27192

EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA Y DE CARACTERES AGRONÓMICOS EN PROGENIES DE PAPA 2X-2X Y 2X-4X

GLORIA ISABEL GARCIA PARRA

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
BOGOTÁ
2001

EVALUACIÓN DE LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA Y DE CARACTERES AGRONÓMICOS EN PROGENIES DE PAPA 2X-2X Y 2X-4X

GLORIA ISABEL GARCIA PARRA

Tesis de grado presentada como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Agrónomo

Director: LUIS ERNESTO RODRIGUEZ M.
Codirector: CARLOS EDUARDO ÑUSTEZ

UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE AGRONOMIA
BOGOTA
2001

Nota de Aceptación

Director

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

"Este trabajo hace parte de las investigaciones realizadas por la Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia sede Bogotá. Sin embargo, las ideas aquí expresadas son de exclusiva responsabilidad de los autores y no expresan opiniones de la Universidad Nacional".

(Artículo 14 de la resolución No. 00047 de 1981)

EVALUACION DE LA VARIABILIDAD MORFOLÓGICA Y DE CARACTERES AGRONÓMICOS EN PROGENIES DE PAPA 2X - 2X Y 2X - 4X

Gloria Isabel Garcia Parra[1], Luis Ernesto Rodríguez Molano[2], Carlos Eduardo Ñustez López[3].

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluaron 71 clones de papa, correspondientes a progenies de cruzamientos entre *Solanum phureja* (Clon 1) x *Solanum stenotomum* ssp. *goniocalyx* (Amarilla Tumbay o Amarilla del Perú) - especies diploides - y *Solanum phureja* (Clon 1) x *Solanum tuberosum* ssp. *andigena* (4X) (variedad Parda Pastusa). El objetivo del trabajo fue analizar la cruzabilidad de las especies y evaluar el periodo de reposo del tubérculo, buscando seleccionar nuevos genotipos redondos amarillos de interés comercial. Los clones se caracterizaron mediante la lista de descriptores morfológicos propuesta por Huaman, 1977. La información se analizó utilizando dos metodologías para la construcción de agrupamientos: componentes principales y el coeficiente de distancias de Dice, en este último se generó una matriz binaria (ausencia "0" y presencia "1").

El análisis de componentes principales mostró que 14 componentes explican el 76% de la variabilidad observada, en donde, los dos primeros componentes están relacionados con variables de rendimiento. En el análisis utilizando el coeficiente de Dice, se encontró que las características que generan mayor variabilidad son las asociadas con floración, forma y tamaño de tubérculo, siendo ésta última de especial interés en los programas de mejoramiento. En los 71 clones evaluados se observó alta variabilidad morfológica, alto vigor híbrido y buen potencial de rendimiento de tubérculo. La mayoría de los clones presentan tubérculos amarillos redondos, ojos superficiales y mayor periodo de reposo del tubérculo frente al testigo comercial (Clon 1), lo cual es una evidencia favorable para la estrategia de cruzamientos utilizada.

Palabras claves: Papa, hibridación interespecífica, componentes principales, Coeficiente de Dice.

ABSTRACT

EVALUATION OF MORPHOLOGIC VARIABILITY AND AGRONOMIC CHARACTERS IN POTATO PROGENIES 2X - 2X AND 2X - 4X.

To carry out this research, potato clones belonging to 71 progenies were produced by crossovers between *Solanum phureja* (Clone number 1) x *S. stenotomum ssp. goniocalyx* (Amarilla Tumbay or Amarilla del Perú) – both diploid species - and *Solanum phureja* (Clone number 1) x *Solanum tuberosum ssp. Andigena* (4x) (Parda Pastusa variety). Clones were characterized through the morphologic descriptor list proposed by Huaman (1977); afterwards, its crossing ability and rest period were evaluated. The whole information was analyzed using two different methods to build clusters: principal components and Dice distances coefficient; in this method a binary matrix was generated (absence (0) and presence (1)). The objective was to select new yellow and round genotypes with market interest.

Principal components analysis showed that 76% of observed variability is due to 14 components, being the two first components related with yielding variables. In Dice coefficient analysis it was seen that characters generating more variability are those associated with blossoming, tuber shape and tuber size; this one has special interest to improvement programs. The 71 clones showed high morphologic variability, high hybrid vigor and good tuber yield potential. Most of the clones have yellow and round tubers, shallow eyes and greater tuber restless period comparing with commercial witness (Clone number 1). These features could be seen as a result of a good crossing strategy.

Key words: Potato, interspecific hibrydation, principal components, Dice coefficient.

[1] Estudiante Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

[2] Profesor Asistente Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

[3] Profesor Asociado Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

Las ventajas de este producto han trascendido las fronteras, es así como en pruebas realizadas en otros países se encuentra que hay una gran aceptación por consumirla, pero presenta una adaptación específica a los Andes colombianos, por efectos de latitud solo puede ser cultivada entre el norte del Ecuador, Perú y parte sur de Venezuela. (Carrasco y Pineda, 1993)

La demanda actual de este producto en los mercados asiático y americano la convierten en uno de los cultivos con mayor proyección para la exportación, actualmente limitada por los bajos volúmenes de producción, heterogeneidad de los tubérculos producidos, falta de capacidad instalada de procesamiento y ausencia de variedades mejoradas con alto potencial de rendimiento.

En el área del mejoramiento genético, la especie *Solanum phureja* se utiliza como puente facilitador del flujo de genes de interés en cruzamientos con otros diploides y tetraploides, dado que es una especie primitiva endémica de los Andes y que tuberiza bajo condiciones específicas. Este material diploide presenta gametos reducidos y no reducidos, que posibilitan cruzamientos con tetraploides obteniendo en las progenies varios tipos de poliploides. (Guarín, 1998)

Una de las ventajas del trabajo con la papa es que posee cinco niveles de ploidías, casi todas sus especies se pueden usar en cruzamientos sexuales a pesar de las diferencias en ploidías debido a la capacidad de polinización de diploides y triploides, de esta forma se pueden obtener híbridos vigorosos con mayor fertilidad y adecuado apareamiento cromosómico debido a la escasa diferenciación estructural de sus genomas (Peloquín, 1989, citado por Estrada, 2000).

Las formas más primitivas de las especies cultivadas están representadas por el complejo de diploides *Solanum stenotomum, S. stenotomum ssp. goniocalyx* y *Solanum phureja*. Muchas de las especies silvestres y cultivares primitivos son capaces de producir gametos 2n (no reducidos), lo que permite en los diploides su poliploidización y cruzarse con las papas tetraploides más cultivadas, además generan un gran vigor por transmitir su constitución genética casi intacta y con todos los efectos epistáticos, produciendo progenies con alto vigor y productividad. (Estrada, 2000). En Winsconsin, evaluando clones de 4x X 2x tuvieron rendimientos más altos, mayor gravedad específica y mejor apariencia general del tubérculo. (CIP, 1991).

En la papa criolla, el tubérculo no presenta período de reposo, lo que implica su rápido consumo, pues diez días después de cosecha el tubérculo entra en brotación lo cual tiene implicaciones negativas como las grandes diferencias de precios en épocas de cosecha frente a las épocas de escasez, los volúmenes adquiridos son menores a los de la papa de año, solo la cantidad que se pueda consumir en menos de una semana y la imposibilidad de poner este producto en un mercado diferente al regional. (Barrera, 1994)

El período de reposo está definido como el tiempo durante el cual el tubérculo permanece latente y sus funciones metabólicas se reducen al mínimo. No ocurre ningún crecimiento observable de los brotes ni siquiera cuando los tubérculos son puestos bajo condiciones ideales para su crecimiento. Esta característica está asociada con tres o cuatro pares de factores genéticos (Estrada, 2000).

Esta especie presenta una alta heterogeneidad en los tubérculos, en los consumidores hay una marcada preferencia por genotipos redondos y amarillos, con condiciones organolépticas particulares, lo que ha imposibilitado que otras especies parecidas que si presentan período de reposo logren posicionarse en la mesa de los colombianos; tal es el caso de la especie *S. stenotomum ssp. goniocalyx* ó papa amarilla del Perú (Tumbay), que aunque es amarilla y tiene período de reposo no iguala en condiciones culinarias a nuestra "papa criolla".

