

# SELECCIÓN DE CLONES PROMISORIOS DE PAPA CON RESISTENCIA A LOS PRINCIPALES VIRUS EN CUBA

J. L. Salomón<sup>✉</sup>, Ana Estévez, María E. González, J. Castillo, Marlen Cordero, Y. Quiñones, Úrsula Ortiz, M. Varela y Meridith Bonierbale

**ABSTRACT.** Three thousand potato clones from 28 hybrid families of the International Potato Center (CIP) were tested in the National Institute of Agricultural Sciences (INCA) from 1995 to 2002. The parents of these materials showed resistance to potato Y and X viruses. Selection was carried out following the traditional breeding scheme and qualitative characters for the first, second and third generations and quantitative characters for the fourth and fifth generations were taken into account; the presence of *Alternaria solani*, *Streptomyces scabies*, PLRV, PVX and PVY was evaluated. All clones and Desirée as control were planted in a Randomized Block Design. Data of tuber number, yield and average weight were subjected to a Balanced Variance Analysis with a factorial arrangement (15x2) and an AMMI model was used for genotype-year interaction. The best behavior was recorded in C-63, C-183, C-73, C-76, C-81 and C-48 clones, concerning yield and its components, tuber quality and disease performance.

**RESUMEN.** En el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) se evaluaron 3 000 clones de papa de 28 familias híbridas procedentes del Centro Internacional de la Papa (CIP) a partir de 1995 hasta el 2002. Estos materiales procedieron de parentales con resistencia a los virus PVY y PVX. La selección se realizó por el esquema de mejoramiento de papa cubano; se tuvieron en cuenta los caracteres cualitativos para las etapas tempranas (primera, segunda y tercera generaciones clonales) y los cuantitativos para cuarta y quinta generaciones, se evaluó la incidencia de las principales enfermedades que atacan al cultivo de la papa en Cuba (*Alternaria solani*, *Streptomyces scabies*, PLRV, PVX y PVY) en todas las generaciones. Los 14 clones seleccionados y la variedad control Desirée seleccionados para la cuarta y quinta generaciones clonales se plantaron en bloques al azar con modelo de efectos fijos. Los datos obtenidos de número, rendimiento y masa promedio de los tubérculos fueron sometidos a un Análisis de Varianza Balanceado con arreglo factorial (15x2). Para estimar la interacción de efectos principales aditivos e interacciones multiplicativas se empleó el modelo AMMI. Se constató variabilidad genética en la población estudiada para los caracteres cualitativos y cuantitativos. Se seleccionaron los clones C-63; C-183; C-73; C-76; C-81 y C-48 por alcanzar valores aceptables del rendimiento y sus componentes, calidad de sus tubérculos, así como buen comportamiento ante las principales enfermedades.

**Key words:** potatoes, clones, selection, stability, genetic resistance

**Palabras clave:** papa, clones, selección, estabilidad, resistencia genética

## INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum*, L.) es afectada por un gran número de virus que pasan al tubérculo-semilla afectando su calidad y perpetuándose en las variedades

(degeneración) hasta hacerla improductiva (1) y, por otro lado, sería un foco de infección para propagar la enfermedad. Se conoce que los virus pueden afectar seriamente la producción de papa reduciendo el rendimiento desde un 10 hasta un 90 %, dependiendo del virus, la variedad y el ambiente. Una mayor o menor degeneración dependerá del cultivar de papa, el tipo de virus y la raza que lo infecte, y de las condiciones medioambientales donde se desarrolle el cultivo (2, 3).

La papa en Cuba es afectada probablemente por muchos virus, siendo los más importantes el del enrollamiento de la hoja (PLRV), del mosaico severo (PVY), del mosaico latente y el virus S de la papa (PVS) (4). Las altas temperaturas y enfermedades durante todo el año dificultan el programa de semilla, por lo que conlleva al estado cubano importar todos los años tubérculos-semilla de Europa y Canadá, haciendo costosa la producción de papa.

