

Maria Huanca, nueva variedad de papa resistente al nematodo de quiste de la papa (*Globodera pallida*)

Jorge A. Llontop*; María M. Scurrah**; Javier Franco**

RESUMEN

Desde 1980 el Centro Internacional de la Papa (CIP) ha estado enviando clones de papa a varios investigadores del Programa Nacional de Papa del Perú adscrito al Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA), para evaluar su comportamiento y resistencia al nemátodo quiste de la papa con el objeto de seleccionar variedades resistentes. En 1983, el CIPA IV del INIAA, en La Libertad (Sierra Norte del Perú), seleccionó un clon sobresaliente, identificado como 279142.12 ó G3. Después de varias pruebas, el clon fue liberado en 1987 con el nombre de *María Huanca*, y es la primera variedad resistente a las razas P4A y P5A de *G. pallida* en el Perú y Latinoamérica. Esta variedad proviene de un cruce entre *S. tuberosum* subsp. *andigena* y un híbrido de *S. tuberosum* subsp. *tuberosum* x *S. vernei*. Los tubérculos son oblongos, de piel rojiza, la pulpa es blanca, ocasionalmente con estrías moradas. La planta es erecta y alcanza una altura de 80 cm con pequeños folíolos de color verde oscuro; tiene el fenotipo de andigena. Los rendimientos de las Estaciones Experimentales variaron entre 30 y 60 t/ha y en campos de agricultores de 20 a 30 t/ha. Además de su resistencia al nemátodo del quiste de la papa, esta variedad es también resistente a las razas 1 y 2 de la verruga (*Synchytrium endobioticum*), inmune a PVY e hipersensitiva a la raza común de PVY. Es tolerante a rancha (*Phytophthora infestans*) y al carbón de la papa (*Tecaphora solani*); susceptible a roña (*Spongospora subterranea*),

* M. Sc., Nematólogo, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Facultad de Agronomía. Sección Fitopatología. Apartado 795 Chiclayo-Perú.

** Ph. D.s, Fitomejoradora y Nematólogo respectivamente. Centro Internacional de la Papa (CIP). Apartado 5969 Lima-Perú.

rizoctoniasis (*Rhizoctonia solani*), oidium (*Erysiphe cichoracearum*) y a mancha foliar (*Phoma andigena*).

Palabras Claves Adicionales: Nemátodo del quiste de la papa, *Globodera pallida*, resistencia, verruga (*Synchytrium endobioticum*), mejoramiento, adaptación.

Aceptado para publicación: 07/10/89

ABSTRACT

Maria Huanca New Potato Cultivar Resistant to the Potato Cyst Nematode (*Globodera pallida*)

Since 1980 the International Potato Center (CIP) has been sending clonal material to several researches working for the National Potato Program of Perú in connection with the Instituto de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA) to evaluate performance and resistance to potato cyst nematode with the objective of selecting resistant varieties. In 1983, the CIPA IV of INIAA La Libertad, reported an outstanding clone coded 279142.12 or G3. After additional trials this clone was released in 1987 with the name *María Huanca* as the first resistant variety to race P4A and P5A of *G. pallida* in Perú and Latin America. It is a cross between *S. tuberosum* subsp. *andigena* and *S. tuberosum* subsp. *tuberosum* - *S. vernei* hybrid. The tubers are oblong red skinned, the flesh is white with occasional purple splashes. The plant is erect and reaches a height of about 80 cm with small dark green folioles giving it a predominant *andigena* phenotype. Yields in experiment stations ranged from 30 to 60 t/ha and on farmers fields from 20 to 30 t/ha. In addition to being resistant to potato cyst nematode, it is resistant to race 1 and 2 of wart *Synchytrium endobioticum*, immune to PVX and hyper-sensitive to the common strain on PVY. It is tolerant to late blight (*Phytophthora infestans*) and to smut (*Tecaphora solani*). It is susceptible to powdery scab (*Spongospora subterranea*), rizotocnia (*Rhizotocnia solani*), powdery mildew (*Erysiphe cichoracearum*) and phoma leaf spot (*Phoma andigena*).

Additional Index Words: Potato cyst nematode, *Globodera pallida*, resistance, wart (*Synchytrium endobioticum*), breeding, adaptation.