Una de las especies que ha ganado un importante posicionamiento en el mercado de la papa es *Solanum tuberosum* ssp andígena, variedad Parda Pastusa, especie tetraploide que proviene del cruzamiento Quincha X Tocana colorada, presenta gran aceptación por los consumidores y cultivadores desde 1955, año en el que empezó su propagación comercial (Hernández y Pineda, 1996). Está especie posee período de reposo y tiene posibilidades de cruzamiento interespecífico con *S. phureja.*

El objetivo de este trabajo fue iniciar un programa de Mejoramiento Genético en papas redondas amarillas para generar variabilidad y seleccionar genotipos superiores. Para esto se realizaron cruzamientos entre las especies *S. phureja* CCC81 X *S. stenotomum ssp. goniocalyx* (amarilla Tumbay) y *S. phureja* X *S tuberosum ssp andígena* (variedad Parda Pastusa).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en el Centro Experimental ICA San Jorge, ubicado en el municipio de Soacha, departamento de Cundinamarca (Latitud 4,42° N, Longitud 74,13° E), con los siguientes factores climáticos: temperatura promedio 12,07°C, radiación 7 - 24 Jul/m²/día,

brillo solar 4,194 h/día, humedad relativa 80%, precipitación promedio anual 798,1 mm. (Tomado de la Estación Meteorológica San Jorge-IDEAM, localizada a 2.900 m.s.n.m.).

Para la obtención de semilla sexual y primera generación o minitubérculos se trabajó en casa de malla, la propagación de la F1 clonal y la evaluación fenotípica se trabajó directamente en campo.

En 1991 Tsuchiba y Gupta (citados por Estrada, 2000) establecieron que los materiales diploides (*Solanum phureja* y *Solanum stenotomum* ssp *gonyocalix*) son especies que posiblemente surgen como resultado del cruzamiento natural entre *S. leptophyes* X *S. soucipil,* (materiales diploides) y por procesos de mutación y/o selección dan origen a *S. stenotomum.* Se caracterizan por tener período vegetativo más corto que otras especies cultivadas y períodos de reposo que van desde 0 hasta 30 días (Estrada, 2000). Las principales características se relacionan en el cuadro No. 1.

El material tetraploide empleado fue la variedad Parda Pastusa que está dentro de la subespecie *andígena.* Los materiales tetraploides se caracterizan por tener largo período de reposo, polen muy fértil, abundante producción de bayas, buena calidad para el consumo, peso específico alto, buena calidad para el almacenamiento, tubérculos de forma defectuosa, ojos ligeramente profundos y numerosos tubérculos, aunque de tamaño mediano o pequeño. (Estrada, 2000). Las características de la esta variedad se relacionan en el cuadro No. 1.

Cuadro No. 1, Caracterización morfológica y agronómica de las especies *S. phureja, S. tuberosum* ssp andigena (FEDEPAPA, 1999*)* y *S. stenotomum* spp *goniocalyx* www.pbav.bc.ca/lapapa/.

ESPECIES	*Solanum phureja* CCC81 Papa criolla	*Solanum stenotomum* Spp *goniocalyx* Amarilla Tumbay	*Solanum tuberosum* Spp *andigena* Var Parda pastusa
Planta	Tallos delgados, verde claros, ramificados, porte bajo. Foliolos primarios pequeños, verde claros, rugosos. Flores abundantes color lila. Fructificación mediana.	Tallos verde claro, ramificados.	Tallos erectos, gruesos, verde claros. Foliolos medianos verde claros. Flores grandes, color lila con acumen blanco. Fructificación abundante
Tubérculos	Tamaño pequeño. Forma redonda. Ojos de profundidad media, piel incolora, pulpa amarilla.	Forma redonda, ojos profundos, piel amarilla claro y pulpa amarilla.	Tamaño mediano. Forma redonda aplanada. Ojos de profundidad mediana, piel rosada, pulpa crema.
Adaptación	2.600 a 2800 m.s.n.m.	3.200 a 4.000 m.s.n.m	2800 a 3200 m.s.n.m.
Ciclo de vida	120 días	150 – 170 días	180 a 210 días
Rendimiento comercial	15 toneladas/Ha	20 toneladas/Ha	25 toneladas/ Ha.
Materia seca	22.3%	32-34%	22.5%
%azúcares reductores	0.1	0.1	0.25
Período de Reposo	Carece de período de reposo, presenta brotes antes de la maduración.	30 días	Dos meses a 15°C y 90% H.R.
Calidad Culinaria	Excelente para consumo en fresco. Se deshace al cocinarla, se frita entera.	Excelente en puré. No se deshace.	Excelente para consumo fresco. Se deshace al cocinarla
Enfermedades	Susceptible a gota (*P. infenstans*)	Tolerante a gota (*P. infenstans*), susceptible a virus y heladas	Susceptible a gota (*P. infenstans*), tolerante a los virus PVX y PVY, susceptible al PLRV. Susceptible a roya (*Puccinia. pittieriana*)

2.1. OBTENCIÓN DE LINEAS

Se realizaron cruzamientos colectando tallos con flores en botón para ser empleados como madres y flores maduras para obtener el polen, la extracción del polen se hizo mediante

vibración y fue colectado en cápsulas de acetato. Las especies *Solanum tuberosumm ssp andígena* variedad Parda Pastusa y *S. stenotomum ssp. goniocalyx* fueron emasculadas, no así la especie *Solanum phureja*, dado que es autoincompatible (Guarín, 1998). Los tallos fueron fecundados manualmente y se mantuvieron en frascos de vidrio con agua hasta llegar a fructificación. A medida que hubo maduración de bayas se cosecharon y se extrajeron las semillas, se secaron a la sombra y se trataron con ácido giberélico.

De cada uno de los cruzamientos realizados se obtuvieron los materiales relacionados en el cuadro No. 2.

Cuadro No. 2, Cruzamientos y clones F1 evaluados.

CRUZAMIENTO		F1 RESULTANTE
Madre	Padre	
Solanum phureja CCC81 variedad "Yema de Huevo" (2n)	*Solanum tuberosum ssp andígena* var. Parda pastusa (4n)	98.68 clones 1 al 13
Solanum tuberosum ssp andígena var. Parda pastusa (4n)	*Solanum phureja* CCC81 variedad Yema de Huevo (2n)	98.69 clones 1 al 9
S. stenotomum ssp. goniocalyx amarilla del Perú (2n)	*Solanum phureja* CCC81 variedad Yema de Huevo (2n)	98.70 clones 1 al 20
Solanum phureja CCC81 variedad Yema de Huevo (2n)	*S. stenotomum ssp. goniocalyx* amarilla del Perú (2n)	98.71 clones 1 al 31

Las semillas sexuales se sembraron en un sustrato que facilitara la germinación, se mantuvieron allí hasta que alcanzaron una altura promedio de 5 a 10 cm. Posteriormente se transplantaron a bolsas de polipropileno con 2.5 a 3 Kg. de suelo. En el transplante no se destruyó la tela envolvente del sustrato y esto afectó el tamaño de algunos tubérculos. La cosecha se realizó en forma individual y de esta manera se enumeraron los clones, teniendo en cuenta el número de tubérculos por planta se realizó la siembra en campo para la primera generación clonal.

Los pequeños tubérculos brotados se sembraron en parcelas independientes para cada familia, identificando cada clon, la parcela se delimitó por un surco de cada uno los parentales en este caso se empleó semilla comercial. El manejo agronómico correspondió al que se realiza a los lotes comerciales. En campo se realizaron las observaciones pertinentes a la caracterización morfológica, excepto las de tubérculo y brotes, las cuales se realizaron en laboratorio. La cosecha se realizó individualmente para cada clon. Sobre este material se realizaron las mediciones de rendimiento, gravedad específica, caracterización morfológica y longitud del brote.

2.2. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA

Para determinar la variación fenotípica de los materiales obtenidos se utilizó la lista de descriptores morfológicos para la papa cultivada propuesta por Huaman, 1977. La información obtenida se procesó en un análisis multivariado por componentes principales y en una matriz binaria de 0 y 1. El utilizar los dos métodos permite establecer la relación que puede existir entre las diferentes formas de análisis, teniendo en cuenta que componentes principales agrupa tanto características cualitativas como cuantitativas, en tanto que el análisis en matriz binaria solo permite establecer agrupamientos por características cualitativas.

2.2.1. ANÁLISIS MULTIVARIADO POR COMPONENTES PRINCIPALES

La información de caracterización se trabajó en una matriz para evaluar los datos de caracterización morfológica, los datos preliminares de rendimiento y los de longitud del brote, con el objeto de obtener agrupamientos. El método de componentes principales consiste en transformar un conjunto de variables X1, X2,..., Xp, en un nuevo conjunto Y1, Y2,..., Yp. De todas las posibles combinaciones de este tipo, Y1 tiene la mayor varianza, Y2 la segunda mayor varianza y así sucesivamente.

No existe un método analítico que permita determinar el número de raíces o valores característicos que se deban utilizar en el análisis de la variabilidad, usualmente aquellos valores característicos por encima de 1 parecen ser los que tienen mayor significancia biológica o agronómica y los valores menores a la unidad en general describen variación casual o aleatoria. (Goodman, 1972; Goodman y Bird 1977; citados por Daza y Luque, 1996).