Ms.C. J. L. Salomón, Investigador Auxiliar; Dra.C. Ana Estévez, Investigadora titular; Dra.C. María E. González, Investigadora Auxiliar; Ms.C. J. G. Castillo, Investigador; Ms.C. Y. Quiñones, Investigador Agregado y Ursula Ortiz, Especialista del Departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal; Dr.C. M. Varela, Investigador Agregado del Departamento de Matemática Aplicada, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, CP 32 700; Ms.C. Marlen Cordero, Investigador Auxiliar del Departamento de Genética, Instituto de Investigaciones Hortícolas "Liliana Dimitrova" (IIHLD), km 33½, carretera Bejuca-Quivicán, Quivicán, La Habana, CP 33 500; Dra.C. Meridith Bonierbale, Investigadora del Centro Internacional de la Papa (CIP), Perú.

✉ salomon@inca.edu.cu

Teniendo en cuenta esta problemática y considerando el tipo de herencia simple de la resistencia a los virus PVX y PVY, se ejecutaron las investigaciones que a continuación se describen, con el objetivo de evaluar y seleccionar clones de papa con altos rendimientos, resistencia a los virus, buen comportamiento ante las enfermedades fungosas y bacterianas, así como la calidad de los tubérculos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Procedentes del Centro Internacional de la Papa (CIP), en 1995 se recibieron 3 000 clones de 28 familias híbridas con resistencia a los virus PVY y PVX. Estos se plantaron en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) y se comenzó a evaluar así como seleccionar cuidadosamente en las dos primeras generaciones clonales para los caracteres cualitativos como color, forma, profundidad de los ojos y apariencia general del tubérculo. Se realizó la selección para el largo de los estolones a partir de la segunda generación clonal.

A partir de la tercera generación clonal se evaluó la incidencia del virus en porcentaje de plantas enfermas en el campo (5). La evaluación de *Alternaria solani* se realizó a los 65 días de plantado el experimento y se empleó la escala de 9 grados de Horsfall y Barrat (6). La afectación de *Streptomyces scabies* (sarna común) en la piel de los tubérculos fue evaluada utilizando una escala de 5 grados (1) después de cosechados, así como el rendimiento (kg.planta<sup>-1</sup>) y sus componentes (número de tubérculos por planta y masa promedio de tubérculos). En las generaciones siguientes (tercera y cuarta) se evaluaron los caracteres antes mencionados, con un incremento de la intensidad de selección para el rendimiento y sus componentes (7).

Los 14 clones seleccionados y la variedad control Desirée se plantaron en la cuarta y quinta generaciones clonales en bloques al azar. Los datos obtenidos de número, rendimiento y masa promedio de los tubérculos fueron sometidos a un Análisis de Varianza Balanceado con arreglo factorial (15 x 2), donde el primer factor fue clon y el segundo años. Para estimar la interacción de efectos principales aditivos e interacciones multiplicativas (AMMI), se empleó el modelo descrito por Crossa (8)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al analizar los resultados (Tabla I), se observó variabilidad para los caracteres evaluados en la primera y segunda generaciones clonales. Resultados similares se han encontrado cuando evaluaron poblaciones de papa cubanas (9). Se encontraron diferentes coloraciones en la piel de los tubérculos, formas de tubérculo y profundidades de ojos. Para los caracteres cuantitativos, al analizar los estadígrafos fundamentales también se pudo constatar la variabilidad (Tabla II).

**Tabla I. Caracteres cualitativos evaluados en la población**

Descriptores	Resultados
Forma de los tubérculos	redondas, ovales, oblongas y alargadas
Color de la piel	amarillas, rosadas, rojas y moradas
Profundidad de los ojos del tubérculo	superficiales, medios y profundos

**Tabla II. Media, coeficiente de variación y valores máximo y mínimo**

Variables	Media	CV	Valor mínimo	Valor máximo
Rendimiento (kg.planta <sup>-1</sup> )	0.812	44.1	0.314	1.82
Nº de tubérculos.planta <sup>-1</sup>	9.31	36.3	3.5	18.3
Masa promedio del tubérculo (kg)	0.0525	32.5	0.043	0.12

En la Tabla III se presentan los resultados del análisis de varianza de los genotipos estudiados en cuanto a los caracteres: rendimiento por planta, número de tubérculos por planta y masa promedio de los tubérculos, los que mostraron diferentes niveles de significación para las fuentes de variación.