Las variedades de papa resistentes al nemátodo de quiste de la papa, son una buena alternativa para controlar esta plaga, dado que impiden que el nemátodo se reproduzca en las raíces de la papa. El uso de variedades resistentes no significa costos adicionales para el agricultor y evitan o reducen el contacto con nematicidas que influyen negativamente sobre el ambiente, el usuario o el consumidor del producto cosechado (5).

En el Perú el nemátodo de quiste en zonas de alta incidencia puede causar hasta un 40% de pérdidas en algunos campos (3,4, 9, 12).

En 1975 el CIP inició en el Perú un proyecto de mejoramiento para lograr resistencia al nemátodo. Las razas peruanas del nemátodo quiste de la papa son muy agresivas y más variables que en otros países. Sin embargo, debido a lo difícil que es tamizar con varias poblaciones, se seleccionaron dos razas distintas de *G. pallida* para el trabajo de mejoramiento. La primera, P4A, que se reproduce en el diferencial $(VTn)^2$ 62.33.3 y que representaba 25% de las poblaciones existentes y la segunda, P5A, que sí se reproduce en todos los diferenciales, ocurría en 60% de las poblaciones estudiadas (1). En este proyecto se utilizaron como poblaciones representativas la raza P4A de Chocón, Jauja (Sierra Central) y la P5A de Lluin, La Libertad (Sierra Norte) (13).

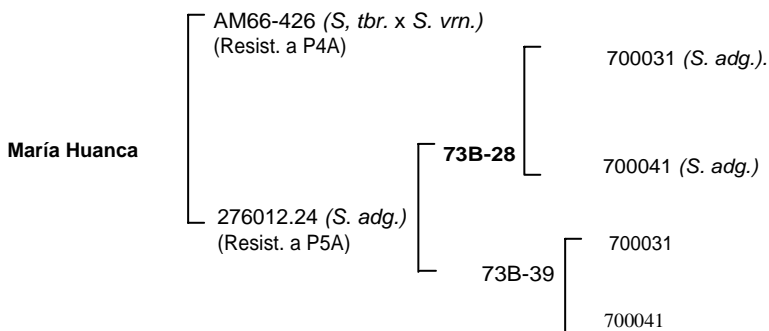
Como fuentes de resistencia para la raza P4A, se utilizaron clones mejorados en el Instituto de Fitomejoramiento (SVP) de Wageningen, Holanda. Para P5A se utilizaron selecciones obtenidas al entrecruzar variedades nativas que demostraban una resistencia parcial a esta raza (10). La necesidad de confirmar si la resistencia que se estaba logrando a nivel de invernadero era también efectiva a nivel de campo, lo mismo que para estudiar la adaptación de estos materiales selectos, hizo que el CIP y el INIAA ejecutasen conjuntamente un proyecto cooperativo a partir de 1980. Inicialmente, las pruebas de campo se realizaron en las localidades de Jauja y Otuzco, luego se extendieron a las zonas de Sánchez Camón (La Libertad), Cuzco y Puno, que comprenden áreas muy representativas del cultivo de papa en el Perú.

ORIGEN

El cruzamiento de María Huanca se realizó en el CIP en 1979. El progenitor femenino, el clon 276012.24, resistente a P5A, fue derivado de dos accesiones nativas de *S. tuberosum* subsp. *andigena* (*S. adg.*) del banco de Germoplasma de CIP que mostraban resistencia parcial a esta raza. El progenitor masculino es el clon AM66-246 cuya resistencia a la raza P4A proviene de la

especie *S. vernei* (*S. vrn.*) retrocruzada a *S. tuberosum* subsp. *tuberosum* (*S. tbr.*) en Holanda. La clave experimental de María Huanca fue 279142.12 6G3.

El pedigré de María Huanca se da a continuación:



DESCRIPCIÓN

Tubérculo: Tamaño muy grande (más de 100 g por tubérculo) y un número promedio de 18 por planta. La forma es oblongo alargada, piel roja, ojos superficiales y pulpa de color blanco, ocasionalmente con estrías moradas. Los brotes son de color rosado; y con un período de dormancia aproximada de 60 días en almacén de luz difusa a una temperatura promedio de 10 a 15°C. La calidad culinaria y comercial es buena y la textura es semiharinosa. La gravedad específica en Huancayo (3.200 m.s.n.m.) es de 1.092 y el análisis de glicoalcaloides indicó 8.2 mg/100 de materia fresca.

