23343



# La investigación en Papa en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia, Herencia y Futuro

Carlos Eduardo Ñústez López .

## 1. INTRODUCCION

La investigación en papa en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de Colombia, ha evolucionado significativamente en el tiempo, y en este proceso hay que resaltar el valioso aporte, como maestro e investigador, del Dr. Nelson Estrada Ramos. He recibido de el, una valiosa formación, que me ha permitido visualizar la importancia de la papa, su problemática, su significado cultural, económico y social, en el plano nacional e internacional, y luego de ocho años de trabajo con la especie, me permiten tener una visión clara para proyectar estratégicamente la investigación en papa desde nuestra Facultad, en colaboración con un grupo de profesores de gran calificación en diferentes áreas.

Luego de varios esfuerzos aislados que se realizaron en el pasado, es a partir de 1988 que se inicia la consolidación de la investigación en papa de la Facultad, con un importante proyecto que fue financiado por Colciencias, titulado; «Ampliación de la base genética de la resistencia de campo a la «gota» de la papa, causada por *Phytophthora infestans*». Este proyecto permitió conocer resultados muy importantes en hibridación interespecífica, demostrando al campo científico del fitomejoramiento, que esta estrategia no es tan compleja como se planteaba por múltiples autores, y por el contrario, muy valiosa para enfrentar los múltiples problemas bióticos y abióticos de la papa en Colombia y en el mundo. Estos resultados fueron publicados por Núst ez, et al 1990, y fueron basicos para la estructuración del proyecto actual de fitomejora-miento, que busca identificar e incorporar nuevas fuentes de resistencia a la «gota», en los futuros cultivares.

CARLOS EDUARDO ÑUSTEZ LÓPEZ

Profesor asistente. Facultad de Agronomía Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá. A.A. 14490 FAX. 3681448. email: cnustez*bacata.usc unal. edu.co. Agosto 9/96

## 2. QUE ESTAMOS HACIENDO EN INVESTIGACION EN PAPA.

A finales de 1994, resultado de un proceso previo de integración con investigadores del ICA y de acercamiento al gremio de cultivadores, FEDEPAPA, se firmó un convenio entre las tres institu-ciones, incluida la Universidad Nacional, al cual denominamos «UNIPAPA». La filosofía de este convenio ha sido la cooperación entre las instituciones; para optimizar el uso de los los recursos y hacer mas eficiente la investigación, con el objetivo final, de contribuir al desarrollo integral del cultivo de la papa en Colombia. Bajo esta estructura, en el presente estamos desarrollando nuestro quehacer en investigasción, y es nuestra aspiración continuar haciéndolo.

### 2.1 EL PROGRAMA DE FITOMEJORAMIENTO

#### INVESTIGACION EN LA «GOTA» DE LA PAPA (*Phytophthora infestans*).

La "gota" es la enfermedad más destructiva de la papa a nivel mundial, y está muy favorecida por temperaturas oscilantes entre 10° y 20° C, acompañadas de lluvias frecuentes. Por ello, está presente en todos los departamentos de Colombia que cultivan papa. La aplicación frecuente de fungicidas aumenta los costos de producción y ocasiona contaminación de agua y suelos en los campos de cultivo.

En el pasado, en Colombia se han obtenido cultivares con resistencia de tipo vertical al hongo (razas específicas), pero debido a las variaciones genéticas en las poblaciones del patógeno, a los pocos años rompe esta resistencia, volviendo susceptibles de nuevo las variedades, como ha sido el caso de los cultivares *Capiro*, *Puracé*, *Guantiva*, *Nariño* y *Picacho*.

La solución más práctica a este problema está en el desarrollo de clones o cultivares con resistencia horizontal o poligénica, que permite proteger a las plantas de las diferentes razas del hongo, con lo cual se pueden reducir substancialmente las aplicaciones de fungicidas a un 20 a 30% de las actuales, y se podrá dar gran estabilidad a los nuevos cultivares por su resistencia, como se ha comprobado con

el cultivar *Monserrate*, que después de mas de 40 años de ser liberada como variedad, conserva una muy buena resistencia a la enfermedad.

Teniendo como referencia lo anterior, estamos desarrollando un proyecto que busca obtener cultivares de papa; tanto para el consumo fresco, como para la industria de frito, cuyos objetivos son los siguientes:

Realizar cruzamientos entre clones de la Colección Central Colombiana (C.C.C.) de papa, subespecie *andigena*, identificados con alta resistencia horizontal a la enfermedad, evaluar las progenies y realizar selección de material promisorio para Colombia.