2.2.2. ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTOS

Se utilizó la distancia euclidiana, teniendo como variables los componentes principales seleccionados. Se construyó una matriz de distancia entre cada familia de cruzamientos, esta permite ver la afinidad fenotípica entre los materiales. Los agrupamientos están definidos por puntos de corte evidentes en los dendogramas. Los dendogramas se realizaron en el paquete estadístico NTSYS, versión 2.0 (Rohlf, 1998).

2.3. MATRIZ BINARIA

La información de caracterización se llevó a una matriz binaria (0,1), en la que se asignó el valor de "1" a presencia y "0" a ausencia de la característica, manejando así todas las variables como cualitativas. La información se analizó, mediante el programa NTSYS 2.0 obteniendo la matriz de distancias entre clones, utilizando el coeficiente de similaridad de Dice, cuya definición es: D = 2n1/(2n1 + n2 + n3). A partir de la matriz de distancias se construyó el dendograma, utilizando el procedimiento UPGMA (Sokal y Sneath, 1973).

2.4. COMPONENTES PRELIMINARES DE RENDIMIENTO

En el momento de la cosecha se cuantificó el número de plantas y de tubérculos por clon y peso total de los tubérculos, para establecer así promedios del peso por planta, peso por cada tubérculo y el número de tubérculos por planta. Con esta información se establecen algunos componentes preliminares del rendimiento, dados básicamente por comparación de promedios, que en esta fase de la investigación pueden servir para establecer diferencias aparentes entre clones, familias y comportamiento de los padres.

2.5. EVALUACIÓN DE BROTACIÓN DEL TUBÉRCULO

Se midió la longitud promedio de todos los brotes de 10 tubérculos por clon, 40 días después de cosecha en condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente, sin luz ni humedad, tiempo en el que todos los materiales estaban brotados, excepto *S. stenotomum ssp goniocalyx* y *S. tuberosum ssp.* andígena. Al igual que la información obtenida para el rendimiento, esta es

preliminar y puede proporcionar información comparativa para clones, familias y comportamiento de los padres, esta característica debe tenerse espacialmente en cuenta, dado que es la que puede evidenciar si hubo diferencias en los períodos de brotación de los tubérculos, comparados con *S. phureja* y la posible incidencia que pudieron tener los padres con período de reposo sobre el atraso o no de la brotación en los clones resultantes

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. OBTENCIÓN DE LAS LÍNEAS

En el presente ensayo se evaluaron 74 materiales, 71 provenientes de cruzamientos y los tres parentales. Se excluyeron de los análisis los clones 68.3 y 64.4 dado que no florecieron ni tuberizaron en este ciclo de cultivo.

Se puede decir que para este caso hay mayor éxito en cruzamientos entre diploides (51 clones) que en cruzamientos diploides por tetraploides (22 clones), debido posiblemente a una mayor homología de los genomas.

3.2. CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA

Se evaluaron 35 características morfológicas para los dos análisis (Anexo 1) y 6 características de rendimiento para el análisis multivariado, aunque la tabla de descriptores propone evaluar 61 caracterísitcas, 23 de ellas resultaron repetitivas para todos los materiales (Anexo 2) y 3 asociadas con fruto no se evaluaron, dado que no era una característica de interés para esta investigación.

3.2.1. ANÁLISIS MULTIVARIADO POR COMPONENTES PRINCIPALES

En este análisis que incluye tanto las características cualitativas como los componentes preliminares de rendimiento y la longitud del brote a los 40 días después de cosecha se tienen 14 componentes principales que explican el 76 % de la variabilidad, como se muestra en el cuadro No. 4.

Cuadro 4, Componentes principales para caracteres morfológicos y de rendimiento para 71 clones provenientes de cruzamientos interespecíficos

COMPONENTES PRINCIPALES	VALOR PROPIO	DIFERENCIA	PROPORCION	ACUMULADO
Componente 1	5.28398	1.84234	0.135484	0.13548
Componente 2	3.44155	0.69319	0.088245	0.22373
Componente 3	2.74836	0.28874	0.070471	0.29420
Componente 4	2.53962	0.11304	0.065118	0.35932
Componente 5	2.42658	0.27982	0.062220	0.42154
Componente 6	2.14676	0.22245	0.055045	0.47658
Componente 7	1.92431	0.28106	0.049341	0.52592
Componente 8	1.64325	0.12718	0.042135	0.56806
Componente 9	1.51607	0.09429	0.038874	0.60693
Componente 10	1.42178	0.14780	0.036456	0.64339
Componente 11	1.27398	0.09712	0.032666	0.67606
Componente 12	1.17686	0.09608	0.030176	0.70623
Componente 13	1.08078	0.05928	0.027712	0.73394
Componente 14	1.02150	0.07032	0.026192	0.76014

Los dos primeros componentes están relacionados con el rendimiento, siendo estos el número de tubérculos totales y el número de tubérculos por planta, solo estos dos componentes explican el 22.4% de la variabilidad. El quinto componente también está asociado con el rendimiento, el peso de cada tubérculo. En total estos componentes de rendimiento representan el 28.5% de la variabilidad total, lo cual indica que estas características de rendimiento son incluso más importantes que las morfológicas y deben ser tenidas en cuenta para posteriores estudios, siendo una fuente importante de variabilidad y por lo tanto de agrupamiento. Las fuentes de

variación pueden estar dadas por el material usado como semilla, pues hubo gran variabilidad en el tamaño de los pequeños tubérculos de la F1 clonal.

Los componentes tercero y cuarto están asociados con la floración, estos son el color secundario de la corola y el color del cáliz. También son componentes principales asociados con floración el octavo, producción de polen y el número trece, distribución del color secundario de corola. Los componentes asociados con floración explican el 20.5% de la variabilidad, esto indica que el componente floración es el que más importancia tiene en cuanto a las características morfológicas, esa variabilidad se puede explicar dadas las diferencias en la floración de los parentales, la cual se notó en la progenie.

El sexto componente es el color secundario del tubérculo, pardo, característica que se dio en pocos casos y se presentó principalmente en los cruzamientos que incluyen *Solanum tuberosum ssp andigena*. Otro componente que involucra tubérculos es el décimo, gravedad específica el cual presentó diferencias entre clones y entre familias de cruzamientos, el componente once, longitud de los estolones, se presenta en mayor número de ocasiones, en casi todos los casos los estolones son cortos. El componente número catorce, profundidad de los ojos, es una característica similar en los cruzamientos de diploides, hay mayor variabilidad en cruzamientos que involucran *S. tuberosum* ssp. *andigena*.

En total los componentes asociados con tubérculos explican el 18.05% de la variabilidad, lo que indica que de las características morfológicas es la segunda que se debe tener en cuenta. Estos resultados muestran que los colores amarillo o crema son dominantes, tanto en piel como en pulpa sobre pigmentaciones pardas, solo se encontró un clon con coloración de piel roja

(98.699) que presenta hábito de crecimiento y arquitectura típica de un cultivar tetraploide, pero conserva la precocidad de los diploides. También se encontraron otros materiales con color secundario de tubérculo, principalmente rosado. Este clon puede ser aprovechado como parental, teniendo en cuenta las características que presenta.

El único componente asociado con hojas, es el séptimo, número de foliolos laterales primarios que varía más entre familias que dentro de los clones, en algunos casos se presentaron en mayor número en los cruzamientos en los que está presente *S. tuberosum* ssp. *andígena*. Este componente explica el 5% de la variabilidad total, por lo tanto no es tan importante ni es determinante en los agrupamientos.

De las características del tallo hay dos que se presentan como componentes principales, el corte transversal y las alas de los tallos, son características que solo en algunos casos varían, explican el 6.5% de la variabilidad. Por lo tanto no presentan mayor importancia en los agrupamientos.

3.2.2. ANÁLISIS DE AGRUPAMIENTOS

Los agrupamientos se realizaron de manera separada para cada una de las familias de cruzamientos. Cada dendograma muestra cuales son los clones que conforman los diferentes agrupamientos.

FAMILIA 98.68: El punto de corte se toma en 8.62, (figura No. 1) resultando un agrupamiento con 10 materiales, en su orden los clones 68.1, 68.4, 68.2, 68.6, 68.7, *S. phureja*, 68.9, 68.12, 68.11 y 68.13. Se forma otro pequeño grupo conformado solo por dos clones: 68.8 y 68.10, los cuales están muy cercanos. Seguido queda el clon 68.5, lejano de los demás y

más lejos aún el material empleado como padre, la variedad Parda Pastusa. Se ve que hay influencia de la madre en este agrupamiento si se tiene en cuenta que *S. phureja* está hacia el centro del agrupamiento principal o más numeroso, es decir, que la progenie fenotípicamente puede presentar efectos maternos.

