

# Comportamiento de diferentes genotipos de papa fuera de su época óptima de plantación

Juan Castillo, Ana Estévez, J. L. Salomón, María M. Hernández, Yovany Quiñónez y Dania Vargas  
Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, INCA. La Habana, Cuba..

## RESUMEN

En el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) se evaluaron 10 genotipos de papa fuera de época óptima de plantación (Septiembre-Diciembre) de manera de poder contar con materiales estables y de buen comportamiento durante esa época y que satisfagan las necesidades del producto en los inicios de la campaña de papa. Se evaluaron el rendimiento (Kg/pta y t/ha), el número de tubérculos por planta y la masa promedio (kg), la incidencia de *Alternaria solani* y el ataque del Ácaro Blanco. Con los datos del rendimiento, número de tubérculos y masa promedio se realizó un análisis bifactorial donde las variables fueron clones y años. Con los datos del porcentaje de afectación por ácaro blanco, transformados a arseen raíz del porciento, se realizaron análisis de varianza simple por cada año evaluado. Se observó un comportamiento diferencial de los diferentes genotipos durante los años. Los clones 6-84-85 y el 1-5-85 presentaron de forma general un comportamiento estable durante los tres años para el rendimiento y sus componentes. El clon 6-84-85 presentó el mejor comportamiento ante el ataque del hongo *Alternaria solani* en los tres años. Todos los genotipos fueron afectados en mayor o menor medida por el ataque del ácaro blanco; aunque el clon 1-5-85 presentó las menores afectaciones. En el año 2000 se presentaron las condiciones mas adecuadas para el desarrollo de este cultivo y fue por tanto donde los genotipos obtuvieron su mejor comportamiento de forma general.

## INTRODUCCIÓN

La papa (*Solanum tuberosum* L.) se planta en los mas variados climas y bajo diferentes sistemas de producción. En algunos países con las condiciones adecuadas se le realiza dos cosechas al año; en otros puede llegar incluso hasta tres. Todo ello significa que se puede consumir papa fresca durante todo el año en esos países, sin que conlleve grandes gastos en recursos para almacenarla y conservarla.

El programa de mejoramiento cubano ha trabajado sobre la base de obtener variedades y/o clones con características adecuadas para ser plantadas en la época óptima de plantación. No obstante al buen comportamiento de algunos genotipos bajo nuestras condiciones se han evaluado y seleccionado genotipos fuera de la época óptima de plantación con la finalidad de contar a finales de año con un producto fresco y de buena calidad que satisfaga el déficit del producto durante esa época (Ortiz y de la Fe, 1994).

Por todo lo anterior se evaluaron diferentes genotipos de papa fuera de la época óptima de plantación con el objetivo de contar con materiales estables y de buen comportamiento durante esa época y que den respuesta a los planteamientos anteriormente expuestos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en las áreas experimentales del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas durante los meses de Septiembre a Diciembre de las campañas 1999-00, 2000-01, 2001-02. Los experimentos se desarrollaron bajo un diseño de bloques al azar con cuatro réplicas en un suelo Ferralítico Rojo Compactado (Hernández *et al*, 1999). Las labores culturales y fitosanitarias se realizaron según las normas técnicas para el cultivo en la época óptima (CUBA-MINAGRI, 1990). La distancia de plantación fue de 0.90 m entre hileras por 0.25 m entre plantas. Se tomaron las variedades Desirée, Baraka y Spunta como controles por ser de un comportamiento estable durante varios años de plantada.

A todos los genotipos se les evaluó en cada año el rendimiento por planta (kg), número de tubérculos por planta, masa promedio de los tubérculos (Kg.)

La evaluación de *A. solani* se realizó a los 65 días, de acuerdo con la escala de 9 grados propuesta por Horsfall y Barrat (1945) citado por Estévez *et al*, 1994, donde grado 1 representa hojas sin manchas y el 9 todas las hojas muertas. Las evaluaciones del ácaro blanco se realizaron a los 40 y 55 día de plantado el experimento. Los porcentajes de afectación fueron determinados a partir del número de plantas afectadas del total evaluadas. Los datos climatológicos temperatura, humedad relativa y precipitaciones fueron tomados de la estación meteorológica cercana del área experimental.