**Tabla III. Análisis de varianza para el rendimiento y sus componentes en clones de papa**

Fuente de variación	Número de tubérculos.planta <sup>-1</sup>	Rendimiento (kg.planta <sup>-1</sup> )	Masa promedio (kg)
Variedad (A)	7.73 ***	1.995 *	15.53 ***
Año (B)	0.065 ns	8.032 ***	7.90 ***
(AxB)	12.745 ***	4.529 ***	6.187 ***
Media general	8.9	0.689	0.0814
CV (%)	18.36	19.10	17.64

\*\* significativo para p<0.01      \*\*\* significativo para p<0.001

El carácter número de tubérculos por planta mostró diferencias altamente significativas para la fuente de variación variedad (A) y la interacción (AxB); sin embargo, para el año no se encontró significación. Por otro lado, en el carácter rendimiento por planta se observaron diferencias altamente significativas para el año (B) y la interacción, no siendo así para variedad que solo fue significativa. Resultados similares se encontraron al estudiar clones cubanos de papa en diferentes ambientes y años (9).

En la Tabla IV se observa la incidencia de la sarna común (*Streptomyces scabies*) en los tubérculos, el comportamiento en campo de los clones ante el hongo *Alternaria solani* y los principales virus que atacan al cultivo en Cuba. Los clones C-76, C-174, C-37, C-183, C-63, C-25 y C-52 fueron los menos afectados en el follaje por el hongo. Durante la evaluación de la sarna común, en los tubérculos se pudo observar diferentes grados de afectaciones; los clones menos afectados fueron el C-183, C-63, C-76 y C-46 con grado 1, por lo que se consideran como resistentes, seguidos por el C-170, C-81, C-93 y C-52 con grado 2, clasificándolos moderadamente resistentes. Por otro lado, la variedad control Desirée, los clones C-48, C-132, C-25 y C-73 alcanzaron grado 3, considerándolos como susceptibles, el clon C-37 se clasificó muy susceptible por presentar gra-

do 4. En cuanto a los virus, el clon C-52 mostró un 2.5 % de plantas afectadas por el PVY, y el clon C-25 al PLRV (2.5%), pero la variedad Desirée mostró afectación de sus plantas tanto para el PLRV como para el PVY, por lo que estos genotipos resultaron ser susceptibles a los virus correspondientes, Desirée es una variedad susceptible a PVY y al PLRV, resultados que coinciden con otros ya informados (4, 5, 10). Los restantes clones mostraron comportamientos excelentes. Por los resultados obtenidos parece ser que dentro del material genético se encuentran clones con resistencia a los virus PLRV, PVY y PVX. Cuba es un país de clima tropical donde esta solanácea se planta en terrenos que tienen muy poca elevación sobre el nivel del mar, por lo que solamente se podrá garantizar la producción de semilla asexual de papa de buena calidad, utilizando variedades con buena resistencia frente a los virus de mayor incidencia (11, 12).

**Tabla IV. Evaluación de algunas enfermedades en los clones de papa**

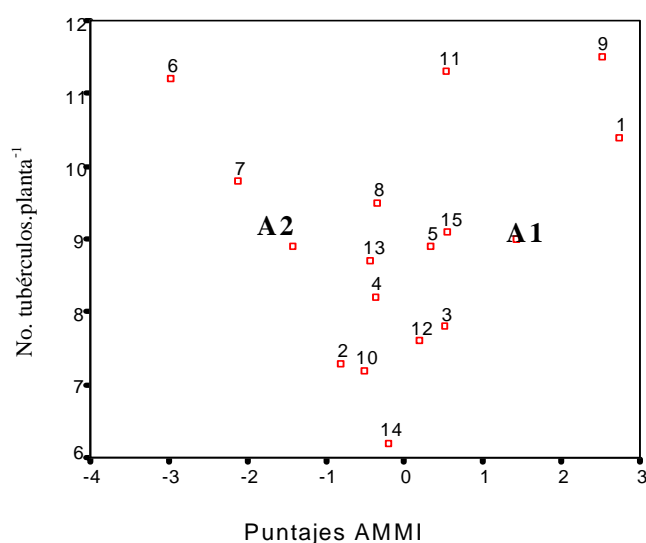
No.	Clon	<i>S. scabies</i> (grado)	<i>A. solana</i> (grado)	Virus (%)			
				PLRV	PVY	PVX	Geminivirus
1	C-46	1	5.5	0	0	0	0
2	C-73	3	6.7	0	0	0	0
3	C-170	2	5.5	0	0	0	0
4	C-81	2	6.5	0	0	0	0
5	C-76	1	3.0	0	0	0	0
6	C-37	4	4.5	0	0	0	0
7	C-132	3	5.0	0	0	0	0
8	C-25	3	4.7	2.5	0	0	0
9	C-93	2	5.2	0	0	0	0
10	Desirée©	3	5.0	2.5	2.5	0	0
11	C-174	2	4.2	0	0	0	0
12	C-63	1	4.7	0	0	0	0
13	C-183	1	4.5	0	0	0	0
14	C-48	3	6.0	0	0	0	0
15	C-52	2	4.7	0	2.5	0	0

