 2,94	17,3 ± 0,94	50,1 ± 3,00	Ros.	Oval	S	6	10	Holanda
227.	VR 92-813	3 ± 0,75	0,105 ± 0,016	0,315 ± 0,130	14,00 ± 5,76	16,8 ± 0,55	49,3 ± 1,84	Amar.	Oval	M	5	10	Holanda
228.	VR 94-752	9 ± 1,02	0,122 ± 0,014	1,098 ± 0,226	48,80 ± 10,0	14,3 ± 0,26	50,0 ± 1,87	Roja	Oval	S	5	10	Holanda
229.	Vucano	6 ± 0,80	0,048 ± 0,005	0,288 ± 0,059	12,80 ± 2,61	18,8 ± 0,99	58,0 ± 5,09	Amar.	Alarg.	S	3	20	Rusia
230.	Yucon Gol	4 ± 1,02	0,055 ± 0,004	0,220 ± 0,060	9,780 ± 2,67	17,3 ± 1,98	72,0 ± 2,51	Amar.	Oval	S	6	10	Canadá
231.	Zafire	7 ± 1,02	0,089 ± 0,015	0,623 ± 0,178	27,69 ± 7,90	18,2 ± 0,81	52,3 ± 2,90	Amar.	Oval	S	6	0	Holanda
232.	ZPC 76-K-20	4 ± 0,98	0,075 ± 0,005	0,300 ± 0,081	13,33 ± 3,60	20,8 ± 1,06	51,0 ± 2,69	Amar.	Comp.	S	6	10	Holanda
233.	14-52-93	10 ± 1,63	0,119 ± 0,011	1,190 ± 0,252	52,89 ± 11,2	17,7 ± 0,51	47,7 ± 2,20	Ros.	Oval	M	3	10	Cuba
234.	6-432-85	9 ± 0,75	0,091 ± 0,003	0,819 ± 0,093	36,40 ± 4,12	16,8 ± 1,38	46,5 ± 1,77	Amar.	Oval	S	5	10	Cuba
235.	3-27-85	9 ± 1,17	0,079 ± 0,008	0,711 ± 0,149	31,60 ± 6,62	19,2 ± 0,80	50,3 ± 2,54	Amar.	Oval	S	7	0	Cuba
236.	8-100-86	9 ± 1,20	0,087 ± 0,009	0,783 ± 0,178	34,80 ± 7,90	18,2 ± 0,84	48,7 ± 2,78	Amar.	Oval	S	1	0	Cuba
237.	9-32-93	9 ± 1,02	0,106 ± 0,006	0,954 ± 0,155	42,40 ± 6,91	20,2 ± 1,83	46,4 ± 3,30	Amar.	Oval	M	6	10	Cuba
238.	11-11-96	7 ± 0,49	0,122 ± 0,008	0,854 ± 0,101	37,96 ± 4,49	16,3 ± 0,56	50,2 ± 2,64	Amar.	Obl.	S	1	10	Holanda
239.	96-04-09	9 ± 1,17	0,091 ± 0,017	0,819 ± 0,175	36,40 ± 7,79	16,3 ± 0,60	48,5 ± 6,84	Amar.	Oval	S	3	10	Holanda