Análisis estadísticos: Con los datos del rendimiento, número de tubérculos y masa promedio se realizó un análisis bifactorial donde las variables fueron clones y años. Con los datos del porcentaje de afectación por ácaro blanco, transformados a arcosen raíz del por ciento, se realizaron análisis de varianza simple por cada año evaluado.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se reflejan los resultados del análisis de varianza realizado a los 10 genotipos evaluados para el rendimiento (Kg/pta y t/ha), el número de tubérculos por planta y la masa promedio. Como se observa existieron diferencias altamente significativas entre las fuentes de variación, clones, años y la interacción clones por años para todos los caracteres.

La existencia de interacción altamente significativa de clones por año evidencia el comportamiento diferencial de los clones en los diferentes años y pone de manifiesto la gran influencia que el ambiente ejerce sobre este cultivo, el cual es mas marcado cuando este cultivo se planta fuera de sus condiciones óptimas. Zamora citada por Estévez (1999) señala que la expresión de muchos caracteres cuantitativos es fuertemente influenciada por la interacción entre genotipos y ambientes.

Tabla 1. Análisis de varianza para el rendimiento comercial (Kg/pta y t/ha), Número de tubérculos y Masa Promedio de 10 variedades comerciales plantadas fuera de época durante los años 1999, 2000 y 2001

Fuentes de variación	G.l	Cuadros medio			
		Rendimiento		No. de tubérculos	M. Prom. (kg)
		Kg/pta	T/ha		
Réplicas	3	0.001	0.785	1.55	0.0005
Clones (A)	9	0.075 ***	148.4 ***	16.6 ***	0.001***
Años (B)	2	0.538 ***	1065.87 ***	142.18 ***	0.001 ***
A x B	18	0.005 ***	10.60 ***	4.75 ***	0.0004 ***
Error	87	0.0007	1.46	1.61	0.0001
Total	119				

\*\*\* = significativo para  $p < 0.001$

En las tablas 2, 3 y 4 se presentan los resultados del Duncan de las interacciones para el rendimiento comercial (Kg/pta) y t/ha), número de tubérculos y masa promedio de los 10 genotipos evaluados. Se observa que el mejor comportamiento de los genotipos se produjo en el año 2000 para todos los caracteres con los valores mas altos. Para el rendimiento los mayores valores fueron alcanzados por los clones 6-84-85 y el 1-5-85 con 5.34 (23.77 t/ha) y 5.13 (22.83 t/ha) kilogramo por planta respectivamente, los cuales difirieron significativamente del resto de los genotipos en todos los años. Estos clones presentaron a su vez el mejor comportamiento en el resto de los años, lo que nos da la medida de su alta respuesta independientemente de las condiciones ambientales imperantes.

Los clones 3-5-85 y 4-5-85 tuvieron igualmente un buen comportamiento durante ese año con rendimientos de 4.66 (20.71 t/ha) y 4.35 (19.38 t/ha) kilogramo por planta, pero no difirieron de las variedades controles Desirée y Spunta, aunque si lo hicieron del control Baraka que presentó el rendimiento mas bajo. En el año 1999 se presentaron de forma general los valores mas bajos para este carácter.

Al analizar el número de tubérculos observamos que los mayores valores fueron alcanzados por los clones 3-5-85, 1-5-85 y 6-84-85 con valores de 9.8, 9.4 y 9.3 respectivamente, los cuales no difirieron entre ellos pero sí del resto. Estos clones fueron superiores en todos los años a los controles obteniendo los mayores valores en los años 2000 y 2001, excepto el clon 6-84-85 donde el año 2000 su número de tubérculo fue ligeramente inferior a los clones 1-5-85 y 3-5-85 y no difirió del control Spunta. La masa promedio tuvo de forma general un comportamiento similar en todos los años. El valor mas alto lo presentó el clon 4-5-85 en el 2000 que difirió del resto, pero no del 6-84-85 en ese mismo año ni del 6-457-85 en 1999.

Todos los resultados anteriormente expuestos dependen en gran medida de las condiciones ambientales durante esos años; las cuales serán explicadas mas adelante.

