

PRINCIPALES RESULTADOS OBTENIDOS EN EL DESARROLLO DE LA PAPA EN CONDICIONES DE ESTRES DE CALOR Y HUMEDAD EN CUBA

Ana Estévez, María E. González, María M. Hernández, W. Torres, E. Jeréz, A. Hernández, Irene Moreno y Ofelia Sam

INTRODUCCION

La papa *Solanum tuberosum* L., es uno de los cultivos alimenticios más valiosos para la humanidad, ocupando el cuarto lugar después de los cereales como el arroz, el trigo y el maíz. La papa es cultivada en 130 países, situados entre las latitudes de 50°N y 50°S y altitudes que van de 0 a 4 000 m, donde habitan tres cuartas partes de la población mundial; por lo tanto, el número de estrés bióticos y abióticos limitantes del rendimiento es muy importante (Mendoza y Sawyer, 1985).

En Cuba, la papa se planta fundamentalmente en las zonas occidental y central del país, y en menor medida en la oriental, fundamentalmente en la época de seca (noviembre y diciembre), cuando las temperaturas son más bajas (valor medio de 22 gC); no obstante, en algunos años, las temperaturas reinantes en esta época resultan bastante altas para lograr una buena tuberización y son limitantes del rendimiento. Por otro lado, la época de plantación es muy limitada, prácticamente se reduce a dos meses del año, lo que hace que exista una alta concen-

tración de áreas a cosechar en un momento dado, dificultando todo el proceso de recolección, transportación y almacenamiento del tubérculo.

Una tecnología de producción que permita plantar fuera de esa época (nov.-dic.) sería de gran utilidad, ya que además de incrementarse la producción anual, representaría una mayor estabilidad de la oferta en el mercado de papa fresca o para procesamiento industrial.

Por todo lo antes expuesto, desde 1990 se inició un programa de mejoramiento genético en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) en Cuba, encaminado a la obtención de variedades de papa tolerantes al calor. Para el desarrollo de este programa se partió de la experiencia acumulada desde 1985, en que se viene desarrollando el programa de mejoramiento para época óptima y se cuenta ya con cuatro variedades de papa cubanas.

Para ello se ha venido trabajando en los aspectos referentes a la conservación, el mantenimiento y la evaluación de germoplasma con tolerancia al calor, la creación de variabilidad genética por las vías tradicionales y biotecnológica, la obtención de somaclones con tolerancia a *Alternaria solani*, la determinación de marcadores fisiológicos, bioquímicos y anatómicos para tolerancia al calor, el establecimiento de una tecnología para la producción de papa fuera de época y el uso de abonos verdes y biofertilizantes como sustitutos de abonos químicos.

A continuación se expondrán los resultados más importantes obtenidos durante el año 1992.

EVALUACION DEL GERMOPLASMA DISPONIBLE PARA TOLERANCIA AL CALOR

Se mantuvo y conservó un germoplasma de especies silvestres y cultivadas (Tabla I) mediante semilla botánica, tubérculos e *in vitro*, incrementándose este año la colección en más de 50 genotipos (líneas de mejoramiento y variedades cultivadas de interés). Se introdujeron 50 especies cultivadas del CIP.

En relación con el verano (20 de agosto), en las épocas caliente y húmeda (Tabla II) se plantaron 28 especies silvestres y 136 variedades cultivadas.

El ciclo de vida de las especies silvestres fue de 90-100 días, mostrando resistencia al hongo *Alternaria solani* y al *Tetranychus* spp. (ácaros). Todas las especies florecieron y formaron bayas en gran magnitud. No fueron afectadas por las altas temperaturas, el 98 % tuberizaron y mantuvieron características idénticas al invierno. Las variedades cultivadas manifestaron un gran estrés al calor y una alta incidencia de *Alternaria solani*.

Diferentes autores han encaminado sus esfuerzos para determinar si existen niveles utilizables de resistencia a *Alternaria solani* en el germoplasma de papa (Arzuaga, 1983; Mendoza y Martín, 1990 y Ana Estévez et al., 1993).