De acuerdo con la Tabla V y los valores AMMI, que se presentan en las Figuras 1, 2 y 3, tanto en los clones como en los años se presentan diferentes patrones de interacciones. Resultados similares se encontraron cuando se evaluó una gran cantidad de híbridos de maíz en diferentes localidades (13).

**Tabla V. Medias de caracteres cuantitativos de los clones durante dos campañas**

No	Clon	Número de tubérculos total.planta <sup>-1</sup>	Rendimiento.planta <sup>-1</sup> (kg)	Masa promedio del tubérculo (kg)
1	C-46	10.4	0.62	0.065
2	C-73	7.3	0.73	0.094
3	C-170	7.8	0.61	0.080
4	C-81	8.2	0.72	0.085
5	C-76	8.9	0.78	0.089
6	C-37	11.3	0.67	0.066
7	C-132	9.8	0.61	0.063
8	C-25	8.6	0.64	0.077
9	C-93	11.5	0.61	0.051
10	Desirée©	7.2	0.66	0.092
11	C-174	11.3	0.71	0.060
12	C-63	7.7	0.78	0.105
13	C-183	8.8	0.67	0.074
14	C-48	6.2	0.78	0.129
15	C-52	9.1	0.76	0.085

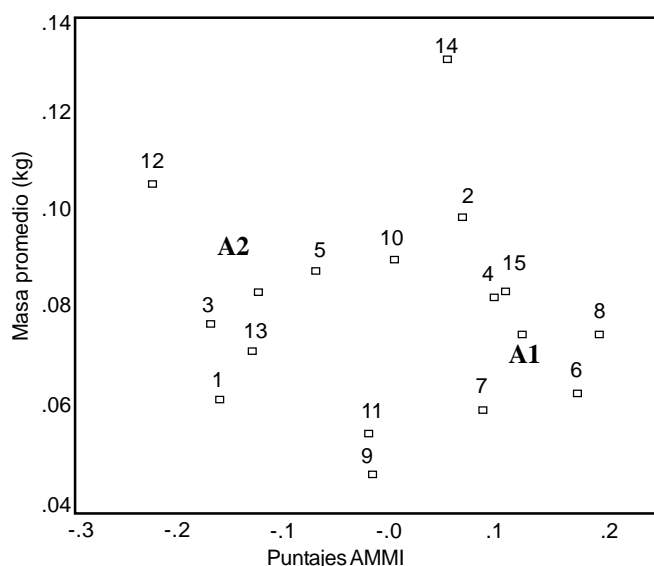
La Figura 1 muestra el número de tubérculos por planta y los valores AMMI a nivel de años; en el año 1 se presentó el mayor número de tubérculos en los clones C-93 (11.5), C-174 (11.3), C-46 (10.4) y en el año 2 se destacaron los clones C-37 (11.3), C-132 (9.8), expresando de esta manera una fuerte interacción de los genotipos con los años en cuestión. Los clones C-25 (8.6), C-81 (8.2), C-183 (8.8), Desirée (7.2) y C-48 (6.2) presentaron valores próximos a cero, expresando interacciones débiles y negativas, no siendo así en los clones C-63 (7.7) y C-76 (8.9) con interacciones bajas pero positivas. Los clones que presentaron mejor estabilidad a través de los años y valores cercanos a cero (0.5 y -0.5) fueron C-76, C-183, C-25, C-81 y C-63, que son estables y superan a la variedad control Desirée para el número de tubérculos por planta.