Tabla 2. Resultados del Duncan en la interacción para el rendimiento comercial de 10 genotipos plantados fuera de época durante los años 1999, 2000 y 2001

Clones	Rendimiento Comercial					
	(Kg/p)			(t/ha)		
	1999	2000	2001	1999	2000	2001
4-5-85	0.165 jkl	0.435 bc	0.239 hi	7.36 jk	19.38 bc	10.63 hi
6-340I-85	0.074 n	0.236 hi	0.161 kl	3.27 m	10.51 hi	7.16 k
6-456-85	0.106 mn	0.318 def	0.209 i	4.71 lm	14.16 def	9.30 i
6-84-85	0.255 gh	0.534 a	0.428 bc	11.32 gh	23.77 a	19.04 bc
Spunta	0.125 lm	0.330 de	0.300 ef	5.56 kl	14.7 de	13.33 ef
1-5-85	0.225 i	0.513 a	0.397 c	9.21 i	22.83 a	17.64 c
Desirée	0.209 i	0.317 def	0.282 fg	9.29 i	14.1 def	12.53 fg
6-457-85	0.133 lm	0.418 c	0.294 efg	5.92 kl	18.58 c	13.06 efg
3-5-85	0.201 ijk	0.466 b	0.349 d	8.94 ij	20.71 b	15.51 d
Baraka	0.075 n	0.295 efg	0.203 ij	3.33 m	13.12 efg	9.06 ij
X ± ES	0.276 ± 0.013			12.27 ± 0.06		

Tabla 3. Resultados del Duncan en la interacción para el número de tubérculos de 10 genotipos plantados fuera de época durante los años 1999, 2000 y 2001

Clones	Número de tubérculos		
	1999	2000	2001
4-5-85	4.0 hijkle	5.3 efghi	6.02 cdefgh
6-340I-85	2.6 cdefgh	7.1 cde	4.4 hijkl
6-456-85	2.6 klm	5.9 cdefgh	6.6 cdefg
6-84-85	4.3 hijkl	7.2 cde	9.3 ab
Spunta	2.8 jklm	7.5 bcd	5.6 d efghi
1-5-85	4.8 fghij	9.4 ab	9.2 ab
Desirée	5.1 efghi	5.7 defgh	4.7 ghijk
6-457-85	1.8 m	6.8 cdef	5.9 cdefgh
3-5-85	4.9 fghi	9.8 a	8.0 abc
Baraka	3.5 ijklm	7.1 cde	5.7 defgh
X ± ES	5.81 ± 0.60		

Tabla 4. Masa promedio de 10 genotipos plantados fuera de época durante los años 1999, 2000 y 2001

Clones	Masa Promedio (Kg)		
	1999	2000	2001
4-5-85	0.042 efghijk	0.083 a	0.041 fghijk
6-340I-85	0.028 jk	0.033 ijk	0.037 ghijk
6-456-85	0.042 efghijk	0.055 cdefg	0.034 ijk
6-84-85	0.060 bcdef	0.075 ab	0.046 defghij
Spunta	0.044 defghij	0.044 defghij	0.054 cdefgh
1-5-85	0.047 defghij	0.055 cdefg	0.042 efghijk
Desirée	0.042 efghijk	0.059 bcdef	0.063 bcd
6-457-85	0.072 abc	0.061 bcde	0.054 cdefgh
3-5-85	0.042 efghijk	0.048 defghi	0.045 defghi
Baraka	0.023 k	0.043 efghij	0.035 hijk
X ± ES	0.048 ± 0.005		

En la tabla 5 se presentan los valores medios de las afectaciones por el hongo *Alternaria solani* según la escala utilizada. Se observa que el mejor comportamiento ante este hongo lo alcanzó el clon 6-84-85 con valores en la escala de 3 en los años 2000 y 2001 y por debajo de este valor en 1999. Por otra parte los clones 1-5-85, 6-340I-85 y el clon 3-5-85 presentaron también un buen comportamiento durante los tres años con valores inferiores a los de los controles utilizados en el estudio. Estos resultados nos dan la medida de que existen en estos clones fuente de resistencia ante este patógeno y que se expresan independientemente de las condiciones ambientales en que se desarrolle el cultivo.

Los mejores resultados de los clones fueron alcanzados durante el año 2000 donde fueron inferiores a los valores alcanzados durante los años 1999 y 2001. Ello se explica en gran medida al comportamiento de las temperaturas y la humedad relativa (Fig. 1 y 2) durante esos años que fueron favorables para el desarrollo de este patógeno.