Dra. Ana Estévez y Dra. María M. Hernández, Investigadoras Titulares, y María E. González, Investigador Agregado del departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal; Dr. W. Torres y Dra. Ofelia Sam, Investigadores Titulares, y Dr. E. Jeréz, investigador Auxiliar del departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal; A. Hernández e Irene Moreno, Investigadores Agregados del departamento de Fitotecnia, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, Gaveta Postal No. 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

Tabla I. Variables meteorológicas presentadas durante el período de experimentación

Meses	Temperatura máxima (°C)	Temperatura mínima (°C)	Temperatura media (°C)	Precipitación (mm)	Humedad relativa (%)
Agosto	32.0	21.3	26.0	265.1	83
Septiembre	30.9	21.7	25.7	177.6	85
Octubre	29.7	19.3	24.0	160.2	84
Noviembre	29.0	20.3	23.9	71.8	84
Diciembre	27.0	15.4	20.8	13.4	80

Tabla II. Comportamiento del rendimiento y sus componentes en un grupo de especies silvestres y cultivadas de papa

Especies	No. tallos/planta		Altura (cm)		No. tubérculos/planta		Rendimiento en kg/planta	
	(V)	(I)	(V)	(I)	(V)	(I)	(V)	(I)
Silvestres	1-4	1-9	20-75	12-53	0-9	2-8	0.005	0.013
							^a 0.121	^a 0.346
Cultivadas	1-5	1-7	15-110	16-75	1-7	4-18	0.036	0.375
							^a 0.298	^a 1.315

(V) - Verano
(I) - Invierno

En la tabla II se presenta el comportamiento del número de tallos por planta, la altura de los tallos (cm), el número de tubérculos por planta y el rendimiento en kilogramos por planta de las especies silvestres y cultivadas, comparadas con el verano e invierno.

En la misma tabla se observa que, de forma general, tanto las especies silvestres como las cultivadas presentaron mejor comportamiento en el invierno, en relación con el verano, encontrándose variabilidad para todos los caracteres. Se apreció que la longitud del tallo siempre fue mayor en verano, en relación con el invierno. Esto coincide con lo señalado por Torres y Jeréz en 1991, los que trabajando con tres cultivares de papa encontraron que, en condiciones de estrés de calor, las variedades tendían a aumentar la longitud de los tallos, en comparación con la época de invierno (diciembre).

Los rendimientos, como era de esperarse, fueron superiores en las dos épocas en las especies cultivadas, pero se observó una mayor tolerancia al calor en las especies silvestres, por lo que se aprecia en la tabla que para estas últimas hubo menor diferencia entre las dos épocas, no siendo así para las cultivadas, lo que demues-

tra su menor tolerancia al calor en relación con las silvestres. El rendimiento es un carácter complejo que está influido grandemente por las condiciones ambientales (Ana Estévez, 1984), por lo que es lógico que se observe mayor rendimiento en la época de invierno, ya que como ha planteado Burton (1966), las bajas temperaturas ayudan a la tuberización; no obstante, se aprecia que a pesar de las altas temperaturas del verano la variedad cubana Aninca presentó un rendimiento aceptable para la época, lo que permitirá la amplitud de la época de plantación (Tabla III).

En esta misma tabla se presentan algunas de las variedades cultivadas que presentaron mejores rendimientos en el verano 1992, en comparación con el invierno 1991-1992.

Como se observa en la tabla, los rendimientos para el verano estuvieron por encima de las diez toneladas, siendo las variedades Patrone (13.24 t.ha⁻¹) y Aninca (13.02 t.ha⁻¹) superiores a Desirée (12.52 t.ha⁻¹) y Baraka (11.2 t.ha⁻¹) respectivamente. En cambio, al hacer el análisis con la época de invierno se apreció que la variedad Patrone fue la que menor decremento presentó con relación al verano-invierno. Estos resultados son lógicos dada la diferencia existente entre las dos épocas de es-

tudio y la influencia que el ambiente ejerce sobre el cultivo de la papa. Diferentes trabajos encaminados a estudiar la interacción G x E han sido abordados por Ana Estévez (1984), y Ana Estévez y Miriam Alvarez (1987).