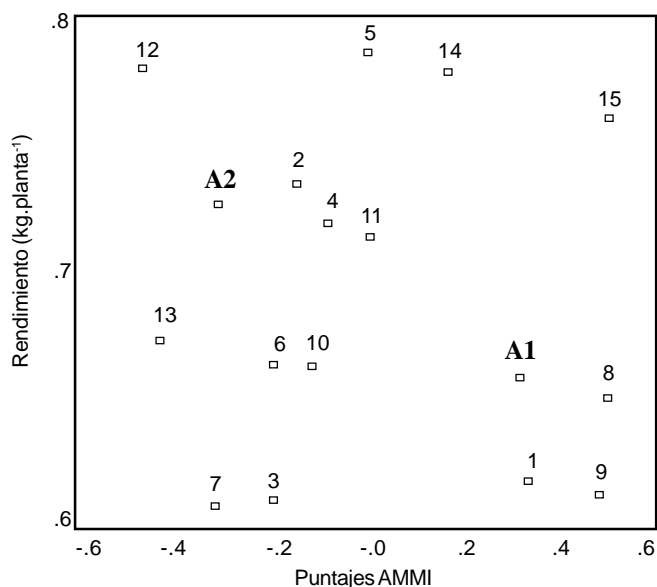
**Figura 1. Medias del número de tubérculos por planta y puntuaciones en el eje del componente principal de 15 clones de papa en dos años**

En la Figura 2 se observa diferente patrón de interacción en función del rendimiento. Los mayores rendimientos se observaron en los clones C-76, C-63 y C-48 con 0.78 kg.planta<sup>-1</sup>, siendo estos dos últimos clones junto al C-52 los de mayor interacción. Les siguen también los clones C-73 (0.73 kg), C-81 (0.72 kg) y C-174 (0.71 kg), todos superaron al control cuyo rendimiento fue de 0.66 kg por planta. Los clones que presentaron mayor estabilidad a través de los años y valores cercanos a cero (0.5 y -0.5) fueron los genotipos C-76, C-174, C-81 y el control Desirée.

La Figura 3 muestra que los clones C-48, C-63 y C-73 tuvieron una alta interacción para el carácter masa promedio de los tubérculos, los que alcanzaron valores superiores al control (0.092 kg) con 0.129, 0.105 y 0.094 kg respectivamente. Los genotipos que tuvieron menor interacción fueron la variedad control Desirée, los clones C-174 y C-93, los que tuvieron valores cercanos a cero (0.5 y -0.5), por lo que se consideraron estables.



**Figura 2. Medias de la masa promedio de tubérculos y puntuaciones en el eje del componente principal de 15 clones de papa en dos años**



- 1. C-46            2. C-73            3. C-170          4. C-81
- 5. C-76            6. C-37            7. C-132          8. C-25
- 9. C-93            10. Desirée (Control)    11. C-174
- 12. C-63          13. C-183          14. C-48, 15. C-52

**Figura 3. Medias del rendimiento por planta (kg) y puntuaciones en el eje del componente principal de 15 clones de papa en dos años**

La Tabla VI muestra el porcentaje de selección en todas las generaciones clonales de la población. En la primera generación clonal el porcentaje de selección fue alto (42 %), ya que en esta fase la intensidad de selección debe ser baja, solo se selecciona para caracteres que no estén muy influidos por el ambiente y además el tamaño de la muestra no es el adecuado para aplicar diseños experimentales en las dos primeras generaciones clonales. Es válido aclarar que en la segunda gene-

ración clonal la selección fue más baja (11 %) que la anterior, porque se incrementó la intensidad de selección en cuanto a los caracteres: forma de tubérculo, profundidad de los ojos, cierre de campo, incidencia de virus y longitud de los estolones, donde se pudo apreciar que los clones presentaron características de especies andígenas, al observar que muchos de ellos poseían estolones largos, carácter no deseado por la tecnología de producción empleada en Cuba. En la siguiente generación el porcentaje se mantuvo similar a la anterior y en el resto de las generaciones aumentaron.

**Tabla VI. Porcentaje de selección en la población**

Generaciones	No. de clones plantados	No. de clones seleccionados	Porcentaje de selección
Primera	3000	1256	42
Segunda	1256	132	11
Tercera	132	31	23
Cuarta	31	14	42
Quinta	14	7	50