Evaluar la Colección Central Colombiana (CCC) de *Solanum phureja*, para identificar fuentes de resistencia horizontal a la enfermedad, estudiar su herencia en cruzamientos y su posibilidad de incorporación en futuros cultivares.

Usar mediante técnicas convencionales y de biotecnología, la variabilidad genética existente en diferentes especies cultivadas y silvestres de papa, que son fuentes de resistencia a la enfermedad, con el propósito de ampliar la base genética de la resistencia e incorporar estos genes en futuros cultivares.

Con respecto a este último objetivo, vale la pena destacar la colaboración de la Dra. Lisselote Schilde, de la Universidad de Tubingen (Alemania), quien está realizando fusiones de protoplastos entre especies silvestres y cultivadas, muchas de las cuales las tenemos en nuestro pais para su evaluación fenotípica.

## *Solanum phureja*, UN RECURSO GENETICO NATIVO A ESTUDIAR.

En nuestro pais, además de las papas de año tradicionales en el consumo fresco e industrial, pertenecientes a la especie *Solanum tuberosum*, contamos con un material de papa cultivado diploide, que tiene un centro de diversidad importante en el departamento de Nariño, correspondiente a la especie *Solanum phureja*. De esta especie a nivel nacional, es muy conocida y de amplia aceptación la denominada «papa criolla», cultivar nativo, que en el trancurso de su evolución no ha sufrido ningún grado de mejoramiento.

En esta especie hemos realizado caracterización morfológica de 84 genotipos de la Colección Central Colombianan, se han estudiado características del polen, y actualmente estamos evaluando la Colección Nacional de «papas criollas» redondas amarillas, colección que fue realizada por Técnicos de Fedepapa, a partir de la cual, en un futuro cercano conoceremos, cuantos genotipos diferentes existen con la característica fenotípica de amarillos redondos. Además, se está evaluando su resistencia a *Phytophthora infestans* y se evaluarán características de calidad industrial.

Consideramos, que esta especie caracterizada por su mayor nivel de proteina, su alta calidad culinaria y su potencial de mercado a nivel internacional, debe ser estudiada a fondo, como uno de nuestros valiosos recursos genéticos, del cual en el mediano plazo, esperamos contar con genotipos mejorados, en especial con resistencia horizontal a la «gota», buenas características agronómicas y calidad culinaria.

Paralelamente, se ha realizado investigación en aspectos agronómicos del cultivar «papa criolla», con especial énfasis en aspectos de fertilización, producción de semilla y densidades de siembra, con lo cual se aspira obtener información que permita hacer mas eficiente el cultivo de la «papa criolla» en el pais.

## EL PROBLEMA DE LAS HELADAS

Las heladas se presentan en Colombia en un 70% del área cultivada en papa. El daño que causan depende de la intensidad y duración de las mismas, y consiste en la quemazón parcial o total del follaje de la planta. Las causas son meteorológicas y se presentan por la ausencia completa de nubosidad durante el día y la noche, lo que permite una pérdida de calor muy grande por radiación de la tierra hacia el espacio. Las pérdidas anuales oscilan entre un 10 y un 20% de la cosecha potencial cada año.

Existen especies silvestres de papa con alta resistencia a las heladas, entre -5 y -7° C y que mediante manipulación genética y biotecno-lógica se pueden utilizar para transferir los genes de resistencia. En años anteriores se ha avanzado en la identificación y métodos de utilización en hibridación de varias especies y los resultados recientes indican que es posible obtener cultivares más resistentes a las heladas que los existentes.

Bajo la dirección del Dr. Nelson Estrada, estamos adelantando un proyecto, que mediante las técnicas convencionales de la hibridación interespecífica y el retrocruza-miento, tiene como objetivo; obte-ner cultivares con tolerancia a las heladas, es decir, que puedan so-portar con daño solamente parcial, temperaturas entre -2 y -4° C, que son las más frecuentes en épocas de heladas, además, de buen rendimiento, buena calidad culinaria y bajo contenido de glicoalcaloides (menos de 15 mg/ 100 gr).

También se van a utilizar fusiones asimétricas de protoplastos, para ello, se contará con la participación de la Dra. L. Schilde de la Univer-sidad de Tubingen en Alemania, quien ya nos ha enviado materiales para caracterización y evaluación fenotípica bajo nuestras condi-ciones, las cuales se realizarán en el inmediato futuro.