Se encontró que las especies silvestres presentaron un 98 % de viabilidad del polen, mientras que en las cultivadas sólo el 50 % fueron viables. Diferentes estudios sobre viabilidad y germinación del polen de papa se han realizado en Cuba (Ana Estévez, 1985; María E. González *et al.*, 1991, y María E. González, Ana Estévez y Teresita Rodríguez, 1992).

CREACION DE LA VARIABILIDAD GENETICA MEDIANTE LAS TECNICAS CONVENCIONAL Y BIOTECNOLOGICA

Se realizó un trabajo de selección de progenitores tolerantes al calor de acuerdo con su comportamiento en el campo, fundamentalmente por la tuberización que presentaron y los rendimientos en verano (agosto), utilizándose en el programa de hibridación para la creación de variabilidad. Los progenitores se plantaron en el campo y a partir de los 40 días de plantados se inició la floración, cortándose las ramas florales, las que fueron llevadas a condiciones de invernadero y depositadas en pomos con H₂O y TMTD. Al día siguiente, en horas tempranas, se realizó la emasculación y seguidamente la polinización con los progenitores masculinos seleccionados por su tolerancia al calor.

En el verano se plantaron 120 clones de segunda generación, obtenidos por el método anterior, seleccionándose un grupo importante por su buena tuberización y tolerancia a enfermedades. Estos serán plantados en el mes de agosto del presente año, para evaluarlos nuevamente en condiciones de calor y humedad.

Se obtuvieron 120 somaclones de las variedades Desirée y Baraka a partir de las técnicas de cultivo *in vitro*, los que se evaluarán en el mes de agosto en condiciones de campo.

Tabla III. Comportamiento del rendimiento ($t\cdot ha^{-1}$) de un grupo de variedades de papa en periodos óptimo y no óptimo para el cultivo

Variedades	Procedencia	Rendimiento ($t\cdot ha^{-1}$)	
		Verano 1992	Invierno 1991-1992
Petrone	Holanda	13,24	20
Desirée	Holanda	12,52	40
Baraka	Holanda	11,20	36
Aninca	Cuba	13,02	58
Oscar	Holanda	10	38

Tabla IV. Valores máximos y mínimos del rendimiento y sus componentes en un grupo de somaclones

	Valor máximo	Valor mínimo
No. tallos/planta	12	1
Altura (cm)	50	30
No. entrenudos	10	7
No. tubérculos/planta	30	2
Rendimiento kg/planta	2,8	0,3

Debido al efecto ambiental tan grande que existe en la papa y dado que en las primeras generaciones no se cuenta con suficiente material para replicar los clones, se utilizó un diseño aumentado con el fin de incrementar la eficiencia de la selección en estas etapas; este resultado fue generalizado en este año dentro del programa de mejoramiento del INCA.

OBTENCION DE SOMACLONES DE PAPA CON MAYOR TOLERANCIA QUE EL DONANTE FRENTE A *Alternaria solani*

Se estableció una metodología para la selección *in vitro* de formas tolerantes al filtrado de *A. solani* en papa.

Se realizó la extracción y purificación de la toxina producida por *Alternaria alternata* y se empleó la misma en la selección de callos de papa.

Se plantaron y evaluaron 420 somaclones de la variedad Mariella en el campo. En la tabla IV se muestran los valores máximos y mínimos para el número de tallos por planta, la altura (cm), el número de entrenudos, el número de

tubérculos por planta y el rendimiento en kg por planta de los 420 somaclones. Se apreció la amplia variabilidad encontrada entre los somaclones; el número de tallos varió desde 1 hasta 12, mientras que en altura fue de 30 a 50 cm. En relación con el número de tubérculos por planta, uno de los principales componentes del rendimiento en la papa, fue notable la variación, encontrándose desde 2 hasta 30 tubérculos/planta⁻¹; en cuanto al rendimientos, se apreció de igual forma una amplia variación y rendimiento entre 0.3 y 2.8 kg/planta⁻¹, el 6% de los somaclones fueron superiores al donante.