240.	96-54-11	10 ± 0,75	0,102 ± 0,013	1,020 ± 0,128	45,33 ± 5,67	16,3 ± 0,66	56,3 ± 3,19	Amar.	Oval	M	3	0	Holanda
241.	96-75-10	10 ± 1,02	0,084 ± 0,009	0,840 ± 0,160	37,33 ± 7,11	19,2 ± 0,78	50,1 ± 2,13	Amar.	Obl.	M	4	10	Holanda
242.	97-107-26	10 ± 1,47	0,068 ± 0,006	0,680 ± 0,155	30,22 ± 6,87	14,3 ± 0,47	45,6 ± 2,81	Amar.	Red.	M	4	10	Holanda
243.	97-109-33	7 ± 0,75	0,090 ± 0,009	0,630 ± 0,108	28,00 ± 4,78	15,2 ± 0,63	47,7 ± 3,44	Amar.	Obl.	S	5	40	Holanda
244.	97-194-05	9 ± 1,36	0,079 ± 0,008	0,711 ± 0,157	31,60 ± 6,97	19,7 ± 1,75	53,3 ± 3,27	Amar.	Obl.	S	3	10	Holanda
245.	97-24-07	10 ± 0,63	0,080 ± 0,020	0,800 ± 0,195	35,56 ± 8,68	17,7 ± 0,52	47,7 ± 2,27	Amar.	Oval	S	3	10	Holanda
246.	97-47-19	9 ± 1,02	0,127 ± 0,016	1,143 ± 0,249	50,80 ± 11,0	18,2 ± 0,42	53,2 ± 2,41	Ros.	Oval	M	2	10	Holanda
247.	98-02-02	11 ± 0,80	0,089 ± 0,007	0,979 ± 0,130	43,51 ± 5,76	19,7 ± 0,97	48,4 ± 6,64	Amar.	Obl.	S	5	0	Holanda
248.	98-02-30	5 ± 1,17	0,104 ± 0,014	0,520 ± 0,181	23,11 ± 8,03	18,2 ± 0,91	48,5 ± 2,54	Roja	Oval	S	5	10	Holanda
249.	98-33-15	9 ± 1,02	0,080 ± 0,011	0,720 ± 0,160	32,00 ± 7,11	17,3 ± 0,50	44,3 ± 2,37	Ros.	Oval	M	5	10	Holanda
250.	98-39-16	8 ± 0,49	0,082 ± 0,007	0,656 ± 0,093	29,16 ± 4,14	16,3 ± 0,95	52,1 ± 2,44	Roja	Obl.	M	3	20	Holanda
251.	98-36-01	7 ± 0,75	0,132 ± 0,016	0,924 ± 0,209	41,07 ± 9,28	17,3 ± 0,50	47,4 ± 0,89	Roja	Obl.	M	6	10	Holanda
252.	99-09-17	8 ± 0,75	0,076 ± 0,004	0,608 ± 0,050	27,02 ± 2,22	16,7 ± 1,04	50,2 ± 2,39	Ros.	Oval	S	2	10	Holanda
253.	99-184-18	8 ± 0,98	0,089 ± 0,007	0,712 ± 0,114	31,64 ± 5,05	20,2 ± 1,35	42,5 ± 6,97	Amar.	Oval	S	3	10	Holanda
254.	99-233-21	7 ± 0,80	0,107 ± 0,011	0,749 ± 0,136	33,29 ± 6,06	18,5 ± 0,49	47,8 ± 2,38	Amar.	Oval	S	3	10	Holanda
255.	99-233-57	7 ± 1,02	0,091 ± 0,011	0,637 ± 0,155	28,31 ± 6,87	17,7 ± 0,90	56,7 ± 2,85	Amar.	Oval	S	2	10	Holanda
256.	CIP 1	10 ± 0,63	0,062 ± 0,007	0,620 ± 0,101	27,56 ± 4,49	19,9 ± 1,05	63,2 ± 2,04	Amar.	Alarg.	S	2	30	Perú
257.	CIP 7	8 ± 0,80	0,071 ± 0,009	0,568 ± 0,116	25,24 ± 5,17	18,5 ± 0,48	56,8 ± 1,57	Amar.	Alarg.	S	2	10	Perú
258.	CIP 12	12 ± 0,49	0,057 ± 0,006	0,684 ± 0,096	30,40 ± 4,28	19,7 ± 1,12	65,2 ± 2,31	Amar.	Red.	M	1	0	Perú
259.	CIP 18	9 ± 0,49	0,071 ± 0,011	0,639 ± 0,121	28,40 ± 5,38	17,4 ± 0,77	54,4 ± 3,63	Amar.	Oval	S	3	50	Perú
260.	CIP 22	10 ± 1,20	0,071 ± 0,015	0,710 ± 0,188	31,56 ± 8,38	18,3 ± 1,76	68,5 ± 2,25	A. Ret	Red.	M	4	0	Perú
261.	CIP 23	15 ± 0,89	0,056 ± 0,005	0,840 ± 0,130	37,33 ± 5,77	19,5 ± 0,96	50,5 ± 4,39	Amar.	Red.	M	2	50	Perú
262.	CIP 24	10 ± 1,36	0,066 ± 0,014	0,660 ± 0,187	29,33 ± 8,33	20,1 ± 1,43	63,2 ± 5,33	Amar.	Red.	P	2	0	Perú
263.	CIP 26	9 ± 0,98	0,060 ± 0,005	0,540 ± 0,102	24,00 ± 4,53	22,1 ± 1,24	68,3 ± 2,43	A. Ret	Oval	M	4	10	Perú
264.	CIP 29	12 ± 0,80	0,067 ± 0,018	0,804 ± 0,251	35,73 ± 11,1	19,7 ± 0,55	55,4 ± 4,07	Amar.	Red.	M	2	50	Perú
265.	CIP 31	13 ± 1,02	0,055 ± 0,012	0,715 ± 0,193	31,78 ± 8,57	20,1 ± 0,84	60,5 ± 2,17	Amar.	Ob-Al	M	2	0	Perú
266.	CIP 32	12 ± 1,02	0,063 ± 0,004	0,756 ± 0,103	33,60 ± 4,59	18,9 ± 0,87	56,8 ± 2,09	A. Ret	Red.	S	3	10	Perú
267.	CIP 34	10 ± 1,10	0,037 ± 0,009	0,370 ± 0,119	16,44 ± 5,28	19,9 ± 0,87	60,5 ± 2,33	A. Ret	Red.	M	2	0	Perú
268.	CIP 35	9 ± 0,49	0,054 ± 0,004	0,486 ± 0,051	21,60 ± 2,28	18,2 ± 0,91	63,2 ± 4,52	Amar.	Red.	M	2	50	Perú
269.	CIP 36	12 ± 1,17	0,042 ± 0,008	0,504 ± 0,142	22,40 ± 6,33	21,5 ± 1,55	60,2 ± 1,61	Amar.	Oval	M	6	30	Perú
270.	CIP 38	11 ± 1,02	0,071 ± 0,010	0,781 ± 0,147	34,71 ± 6,52	19,5 ± 0,69	50,3 ± 2,16	Amar.	Red.	M	3	0	Perú
271.	CIP 40	12 ± 1,41	0,063 ± 0,005	0,756 ± 0,141	33,60 ± 6,25	18,5 ± 0,56	65,5 ± 2,27	Amar.	Red.	M	3	20	Perú
272.	CIP 42	7 ± 0,49	0,071 ± 0,010	0,497 ± 0,091	22,09 ± 4,06	19,6 ± 1,85	50,3 ± 2,85	Amar.	Obl.	S	4	20	Perú
273.	CIP 43	10 ± 1,17	0,061 ± 0,007	0,610 ± 0,098	27,11 ± 4,33	21,4 ± 0,69	56,7 ± 3,29	A. Ret	Alarg.	S	4	50	Perú
274.	CIP 48	8 ± 0,80	0,061 ± 0,007	0,488 ± 0,076	21,69 ± 3,37	22,7 ± 2,09	67,7 ± 5,14	A. Ret	Ov-Al	S	2	0	Perú

275.	CIP 51	8 ± 0,89	0,101 ± 0,013	0,808 ± 0,166	35,91 ± 7,37	19,0 ± 1,20	68,7 ± 2,22	Amar.	Red.	S	6	10	Perú
276.	CIP 81	10 ± 0,75	0,058 ± 0,014	0,580 ± 0,156	25,78 ± 6,95	18,2 ± 0,67	66,6 ± 2,67	Amar.	Red.	S	5	10	Perú
277.	CIP 82	7 ± 1,02	0,071 ± 0,004	0,497 ± 0,095	22,09 ± 4,21	18,7 ± 0,75	57,6 ± 3,29	Amar.	Red.	M	3	10	Perú
278.	CIP 87	13 ± 1,50	0,059 ± 0,010	0,767 ± 0,196	34,09 ± 8,71	16,6 ± 0,40	56,7 ± 1,29	Amar.	Red.	S	5	0	Perú
279.	CIP 92	12 ± 1,96	0,042 ± 0,013	0,504 ± 0,210	22,40 ± 9,34	18,9 ± 0,89	55,4 ± 2,05	Amar.	Red.	M	3	50	Perú
280.	CIP 93	7 ± 0,75	0,074 ± 0,003	0,518 ± 0,078	23,02 ± 3,45	18,3 ± 1,51	54,4 ± 1,93	Amar.	Red.	M	2	50	Perú
281.	CIP 95	10 ± 1,36	0,062 ± 0,015	0,620 ± 0,228	27,56 ± 10,1	19,9 ± 0,54	60,2 ± 5,35	Amar.	Red.	S	3	0	Perú
282.	CIP 107	13 ± 1,02	0,096 ± 0,004	1,248 ± 0,101	55,47 ± 4,50	19,9 ± 1,91	65,8 ± 2,25	Amar.	Alarg.	S	5	0	Perú
283.	CIP 110	9 ± 0,98	0,044 ± 0,009	0,396 ± 0,109	17,60 ± 4,85	19,8 ± 0,89	60,2 ± 2,14	A. Ret	Red.	M	2	10	Perú
284.	CIP 113	8 ± 1,62	0,065 ± 0,011	0,520 ± 0,170	23,11 ± 7,56	17,1 ± 1,26	55,3 ± 3,49	Amar.	Red.	P	5	0	Perú
285.	CIP 114	12 ± 0,80	0,062 ± 0,005	0,744 ± 0,101	33,07 ± 4,51	16,5 ± 0,62	58,4 ± 3,49	Amar.	Oval	M	2	20	Perú
286.	CIP 115	13 ± 1,20	0,078 ± 0,015	1,014 ± 0,267	45,07 ± 11,8	21,1 ± 1,54	56,6 ± 1,92	Amar.	Alarg.	S	2	20	Perú
287.	CIP 129	13 ± 1,72	0,053 ± 0,010	0,689 ± 0,190	30,62 ± 8,45	19,2 ± 0,92	68,5 ± 1,81	Amar.	Red.	M	3	10	Perú
288.	CIP 143	12 ± 1,36	0,045 ± 0,011	0,540 ± 0,159	24,00 ± 7,07	19,4 ± 0,63	56,7 ± 5,91	Amar.	Red.	M	5	10	Perú
	Media	6,35	0,086	0,556	24,78	17,84	52,36						
	Mínimo	2,0	0,029	0,093	4,04	13,50	16,00						
	Máximo	15,0	0,175	1,32	58,70	23,65	89,00						
	DE	2,84	0,026	0,294	13,07	1,68	10,16						
	CV	44,72	30,23	52,88	52,74	9,41	19,40						