Otras posibilidades a explorar, existen en la producción de plantas transgénicas. Tenemos actualmente seis (6) clones derivados del cultivar holandés Desiree, que mediante trabajos hechos en la Universidad de Louisiana (U.S.A.), la Universidad Central de Caracas (Venezuela), y la Estación Experimental de Toralapa (Bolivia), se han mostrado con buena tolerancia a -3 °C. Estos clones fueron selecionados entre otros 23 que recibieron un gene anticongelante del pez lenguado hallado en aguas del polo ártico. En la actualidad estos clones se tienen en evaluación bajo condiciones de invernadero.

Paralelamente se realizarán estudios básicos de fisiología, coordinados por el Profesor Germán Corchuelo, con el propósito de identificar, características morfo-fisiológicas asociadas con la resistencia a las heladas, y caracterizar fotosintéticamente, un variado número de genotipos, que incluyen especies silvestres y cultivadas, con diferentes grados de resistencia.

El obtener materiales de papa tolerantes a las heladas, permitirá en un futuro, romper la estacio-nalidad de las cosechas en nuestro pais, lo que trería como beneficio directo una regularización en el precio del producto.

## LOS VIRUS, QUE HACER DESDE EL FITOMEJORAMIENTO.

Las enfermedades virógenas son las principales responsables de la progresiva degeneración de la semilla de la papa, ya que se transmiten en forma sistémica de generación en generación y en forma acumulativa, deteriorando visiblemente los rendimientos (20% ó más). Hay dos maneras principales de combatir estos virus:

1. Mediante la certificación de semillas que exige un trabajo laborioso y costoso haciendo subir significativamente el costo de la semilla.

2. Obteniendo la alta resistencia o inmunidad de origen genético, por utilización de especies resistentes en cruzamientos con especies cultivadas, o por medio de la biotecnología (plantas transgénicas). En este último sentido el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional, viene desarrollando un proyecto desde hace unos años, con resultados promisorios.

Es nuestro deseo desarrollar clones avanzados de papa con alta resistencia o inmunidad a los virus PVY y PLRV, y de serlo, al causante del llamado Amarillamiento de las venas, que son los mas limitantes en la producción de papa en Colombia. Esta característica deberá fijarse en los nuevos cultivares, en adición a otras características, como resistencia a la «gota» y buena calidad para procesamiento industrial o para consumo fresco.

En años anteriores se ha trabajado en la selección de materiales menos susceptibles, pero no se ha llevado a cabo un trabajo sistemático de prueba. Existen localidades y Estaciones Experimentales en Colombia adecuadas para la prueba de progenies como la Estación Experimental «La Selva» de Corpoica, La Estación Experimental «Marengo», de la Universidad Nacional y localidades de baja altura como Silvania y Sasaima potencialmente adecuadas para realizar evaluaciones.

## LA PAPA, CULTIVO QUE NO DEBE DEPREDAR MAS LOS PARAMOS.

Con una visión de futuro, en la actualidad estamos pensando y comprometiéndonos, al menos de pensamiento, en que hay que desarrollar cultivares de papa adaptados a condicones de menor altura y mayor temperatura, diferentes a los disponibles hoy, como por ejemplo, para la zona marginal alta cafetera del pais. La razón, muchas áreas cultivadas en papa hoy, por legislación futura, muy seguramente tendrán que dejar de serlo, ya que se encuentran ubicadas en regiones de páramos húmedos, los cuales tienen una vocación natural y ecológica, ser las fábricas de agua, y conservarlos para las generaciones del futuro, debe ser una prioridad nacional.

Con esta visión, la resistencia a virus que se mencionó anteriormente, se hace una necesidad crítica, ya que a menor altura este problema se incrementa, y no solo esto, sino que además, otros problemas pato-lógicos también serán mayores, por ejemplo, la «gota», y problemas de bacterias entre otros. Esta situación plantea ante todo, un arduo de trabajo de investigación, sin la cual esto no será factible. Es una imperiosa tarea, desarrollar genotipos adaptados a la nueva condición ecológica, en adición a resistencia genética a múltiples problemas patológicos.

### 2.2 EL PROGRAMA DE FITOPATOLOGIA

**Que tan variable es la poblacion de Phytophthora infestans en Colombia.**

La respuesta a esta pregunta resultará de fundamental importancia para la proyección de la investigación en fitomejoramiento, en especial, en lo pertinente a la resistencia a la enfermedad, ya que como lo reconocemos, es nuestro principal «enemigo», y resulta necesario conocer como está armado, es decir, que tan complejo es genéticamente, y por consiguiente, que tan severo puede ser en su ataque. Solo de esta forma podremos construir, con información clara, combinaciones genéticas para la defensa contra el mismo, en los nuevos cultivares.