Se obtuvieron por primera vez en el país seis somaclones (cuatro Baraka y dos Desirée) en medio tóxico. En estos momentos se trabaja en la propagación de los mismos. Sobre la efectividad del empleo de filtrados de *Alternaria solani* Ellis y Martin (Jones y Grout), se ha trabajado en la selección *in vitro* de somaclones de papa resistentes y se ha puesto a punto una tecnología en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) en Cuba (María M. Hernández, 1991, comunicación personal).

MARCADORES FISIOLÓGICOS, BIOQUÍMICOS Y ANATÓMICOS EN PLANTAS DE PAPA SOMETIDAS A CONDICIONES DE ESTRÉS DE CALOR Y HUMEDAD, COMO APOYO AL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO

Las principales líneas de investigación desarrolladas y los resultados son los siguientes:

Fechas de plantación y desarrollo de las plantas (condiciones semi-controladas). Durante tres años, empleando tres cultivares: Spunta, Desirée y Red Pontiac y dos fechas de plantación contrastantes, en lo fundamental en el régimen de temperaturas, se obtuvo que todos los cultivares redujeron sus rendimientos en condiciones de altas temperaturas, pero de forma diferenciada, resultando Red Pontiac la menos afectada y Spunta la que más se afectó en la masa fresca de tubérculos. La menor reducción en los rendimientos estuvo asociada a una menor elongación de los tallos y una mayor partición de asimilatos hacia los tubérculos, en condiciones de estrés de altas temperaturas.

A pesar de que las altas temperaturas en este estudio (consideradas como inhibitorias para la tuberización) redujeron el crecimiento de los tubérculos, estos lograron iniciarse y crecer, teniendo en cuenta que el fotoperíodo en el que se desarrollaron las plantas fue de moderado a corto (de diez a once horas). Estos resultados confirman lo encontrado por Hay y Allen (1978) al observar iniciación de tubérculos con temperaturas medias del aire superiores a 20 gC y máximas al nivel del tubérculo de "semilla" de 27 gC, y establecer que esto fue posible debido a las condiciones del fotoperíodo corto y elevada intensidad luminosa. Por otra parte, Demagante y Van der Zaag (1988) establecen que la iniciación de tubérculos en los culti-

vares Red Pontiac y Desirée, en condiciones de día corto, aún a altas temperaturas, se atribuye a la conocida tolerancia al calor de estos cultivares.

Efecto de períodos cortos de estrés de temperaturas sobre variables del crecimiento y bioquímicas (condiciones controladas). Se sometieron plantas de los cultivares Red Pontiac y Obelixa estrés de altas temperaturas (35 gC, constantes) mientras que otras permanecieron en condiciones naturales (25/20 gC, día/noche) y se observó que un período de 72 horas de altas temperaturas modificaron el comportamiento del crecimiento en altura de los tallos y la expansión foliar en comparación con las plantas controles, aumentando el primero y disminuyendo el segundo. Wheeler *et al.* (1986) encontraron un aumento en la elongación de los tallos de plantas de papa, al aumentar la temperatura de 12 a 28 gC. Por otra parte, Benoît *et al.* (1983) señalaron una temperatura óptima para el crecimiento de los tallos a 30 gC; sin embargo, los incrementos a 20 gC resultaron inferiores a los que se encontraron a 35 gC. Estos últimos autores señalan una temperatura óptima para la expansión foliar de plantas de papa a 25 gC, resultando casi nulo el crecimiento a 35 gC.

Las plantas durante el estrés de temperatura disminuyeron la concentración de prolina en la quinta hoja, de forma significativa en el cultivar Obelix y no significativa en las plantas del cultivar Red Pontiac. El comportamiento de este metabolito no fue el esperado ante un tratamiento de estrés de temperatura.

La actividad de la enzima nitrato-reductasa incrementó de forma no significativa en el cultivar Obelix y disminuyó significativamente en el cultivar Red Pontiac, corroborando el comportamiento de este último cultivar lo planteado por Sinha y Nicholas (1981).

La tolerancia al estrés de calor (comportamiento del cultivar Red Pontiac) puede asociarse al menor incremento en la altura de los tallos, la no incidencia en la

expansión foliar, la menor disminución en la concentración de prolina y la mayor disminución en la actividad de la enzima nitrato-reductasa.