En la tabla 6 se presentan los resultados del análisis de varianza obtenido del comportamiento de los genotipos evaluados ante el ataque del ácaro blanco, una de las principales plagas que atacan al cultivo cuando se planta fuera de su época óptima. Se observa que todos los genotipos fueron afectados en mayor o menor porcentaje independientemente del año en que fue plantado. El clon 1-5-85 se mostró el menos afectado por el ataque de esta plaga con porcentajes por debajo del 14 por ciento en todos los años y por debajo de 10 por ciento en el año 1999. El clon 6-84-85 presentó igualmente un comportamiento estable durante los tres años y aunque no difirió estadísticamente del 1-5-85 sus porcentajes de afectación fueron superiores al mismo. Así mismo el clon 4-5-85 presentó porcentajes bajos de afectación al punto que no difirió estadísticamente del 1-5-85 y el 6-84-85.

Tabla 5. Afectación por el hongo *A. solani* durante los años 1999, 2000, 2001 en los genotipos estudiados fuera de la época óptima de plantación

Clones	<i>Alternaria solani</i> Valor medio de la escala		
	1999	2000	2001
4-5-85	5.75	4.25	5.25
6-340I-85	4.0	3.0	3.5
6-456-85	6.25	4.5	5.75
6-84-85	3.0	2.75	3.25
Spunta	4.25	5.25	5.5
1-5-85	3.75	3.0	3.25
Desirée	5.5	4.25	5.0
6-457-85	6.25	5.75	6.5
3-5-85	4.25	3.25	3.5
Baraka	4.75	4.25	5.25

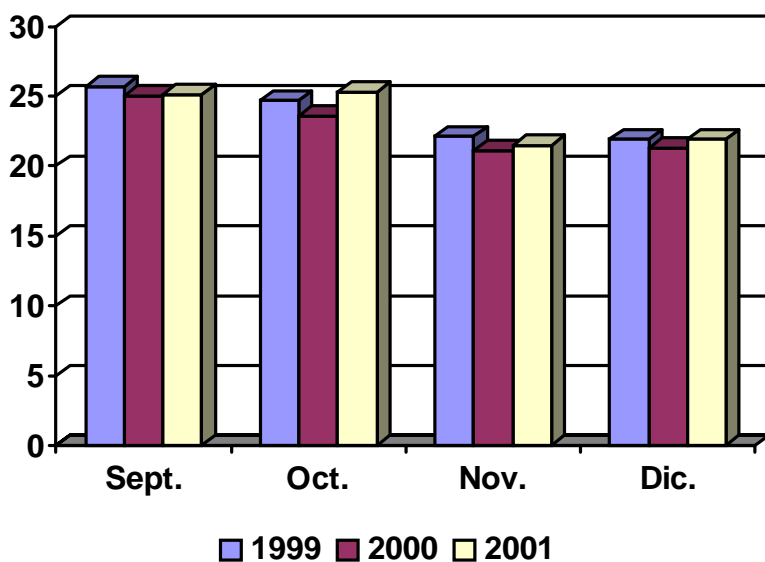
En el año 2001 el comportamiento de los genotipos fue de manera similar lo que nos señala que se produjo durante este año una mayor incidencia de esta plaga favorecida por una mayor temperatura en este año, comparado con 1999 y el 2000 (fig. 2)

Tabla 6. Análisis de varianza del comportamiento ante el ácaro blanco de los diferentes genotipo en los tres años evaluados

Clones	<i>Ácaro blanco</i>		
	1999	2000	2001
4-5-85	19.37 bc	16.14 bc	21.97 bc
6-340I-85	27.97 ab	17.52 bc	33.69 ab
6-456-85	37.58 a	39.90 a	18.75 c
6-84-85	16.77 bc	14.30 c	18.57 c
Spunta	29.06 ab	25.82 abc	18.15 c
1-5-85	9.69 c	11.07 c	13.54 c
Desirée	26.91 ab	31.75 ab	25.31 abc
6-457-85	29.06 ab	16.14 bc	25.53 abc
3-5-85	29.06 ab	16.14 bc	19.09 c
Baraka	35.35 a	30.80 ab	35.92 a
	21.95± 4.9	24.28 ± 4.68	23.05 ± 4.17