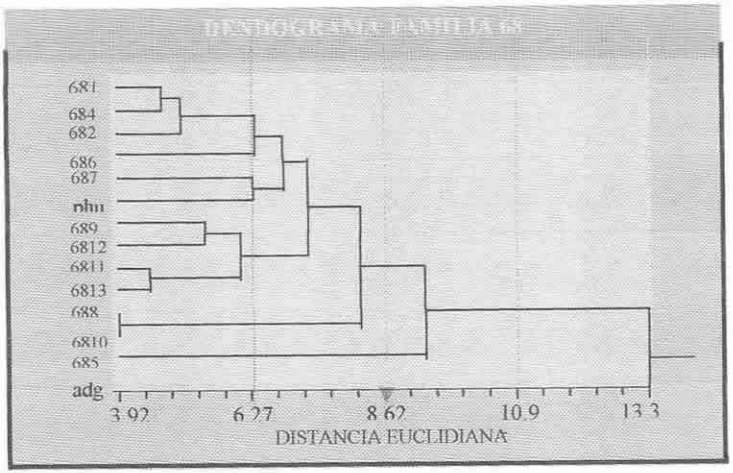


Figura No. 1

FAMILIA 98.69: Se forman tres grupos tomando como punto de corte el coeficiente 6. (figura No. 2) El primer agrupamiento lo conforman los clones 69.1, 69.7, 69.8, 69.3 y 69.5; en el segundo agrupamiento se encuentran los clones 69.2, *S. phureja*, 69.6, 69.9; nuevamente queda el otro parental, (parda pastusa) completamente aislado de los demás materiales. Esto demuestra que las características de *S. phureja* se logran fijar por encima de las características del material tetraploide. En términos generales encontramos un mayor parecido de los materiales a *S. phureja*, solo que en este caso se nota en algunos materiales con color secundario en la piel del

tubérculo y un material con coloración roja de piel de tubérculo, con forma y tamaño muy similar a *S. phureja* y con pulpa amarilla.

Para este tipo de cruzamientos entre pastusa y *S. phureja* se encontró que hay mayor presencia de las características del material diploide, particularmente en lo que tiene que ver con arquitectura de la planta, características de los tubérculos, precocidad, debido posiblemente a efectos maternos.

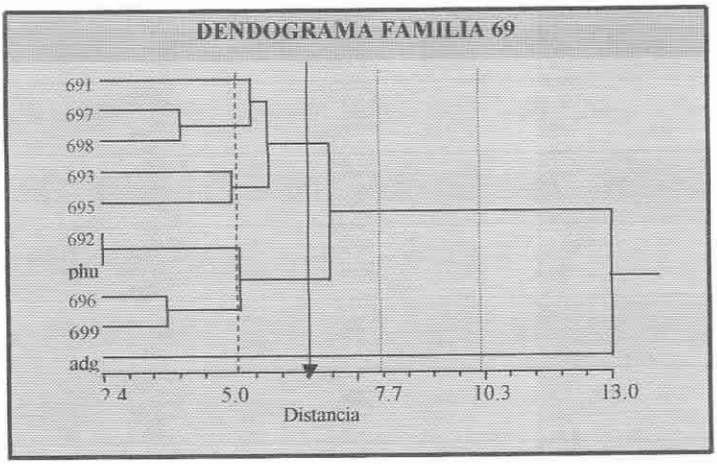


Figura No. 2

FAMILIA 98.70: Tomando como punto de corte el coeficiente 6.3, (figura No. 3) se forman 5 agrupamientos, el primero y más numeroso incluye a los clones 70.1, 70.2, 70.13, 70.14, 70.19, 70.16, 70.3, 70.18, 70.4, *S. phureja, S. stenotomum ssp. goniocalyx*, 70.15, 70.9, 70.17, 70.20 y 70.10,. Se presenta gran similitud entre los clones 70.9 y 70.17. Otro agrupamiento está dado

por los clones 70.6 y 7012 de manera lejana, los clones 70.7 y 70. 5 conforman individualmente un agrupamiento y lejano, en tanto que los clones 70.8 y 70.11 conforman el último agrupamiento.

La posición de los parentales indica que la gran mayoría de clones de esta familia de cruzamientos tiene similitud con ellos, lo que permite mantener la condición redonda y amarilla en los tubérculos.

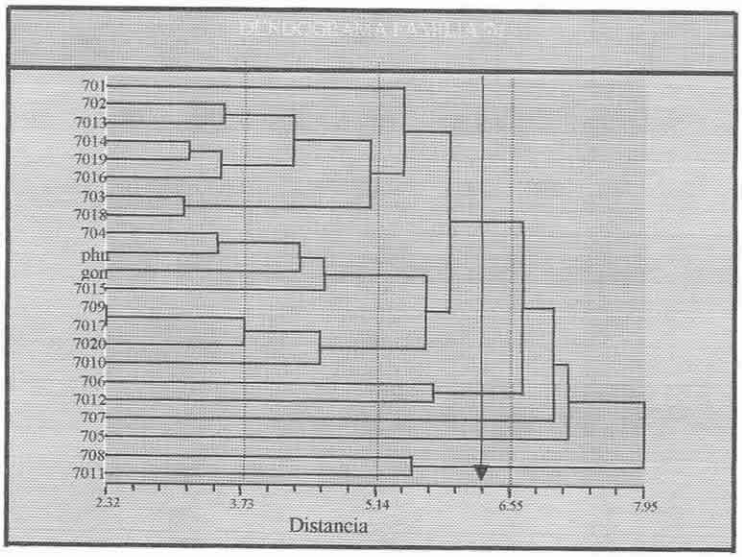


Figura No. 3

FAMILIA 98.71: Con un punto de corte cercano al coeficiente 7 (figura No. 4) presenta un agrupamiento grande que incluya a los clones 71.1, 71.15, 71.3, 71.7, 71.6, 71.2, 71.14, 71.23, 71.27, 71.30, 71.4, 71.8, 71.9, 71.17, 71.10, 71.31, 71.26, 71.20, 71.25, 71.24, 71.16, 71.22,

71.29, 71.5, 71.13, 71.21 e incluye hacia el centro a los dos parentales. Un poco aislado queda el grupo que conforman los clones 71.11 y 71.12, caracterizados por ser los únicos materiales con floración blanca, caracterísitca que ninguno de los padres posee, se pudo presentar como una condición recesiva y por ende, ausencia de pigmentos. Como clones sin agrupamientos están los clones 71.18 y 71.28; y de manera muy lejana el clon 71.19. Se ve entonces que la mayoría de materiales son parecidos a los parentales.

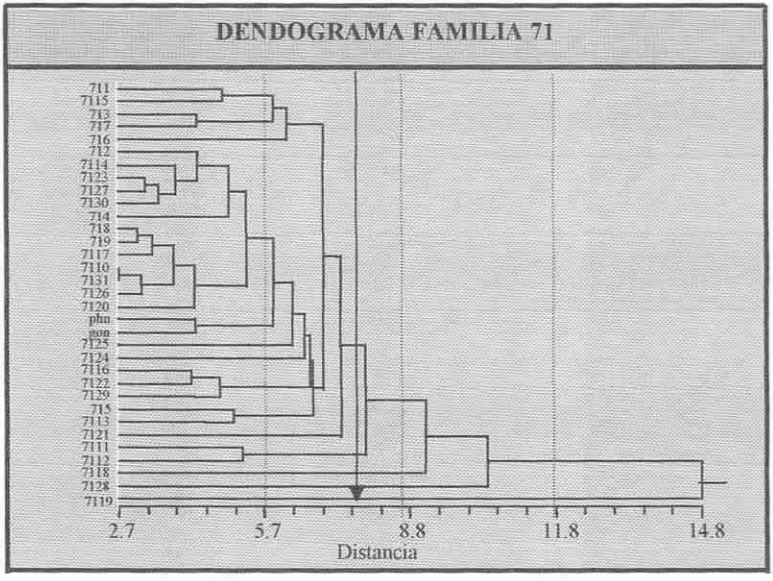


Figura No. 4

Los materiales 98.70 y 98.71 presentaron un comportamiento similar, el porte de las plantas mostró ser más vigoroso que en el caso de los 68 y 69. Se puede inferir que posiblemente los parentales responden a un tipo de selección divergente, condición que puede influir en la presencia de vigor híbrido debido, posiblemente, a efectos epistáticos. Esto es de gran interés

en el mejoramiento genético, ya que se pueden obtener individuos superiores con fenotipos muy parecidos a los padres y que gozan de una alta aceptación comercial en las áreas de producción.

En los cruzamientos entre *S. phureja* y en la spp *gonyocalix*, las diferencias se observan en floración, forma y color de tubérculos, particularmente en la profundidad de los ojos. Se conserva el color de tubérculos, sólo que con una gama amplia de amarillos que van desde claros hasta muy intensos, de igual manera ocurre con el color de la pulpa.

Se concluye que este tipo de cruzamientos, tanto en forma directa como recíproca, genera una gran variabilidad en los materiales y que esto permitirá ampliar la base genética y realizar selección de materiales con características de interés.