Desarrollo de las plántulas en condiciones de déficit hídrico durante su desarrollo (condiciones semi-controladas). Empleando dos niveles de humedad en el suelo: 85 % Cc (control) y alrededor de 55 % Cc (estrés), impuestos a los 30 días después de la plantación de tres cultivares: Spunta, Desirée y Red Pontiac, se observó que debido al estrés hídrico se redujeron los rendimientos de forma diferenciada entre cultivares, resultando Spunta el más susceptible y Red Pontiac el más tolerante. Las relaciones concentración de prolina foliar-CRA, el incremento de la concentración de prolina durante el día y el potencial hídrico, determinado a las 15:00 horas, son variables que permitieron determinar el grado de tolerancia de los cultivares. Se ha demostrado que la biosíntesis de prolina se ve favorecida en la condición de estrés (Stewart, 1981; Rhodes, Handa y Bressan, 1986; Concuera, Hintz y Pahlich, 1989), de forma general en todas las especies. Dado el papel que este metabolito puede jugar en el proceso de ajuste osmótico, pudiera en alguna medida haber propiciado el desarrollo de este en plantas de papa, aspecto aún no comprobado. Por otra parte, no ha sido esclarecida su vinculación con el grado de tolerancia de diferentes cultivares al estrés de humedad, como señalaron Bansal y Shantha Nagarajan (1986). Estudios sobre el efecto de la luz, bióxido de carbono y temperatura sobre la fotosíntesis, la inhibición del oxígeno en la fotosíntesis y la respiración en *Solanum tuberosum* han sido abordados por Ku, Edwards y Tanner (1977).

Estudios anatómicos en plantas de papa. Se ha trabajado en la caracterización de la histología foliar analizando el mesófilo y la epidermis de cultivares contrastes en su tolerancia al estrés de calor y se han tomado muestras de tallo.

Estas determinaciones se han realizado a diferentes grados de desarrollo de las plantas. Al analizar el grosor del mesófilo, del parénquima en empalizada del lagunar y el grosor de las superficies adaxial y abaxial, en los cultivares Desirée, Atlantic, Red Pontiac, Baraka, Obelix y Frisia, se observó que la mayoría de estas variables no mostraron una relación definida con el grado de tolerancia al estrés y solo el grosor del parénquima lagunar de los cultivares Atlantic, Desirée y Red Pontiac, tolerantes al calor, resultó más grueso en comparación con los otros cultivares.

Todos los cultivares estudiados presentaron la epidermis uniestratificada con células aplanadas, lo que es característico de la especie, encontrándose algunas diferencias en cuanto a la densidad de estomas y tricomas, en los que no se pudo discernir una tendencia definida con el grado de tolerancia a las condiciones adversas del cultivo.

ASPECTOS AGRONOMICOS

La producción de papa fuera de época óptima en Cuba, no sólo requiere de variedades adaptadas a estas condiciones sino también de una tecnología de cultivo apropiada para tales condiciones, donde las altas temperaturas y humedad conspiran contra una buena tuberización y rendimientos del cultivo, por lo que se determinaron las distancias de plantación requeridas para cada uno de los calibres de papa en época no óptima y se usó la variedad Desirée en la fecha de plantación del 9 de septiembre.

Se probaron tres calibres: 35-45, 45-55 y 55-60, éste último picado en dos, así como dos distancias entre surcos: 75 y 90 cm, y cuatro distancias entre plantas: 20, 30, 40 y 50 cm.

Se realizó un estudio de cultivo intercalado o asociado papa-maíz y papa-quimbombó (*Abelmoschus esculentus* L. Maench); los tratamientos aparecen en la tabla V, fecha de plantación: febrero y se usó la variedad Desirée.