Además, con la diseminación en América del grupo $A_2$ del patógeno, el cual no conocemos si existe en Colombia, se aumentaría grande-mente la variabilidad, y con ello, la agresividad del hongo, razón por la cual es prioritario para el pais conocer esta información.

Por multiples observaciones de agricultores en los campos de Cundinamarca y Boyacá, se tiene el interés en conocer, si por razones de uso inadecuado del metalaxil por parte del agricultor, se ha generado selección de razas del patógeno resistentes al producto, lo cual replantearía estrategias de control y manejo de la enfermedad en los cultivares susceptibles.

Estas inquietudes particulares en la región de Cundinamarca y Boyacá, son motivo de investigación en diferentes proyectos, que bajo la dirección de la Dra. Celsa García, fitopatóloga mejicana, a quien cautivó la «gota» de la papa, en especial, por su problemática en el pais, y su alto interés científico, y con la colaboración de la Profesora Rosmira Rivero y dos estudiantes del posgrado de Fitopatologia de nuestra Facultad; Patricia Gonzalez (Microbiologa) y Elsa Gualtero (Bióloga), muy seguramente nos darán en un futuro no muy lejano, resultados muy valiosos, que aclararán mucho de la identidad del enemigo a vencer, la «gota».

Es importante anotar, que en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de Medellín, una gran investigadora y papicultora de tradición en Antioquia, la Dra. Sonia Jaramillo, lidera un equipo de investigadores, conformados por profesores y estudiantes, que trabajan en aclarar la complejidad genética del *Phytophthora infestans* en Antioquia, asi como también, en identificar si existen razas del patógeno resistentes al metalaxil, con lo cual se complemeta grandemente el trabajo con el patógeno a nivel nacional.

### 2.3 UNA VISION BIOLOGICA DEL CONTROL DE PLAGAS EN LA PAPA.

En Colombia ha sido tradicional por parte del agricultor el uso de insecticidas para el manejo de los problemas de plagas, los cuales han sido típicamente los trozadores, minadores de hojas, pulguillas y el enemigo propio de los andes, el gusano blanco (*P. vorax*). La problemática en los últimos años se hizo mas compleja, con la aparición y establecimiento en nuestras principales zonas productoras, de la polilla gigante de la papa (*Tecia solanivora*), plaga que sin duda, incrementó los costos de producción y ha generado serias pérdidas a nuestros cultivadores.

En nuestra Facultad, el Profesor Emilio Luque, entomólogo, para quien el

estudio del control biológico ha sido su principal motivación profesional, ha realizado y esta realizando significativos aportes en esta área. Estudios realizados durante ya varios años, permitieron identificar en suelos de tradición papera (Villapinzón), un nemátodo clasificado como del género *Steinernema spp*, el cual es enemigo natural del gusano blanco de la papa, quien parasita los últimos ínstares de la larva del insecto en forma muy eficiente, bajo condiciones de laboratorio. Actualmente, se está trabajando en el paso de evaluar su potencial en condiciones de campo.

Con respecto a *Tecia solanivora*, bajo condiciones simuladas de almacenamiento, Bejarano *et.al.*, han estado evaluado el potencial de control, de extractos de plantas (*Eucaliptus globulus*, *Barberis carupensis*, *Jaborosa magellanica*, *Hyeronima macrocarpa*, *Valeriana carnosa*), e insecticidas biológicos (*Bacillus thuringiensis* var.kurstaki y *Baculovirus pthorimaea*), usando insecticidas no biológicos como testigos. Los resultados demuestran que existen alternativas biológicas, tanto con el uso de estractos, como con los insecticidad biológicos, para el manejo de la plaga en condiciones de almacenamiento. Los trabajos muy seguramente continuarán profundizando en este sentido.

Ademas de lo anterior, hemos realizado la evaluación de la respuesta de la mayoría de las variedades cultivadas a su ataque, y la de algunos clones experimen-tales que son híbridos interespe-cíficos. Se encontró, que todas las variedades mejoradas son alta-mente atacadas e igualmente susceptibles, seguidas por las variedades nativas (Tuquerreña, Salentuna) y por último, los clones interespecíficos experimentales. Este resultado demuestra que de ser necesario, se podría explorar la via genética, como una alternativa de control.