3.3. MATRIZ BINARIA

Para el análisis por ausencia o presencia de las características se realizaron los agrupamientos de acuerdo a las características comunes para cada grupo. Estas características son el resultado de analizar los dendogramas de cada familia de cruzamientos y remitirse a la información primaria para determinar cuales son las características similares entre unos y otros, omitiendo la información repetitiva del cuadro 3. La información obtenida se relaciona en el cuadro 5, en donde se encuentra la familia, número de agrupamiento y coeficiente a partir del cual se determinó el grupo o coeficiente de similaridad, el cual va de 0 a 1, en la medida que el coeficiente se acerque más a 1 hay un mayor grado de similaridad entre los clones que conforman un mismo grupo, este coeficiente también puede ser interpretado de manera porcentual.

Cuadro 5, Agrupamientos por ausencia o presencia de características morfológicas

FAMILIA	COEFICIENTE DE SIMILARIDAD	GRUPO	MATERIALES QUE LO CONFORMAN
98.68	0.54	1	1, 4, 2, *S. phu*, 6, 9, 11, 13 y 12
		2	8 y 10
		3	7 y *S. tuberosum* ssp. *andígena*
		4	5
98.69	0.59	1	1, 7, 8, 3, 6 y 9
		2	2, *S. phu*, 5
		3	*S. tuberosum* ssp. *andígena*
98.70	0.6	1	1,15, 16, 19, 2, 14, 4, 2, 18, 11
		2	3, 10, 13, 9, 17, 20, *S phu, S gon*
		3	5 y 6
		4	7 y 8
98.71	0.59	1	1 y 6
		2	3, 13, 7, 8 ,9 , 25, 10, 26, 17, 20, 14, 27, 16, 31, 22, 29, 21
		3	2, 23, 24, 4, *S phu, S gon* y 28
		4	5, 11, 12, 19, 30
		5	15 y 18

De acuerdo con la información primaria obtenida se tiene que las características que agrupan en cada caso son:

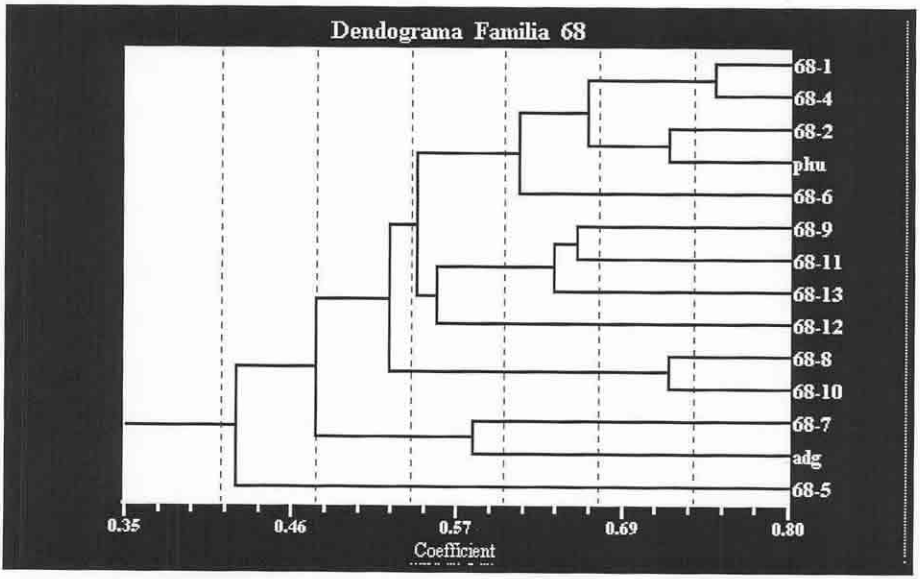
FAMILIA 98.68. El primer grupo, (figura No. 5) se caracteriza por el color secundario de la corola, que es blanco, tallos solamente verdes, tubérculos amarillos como color predominante y gravedad específica media. No presentan muchas características comunes y en este caso sobresale el color de tubérculos como una característica de interés y la ausencia de color secundario de tubérculos.

En el segundo grupo hay plantas medianas, erectas, con pocos tallos, angulares y de alas onduladas, con color predominante de corola morado intenso y secundario blanco, corola en estrella, de abundante producción de polen, floración moderada y articulación pedicelar arriba de la mitad. Como característica particular se encuentra el color rosado predominante en tubérculos, de color secundario amarillo, distribuido de manera aleatoria, con pulpa amarilla y de tamaño mediano. Se

observa que la algunas de las características de la arquitectura de planta están conferida por el padre, dado que tienen mayor parecido a la ssp. *andígena*, igual sucede con los tubérculos, que tienen más cercanía con el padre, excepto por las manchas amarillas.

El tercer grupo conformado solo por dos materiales, el clon No. 7 y la ssp. *andígena*. Son similares por ser plantas altas, de crecimiento erecto, hay similaridad en características asociadas con floración, como corola semiestrellada, morado claro con blanco, abundante producción polen y de flores. Si bien el color de tubérculos difiere, hay una alta producción y uniformidad en los mismos. Este es el único clon que agrupa con la ssp. *andígena*, por los que se considera el más cercano, excepto por el color de tubérculos.

El clon 68.5 presenta características de planta similares a la madre, pero en particular es un material de pulpa blanca, se asume que es precisamente por esta característica que no forma grupo con ningún otro material.



Figfura No. 5

FAMILIA 98.69. Los genotipos que conforman el primer grupo, (figura No. 6) se caracterizan por ser plantas pequeñas, con pocos foliolos laterales primarios e interruptos, tallo angular, pocos tallos, tubérculos de un solo color (amarillo o rojo) sin color secundario y de estolones cortos. Presentan características similares o un poco inferiores a las del padre en cuanto a porte y tamaño de planta, posiblemente porque no hay un buen efecto conferido por el cruzamiento.

El segundo grupo tiene pocos foliolos interruptos, tallos angulares, en cuanto a características de floración presentan cáliz verde con algo de morado, con poca producción de polen, número intermedio de flores por inflorescencia y articulación pedicelar arriba de la mitad. Los tubérculos son amarillos de pulpa amarilla, de tamaño mediano, ojos de mediana profundidad,

con brotes blancos y presenta estolones cortos. Este es un agrupamiento que presenta una alta variabilidad, difiere del anterior en que tiene un porte un poco más vigoroso, tanto en las plantas como en la producción misma.

S. tuberosum ssp. *andígena* queda como un material aislado, se puede decir que para el caso de los cruzamientos diploide por tetraploide y recíproco, en lo que tiene que ver con arquitectura de planta hay un mayor efecto paterno, para el caso de tubérculos, se ve que predominan los genotipos parecidos a *S. phureja*, en las demás características hay variabilidad conferida por el padre, la madre o codominancia. Tiene un mejor comportamiento como madre *S. phureja*, reflejado en el número de materiales obtenidos y el porte de las plantas.

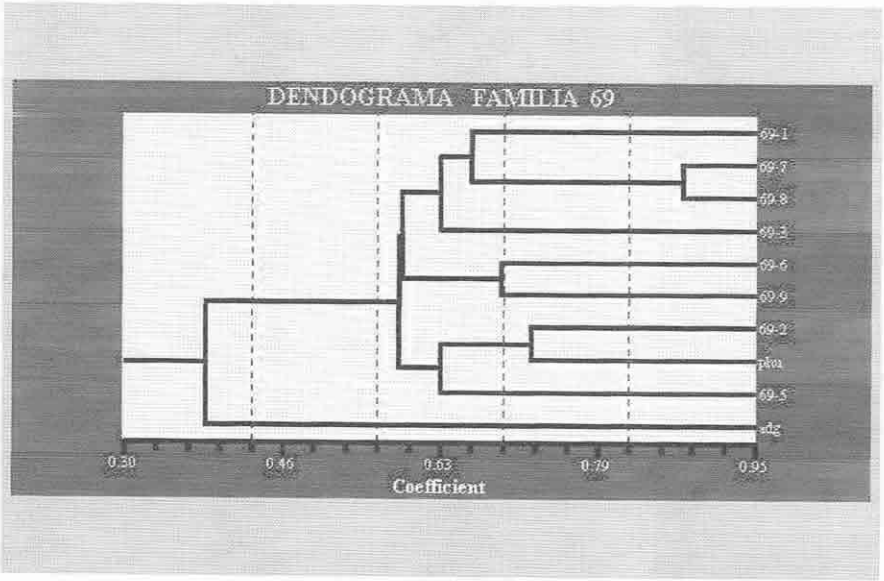


Figura No. 6

FAMILIA 98.70. El primer agrupamiento, (Figura No 7) está diferenciado por plantas de pocos foliolos, corte angular en el tallo, formación media de tubérculos amarillos, estolones cortos y brotación predominantemente blanca con el color secundario esparcido por todas partes. No se presentan mayores diferencias con los padres, excepto por características poco notorias.