Se estudió el uso de la *Sesbania rostrata* como abono verde,

utilizándose la Sesbania + 50 % de nitrógeno, Sesbania + (PK) en plantaciones de septiembre-variedad Desirée, obteniéndose los siguientes resultados:

- el calibre 55-60 picado no debe usarse por el alto por ciento de pudrición,
- no se encontraron diferencias significativas entre los calibres estudiados con relación al rendimiento,
- la distancia de 75 cm-entre surcos y 30 cm entre plantas resultó ser la óptima con rendimientos de 22 t.ha⁻¹,
- en relación con el estudio de asociación de cultivos (Tabla VI), se encontró que no hubo diferencia entre los tratamientos, aunque el tratamiento T₁: una hilera de maíz, tres hileras de papa, mostró los mayores rendimientos 18.58 t.ha⁻¹, superiores al testigo,
- en cuanto a la asociación con quimbombó (*Abelmoschus esculentus* L. Maench) (Tabla VII), esta resulta superior al del maíz, encontrándose diferencias significativas entre los tratamientos utilizados, siendo el tratamiento T₃: una hilera de quimbombó, tres hileras de papa, el mejor con rendimientos de 23.71 t.ha⁻¹.

CONCLUSIONES

- Se logró mantener y conservar un germoplasma de especies silvestres y cultivadas mediante semilla botánica, tubérculos *in vitro*.
- Se encontró una alta variabilidad genética en el germoplasma de especies silvestres y cultivadas.
- Se encontró resistencia al estrés de calor y humedad en el germoplasma estudiado.
- La viabilidad y germinación del polen en condiciones de estrés de calor y humedad se afecta más en las especies cultivadas que en las silvestres.
- Las variedades foráneas: Patrone, Desirée, Baraka, Oscar y la variedad cubana Aninca, mostraron un comportamiento aceptable ante el estrés de calor y humedad.

- Se creó mediante la vía tradicional y la biotecnológica una alta variabilidad por tolerancia al calor.
- El uso en etapas tempranas de selección del diseño aumentado, incrementó la eficiencia de la selección en poblaciones segregantes.
- Se logró una metodología integral para la selección *in vitro* de plantas tolerantes al hongo *Alternaria solani*.
- Se obtuvieron algunos marcadores fisiológicos, bioquímicos y anatómicos en plantas de papa, como apoyo a los programas de mejoramiento para la obtención de variedades tolerantes a estrés de calor y humedad.
- La variedad Desirée mostró un comportamiento adecuado en época no óptima, cuando se usó asociada con maíz o quimbombó.

BIBLIOGRAFIA

- Arzuaga, J. Estudio de la resistencia genética a la *Alternaria solani* (Ellis y Martin) Jones y Grout en variedades de papa. / J. Arzuaga.- Tesis de grado (Dr. en Ciencias Agrícolas), INCA, 1963-135 h.
- Bansal, K. C. y Shantha Nagarajan. Leaf Water Content, Stomatal Conductance and Proline Accumulation in Leaves of Potato (*Solanum tuberosum* L.) in Response to Water Stress. *Indian J. Plant Physiol.* (Nueva Delhi) 29:397-404, 1988.
- Benoit, G. R. / *et al.*/ Potato Top Growth as Influenced by Temperatures. *Am. Potato J.* (Orono) 60:489-501, 1983.
- Burton, W. G. The potato / W. G. Burton.- Wageningen, 1966.- 382 p.
- Conouera, L. J., M. Hintz y E. Pahlisch. Proline Metabolism in *Solanum tuberosum* cell Suspension Cultures Under Water Stress. *J. Plant Physiol.* (Londres) 134:290-293, 1989.
- Demagante, A. L. y P. Van der Zaag. The Response of Potato (*Solanum* sp.) to Photoperiod and Light Intensity under High Temperatures. *Potato Res.* (Wageningen) 31:73-83, 1988.
- Estévez, Ana. Estudio de la interacción genotipo-ambiente y métodos de estabilidad en experimentos de variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales* (La Habana) 6(3):667-680, 1984.