En la figura 1 se observa como las temperaturas en el año 2000 fueron siempre inferiores en los meses evaluados comparados con los otros dos años donde fueron al menos 1 grado inferior. La temperatura es un factor determinante en los rendimientos finales de este cultivo y constituye en el ambiente que rodea a la papa el de mayor peso. La humedad relativa (Fig. 2)

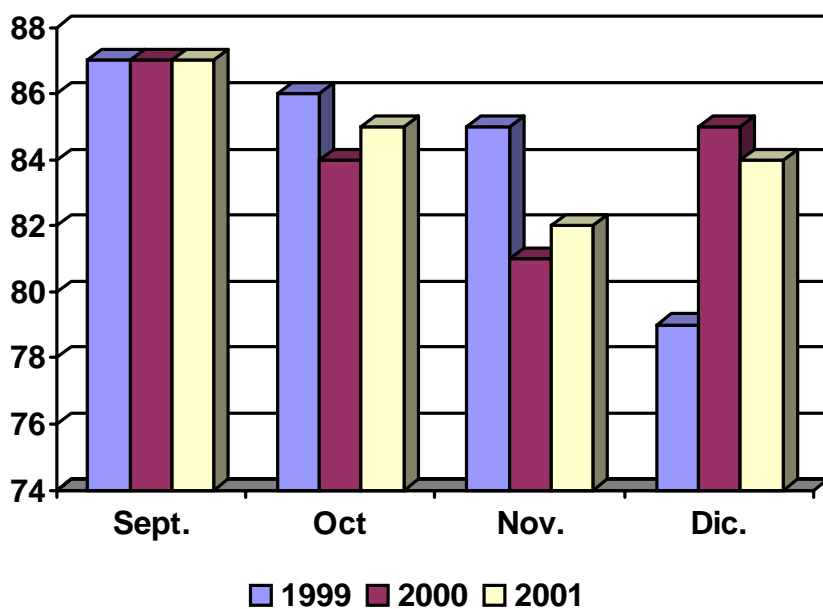
se comportó igualmente inferior en los meses de Octubre y Noviembre los de mayor peso en el desarrollo del cultivo y determinante en el desarrollo enfermedades.



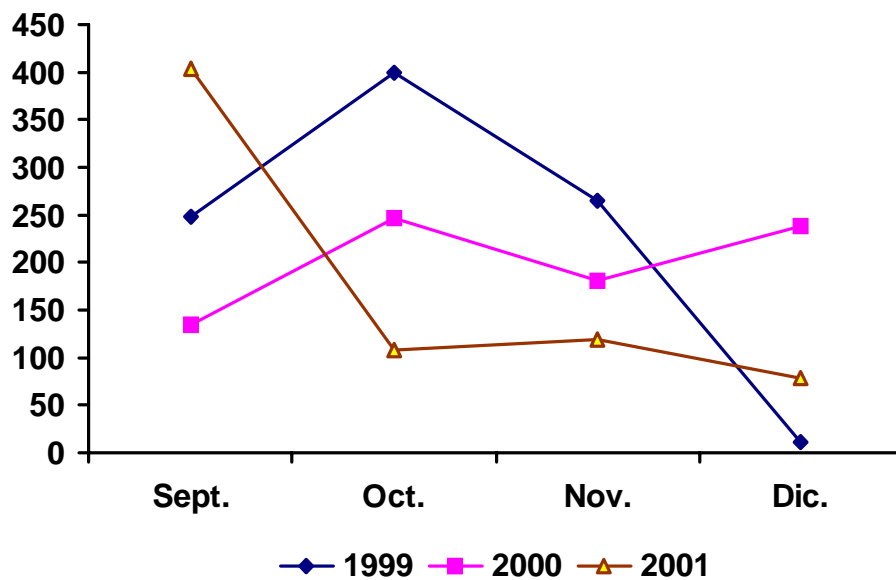
**Figura 1. Comportamiento de la temperatura durante los años 1999, 2000 y 2001 fuera de la época óptima de plantación**