*NT/pta-* número de tubérculo por planta, *Mas Prom.-* masa promedio, *Rend/pta.-* rendimiento por planta, *Rend. (t/ha).-* rendimiento en toneladas por hectárea,

*FT-* Forma del tubérculo: *-Ov:* Ovoide, *-Ob-Ov:* oblonga-oval, *-Ob:* oblonga, *-Ob-Al.:* oblonga-alargada, *-Ov-Al.:* oval alargada, *-Alarg.:* alargada, *- Red.:* redonda

*POT:* profundidad de los ojo de los tubérculos: *-S:* superficial, *-M:* medio, *- P:* profundo

*AS\*:* *-Alternaria solani* (escala de nueve grados, 1- resistente – 9 extremadamente susceptible)

*PLRV:* *- virus del enrollamiento de la hoja* (porcentaje de plantas afectadas)

*Proc.-* procedencia

*DE-* desviación estándar, *CV.-* coeficiente de variación,

\* - datos de cuatro campañas

Anexo 3. Evaluación de la calidad del tubérculo de 70 accesiones del banco de germoplasma durante tres años de estudio

No.	Variedades	Cód.	GE.	MS. (%)	Al. (%)	AR. (%)	MT. (g)	DLT. (mm)	DET. (mm)	ES.
1.	1-5-85	01	1,073 ± 0,005	18,0 ± 0,74	13,2 ± 0,47	0,3 ± 0,06	107,5 ± 15,6	64,5 ± 13,4	49,1 ± 1,87	3
2.	1-10-96	67	1,086 ± 0,006	21,2 ± 0,95	14,9 ± 0,46	0,3 ± 0,15	114,7 ± 5,45	73,9 ± 5,5	56,6 ± 5,37	5
3.	14-52-93	02	1,081 ± 0,001	18,2 ± 0,46	13,1 ± 0,17	0,4 ± 0,12	118,1 ± 34,2	72,9 ± 8,3	53,7 ± 4,23	3
4.	2-67A-93	03	1,067 ± 0,001	17,4 ± 0,21	11,3 ± 0,20	1,3 ± 0,35	129,9 ± 10,8	75,9 ± 6,0	54,3 ± 3,97	4
5.	2-71-93	04	1,071 ± 0,001	15,5 ± 0,46	11,7 ± 0,58	1,7 ± 0,29	81,6 ± 21,1	68,1 ± 8,1	48,5 ± 10,47	3
6.	2-31-95	55	1,078 ± 0,002	19,8 ± 1,62	13,2 ± 1,70	0,3 ± 0,06	91,1 ± 22,4	60,5 ± 6,3	52,0 ± 3,33	4
7.	3-5-85	05	1,073 ± 0,001	18,3 ± 0,35	12,7 ± 0,46	0,8 ± 0,29	120,5 ± 18,8	77,3 ± 8,8	54,0 ± 6,17	4
8.	4-5-85	06	1,080 ± 0,002	19,3 ± 0,52	13,4 ± 0,06	0,3 ± 0,06	111,2 ± 6,30	79,1 ± 7,8	52,9 ± 5,33	1
9.	4-6-93	16	1,074 ± 0,001	19,5 ± 0,46	14,4 ± 0,12	0,3 ± 0,06	81,4 ± 27,0	82,5 ± 7,2	44,0 ± 5,43	5
10.	5-32-93	07	1,058 ± 0,006	15,2 ± 0,99	10,8 ± 0,65	2,2 ± 0,26	99,2 ± 11,5	77,5 ± 12,3	59,3 ± 8,23	2
11.	5-41-93	64	1,078 ± 0,001	18,2 ± 0,32	13,9 ± 1,02	0,5 ± 0,20	129,4 ± 12,6	77,8 ± 5,6	48,5 ± 5,33	4
12.	6-340A-85	08	1,068 ± 0,002	16,9 ± 0,12	13,0 ± 0,00	0,5 ± 0,00	74,5 ± 21,3	63,6 ± 8,8	42,8 ± 5,27	3
13.	6-21-93	09	1,054 ± 0,002	14,5 ± 0,46	11,0 ± 0,46	0,9 ± 0,12	79,1 ± 26,9	61,9 ± 11,9	41,0 ± 8,03	3
14.	6-456-85	10	1,068 ± 0,002	16,5 ± 0,64	12,0 ± 0,40	1,7 ± 0,29	102,5 ± 16,6	62,8 ± 15,3	60,5 ± 5,03	3
15.	6-463-85	11	1,071 ± 0,001	18,5 ± 0,52	13,4 ± 0,12	0,9 ± 0,12	97,3 ± 27,1	84,5 ± 11,9	57,1 ± 6,13	3
16.	6-84-85	12	1,075 ± 0,002	18,4 ± 0,52	13,4 ± 0,00	0,6 ± 0,06	111,4 ± 30,7	65,1 ± 17,3	52,3 ± 11,6	4
17.	6-84-93	13	1,071 ± 0,001	17,3 ± 0,12	13,3 ± 0,23	0,3 ± 0,00	105,1 ± 15,6	58,8 ± 7,9	47,4 ± 5,22	4
18.	9-32-93	15	1,082 ± 0,002	19,6 ± 0,69	14,0 ± 0,00	0,4 ± 0,12	107,0 ± 17,0	76,0 ± 6,9	55,5 ± 5,13	4
19.	95-85-11	17	1,065 ± 0,005	18,5 ± 1,21	13,3 ± 0,87	0,5 ± 0,06	138,7 ± 55,1	99,8 ± 22,7	24,4 ± 8,47	4
20.	12-04-96	18	1,071 ± 0,001	16,9 ± 0,17	12,8 ± 0,29	0,9 ± 0,12	103,2 ± 19,0	57,0 ± 6,1	42,5 ± 5,54	4
21.	14-36-93	14	1,076 ± 0,002	16,3 ± 0,52	11,2 ± 0,58	0,2 ± 0,06	96,8 ± 12,7	83,6 ± 6,4	39,6 ± 9,03	3
22.	Agria	19	1,058 ± 0,008	17,2 ± 0,45	11,8 ± 0,25	0,4 ± 0,21	132,9 ± 20,7	80,6 ± 8,6	54,9 ± 2,90	4
23.	Ajiba	20	1,075 ± 0,001	18,3 ± 0,46	13,3 ± 0,21	0,2 ± 0,10	119,6 ± 22,8	76,4 ± 12,3	48,4 ± 13,13	3
24.	Almera	21	1,062 ± 0,010	15,3 ± 0,40	11,1 ± 1,03	0,1 ± 0,06	114,6 ± 45,8	91,5 ± 12,3	53,3 ± 8,62	4
25.	Amadeus	22	1,061 ± 0,002	16,7 ± 0,45	12,2 ± 0,61	0,7 ± 0,06	131,1 ± 16,9	77,4 ± 5,6	39,9 ± 3,90	3
26.	Armada	23	1,081 ± 0,001	19,7 ± 1,12	14,2 ± 0,49	0,3 ± 0,15	131,7 ± 15,5	83,5 ± 6,2	53,0 ± 4,03	3
27.	Arnova	24	1,061 ± 0,003	15,0 ± 0,61	12,0 ± 0,55	1,2 ± 0,36	65,9 ± 13,5	56,0 ± 3,9	48,2 ± 3,56	4
28.	Asterix	25	1,053 ± 0,004	14,2 ± 0,15	10,9 ± 1,17	2,4 ± 0,31	109,6 ± 12,4	75,7 ± 16,9	50,1 ± 4,80	3
29.	Atlantic	26	1,081 ± 0,001	20,7 ± 0,50	14,5 ± 0,76	0,2 ± 0,06	131,3 ± 27,8	83,7 ± 12,9	53,8 ± 2,87	5
30.	Bellini	27	1,078 ± 0,001	19,4 ± 1,21	14,8 ± 0,40	0,5 ± 0,26	143,4 ± 16,7	80,2 ± 6,9	66,9 ± 4,31	4