Tabla V. Tratamientos utilizados en el estudio de cultivos intercalados

	Papa-maíz	Papa-Quimbombó
T-1	2 hileras de papa 2 hileras de maíz	1 hilera de papa 1 hilera de quimbombó
T-2	1 hilera de papa 1 hilera de maíz	1 hilera de quimbombó 2 hileras de papa
T-3	1 hilera de maíz 2 hileras de papa	1 hilera de quimbombó 3 hileras de papa
T-4	1 hilera de maíz 3 hileras de papa	Testigo papa sola
T-5	Testigo papa sola	

Tabla VI. Comportamiento del rendimiento (t.ha⁻¹) en diferentes tratamientos de asociación papa-maíz

Tratamiento	Rendimiento (t.ha ⁻¹)
T-1	14.58
T-2	15.02
T-3	15.35
T-4	18.58
T-5	17.13
ES \bar{x}	1.25 NS

Tabla VII. Comportamiento del rendimiento (t.ha⁻¹) en diferentes tratamientos de asociación papa-quimbombó

Tratamiento	Rendimiento (t.ha ⁻¹)
T-1	20.45 b
T-2	21.03 ab
T-3	23.71 a
T-4	19.18 b
ES \bar{x}	0.99*

- Estévez, Ana. Estudio de la viabilidad del polen en cinco variedades de papa (*Solanum tuberosum* L.). **Cultivos Tropicales** (La Habana)7(3):75-80, 1985.
- Estévez, Ana y Miriam Alvarez. Uso de la interacción genotipo-ambiente y cluster análisis para la clasificación de ambientes en papa (*Solanum tuberosum* L.) **Cultivos Tropicales** (La Habana) 9(2) 23-26, 1987.
- Estévez, Ana *et al.* Caracterización de un grupo de especies silvestres de papa. **Cultivos Tropicales** (La Habana) 14(1):72-80, 1993.
- González, María E. *et al.* Porcentaje de fertilidad del polen en especies y variedades de papa. **Cultivos Tropicales** (La Habana)12(3):5-7, 1991.
- González, María E., Ana Estévez y Teresita Rodríguez. Estudio de la fertilidad del polen en especies de papa. **Cultivos Tropicales** (La Habana)13(1):70-73, 1992.
- Hay, R. K. M. y E. J. Allen (1978). Tuber Initiation and Bulking in the Potato (*Solanum tuberosum*) Under Tropical Conditions: The Importance of Soil and Air Temperature. **Tropic. Agr.** (Trinidad) 55:289-295, 1978.
- Ku, S. B., G. E. Edwards y C. B. Tanner. Effects of Light, Carbon Dioxide and Temperature on Photosynthesis, Oxygen Inhibition of Photosynthesis, and Transpiration in *Solanum tuberosum*. **Plant Physiology** (Rockville)59:868-872, 1977.
- Mendoza, H. A. The Breeding Program at the International Potato Center (CIP). / H. A. Mendoza, R. L. Sawyer.- En: **Progress in Plant Breeding**. 1. G. E. Russel Ed., 1985.
- Mendoza, H. A. y C. Martín. Mejoramiento por resistencia al tizón temprano (*Alternaria solani*) en el CIP. Avances en el mejoramiento genético de la papa en los países del cono sur. **CIP Informe Anual** (Lima)1:153-168, 1990.
- Rhodes, D., S. Handa y R. A. Bressan. Metabolic Changes Associated With Adaptation of Plant Cells to Water Stress. **Plant Physiol.** (Rockville) 82:890-903, 1986.
- Sinha, S. K. Nitrate Reductase. / S. K. Sinha, D. J. Nicholas.- En: **The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants**. - New York : Academic Press, 1981.- p 145-169.
- Stewart, C. R. Proline Accumulation: Biochemical Aspects. / C. R. Stewart, L. G. Paleg, ed.- En: **The Physiology and Biochemistry of Drought Resistance in Plants**. - New York : Academic Press, 1981, p.- 243-259.
- Torres, W y E. Jeréz. Desarrollo de plantas de papa en diferentes condiciones de temperaturas. **Cultivos Tropicales** (La Habana) 12(1):57-63, 1991.
- Wheeler, R.M. *et al.* Utilization of Potatoes for Life Support Systems. II. The Effects of Temperature Under 24-H and 12-H Photoperiods. **American Potato Journal** (Orono)63(11): 639-647, 1986.

Recibido: 21 de enero de 1994
Aceptado: 10 de mayo de 1994



ESTE ES UN PRODUCTO DE LOS LABORATORIOS
CENSA, DISTRIBUIDO POR C-KURE.

Solicite información gratis al apartado 4041, Zona 4,
Ciudad de la Habana, Cuba, o por Fax: 333328