Planta: Vigorosa y erecta con una altura promedio de 80 cm, con 4 a 5 tallos principales. Follaje de color verde oscuro brillante. Hojas de 66 a 131 foliólos pequeños, gruesos y ligeramente rugosos con un fenotipo de andígena. Las flores son de color lila con una floración mediana (33 a 89 flores por planta) con poca fertilidad masculina y escasa fructificación. Buen desarrollo radicular.

Período vegetativo: Variedad semi-tardía (150 a 160 días), con tuberización semi-precoz y producción agrupada al pie de la planta.

RESISTENCIA

Nemátodo del quiste: Los resultados obtenidos en pruebas de resistencia a nivel de invernadero y laboratorio realizadas en las instalaciones del CIP, muestran una buena resistencia de esta variedad a *Globodera pallida*. Resultados de pruebas en maceta y placa petri se indican en la Tabla 1. La prueba en macetas es de rutina y tiene por finalidad eliminar genotipos susceptibles en el proceso de selección, pero también da una buena indicación de la resistencia. La prueba permite observar el número de hembras del nemátodo en el exterior del "bolo" de raíces y suelo formado 6 semanas después de la siembra y la inoculación (11). El número de 3 hembras (Tabla 1) para la raza P5A en las raíces de María Huanca es un indicativo de su alta resistencia, mientras que el número de 10 para P4A indica resistencia parcial; para el testigo susceptible sin embargo, para ambas razas, los números superan las 100 hembras/maceta. La segunda prueba en macetas llevada a cabo también en invernadero, es más precisa que la anterior tiene carácter confirmatorio. Consiste en extraer todos los quistes formados, estimar el número de huevos en estos y en esta forma para obtener la población final (Pf) de huevos. Los valores de Pf se dividen entre aquellos de la población inicial (Pi) usada como inóculo en cada maceta; normalmente se usan 20 huevos/g de suelo como Pi. La tasa de multiplicación del nemátodo se mide por la relación Pf/Pi. Los resultados reportados en la Tabla 1 indican una bajísima tasa de multiplicación (0.28 y 0.19) para la variedad María Huanca, indicando una resistencia casi total y una alta tasa de multiplicación en el testigo susceptible.

La prueba en platos de petri mide con mayor exactitud la habilidad genética de la raíz para evitar o no la formación de hembras, el método permite depositar un número conocido (p.e. 100) de juveniles ya eclosionados, sobre las raíces formadas a partir de un brote en un medio con agar en un plato de petri (8); las hembras que se forman en las raíces se observan 3 semanas después de la inoculación. Los datos de la Tabla 1 indican también que en la variedad María Huanca sólo 5 y 7% de los juveniles inoculados lograron formar hembras, lo que indica

una alta resistencia al nemátodo aun cuando no es de carácter total.

La discrepancia entre los resultados de las pruebas en maceta, que indicaba resistencia casi total con la prueba en platos de petri en la que no es de carácter total, puede deberse a que el factor de eclosión de los huevos no se mide en la prueba de plato de petri y puede jugar un rol importante en la prueba de maceta. Es evidente, sin embargo, la alta resistencia de la variedad María Huanca comparada con el testigo donde 52 y 62% de los juveniles formaron hembras.

Los resultados de resistencia medidos a nivel de campo, obtenidos por diferentes científicos del INIAA, se indican en la Tabla 2 y se consiguieron por el método de inspección visual de raíces, 10 semanas después de la siembra. Para este fin se usó la escala de evaluación por la cual 0 = Resistente (R), cuando no hubo ninguna hembra sobre las raíces; 1 = Moderadamente resistente (MR): muy pocas hembras difíciles de ver; 2 = Susceptible (S): pocas hembras fáciles de ver y 3 = Altamente susceptible (AS): muchas hembras en todas las raíces.

TABLA 1. Comportamiento de la variedad María Huanca (MH) en pruebas de resistencia a nivel de invernadero y laboratorio conducidas en el CIP.

Raza	Maceta				Plato de Petri	
	Bolo de Raíz		Pf/Pi ₂		%de hembras observadas	
	MH	Testigo	MH	Testigo	MH	Testigo
P4A	10	100	0.28	23.5	5	52
P5A	3	100	0.19	32.4	7	62

1 = Lectura más alta de número de hembras en tres macetas.