31.	Burren	28	1,066 ± 0,002	16,7 ± 0,45	11,9 ± 0,40	1,4 ± 0,15	78,2 ± 23,6	59,3 ± 5,0	41,0 ± 3,56	4
32.	BVD 94-01	29	1,065 ± 0,001	16,4 ± 0,81	11,5 ± 0,87	2,0 ± 0,00	113,9 ± 45,8	57,4 ± 6,3	44,0 ± 4,87	3
33.	C-183	30	1,051 ± 0,008	15,2 ± 0,87	10,7 ± 0,50	0,3 ± 0,06	116,5 ± 29,6	76,0 ± 5,1	53,8 ± 4,32	2
34.	C-63	31	1,066 ± 0,007	17,8 ± 0,46	13,2 ± 0,40	0,2 ± 0,06	87,9 ± 15,6	68,5 ± 10,9	44,7 ± 9,47	3
35.	Cal White	32	1,080 ± 0,001	20,4 ± 1,51	14,5 ± 0,17	0,2 ± 0,06	138,8 ± 13,8	88,9 ± 6,5	42,5 ± 3,83	4
36.	Chieftain	33	1,071 ± 0,001	17,3 ± 0,61	13,0 ± 0,70	1,1 ± 0,36	88,9 ± 25,8	70,2 ± 6,4	60,8 ± 4,35	3
37.	CIP 114	34	1,060 ± 0,001	16,3 ± 0,20	11,5 ± 0,30	1,9 ± 0,40	141,2 ± 16,6	89,6 ± 4,9	52,6 ± 4,13	3
38.	CIP 23	35	1,081 ± 0,004	20,5 ± 0,35	14,6 ± 0,66	0,3 ± 0,10	127,3 ± 19,6	74,4 ± 9,4	55,0 ± 6,67	2
39.	CIP 32	36	1,073 ± 0,004	17,9 ± 0,49	11,6 ± 0,25	1,5 ± 0,20	152,1 ± 29,9	80,4 ± 2,7	50,2 ± 7,84	4
40.	CIP 53	60	1,050 ± 0,009	15,4 ± 0,55	11,5 ± 1,28	0,7 ± 0,10	135,0 ± 31,9	54,5 ± 6,2	28,7 ± 2,87	2
41.	Colombus	37	1,050 ± 0,001	14,7 ± 0,35	11,5 ± 0,30	0,6 ± 0,15	151,7 ± 22,0	79,5 ± 7,5	41,5 ± 3,93	2
42.	Daysi	38	1,063 ± 0,003	16,5 ± 0,30	12,4 ± 0,61	0,6 ± 0,12	128,4 ± 26,8	52,8 ± 3,8	40,0 ± 8,35	2
43.	Derby	39	1,081 ± 0,002	20,2 ± 1,46	14,9 ± 0,31	0,1 ± 0,06	142,0 ± 36,0	90,7 ± 10,7	54,4 ± 4,53	4
44.	Desirée	40	1,079 ± 0,002	18,8 ± 0,81	13,9 ± 0,90	0,4 ± 0,12	115,2 ± 22,0	72,4 ± 6,0	50,9 ± 4,53	4
45.	Diamant	41	1,066 ± 0,001	16,5 ± 0,40	11,5 ± 0,50	0,2 ± 0,12	136,3 ± 39,6	98,3 ± 23,6	54,2 ± 5,77	4
46.	Eramosa	42	1,068 ± 0,002	17,5 ± 0,49	12,7 ± 0,36	0,3 ± 0,10	98,6 ± 11,7	66,5 ± 5,3	38,0 ± 5,21	4
47.	Ever Balfour	43	1,080 ± 0,002	18,6 ± 0,57	13,9 ± 0,31	0,3 ± 0,15	109,4 ± 20,6	49,8 ± 4,5	39,1 ± 6,17	3
48.	Fabula	44	1,070 ± 0,001	17,5 ± 0,44	12,4 ± 0,40	0,5 ± 0,30	118,1 ± 14,4	75,2 ± 12,0	60,0 ± 4,83	4
49.	Futura	45	1,062 ± 0,002	17,0 ± 0,86	12,6 ± 0,59	0,7 ± 0,31	131,5 ± 19,7	83,1 ± 6,2	53,3 ± 4,93	4
50.	Innovator	46	1,061 ± 0,002	16,1 ± 0,50	12,7 ± 0,70	1,6 ± 0,36	104,6 ± 28,6	79,9 ± 20,5	47,8 ± 5,40	4
51.	KM 94-6-34	47	1,056 ± 0,010	17,3 ± 1,04	12,4 ± 0,26	0,2 ± 0,06	188,2 ± 40,5	88,1 ± 23,1	64,5 ± 5,84	3
52.	Kondor	48	1,069 ± 0,003	16,8 ± 0,21	11,0 ± 0,81	0,4 ± 0,06	129,2 ± 50,4	85,3 ± 7,6	48,9 ± 11,2	3
53.	Lady Balfour	49	1,081 ± 0,002	18,7 ± 0,61	13,6 ± 0,21	0,5 ± 0,25	132,3 ± 29,8	84,1 ± 9,3	53,7 ± 3,77	3
54.	Larouge	50	1,071 ± 0,001	17,9 ± 0,59	12,2 ± 1,85	0,4 ± 0,17	92,1 ± 11,1	66,4 ± 5,1	37,0 ± 5,47	4
55.	Maradona	51	1,073 ± 0,001	18,6 ± 0,89	12,5 ± 0,68	0,2 ± 0,06	74,0 ± 12,4	62,6 ± 5,7	44,3 ± 3,77	4
56.	Maranca	52	1,079 ± 0,001	19,9 ± 0,64	14,2 ± 0,25	0,2 ± 0,06	78,2 ± 11,9	59,4 ± 7,8	43,9 ± 5,43	3
57.	Novita	53	1,077 ± 0,006	18,3 ± 0,35	14,0 ± 0,68	0,3 ± 0,06	126,0 ± 23,8	79,5 ± 5,6	52,6 ± 4,65	4
58.	Timate	54	1,066 ± 0,004	16,9 ± 0,61	12,0 ± 1,08	1,6 ± 0,36	98,1 ± 12,5	75,8 ± 5,6	40,0 ± 4,43	4
59.	Ramos	56	1,055 ± 0,003	14,5 ± 0,67	9,9 ± 0,49	3,2 ± 0,29	87,2 ± 18,1	68,2 ± 4,8	43,9 ± 3,63	2
60.	Red la Soda	57	1,061 ± 0,002	16,5 ± 0,23	11,8 ± 0,75	0,5 ± 0,52	120,1 ± 24,7	75,8 ± 7,5	60,1 ± 3,43	3
61.	Remarka	58	1,052 ± 0,011	15,0 ± 1,42	10,4 ± 1,10	1,1 ± 1,25	127,7 ± 22,7	86,6 ± 14,2	53,8 ± 7,82	3
62.	Red Pontiac	59	1,059 ± 0,003	15,7 ± 0,42	10,9 ± 0,15	1,0 ± 0,35	137,3 ± 15,1	67,4 ± 7,5	52,4 ± 4,33	2
63.	Rincona	61	1,052 ± 0,003	15,7 ± 1,52	11,0 ± 1,33	1,5 ± 0,20	152,3 ± 19,7	81,3 ± 6,7	43,4 ± 5,63	2
64.	Rodeo	62	1,064 ± 0,002	17,3 ± 0,40	12,1 ± 0,31	1,7 ± 0,29	117,0 ± 23,7	81,7 ± 16,1	50,7 ± 8,27	3