El grupo número dos incluye a los parentales y por lo tanto los materiales que lo conforman se parecen fenotípicamente a ellos. Son plantas medianas, con crecimiento erecto, con pocos tallos de corte angular, cáliz verde con algo de morado, articulación pedicelar arriba de la mitad y estolones cortos. Estas son las características en las que coinciden los dos materiales y la variabilidad se da en alguna medida en la floración y en la coloración de tubérculos.

El tercer grupo, conformado apenas por dos materiales fenotípicamente parecidos, son plantas erectas pero de pocos tallos, en la floración coinciden en tener caliz verde con algo de morado, corola semiestrellada morado intenso, poca producción de polen y floración intermedia. Presentan tubérculos amarillos, redondos con ojos medios y estolones cortos, la brotación es predominante blanco. Vale la pena resaltar que la progenie presenta una mayor gravedad específica que los padres, lo cual se puede dar como una evidencia de vigor híbrido y es una característica de gran interés, especialmente, si se buscan líneas con características importantes para la industria.

El cuarto grupo, con solo dos materiales, son plantas medianas erectas de características similares a las que agrupan en el anterior, se diferencian en la alta formación de tubérculos y la brotación que es violeta con algo de blanco en las yemas caulinares

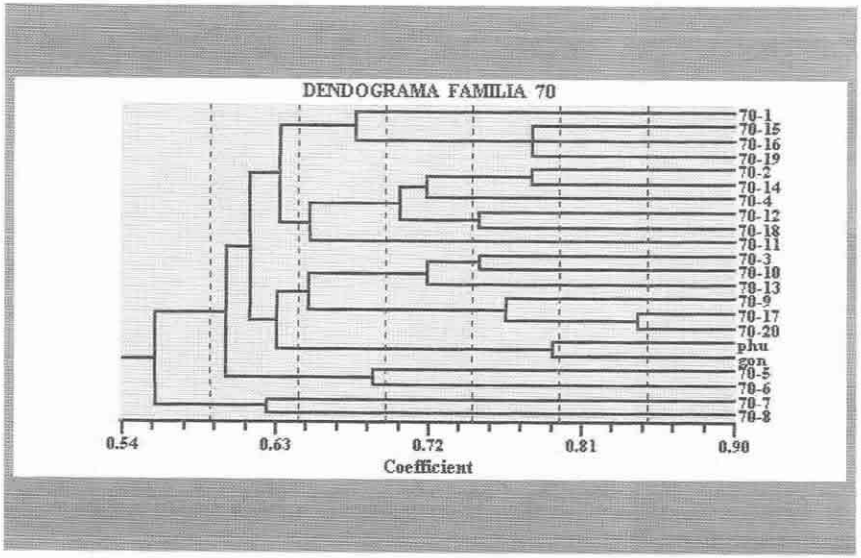


Figura No. 7

FAMILIA 98.71 El primer agrupamiento, (figura No. 8) con dos clones, está conformado por plantas altas erectas con tallos angulares de alas rectas, cáliz verde con algo de morado, corola pentagonal morado intenso con blanco, no tienen producción de polen, número de flores intermedio articulación pedicelar arriba de la mitad, tubérculos amarillos de pulpa amarillo pálido, tamaño mediano, ojos superficiales, estolones cortos y brotes predominantemente blanco con algo de verde, la mayoría de estas características son similares a las de los padres, sin mayor distinción en de para atribuir a uno u otro, es interesante que estos materiales no producen polen, posiblemente sea un material triploide, en cuyo caso no se puede continuar retrocruzando.

El segundo grupo se encuentran los parentales y se agrupan por pocas características: tallos de corte angular de cáliz verde con algo de morado, corola morado intenso, tubérculos amarillos y sin color secundario. Otras características se encuentran en casi todos los clones, excepto uno o dos: pocos foliolos, tallos verdes solamente, articulación pedicelar arriba de la mitad.

Por la ubicación de *S. phureja*, más cercana al resto de materiales, se infiere que en términos generales hay mayor similitud de los materiales a esta, aunque la ssp *gonicalyx* está junto a la madres y por lo tanto de los demás materiales. En este agrupamiento hay mayor variabilidad, es el grupo que muestra un interesante flujo de genes, proveniente posiblemente de la selección divergente que se pudo dar a nivel de los parentales.

El tercer grupo, presenta pocos foliolos, corte transversal angular, cáliz verde con algo de morado, corola pentagonal, floración moderada , ojos medianamente profundos y tubérculos de tamaño mediano, a pesar de estar conformado por pocos clones, se ve que hay pocas características comunes.

El cuarto grupo, conformado por pocos clones, es el menos parecido a los parentales, se caracteriza por plantas de porte mediano con crecimiento erecto, con pocos foliolos interruptos, de pocos tallos, verde solamente y alas rectas. Como característica sobresaliente está el tener tubérculos con ojos medianamente profundos, similar a la madre, con alta producción, medianamente uniformes y con estolones cortos.

El quinto grupo que incluye solo dos materiales están lejanos y solo se asemejan en el tamaño mediano de tubérculos, con alta formación y estolones cortos.

Los materiales provenientes de este cruzamiento presentaron un mejor comportamiento en el campo, dado por el porte de los clones; estos agrupamientos muestran que hay una mayor influencia de la madre para el caso de los diploides, en lo concerniente a forma y color de tubérculos, principalmente. También se evidencia variabilidad en la floración.

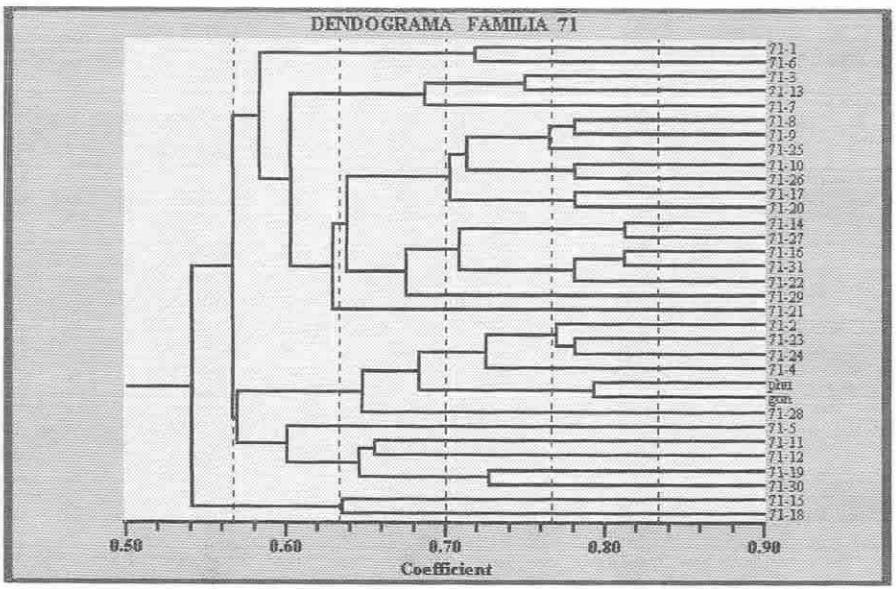


Figura No. 8

Gracias a la elaboración de análisis por diferentes metodologías se puede tener una información más completa. No se puede decir que uno de los análisis excluya al otro, por el contrario trabajar con los dos suministra información complementaria. Se concluye que las características que proporcionan una mayor variabilidad son las asociadas con floración y tubérculo, esta última característica, de especial interés para esta investigación.

3.4. EVALUACION PRELIMINAR DE RENDIMIENTO

En el Anexo No. 3 se encuentra el peso total por cada clon, el número de tubérculos para cada uno y el número de plantas en campo, de estos datos se promedian el peso de tubérculos recolectados de cada planta, el peso de cada tubérculo y el número de tubérculos por planta.

Para la familia 98.68 los mayores rendimientos están relacionados con clones que tuvieron una mayor cantidad de repeticiones, al igual que en la familia 98.69, pero en este caso se presenta un promedio de peso por planta superior que permite seleccionar dos materiales. A pesar de tener un buen comportamiento en campo, la familia 98.68 tuvo menores rendimientos que la 98.69.

Para la familia 98.70 hay tres materiales con promedios sobresalientes para la característica peso de los tubérculos de cada planta, aunque no necesariamente coinciden con los demás promedios. En general se tienen tubérculos con peso individual mayor que los parentales.

Ocurre de manera similar con la familia 98.71, aunque con promedios inferiores a la familia 98.70, presenta clones con promedios mayores que los parentales, que ameritan ser tenidos en cuenta en estudios posteriores.

En general, el comportamiento de cruzamiento de diploides es mejor, como se puede ver en los promedios; en este caso se observa un mejor comportamiento para los que se emplea *S. phureja* como padre.