2 = Pf/Pi - Población final/Población inicial de huevos. Promedio de tres macetas.

3 = inoculación inicial de 100 juveniles/plato de petri.

TABLA 2. Comportamiento de la variedad María Huanca en pruebas de resistencia a *Globodera pallida* a nivel de campo obtenidos por los diferentes científicos del INIAA en cuatro regiones andinas.

Año	Departamento							
	La Libelad (Norte)		Junín (Centro)		Cusco (Sur)	Puno (Sur)		
	Ortuzco	Sánchez Carrión	Jauja	Huancayo	Urubamba	Yunguyo		
82	R* (Lluin)	—	—	MR (Sta. Ana)	MR (Psac)	—		—
83	MR (Lluin)	—	MR (Chocón)	—	—	—		—
84	R (Lluin)	MR (La Florida)	MR (Umpa)	—	—	—		—
85	MR	MR (Pumac Pampa)	MR (Umpa)	—	—	—		—
86	—	AS (Cruz Colorada)	MR (Umpa)	—	—	—		—
87	—	AS (Cruz Colorada)	—	R (Pampa Cruz)	—	—		—
88	—	—	—	S (Pomamanta)	—	—		—

* R = resistente; MR = moderadamente resistente; S = susceptible; AS = altamente susceptible.

Desde 1982, María Huanca fue catalogada como R o MR en la mayoría de las pruebas de campo. En algunas pruebas, sin embargo, resultó susceptible o altamente susceptible. Eso fue interpretado como una nueva raza agresiva del nemátodo.

En la Tabla 3 se presentan los datos de la reproducción del nemátodo (Pf/Pi) observados en 3 campos del Departamento de Junín en María Huanca y otras 3 variedades. Es importante notar lo bien que funcionó la resistencia de María Huanca en la localidad de Yanallpa, con baja infestación del nemátodo ($P_i = 3.6 \pm 3.1$ huevos/g de suelo); en este caso no hubo reproducción del nemátodo ($P_f/P_i = 0.7$) y más bien hubo reducción de la población en contraste con lo ocurrido con la variedad Yungay en la que al final la población aumentó 46 veces. De otro lado, no se nota una reducción tan dramática de la población en los campos altamente infestados de Umpa. Sin embargo, se percibe la ventaja de utilizar una variedad resistente como María Huanca frente a las variedades susceptibles que aumentan considerablemente la infestación de campo.

Al observar que en algunos campos del departamento de La Libertad la lectura de las raíces de María Huanca llegaban al grado 3 (susceptible), se hizo un estudio sobre los nemátodos allí encontrados (9, 10). Se determinó la presencia de la raza que fue denominada P6A, agresiva en materiales resistentes a P5A (2, 6, 7, 8). Estudios posteriores mostraron que además del departamento La Libertad, esta raza se encuentra en la Granja Kayra de la Universidad de Cusco tal como lo muestran los resultados de la Tabla 4.

Verruga: Resultados de pruebas llevadas a cabo en el Instituto de Protección de Plantas en Wageningen-Holanda, han mostrado que la variedad María Huanca es resistente a las razas 1 y 2 y susceptible a la raza 6 de *Synchytrium endobioticum*, hongo causante de la verruga (Roberto Delgado de la Flor. Comunicación Personal, 1989). Pruebas de campo llevadas a cabo en el departamento de La Libertad en 1988 comparando María Huanca con 2 variedades susceptibles a verruga, indicaron no infección de tubérculos en 6 campos infestados (Tabla 5). Las otras 2 variedades, sin embargo, mostraron hasta 22% de tubérculos infestados en una localidad. Hasta el momento todo rendimiento se mostró entre 30 a 80 t/ha a nivel experimental y de 20 a 30 t/ha en campos de agricultores. Tiene además, buena apariencia comercial y buena calidad culinaria.

Datos de rendimiento indicados en la Tabla 6, muestran la buena adaptación de la variedad María Huanca a diferentes localidades de la Sierra peruana. Cabe resaltar que en campos no infestados esta variedad rinde aprox. 7% más que el mejor testigo, mientras que en promedio el rendimiento en campos infestados es de 50%

TABLA 3. Reproducción del nemátodo (Pf/Pi) en cultivares de papa en 3 campos (Opto, de Junín) con diferentes niveles de población inicial (Pi). (Promedio 3 repeticiones).