65.	Romano	63	1,079 ± 0,005	19,7 ± 1,37	14,1 ± 0,36	0,1 ± 0,06	134,0 ± 20,0	83,0 ± 4,7	56,5 ± 4,17	4
66.	Saginan Gold	65	1,061 ± 0,002	16,3 ± 0,29	12,7 ± 1,08	1,6 ± 1,10	146,8 ± 23,1	80,5 ± 4,6	58,5 ± 4,87	2
67.	Santana	66	1,089 ± 0,002	21,1 ± 1,25	15,8 ± 0,49	0,2 ± 0,10	135,7 ± 22,9	85,9 ± 5,8	53,1 ± 4,57	5
68.	Spunta	68	1,082 ± 0,004	17,5 ± 1,15	13,4 ± 0,21	0,1 ± 0,06	135,4 ± 21,8	82,0 ± 8,4	52,4 ± 5,54	4
69.	Slaney	69	1,080 ± 0,001	20,3 ± 0,35	15,6 ± 0,53	0,1 ± 0,06	106,7 ± 21,4	72,5 ± 8,6	62,8 ± 4,27	5
70.	Tango	70	1,076 ± 0,007	17,7 ± 0,99	12,0 ± 0,70	0,3 ± 0,06	76,9 ± 26,4	54,6 ± 5,6	47,2 ± 5,37	3
Media			1,069	17,56	12,67	0,74	115,58	74,68	49,66	3.0*
Mínimo			1,05	14,20	9,90	0,10	65,90	49,80	24,40	-
Máximo			1,09	21,20	15,80	2,80	188,20	110,30	66,90	-
DE			0,009	1,769	1,349	0,663	23,574	11,654	7,906	-
CV			0,84	10,07	10,60	89,5	20,3	15,5	15,9	-

*Cód. código, GE.- gravedad específica, MS.- masa seca, AR.- contenido de azúcares reductores, Al.- contenido de almidón, MT.- masa del tubérculo, DLT- diámetro longitudinal del tubérculo, DET.- diámetro ecuatorial del tubérculo,*

*ES.- evaluación sensorial (escala de 1-5 donde 1- malo, 2 insuficiente, 3 aceptable, 4 bueno y 5 excelente)*

*DE.- desviación estándar*

*CV.- coeficiente de variación*

*\*valor corresponde a la mediana*



Anexo 4a. Variedad Romano



Anexo 4b. Clon 9-32-93



Anexo 4c. Clon 95-85-11



Anexo 4d. Variedad Lady Balfour

Anexo 4. Acciones conservadas en cámaras refrigeradas durante nueve meses

Anexo 5. Evaluación morfoagronómica de las 28 accesiones seleccionadas durante dos años en invernadero