### CONCLUSIONES

- \* se constató variabilidad genética en la población estudiada para caracteres cualitativos y cuantitativos
- \* el modelo AMMI identificado como estable en el número de tubérculos por planta a los clones C-76, C-183, C-25, C-81 y C-63; en el rendimiento se destacaron C-76, C-174, C-81 y el control Desirée y para la masa promedio la variedad control Desirée y los clones C-174 y C-93.
- \* los clones C-93, C-37 y C-46, entre otros, superaron el número de tubérculos por planta a la variedad control (7.2) con 11.5, 11.3 y 10.4 respectivamente
- \* la variedad control Desirée con 0.092 kg de masa promedio fue superada por los clones C-48, C-63 y C-73 con 0.129, 0.105, y 0.094 kg respectivamente
- \* en rendimiento por planta, los clones C-63, C-48 y C-76 alcanzaron 0.78 kg, mientras que C-52 con 0.76 kg entre otros superaron al control (0.66 kg)
- \* no presentaron síntomas de virosis la mayoría de los clones, excepto C-25 (PLRV), C-52 (PVY) y la variedad control Desirée (PLRV y PVY)
- \* los clones con menor afectación de *Streptomyces scabies* en los tubérculos fueron C-183, C-63, C-76 y C-46.

### RECOMENDACIONES

- ★ regionalizar los clones C-63, C-183, C-73, C-76, C-81 y C-48
- ★ estudiar la resistencia a virus, hongos y bacterias en el laboratorio y aisladores de los clones seleccionados

### REFERENCIAS

1. Beukema, H. P.; Tukensten, L. J. y Peeten J. M. G. Production, seed, varieties, diseases, storage, markets. En: Potato Explorer C.D room. NIVAA. The Netherlands, 2000.

2. Amador, R. Enfermedades virales de la papa. INFOAGRO. 1997.
3. Barrera, C. Características generales de los virus y la importancia de las enfermedades que causan. Producción de tubérculos semillas de papa. Manual de capacitación. Lima : CIP, 1997.
4. Cordero, M. Comportamiento de clones de papa ante los principales virus. En: Informe técnico de la campaña 1999-2000. La Habana : IIHLD, 2000.
5. Cordero, M. Bases metodológicas para la evaluación de la resistencia al PLRV en genotipos de papa (*Solanum tuberosum* L.) en Cuba. [Tesis de Maestría]; UH, 1998.
6. Estévez, A.; González, M. E.; Castillo, J.; Ortiz, E. y Ortiz, Ú. Selección de clones cubanos de papa (*Solanum tuberosum* L.) procedentes de familias híbridas obtenidas por el CIP. *Cultivos Tropicales*, 1998, vol. 19, no. 3, p. 39-43.
7. González, M. E. Mejoramiento por hibridación de la papa (*Solanum tuberosum* L.) en Cuba. [Tesis de Doctorado]. INCA. 1998. 71 p.
8. Crossa, J.; Gauch, H. G. jr y Zobel, R. W. Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials. *Crop Sci.*, 1990, vol. 30, p. 393-500.
9. Estévez, A.; González, M. E.; Castillo, J. y Ortiz, U. Estudio de interacción genotipo-ambiente en clones cubanos de papa (*Solanum tuberosum*, L.). *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no. 2, p. 59-64.
10. NIVAA. Netherlands catalogue of potato varieties, 2000, 269 p.
11. Slack, S. A. y Singh, R. P. Control of viruses affecting potatoes through seed potato certification programs. Plant Virus Disease Control. Edited by Hadidi, A. : R. K. Khetarpal and H. Koganezawa, APS Press, 1999, 179 p.
12. Zalom, F. G. y Fry, W. E. Biologically intensive IPM for vegetable crops. Food, Crop Pests, and the Environment. APS Press, 1999, 179 p.
13. Fuentes, M. R. y Quemé, W. Evaluación de híbridos de maíz de grano amarillo y blanco en diferentes ambientes de Latinoamérica. En: Informe de ensayo regional de maíz (PRM), ICTA. Guatemala, 2002.

Recibido: 6 de enero de 2003

Aceptado: 25 de marzo de 2003

# DIPLOMADOS

Precio: 2000 USD

## *Tratamiento poscosecha de productos agrícolas*

*Coordinador: Dra.C. Inés Reynaldo Escobar*

*Duración: 1 año*

### **SOLICITAR INFORMACIÓN**

**Dr.C. Walfredo Torres de la Noval**  
**Dirección de Educación, Servicios Informativos**  
**y Relaciones Públicas**  
**Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)**  
**Gaveta Postal 1, San José de las Lajas,**  
**La Habana, Cuba. CP 32700**  
**Telef: (53) (64) 6-3773**  
**Fax: (53) (64) 6-3867**  
**E.mail: posgrado@inca.edu.cu**