Cultivar	Tasa de multiplicación: (Pf/Pi)*		
	UMPA (Pi = 47.4 ± 7.6)"	YANALLPA (Pi = 3.6 ± 3.1) **	LIBERTAD (Pi = 140 ± 73.4)**
María Huanca	1.9	0.7	0.9
Revolución	4.9	--	1.4
Yungay	5.4	46.7	--
Participación	6.4	--	--

* Pf/Pi = Población final/Población inicial de huevos. Promedio de 16 muestras de 100 g suelo /m² cada una.

** Huevos/g de suelo.

TABLA 4. Reacción de las variedades María Huanca (MH) y Desirée a diferentes poblaciones de *Globodera pallida* inoculadas en macetas y platos de petri.

Origen de la población	Departamento	Maceta MH	(Pf/Pi) ¹ Desirée	Plato de petri (%de hembras) ²	
				MH	Desirée
Paruro	Cusco	0.42	11.66		
Pomacanchis	Cusco	0.36	20.44		
Andenes	Cusco	0.40	9.70		
Catatoclla	Cusco	1.54	23.43		
Kayra*	Cusco	4.44	43.84		
S. Carrión*	La Libertad			21	45
Otuzco P5A	La Libertad			7	62
Cruz Colorada*	La Libertad			33	66

* Probablemente P6A

1. Promedio de 5 repeticiones. Valores de Pf/Pi equivalentes a: 1 = Resistente; 1 a 2 = Moderadamente Resistente y > 2= Susceptible.
2. Inoculación inicial de 100 juveniles por plato de petri.
% hembras: 0 - 7 = Altamente Resistente; 7 - 14 = Moderadamente Resistente y >14 = Susceptible.

TABLA 5. Comportamiento de María Huanca y dos variedades susceptibles (Liberteña y Huamachuco) en 6 diferentes campos infestados por *Synchytrium endobioticum* en el Departamento de La Libertad (Sierra Norte).

Localidad	María Huanca Rendimiento		Liberteña Rendimiento		Huamachuco Rendimiento	
	t/ha	% inf*	t/ha	% inf*	t/ha	% inf*
Pampa Grande	21.7	0.0	16.5	6.7	20.7	2.9
Cuypampa	31.9	0.0	26.6	14.7	24.8	22.2
Curgos	21.1	0.0	21.0	8.1	12.9	4.7
Coygobamba	28.0	0.0	20.7	0.5	22.8	2.2
Cruz Colorada	17.2	0.0	14.9	0.7	9.6	5.2
Lluin	38.0	0.0	44.1	0.7	41.6	0.0
Promedio	26.3	0.0	24.0	5.2	22.1	6.2

* % inf = Porcentaje de tubérculos infectados.

TABLA 6. Rendimiento de la variedad María Huanca en diferentes localidades y años, comparado con diferentes testigos locales adaptados.

Estación de cultivo	Localidad	Rendimiento (t/ha)		% de incremento o reducción ()
		MH	Test. Loc.	
1982-83	Huancayo*	50.0	60.2	(17)
1983-84	Huancayo*	32.5	40.5	(21)
	Otuzco**	31.6	28.7	10
1984-85	Huancayo*	40.5	38.9	4
	Umpa**	15.0	12.0	25
	Otuzco**	15.0	12.0	25
1985-86	Huancayo*	54.0	48.2	16
	Umpa**	32.7	18.3	79
	Otuzco**	13.2	7.6	70
	Huamachuco**	33.0	24.0	37
	Carhuaz**	21.8	23.9	(9)
1986-87	Huancayo*	33.0	34.7	(5)
	Umpa**	22.2	14.8	50
	S.R.Castilla**	87.3	45.7	91
	Otuzco**	9.3	5.3	75
	Huamachuco**	30.0	15.0	100
	Huancarani**	41.2	19.0	116
	Tahuaco**	33.6	36.2	(7)
1987-88	Huancayo*	48.5	55.0	(19)
	Otuzco"	25.9	13.6	90
	Huamachuco**	29.3	22.6	29
		33.3	27.4	22

*Campos de la Estación Experimental del CIP: Campos no infestados y con riego suplementario. Comparación con el mejor testigo.