No.	Accesiones	NT/pta	Masa prom. (kg)	Rend. (kg/pta)	Rend. (t/ha)	Altura (cm)
1.	<i>S. acaule</i>	7	0,048	0,336	14,93	27,3
2.	<i>S. brachycarpum</i>	6	0,037	0,222	9,87	28,4
3.	<i>S. demissum</i>	6	0,013	0,078	3,47	48,0
4.	<i>S. leptophyes</i>	6	0,014	0,084	3,73	40,2
5.	<i>S. stoloniferum</i>	5	0,032	0,160	7,11	41,8
6.	<i>S. coriaceifilum.</i>	5	0,051	0,255	11,33	43,3
7.	<i>S. jamessi</i>	5	0,022	0,11	4,89	50,0
8.	<i>S. pinnatisectum</i>	8	0,041	0,328	14,58	65,5
9.	<i>S. schuteri</i>	6	0,018	0,108	4,80	38,9
10.	<i>S. brevicaule</i>	4	0,023	0,092	4,09	55,0
11.	<i>S. stenotomun</i>	6	0,018	0,108	4,80	60,2
12.	<i>S. sparsipilum</i>	5	0,012	0,06	2,67	45,6
13.	<i>S. urumbambae</i>	5	0,045	0,225	10,00	59,5
14.	<i>S. chacoense</i>	9	0,063	0,567	25,20	45,3
15.	<i>S. dolichostigma</i>	8	0,018	0,144	6,40	46,6
16.	<i>S. parodii</i>	3	0,012	0,036	1,60	52,2
17.	2-5-85	9	0,070	0,63	28,00	45,8
18.	<i>S. commersonii</i>	7	0,042	0,294	13,07	54,4
19.	Atzimba	9	0,088	0,792	35,20	52,6
20.	<i>S. tarijense</i>	4	0,037	0,148	6,58	43,7
21.	CIP 48	9	0,077	0,693	30,80	48,4
22.	Romano	10	0,095	0,95	42,22	50,2
23.	Ajiba	11	0,087	0,957	42,53	48,5
24.	3-5-85	10	0,078	0,78	34,67	47,3
25.	Maranca	10	0,098	0,98	43,56	50,3
26.	6-463-85	9	0,071	0,639	28,40	46,8
27.	Desirée	9	0,102	0,918	40,80	52,5
28.	CIP 23	13	0,073	0,949	42,18	55,5
Media		7,26	0,049	0,415	18,48	47,99
Mínimo		3,30	0,01	0,04	1,75	27,30
Máximo		13,40	0,10	0,99	43,91	65,50
DE		2,524	0,029	0,341	15,195	8,309
CV		34,76	59,18	82,16	82,22	17,31

NT/pta- número de tubérculo por planta, Masa Prom.- masa promedio, Rend/pta.- rendimiento por planta, Rend. (t/ha).- rendimiento en toneladas por hectárea , DE- desviación estándar, CV.- coeficiente de variación,

Anexo 6. Composición de la colección núcleo de papa para caracteres morfoagronómicos y su comportamiento ante el hongo *A. solani* y el virus del enrollamiento de la hoja (PLRV)

No.	Accesiones	NT/pta	Masa Prom. (kg)	Rend./pta (kg/pta)	Rend. (t/ha)	Altura (cm)	CPT	FT	POT	AS.	PLRV (%)	Origen
1.	<i>S. brachycarpum</i>	4 ± 0,75	0,035 ± 0,005	0,146 ± 0,040	6,49 ± 1,79	25,00 ± 3,28	Amar.	Ob-Ov.	M	2	10	Perú
2.	<i>S. cardiophyllum</i>	5 ± 1,37	0,040 ± 0,003	0,213 ± 0,052	9,47 ± 2,29	35,00 ± 0,89	Amar.	Ovoide	M	4	60	Perú
3.	<i>S. demissum</i>	2 ± 0,75	0,050 ± 0,010	0,113 ± 0,055	5,04 ± 2,46	29,33 ± 2,87	Amar.	Clava	P	3	0	Perú
4.	<i>S. semidemissum</i>	4 ± 0,75	0,015 ± 0,003	0,058 ± 0,005	2,59 ± 0,21	42,17 ± 2,22	Amar.	Ovoide	M	5	50	Perú
5.	<i>S. coriaceifolium</i>	3 ± 0,75	0,047 ± 0,007	0,148 ± 0,042	6,58 ± 1,85	44,17 ± 0,75	Amar.	Ob-Ov	P	2	10	Perú
6.	<i>S. stoloniferum</i>	6 ± 1,41	0,033 ± 0,007	0,206 ± 0,087	9,16 ± 3,87	38,00 ± 2,00	Amar.	Alarg.	S	2	100	Perú
7.	<i>S. pinnatisectum</i>	5 ± 0,75	0,036 ± 0,010	0,183 ± 0,054	8,13 ± 2,41	68,00 ± 3,03	Amar.	Ov-alarg	P	2	50	Perú
8.	<i>S. jamessi</i>	6 ± 0,75	0,053 ± 0,012	0,329 ± 0,085	14,63 ± 3,79	26,17 ± 1,47	Carm.	Ob-Ov.	M	3	0	Perú
9.	<i>S. verrucosum</i>	7 ± 0,75	0,017 ± 0,005	0,119 ± 0,037	5,30 ± 1,66	35,00 ± 1,78	Amar.	Ob-Ov.	M	4	0	Perú
10.	<i>S. schruteri</i>	4 ± 1,17	0,015 ± 0,002	0,064 ± 0,024	2,84 ± 1,06	40,17 ± 2,40	Amar.	Elíptica	S	4	0	Perú
11.	<i>S. brevicaule</i>	3 ± 0,75	0,016 ± 0,005	0,049 ± 0,024	2,17 ± 1,07	53,00 ± 3,16	Amar.	Ob-Al.	M	5	10	Perú
12.	<i>S. acaule</i>	4 ± 0,63	0,059 ± 0,008	0,239 ± 0,063	10,62 ± 2,81	24,17 ± 1,16	Amar.	Ovoide	M	0	0	Perú
13.	<i>S. catarthrum</i>	4 ± 1,17	0,035 ± 0,008	0,143 ± 0,052	6,36 ± 2,29	57,33 ± 1,96	Amar.	Ob-Al.	M	4	10	Perú
14.	<i>S. leptophyes</i>	5 ± 1,33	0,053 ± 0,006	0,281 ± 0,097	12,47 ± 4,31	26,00 ± 2,28	Amar.	Red.	P	1	100	Perú
15.	<i>S. multidisectum</i>	5 ± 0,98	0,023 ± 0,007	0,118 ± 0,036	5,24 ± 1,59	35,33 ± 1,50	Amar.	Red.	S	1	10	Perú
16.	<i>S. sparsipilum</i>	5 ± 1,17	0,011 ± 0,003	0,061 ± 0,030	2,73 ± 1,32	58,17 ± 1,72	Amar.	Redonda	P	5	80	Perú
17.	<i>S. trifidum</i>	6 ± 0,98	0,011 ± 0,003	0,072 ± 0,028	3,19 ± 1,25	42,00 ± 1,89	Amar.	Obl-ov.	M	4	0	Perú
18.	<i>S. aemulans</i>	10 ± 1,60	0,012 ± 0,002	0,125 ± 0,035	5,53 ± 1,54	65,00 ± 2,82	Viol.	Ovoide	M	4	0	Perú
19.	<i>S. urubambae</i>	5 ± 1,41	0,048 ± 0,008	0,246 ± 0,096	10,92 ± 4,26	60,17 ± 1,47	Amar.	Ovoide	P	3	10	Perú
20.	<i>S. tarijense</i>	8 ± 1,60	0,015 ± 0,004	0,123 ± 0,043	5,44 ± 1,92	43,00 ± 1,41	Carm.	Fusiffo	P	5	0	Perú
21.	<i>S. chacoense</i>	7 ± 0,75	0,065 ± 0,005	0,465 ± 0,074	20,68 ± 3,27	40,17 ± 1,72	Amar.	Redonda	M	3	0	Perú
22.	<i>S. bukasovii</i>	5 ± 1,47	0,011 ± 0,002	0,059 ± 0,019	2,63 ± 0,87	42,00 ± 1,26	Amar.	Fusifforme	M	3	10	Perú
23.	<i>S. setulosistilum</i>	3 ± 0,63	0,005 ± 0,002	0,017 ± 0,008	0,74 ± 0,35	39,33 ± 1,63	Amar.	Ovoide	M	5	10	Perú
24.	<i>S. dolichostigma</i>	7 ± 1,17	0,002 ± 0,002	0,017 ± 0,012	0,77 ± 0,55	46,00 ± 2,89	Carm.	Elíptica	M	3	10	Perú
25.	<i>S. garciae</i>	5 ± 1,21	0,055 ± 0,007	0,297 ± 0,097	13,21 ± 4,30	29,33 ± 2,42	Viol.	Ovoide	P	3	0	Perú
26.	<i>S. ochoanum</i>	6 ± 0,75	0,013 ± 0,003	0,083 ± 0,028	3,68 ± 1,23	45,00 ± 2,19	Amar.	Ovoide	S	4	0	Perú
27.	<i>S. agrimonifolium</i>	4 ± 0,63	0,010 ± 0,004	0,043 ± 0,022	1,92 ± 0,96	47,00 ± 1,78	Amar.	Clava	M	5	0	Perú
28.	<i>S. commersonii</i>	6 ± 0,63	0,052 ± 0,006	0,314 ± 0,061	13,97 ± 2,72	25,17 ± 1,72	Amar.	Obl-ov.	P	4	80	Perú
29.	<i>S. leptostigma</i>	4 ± 1,03	0,031 ± 0,007	0,139 ± 0,059	6,16 ± 2,64	53,17 ± 1,72	Amar.	Obl-ov.	S	5	0	Perú