Las precipitaciones tuvieron igualmente un peso importante, pues como se observa en la figura 3 se produjeron altos niveles de lluvias en los años 1999 y 2001 en este último con valores superiores a los 400 mm lo cual propicia la pudrición de tubérculos por encharcamiento y la aparición de enfermedades y plagas. En el año 1999 se observa igualmente altos niveles de lluvia, los cuales se mantienen muy elevados en el posterior desarrollo del cultivo; todo ellos unido a temperaturas ligeramente superiores y a una humedad relativa superior al resto de los años pueden haber sido los factores de mayor incidencia para que el año 1999 haya sido el de peor comportamiento de los genotipos estudiados. En contraste, las precipitaciones se mostraron uniformemente en el año 2000 en los cuatro meses y en el mes de septiembre, crítico por la plantación en esa fecha, fue mucho mas bajo en comparación con los años 1999 y 2001.

En el análisis anteriormente realizado solo se realiza sobre la base de los datos climáticos aportados; aunque no se descartan otros elementos del ambiente que hayan podido influir además en los rendimientos obtenidos.



**Figura 2. Comportamiento de la Humedad Relativa durante los años 1999, 2000 y 2001 fuera de la época óptima de plantación**



**Figura 3. Comportamiento de las precipitaciones durante los años 1999, 2000 y 2001 fuera de la época óptima de plantación**

## CONCLUSIONES

- Se observó un comportamiento diferencial de los diferentes genotipos durante los años, lo que pone de manifiesto una alta interacción de este cultivo con el ambiente y que es mas marcado aún cuando se planta fuera de su época óptima.
- Los clones 6-84-85 y el 1-5-85 presentaron de forma general un comportamiento estable durante los tres años independientemente de las condiciones ambientales para el rendimiento y sus componentes y que fueron superiores a los testigos utilizados.
- El clon 6-84-85 presentó el mejor comportamiento ante el ataque del hongo *Alternaria solani* en los tres años; además se encontró un buen comportamiento en los clones 1-5-85, 3-5-85 y 6-340I-85 lo que pone de manifiesto la presencia de genes de resistencia ante este patógeno que se expresan independientemente de las condiciones en que se desarrolle el cultivo.
- Todos los genotipos fueron afectados en mayor o menor medida por el ataque del ácaro blanco. El clon 1-5-85 presentó las menores afectaciones durante los tres años y el clon 6-84-85 conjuntamente con el 4-5-85 presentaron a su vez un comportamiento estable al presentar porcentajes bajos de afectación en los tres años.
- En el año 2000 se presentaron las condiciones ambientales mas adecuadas para el desarrollo del cultivo, además de que las precipitaciones y la humedad relativa se comportaron en niveles cercanos a las condiciones de la época óptima de desarrollo del cultivo.

## RECOMENDACIONES

- Proponer los clones 6-84-85 y 1-5-85 para la producción de papa para consumo en la época temprana de plantación.
- Realizar estudios de regionalización con los clones antes citados y otros de buen comportamiento en este estudio de manera de evaluar su comportamiento en otros ambientes.
- Continuar el estudio de estabilidad de los clones cubanos fuera de la época óptima de plantación de manera de poder contar con genotipos adecuados para producir papa bajo esas condiciones.

## BIBLIOGRAFÍA

- 1- Ortiz, R; C. De la Fe y A. Caballero. Uso de la estimación del vigor general pre cosecha como un indicador precoz de clones promisorios en poblaciones híbridas de papa, plantadas en verano. *Cultivos tropicales* 15 (1):82:85.
- 2- FAO (1996). Draft report on the State the World's. **Plant Genetic Resources**, Roma, 35 p.
- 3- Estévez, A.; M. E. González; J. Castillo y E. Ortiz. (1999). Estudio de Genotipos de papa procedentes del germoplasma foráneo. **En:** Compendio de exposiciones del III Taller Nacional de Producción de papas en los Trópicos. Pp. 57-58.
- 4- Estévez, A.; M. E. González y M. Cordero (1994). Primeras variedades cubanas de papa. **Cultivos tropicales**, 15(2): 74-79.
- 5- Kolasa, M. K. (1993). The Potato and Human Nutrition. **Amer. Pot. Jour.** 70: 375-384.
- 6- CUBA-MINAGRI. Normas técnicas para el cultivo de la papa. La Habana, Ministerio de la Agricultura. 126 p, 1990.
- 7- Hernández A et al. Segunda versión de la Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de suelos. MINAGRI, 1999.