3.5. EVALUACION DE BROTACIÓN DE TUBÉRCULO

Para las observaciones al respecto se hace necesario tener en cuenta que la spp. *goniocalyx* no brotó en los 40 días siguientes a la cosecha, posiblemente porque este material tiene un período más largo que los demás y fue cosechado a los de 120 días después de la siembra.

De otra parte, hubo materiales con tubérculos muy pequeños que no brotaron y esto pudo afectar la observación, por lo cual en la selección de materiales se tiene en cuenta no solo la longitud de los brotes, sino también el tamaño del tubérculo; la información correspondiente al promedio de longitud del brote se encuentra en el Anexo No. 3.

Se pudo establecer que hay materiales que presentan un brotación más tardía que *S. phureja* y que por esto deben ser tenidos en cuenta para posteriores trabajos como se cita en el numeral 3.6, selección para ensayos de rendimiento.

También se puede establecer que para las mediciones de brotación se deben correlacionar no solo la longitud del brote sino el inicio y la evolución del brote a lo largo del tiempo, esto permite establecer una evaluación más útil y permite conocer cual es el tiempo de reposo para cada uno de los clones.

Con base en los análisis estadísticos, las observaciones de campo, la cantidad de tubérculos por cada clon se sugiere tener en cuenta varios materiales por su forma esférica, color amarillo intenso de piel y pulpa, ojos superficiales y potencial preliminar de rendimiento, para ser evaluados en ensayos de rendimiento.

La mayoría de clones seleccionados pertenecen a los cruzamientos diploide x diploide, los cuales presentaron las mejores características y comportamiento, tanto en rendimiento, como en la

brotación. Para el caso de los materiales seleccionados de la familia 98.69, el número 6 tiene características similares a la madre, con rendimientos superiores y brotación inferior.

Los materiales con los cuales se continuará la siguiente fase de investigación, es decir, los ensayos de rendimiento son: familia 98.69: clones 6 y 9; familia 98.70: clones 1, 5, 7, 8, 9, 10, 14, 15, 17, 18 y 2 y familia 98.71: clones 4, 5, 8, 9, 12, 14, 17, 22, 23, y 26.

LITERATURA CITADA

1. ARGÜELLO. 1996. Proyecto producción y utilización de papa criolla Yema de huevo (*Solanum phureja*). En: Papas Colombianas con el mejor entorno ambiental. p. 90-91
2. BARRERA. 1994. Mercadeo interno de la papa criolla. Revista papa. FEDEPAPA, Bogotá, No. 10, p. 19-27
3. CARRASCO, C. y PINEDA, R. 1993 Papa Criolla "yema de huevo" una multivariedad nativa. Revista de la Federación Colombiana de Productores de Papa No. 7, p. 14-16.
4. CENTRO INTERNACIONAL DE LA PAPA (CIP). 1991. Colección, mantenimiento y utilización de recursos genéticos inexplotados. Informe anual p. 3, Lima, Perú.
5. DAZA, R. y LUQUE, J. 1996. Relaciones de afinidad y diversidad de 225 líneas de trigos para selección de progenitores. Tesis Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
6. ESCALLÓN, R. y RAMIREZ, F. 1997. Caracterización morfológica y evaluación preliminar por rendimiento y resistencia a *Phytophthora infestans* de 25 genotipos redondos amarillos de *Solanum S. phureja* (juz et buk) en dos localidades. Tesis de pregrado Universidad Nacional. Facultad de Agronomía. Santafé de Bogotá. p. 55
7. ESTRADA, N. 1996. Importancia de la investigación en papa. En: Papas Colombianas con el mejor entorno ambiental. Comunicaciones y asociados LTDA. Bogotá, p. 3
8. ESTRADA, N. 2000. La biodiversidad en el mejoramiento genético de la papa. La Paz, Bolivia. p. 21, 40, 61-65, 322
9. RODRIGUEZ, A. y HERNANDEZ, E. 1999. Variedades colombianas de papas. Revista de la Federación Colombiana de Productores de Papa.

10. GHISLAIN M, ZHANG D, FAJARDO D, HUAMAN Z, HIJMANS R. 1996 Genetic diversity analysis in a cultivated Andean potato S. phureja juz et buk. CIP, Informe Anual. Lima, Perú. p. 77.

11. GUARIN S, ÑUSTEZ C y OSPINA J. 1998. Evaluación de la fertilidad masculina en 81 genotipos de la Colección Colombiana de *Solanum phureja*. Agronomia Colombiana XV No. 1. p. 49-57

12. HERNANDEZ , E. y PINEDA, R. 1996. Genética y Mejoramiento de la papa. En Papas colombianas con el mejor entorno ambiental. Comunicaciones y asociados LTDA. p. 63

13. http:// www.pbav.bc.ca/lapapa/". The Potato: Treasure of The Andes.

14. HUAMAN Z, WILLIAM T, SALHUANA W Y VINCENT L. 1977. Descriptors for the cultivate potato and for the maintenance and distribution of germoplasm collection. IBPGR. Roma, p. 47

15. ÑUSTEZ, C. 1996. La investigación en papa en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia, en: Papas Colombianas con el mejor entorno ambiental. Comunicaciones y asociados LTDA. Bogotá, p. 28

16. PORRAS, P.D. 1999. La papa en Colombia: desarrollo de una cadena agroalimetaria estratégica. Revista de la Federación Colombiana de Productores de Papa.

17. ROHLF, F. J. 1988. Numerical taxonomic and multivariate analysis system NTSYS. Setauket, N.Y., p. 31

18. SOKAL R, SNEATH P. 1973. Principies of umerical taxonomy. Freeman an Company. San Francisco and London. p. 259-265

19. VASCO, A. LOPEZ, M. 1996. Investigación de mercados papa "criolla" precocida congelada, hogares. En: Segundo Simposio Nacional de papa criolla "Yema de Huevo" *Solanum phureja.*

ANEXO 1
CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS EVALUADAS

CARACTERISTICA GENERALES	4.Pubescencia adaxial(haz	CARACTERISTICAS DE BROTES	3. Alas de los tallos	5.Color secundario corola
1. Altura planta en plena florac.	0. Gebra: pelos ausentes	**1. Color predomin. mas claro**	0. Ausente	0. Ausente
3. Pequeña	1. Glabrescente: pubescencia	1. Blanco-verde	2. Rectas	1. Blanco
5. Mediana	muy esparcida	2. Rosado	3. Onduladas	2. Rojo claro
7. Alta	2. Pubescente	3. Rojo	4. Dentadas	3. Rojo intenso
2. Hábito de ramificación	3. Fuertemente pubescente	4. Violeta	**4. Numero de tallos primarios**	4. Violeta claro
1. Simple	**CARACTERISTICAS DEL FRUTO**	5. Morado	1. Uno	5. Violeta intenso
2. Ramificado	**1. Grado formación del fruto**	6. Otro -rojo morado	3. Pocos 2 o 3	6. Morado claro
3. Hábito de crecimiento (evaluar	0. Ninguno	**2. Color secundario**	5. Medio 4 a 9	7. Morado intenso
al principio de la floración	1 Pocos	0. Ausente	7. Muchos 10 o mas	8. Amarillo
1. Erecto	2. Medio	1. Blanco-verde	**CARACTERISTICAS DE LA FLOR**	9. Verde
2. Semierecto	3. Abundante	2. Rosado	**1. Color del cáliz**	**8.Distribución color secundario**
3. Decuembente: tallos se arrastra	**2. Forma del fruto**	3. Rojo	1. Verde solamente	0. Ausente
pero se levantan en el ápice	1. Globoso	4. Violeta	2. Rojo solamente	1. Acumen blanco, sup. Adaxial
4. Postrado: los tallos descansan	2. Ovoide	5. Morado	3. Morado solamente	2. Acumen blanco, sup. Abaxial
completamente en el suelo	3. Cónico corto	6. Otro -rojo morado	4. Verde con algo de rojo	3. Acumen blanco 2 superficies
5. Semiroseta	4. Cónico largo	**3.Dist.color sec. En los brotes**	5. Verde con algo de morado	4. Estrella, superficie adaxial
6. Roseta: Todas o la mayoría de	5. Forma de pera	0. Ausente	6. Rojo con algo de verde	5. Bandas, superficie adaxial
hojas arregladas en la base del	**3. Color del fruto**	1. En la base	7. Morado con algo de verde	6. Bandas, superficie abaxial
del tallo, cerca a la sup. del suelo	0. Verde	2. En el ápice	**2. Simetria del cáliz**	7. Banda ambas superficies
CARACTERISTICA DE LA HOJA	1. Verde con manchas blancas	3. Escaso: esparcido todas partes	1. Irregular	8. Abigarrado
1. No. Folíolos lat. Primarios	2. Verde con rayas blancas	4. Abundante: todas partes	2. Regular	9. Otro
1. No disectada: simple	3. Blanco abigarrado	5. Otro -yemas caulinares	**3. Forma de la corola**	**7. Pigmentación de anteras**
2. Lobulada	4. Verde manchas pigmentadas	6. Escasas en el ápice	1. Muy redonda	0. Ausente
3. Pocos: 1 a 3 pares	5. Verde con rayas pigmentadas	**CARACTERISTICAS DEL TALLO**	3. Redonda	1. Pigmentación en blanda
4. Medio: 4 a 6 pares	6. Predominantemente pigmentada	**1. Color del tallo**	5. Pentagonal	2. Pigmenación en ápice
5. Muchos 7 o más pares	**4. Pigmentación de la semilla**	1. Verde solamente	7. Semiestrellada	3. Pigmenación en apice y bandas
2.Número folíolos interruptos	**sexual**	2. Pardo solamente	9. Estrellada	4. Otro
0. Ninguno	0. Ausente	3. Morado solamente	**4. Color predominante corola**	**8. Formacion de estambres**
3. Pocos: 10 o menos	1. Pequeñas manchas pigmentada	4. Verde con algo de pardo	1. Blanco	1. Normal
5. Medios: 11 a 20	2. Grandes manchas pigmentadas	5. Verde con algo de morado	2. Rojo claro	2. Arrugados
7. Muchos: 21 a 30	3. Embrión pigmentado	6. Pardo con algo de verde	3. Rojo intenso	3. Columna parcialmente fusionada
9. Muchisisimos : mas de 30	4. Toda la semilla completamente	7. Morado con algo de verde	4. Violeta claro	4. Columna libre y divergente
3. Pubescencia abaxial (envés)	pigmentada	8. Verde con nudos pardos	5. Violeta intenso	**9. Producción de polen**
0. Glabra : pelos ausentes	5. Pequeños sin pigmento	9. Verde con nudos morados	6. Morado claro	0. No producción
1.Glabrescente: pubescencia muy	6. Grandes sin pigmento	**2. Corte transversal**	7. Morado intenso	1. Poca producción
esparcida		1. Redondo	8. Amarillo	2. Abundante producción
2. Pubescente		2. Angular		**10. Pigmentación filamento**
3. Fuertemente pubescente				0. Ausente
				1. Presente