30.	Aida	8 ± 1,33	0,099 ± 0,006	0,792 ± 0,171	35,20 ± 7,61	47,8 ± 2,36	Amar.	Ov-Al	S	3	30	Francia
31.	Ajiba	9 ± 1,72	0,119 ± 0,007	1,071 ± 0,226	47,60 ± 10,0	45,5 ± 2,42	Amar.	Obl.	S	5	10	Holanda
32.	Allard	6 ± 1,60	0,081 ± 0,006	0,486 ± 0,150	21,60 ± 6,66	74,7 ± 1,41	Amar.	Oval	M	5	0	Holanda
33.	Aninca	9 ± 1,63	0,101 ± 0,007	0,909 ± 0,154	40,40 ± 6,83	56,4 ± 1,58	Amar.	Obl.	S	7	20	Cuba
34.	Armada	10 ± 1,02	0,107 ± 0,007	1,070 ± 0,151	47,56 ± 6,71	47,6 ± 1,91	Amar.	Obl.	S	5	10	Holanda
35.	Arnova	9 ± 1,17	0,105 ± 0,004	0,945 ± 0,140	42,00 ± 6,21	43,2 ± 1,94	Amar.	Oval	S	5	10	Holanda
36.	Atlantic	9 ± 1,02	0,131 ± 0,011	1,179 ± 0,205	52,40 ± 9,11	47,7 ± 3,13	Amar.	Red.	S	6	60	EUA
37.	Atlas	5 ± 1,74	0,097 ± 0,006	0,485 ± 0,180	21,56 ± 8,02	50,0 ± 2,97	Amar.	Obl.	S	5	0	Francia
38.	Atzimba	4 ± 0,75	0,085 ± 0,009	0,340 ± 0,090	15,11 ± 4,01	44,0 ± 2,90	Amar.	Red.	P	6	40	Canadá
39.	Baraka	7 ± 1,02	0,131 ± 0,017	0,917 ± 0,233	40,76 ± 10,3	65,0 ± 4,57	Amar.	Ob-Al	M	6	20	Holanda
40.	Belline	10 ± 1,36	0,086 ± 0,005	0,860 ± 0,146	38,22 ± 6,49	50,4 ± 2,68	Amar.	Oval	M	3	10	Holanda
41.	Bintje	8 ± 1,72	0,063 ± 0,006	0,504 ± 0,138	22,40 ± 6,12	49,2 ± 2,82	Amar.	Obl.	S	4	100	Holanda
42.	Burren	8 ± 1,02	0,124 ± 0,009	0,992 ± 0,179	44,09 ± 7,94	50,2 ± 2,07	Amar.	Ob-Al	S	5	0	Irlanda
43.	C 183	8 ± 1,41	0,109 ± 0,008	0,872 ± 0,185	38,76 ± 8,23	60,2 ± 2,61	Amar.	Red.	P	4	10	Cuba
44.	C-48	7 ± 0,75	0,130 ± 0,011	0,910 ± 0,154	40,44 ± 6,85	63,5 ± 1,71	Amar.	Red.	P	8	0	Cuba
45.	C63	10 ± 1,50	0,133 ± 0,004	1,330 ± 0,234	59,11 ± 10,3	63,7 ± 2,37	Ros.	Oval	M	7	0	Cuba
46.	Cal White	6 ± 1,20	0,128 ± 0,011	0,768 ± 0,168	34,13 ± 7,47	46,3 ± 1,92	Amar.	Obl.	S	4	20	EUA
47.	Cherrie	5 ± 1,17	0,084 ± 0,007	0,420 ± 0,138	18,67 ± 6,14	50,5 ± 2,45	Roja	Alarg.	S	5	10	Francia
48.	Cubanita	9 ± 0,89	0,084 ± 0,008	0,756 ± 0,139	33,60 ± 6,18	48,8 ± 2,49	Ros.	Oval	S	5	10	Cuba
49.	Daisy	7 ± 1,33	0,082 ± 0,010	0,574 ± 0,153	25,51 ± 6,82	48,5 ± 1,80	Amar.	Oval	S	3	0	Francia
50.	Derby	8 ± 1,85	0,132 ± 0,011	1,056 ± 0,299	46,93 ± 13,2	43,8 ± 2,37	Amar.	Oval	S	5	10	Holanda
51.	Desirée	6 ± 0,80	0,154 ± 0,006	0,924 ± 0,129	41,07 ± 5,72	77,0 ± 1,47	Ros.	Obl.	S	5	20	Holanda
52.	Ibis	10 ± 2,42	0,095 ± 0,005	0,950 ± 0,260	42,22 ± 11,5	43,5 ± 2,42	Amar.	Obl.	S	6	20	Cuba
53.	Innovator	6 ± 1,60	0,145 ± 0,016	0,870 ± 0,282	38,67 ± 12,5	60,2 ± 4,46	Amar.	Oval	M	6	100	Holanda
54.	Kathadin	2 ± 1,02	0,082 ± 0,010	0,164 ± 0,104	7,290 ± 4,61	48,0 ± 2,98	Amar.	Oval	S	4	20	EUA
55.	KM 94-34-17	9 ± 1,72	0,102 ± 0,007	0,918 ± 0,186	40,80 ± 8,28	58,4 ± 2,80	Amar.	Oval	M	3	0	Holanda
56.	Lady Roseta	4 ± 1,62	0,056 ± 0,009	0,224 ± 0,123	9,960 ± 5,45	67,0 ± 2,95	Roja	Oval	M	8	10	Holanda
57.	Larga	4 ± 0,89	0,073 ± 0,010	0,292 ± 0,073	12,98 ± 3,23	43,0 ± 3,17	Amar.	Ob-Al	S	5	50	Holanda
58.	Larouge	7 ± 1,63	0,142 ± 0,014	0,994 ± 0,285	44,18 ± 12,6	47,5 ± 3,38	Roja	Red.	P	5	10	Canadá
59.	Maranca	8 ± 1,85	0,111 ± 0,008	0,888 ± 0,261	39,47 ± 11,5	48,2 ± 3,40	Amar.	Oval	S	2	10	Holanda