**Campos de secanos sin riego suplementario y con diferentes niveles de infestación del nemátodo.

o más que el testigo local, lo cual confirma su alta tolerancia al nemátodo de quiste de la papa. En La Libertad, bajo presión de *P. infestans*, María Huanca rindió más que otras variedades comunes (Tabla 7).

TABLA 7. Porcentaje de follaje afectado por *P. infestans* y rendimiento de diversos cultivares de papa en tres localidades del Departamento de La Libertad.

Variedad	Localidad	% Follaje afectado	Rendimiento (t/ha)
María Huanca	Huamachuco	0	34.9
Tomasa Condemayta	Huamachuco	75	12.4
María Huanca	Agallpampa	3	25.9
Albina	Agallpampa	50	13.6
María Huanca	Sánchez Carrión	3	33.3
Perrichili	Sánchez Carrión	1	29.3
Albina	Sánchez Carrión	50	22.6

La variedad María Huanca que se ha puesto a disposición de la agricultura peruana, es el fruto del trabajo conjunto de técnicos y científicos de Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial (INIAA) y del Centro Internacional de la Papa mediante la coordinación del Programa Nacional de la Papa.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a numerosas personas que ayudaron a evaluar diversos aspectos de esta nueva variedad. Entre ellos Enrique Fernández, Hebert Torres, Mónica Lázaro, Alberto González, James Bryan, Gordon Prain, Angela Matos y Roberto Delgado de la Flor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cantos, M.; Scurrah, M. M. 1977. Races of the potato cyst nematode in the Andean Region and a New System of Classification. *Nematologica* 23, 340-349.
2. Delgado de la Flor, R.; Jatala, P.; González, A. 1989. Comportamiento del cultivar María Huanca a poblaciones del nemátodo del quiste de la papa (*Globodera pallida*) del Departamento de Cuzco. Primer Congreso Peruano de Nematología. Iquitos, Octubre 22-26, p. 51 (Resumen).
3. Franco, J. 1981. Nemátodos del quiste de papa, *Globodera* ssp. Centro Internacional de la Papa, Lima, Perú, 33 p.
4. Franco, J. 1982. Distribution of potato cyst nematode pathotypes in the

- Andes. In. Research for the Potato in the Year 2000. Hooker W. (Edil.) p. 84. CIP, Lima, Perú.
5. Huijsman, C. A. 1960. The influence of resistant potato varieties in soil populations *Heterodera rostochiensis*. Nematologica 6: 177-180.
 6. Llantotp, J.; Franco, J. 1988. El nemátodo del quiste de la papa (*Globodera* ssp. en la región de la Libertad, Perú. I. Distribución e identificación de especies. Fitopatología 23 (2): 49-58.
 7. Llantotp, J.; Franco, J. 1988. El nemátodo del quiste de la papa (*Globodera* ssp.) en la región de La Libertad, Perú. II. Razas de *Globodera pallida*. Fitopatología 23 (2): 59-64.
 8. Mugniery, D.; Parson, F. 1976. Methode de elevage de quelques Nematodes a Kystes du Genre Heterodeera. Sciences Agronomiques Rennes, 1976: 217-220.
 9. Scurrah, M. 1972. Variability in *Heterodera* attacking the potato in Perú. In. Prospects for the Potato in the Developing World. E. R. French (Ed) 1972-1980. CIP, Lima, Perú.
 10. Scurrah, M. M. 1977. Breeding for resistance to andean pathotypes of *Globodera pallida* and *G. rostochiensis*. Abstracts of Conference papers, 7th., EAPR Triennial Conference, Warsaw, p. 181 -182.
 11. Scurrah, M. M. 1981. Evaluación de la resistencia en papa a los nemátodos del quiste. Boletín de Información Técnica No. 10. Centro Internacional de la Papa. Lima, Perú. 17 pp.
 12. Scurrah, M.; Tardieu, F. 1982. Rotación de cultivos, aplicación de nematicidas y su efecto sobre el nemátodo de quiste de la papa en la Sierra Central del Perú. Nematrópica 1982 12 (2): 159-160 (Resumen).
 13. Scurrah, M.; Franco, F. 1985. Breeding for resistance to *Globodera pallida* al CIP. EPPO Bulletin 15: 167-173.