ANEXO 2

CARACTERÍSTICAS REPETITIVAS
EN LOS MATERIALES EVALUADOS

Característica	Descripción	Calificación	Descripción
G2	Hábito de crecimiento	2	Ramificado
H3	Pubescencia abaxial	1	Glabrescente
H4	Pubescencia adaxial	1	Glabrescente
F7	Pigmentación de las anteras	0	Ausente
F8	Formación de estambres	1	Normal
F10	Pigmentación del filamento	0	Ausente
F11	Pubescencia del filamento	0	Ausente
F12	Pigmentación del pistilo	0	Ausente
F13	Morfología del pistilo	1	Normal
F14	Longitud del estilo	4	Más largo que las anteras
F15	Forma del estigma	1	Capitado
F17	Absición prematura de flores	0	No
T4	Tipo de piel	1	Liso
T6	Color secundario de la pulpa	0	Ausente
T7	Distribución de color 2º de pulpa	0	Ausente
T9	Forma irregular del tubérculo	0	Ausente
T11	No. De ojos por tubérculo	5	Intermedios
T12	Distribución de los ojos	1	Predominantemente apical
T15	Rajaduras en los tubérculos	0	Ausente
T16	Crecimiento secundario	0	Ausente
T17	Corazón hueco	0	Ausente
T18	Necrosis interna	0	Ausente
T19	Lenticelos prominentes	0	Ausente

ANEXO 3

PROMEDIOS DE RENDIMIENTO Y LONGITUD DE BROTE PARA CLONES F1 PROVENIENTES DE CRUZAMIENTOS INTERESPECIFICOS

FAMILIA	CLON	PESO TOTAL	No. TUB	No. PLANTAS	PESO/ PLANTA	PESO/ TUBERCULO	TUBERC/ PLANTA	LONG. BROTE
68	1	175	5	1	175,00	35,00	5,0	11
68	2	650	54	5	130,00	12,04	10,8	8
68	4	1700	137	5	340,00	12,41	27,4	18
68	5	1525	157	3	508,33	9,71	27,4	13
68	6	125	4	1	125,00	31,25	4,0	5
68	7	1750	77	4	437,50	22,73	19,3	6
68	8	2750	130	9	305,56	21,15	14,4	3
68	9	150	9	3	50,00	16,67	3,0	3
68	10	400	18	5	80,00	22,22	3,6	4
68	11	1175	124	9	130,56	9,48	13,8	3
68	12	100	31	2	50,00	3,23	15,5	12
68	13	2150	72	9	238,89	29,86	8,0	5
69	1	550	72	4	137,50	7,64	18,0	12
69	2	5125	285	10	512,50	17,98	28,5	11
69	3	350	17	7	50,00	20,59	2,4	7
69	5	1250	139	10	125,00	8,99	13,9	10
69	6	2900	184	9	322,22	15,76	20,4	12
69	7	825	73	7	117,86	11,30	10,4	25
69	8	1124	119	5	224,80	9,45	23,8	7
69	9	2575	125	7	367,86	20,60	17,9	18
70	1	800	110	5	160,00	7,27	22,0	4
70	2	1100	50	9	122,22	22,00	5,6	10
70	3	2000	151	7	285,71	13,25	21,6	25
70	4	3975	189	14	283,93	21,03	13,5	6
70	5	700	52	1	700,00	13,46	52,0	4
70	6	2125	94	7	303,57	22,61	13,4	7
70	7	2025	111	5	405,00	18,24	22,2	3
70	8	2500	121	8	312,50	20,66	15,1	5
70	9	3525	348	10	352,50	10,13	34,8	8
70	10	3950	389	9	438,89	10,15	43,2	11
70	11	2650	104	11	240,91	25,48	9,5	8
70	12	1100	25	5	220,00	44,00	5,0	10
70	13	1375	124	10	137,50	11,09	12,4	10
70	14	2425	129	9	269,44	18,80	14,3	12
70	15	4000	255	10	400,00	15,69	25,5	32
70	16	1825	97	6	304,17	18,81	16,2	3
70	17	3550	296	10	355,00	11,99	29,6	8
70	18	1475	153	10	147,50	9,64	15,3	25
70	19	3650	156	7	521,43	23,40	22,3	8
70	20	2075	123	7	296,43	16,87	17,6	7

ANEXO 3

PROMEDIOS DE RENDIMIENTO Y LONGITUD DE BROTE PARA CLONES F1 PROVENIENTES DE CRUZAMIENTOS INTERESPECIFICOS

71	1	575	35	4	143,75	16,43	8,8	5
71	2	1825	109	5	365,00	16,74	21,8	20
71	3	325	9	1	325,00	36,11	9,0	8
71	4	3625	95	9	402,78	38,16	10,6	12
71	5	1700	142	5	340,00	11,97	28,4	13
71	6	1200	37	2	600,00	32,43	18,5	4
71	7	200	8	2	100,00	25,00	4,0	5
71	8	3225	295	7	460,71	10,93	42,1	8
71	9	3525	238	10	352,50	14,81	23,8	9
71	10	1400	83	3	466,67	16,87	27,7	8
71	11	2425	78	7	346,43	31,09	11,1	6
71	12	3200	114	6	533,33	28,07	19,0	15
71	13	1000	115	4	250,00	8,70	28,8	11
71	14	3395	112	7	485,00	30,31	16,0	22
71	15	2100	93	6	350,00	22,58	15,5	8
71	16	100	10	2	50,00	10,00	5,0	2
71	17	2225	286	12	185,42	7,78	23,8	4
71	18	475	62	4	118,75	7,66	15,5	2
71	19	125	6	1	125,00	20,83	6,0	3
71	20	2650	141	11	240,91	18,79	12,8	7
71	21	1400	154	4	350,00	9,09	38,5	6
71	22	375	114	6	62,50	3,29	19,0	5
71	23	3075	201	10	307,50	15,30	20,1	9
71	24	2750	200	11	250,00	13,75	18,2	33
71	25	2100	50	4	525,00	42,00	12,5	18
71	26	3375	176	7	482,14	19,18	25,1	3
71	27	2300	99	7	328,57	23,23	14,1	23
71	28	1575	68	4	393,75	23,16	17,0	30
71	29	250	22	3	83,33	11,36	7,3	32
71	30	975	70	3	325,00	13,93	23,3	12
71	31	1950	88	4	487,50	22,16	22,0	7
PHUREJA	1	4650	217	14	332,14	21,43	15,5	14
GONIOC.	1	6600	341	14	471,43	19,35	24,4	0
PASTUSA	1	7500	397	14	535,71	18,89	28,4	0