60.	Marinca	9 ± 1,33	0,090 ± 0,008	0,810 ± 0,151	36,00 ± 6,70	46,7 ± 4,28	Ros.	Oval	S	7	10	Cuba
61.	Nicola	4 ± 2,24	0,091 ± 0,017	0,364 ± 0,288	16,18 ± 12,7	62,0 ± 2,21	Amar.	Ov-Al	S	3	50	Holanda
62.	Red Lasoda	6 ± 1,33	0,128 ± 0,004	0,768 ± 0,190	34,13 ± 8,43	47,2 ± 4,82	Roja	Red.	P	6	10	Canadá
63.	Red pontiac	8 ± 1,02	0,118 ± 0,012	0,944 ± 0,197	41,96 ± 8,75	61,0 ± 2,13	Roja	Red.	P	4	40	EUA
64.	Red Scarlet	10 ± 1,85	0,107 ± 0,008	1,070 ± 0,213	47,56 ± 9,48	50,2 ± 2,37	Ros.	Oval	S	5	20	Holanda
65.	Romano	8 ± 1,94	0,116 ± 0,007	0,928 ± 0,264	41,24 ± 11,7	52,3 ± 3,03	Ros.	Oval	S	5	10	Holanda
66.	Rosa	2 ± 0,49	0,066 ± 0,009	0,132 ± 0,050	5,870 ± 2,21	62,4 ± 4,60	Ros.	Obl.	S	4	70	Holanda
67.	Santana	9 ± 2,14	0,145 ± 0,006	1,305 ± 0,344	58,00 ± 15,2	60,6 ± 3,59	Amar.	Ob-Al	S	5	10	Holanda
68.	Sante	5 ± 1,85	0,096 ± 0,004	0,480 ± 0,175	21,33 ± 7,76	56,9 ± 2,78	Amar.	Red.	M	5	60	Holanda
69.	Slaney	7 ± 1,17	0,102 ± 0,013	0,714 ± 0,201	31,73 ± 8,94	50,0 ± 2,93	Amar.	Obl.	S	3	10	Irlanda
70.	Spunta	8 ± 1,94	0,165 ± 0,006	1,320 ± 0,354	58,67 ± 15,7	89,0 ± 3,67	Amar.	Ob-Al	S	6	10	Holanda
71.	Ulianovsky	3 ± 0,75	0,085 ± 0,012	0,255 ± 0,099	11,33 ± 4,39	65,0 ± 1,63	Amar.	Red.	S	5	10	Rusia
72.	Zafire	7 ± 1,02	0,089 ± 0,015	0,623 ± 0,178	27,69 ± 7,90	52,3 ± 2,90	Amar.	Oval	S	6	0	Holanda
73.	14-52-93	10 ± 1,63	0,119 ± 0,011	1,190 ± 0,252	52,89 ± 11,2	47,7 ± 2,20	Ros.	Oval	M	3	10	Cuba
74.	8-100-86	9 ± 1,20	0,087 ± 0,009	0,783 ± 0,178	34,80 ± 7,90	48,7 ± 2,78	Amar.	Oval	S	1	0	Cuba
75.	9-32-93	9 ± 1,02	0,106 ± 0,006	0,954 ± 0,155	42,40 ± 6,91	46,4 ± 3,30	Amar.	Oval	M	6	10	Cuba
76.	CIP 18	9 ± 0,49	0,071 ± 0,011	0,639 ± 0,121	28,40 ± 5,38	54,4 ± 3,63	Amar.	Oval	S	3	50	Perú
77.	CIP 107	13 ± 1,02	0,096 ± 0,004	1,248 ± 0,101	55,47 ± 4,50	65,8 ± 2,25	Amar.	Alarg.	S	5	0	Perú

*NT/pta-* número de tubérculo por planta, *Mas Prom.-* masa promedio, *Rend/pta.-* rendimiento por planta, *Rend. (t/ha)-* rendimiento en toneladas por hectárea,  
*CPT:* Color de la piel del tubérculo: -Amar.: amarillo, -Ros.: rosado, -Am. Ret.: amarillo reticulada, -Carm.: carmelita, -Viol.: violeta  
*FT:* Forma del tubérculo: -Ob-Ov.: oblonga-oval, -Obl.: oblonga, -Ob-Al.: oblonga-alargada, -Red.: redonda, -Compr.: comprimida  
*POT:* profundidad de los ojo de los tubérculos: -S: superficial, -M: medio, -P: profundo  
*AS\*:* -*Alternaria solani* (escala de nueve grados, 1- resistente – 9 extremadamente susceptible)  
*PLRV:* - virus del enrollamiento de la hoja (porcentaje de plantas afectadas)