## 3. COMO LO ESTAMOS HACIENDO ?

Esta investigación se está adelantando, gracias a la decidida participación de un grupo de docentes de nuestra Facultad, quienes estamos empeñados en sacar adelante este proceso, con la convicción, de que es el paso que hay que dar, para consolidar el proyecto de una Universidad integrada al contexto nacional, vinculada a la investigación en busca de soluciones a problemas que afectan a nuestra sociedad, en este caso, de un importante grupo de agricultores de nuestro país, que producen un alimento básico de la alimentación Colombiana, la papa.

A pesar de los escasos recursos económicos con los que hemos contado, nuestros programas de investagación son viables, en especial, por una ventaja compa-rativa que tenemos frente a cualquier institución de investigación, NUESTROS ESTUDIANTES, recurso humano invaluable, quienes por su exelente formación, su inherente vitalidad, entusiasmo, e inquietud, desarrollan su trabajo bajo un esquema, donde lo importante es una adecuada dirección, y el soporte institucional que constituye la Universidad Nacional de Colombia.

Hoy, considero, hemos abierto una trocha, que esperamos en un futuro, con la decidida participación de la Facultad y el apoyo del gremio de productores (FEDEPAPA), se convierta en avenida. Es nuestra aspiración proyectar nuestra institución en el campo internacional de la investigación del cultivo, fortalecer el compromiso que tenemos ante la sociedad Colombiana, de desarrollar las Maestrías y Doctorados en el área agrícola, contribuyendo por consiguiente, con la formación de recurso humano, con el desarrollo del cultivo de la papa y en últimas, beneficiar al consumidor nacional.

ES NUESTRO ASPIRACION QUE EN EL FUTURO, SE CONSOLIDE LA IDEA QUE HOY TENEMOS DE CONSTRUIR VIRTUALMENTE EL CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DE LA PAPA - CENIPAPA. SIN DUDA SU REALIDAD SERA UNA TAREA DE TODOS.

## BIBLIOGRAFIA


BEJARANO, T. Victoria., LUQUE, Z. Emilio. y MORENO, M. Barbara. 1996. Evaluación de estractos de plantas y productos biológicos para el control de la polilla de la papa *Tecia solanivora* Povolny, bajo condiciones de almacenamiento. Resumen en: Memorias XXIII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. Cartagena, Julio 17,18 y 19 de 1996. p. 6.

BEJARANO, T. Victoria., 9USTEZ, L. Carlos E., y LUQUE, Z. Emilio. 1996. Evaluación de la respuesta de 13 genotipos de papa al daño de *Tecia solanivora* Povolny (Lepidoptera: Gelenchiidae). Resumen en: Memorias XXIII Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. Cartagena, Julio 17,18 y 19 de 1996. p. 55.

ESTRADA, N. 1987. Utilization of wild and cultivated diploid potato species to transfer frost resistance into the tetraploid common potato *Solanum tuberosum*. En: Plant Hardiness and Freezing Stress Seminar, p. 339-353 Shanghai, China. P. Li. y Wang editores. Alan R. Liss, Inc N. Y.

GARZON, C. Martín., AZA, T. Beimar., LUQUE, Z. Emilio., y JIMENEZ, Jaime. 1994. Nemátodos entomopatógenos para el control del gusano blanco de la papa *Premnotrypes vorax* H. Resumen en: Memorias XXI Congreso Sociedad Colombiana de Entomología. Medellín, Julio 27,28 y 29 de 1994. p. 15.

GUARIN, Sandra., 9USTEZ L. Carlos E., y OSPINA, Juan. 1995. Evaluación de la fertilidad y viavilidad del polen en 84 genotipos de la CCC de *Solanum phureja* Juz. et Buk. Resumen En: IV Congreso Nacional Sociedad Colombiana de Fitomejoramiento y Producción de Cultivos. Chinchiná - Caldas. Mayo 8, 9 y 10 de 1995. p. 13.

ÑUSTEZ LOPEZ, Carlos E., ESTRADA, R. Nelson., y MARTINEZ, B. Ricardo. 1990. Selección de Híbridos de especies de papa por resistencia a *Phytophthora infestans*, fertilidad masculina y potencial productivo. Agronomía Colombiana 7(1,2) pp. 3 - 16. 1991.

ÑUSTEZ, L. Carlos E. 1995. Respuesta en rendimiento de clones seleccionados de cruzamientos entre las especies *Solanum acaule*, *Solanum phureja* y *Solanum tuberosum*. Resumen En: IV Congreso Nacional Sociedad Colombiana de Fitomejoramiento y Producción de Cultivos. Chinchiná - Caldas. Mayo 8, 9 y 10 de 1995. p. 15.