

## Resultados del estudio de la tecnología mecanizada para la papa

### *Results of the study of a mechanized technology for potato production*

José García Lamas<sup>1</sup>, José A Martínez Cañizares<sup>2</sup>, Francisco González Guzmán<sup>3</sup>, Ing. Omar Vázquez Durañona<sup>3</sup>; Octavio López Sánchez<sup>1</sup>

**RESUMEN.** En el trabajo se brindan los resultados primarios de la investigación de la tecnología mecanizada para la producción de la papa (desde la preparación de suelo hasta la cosecha) en condiciones de producción de la Empresa de Cultivos Varios (ECV) de Artemisa. Para ello se propusieron dos tecnologías: la tecnología tradicional y la perspectiva basada en el uso de implementos de nueva generación que permiten eliminar algunas limitantes que afectan la productividad sostenida del cultivo (compactación, encostramiento, infiltración deficiente, etc.) y aumentar los rendimientos de uno de los principales cultivos agrícolas del país, y a su vez evaluar y transferir a las condiciones de nuestros agrosistemas esta tecnología con nuevos conceptos en todo el proceso de producción.

**Palabras clave:** compactación, mecanización, rendimiento.

**ABSTRACT.** The paper offers the primary results of the investigation of a mechanized technology for the production of potato (from soil preparation to harvesting) in the conditions of production of the Enterprise of Cultivation Several of Artemisa. Were proposed two technologies: the traditional and the perspective technology, this later based on the use of implements of new generation that allow to eliminate some limitations that affect the sustained productivity of the culture (compaction, crusting, unsatisfactory infiltration, etc.) and to increase the yields of one of the main agricultural cultures of our country, and in turn to evaluate and to transfer to the conditions of our agrosystems this technology with new concepts in the whole process of production.

**Keywords:** Compactations, mechanization, yield.

---

<sup>1</sup> Ing., Especialista, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola, Carretera de Fontanar, km 2½, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La

Habana, Cuba, Tel: (53) (7) 645-1731 y 645-1353 E-mail: [iagricdireccion@minag.cu](mailto:iagricdireccion@minag.cu)

<sup>2</sup> Ing., Investigador Agregado, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola.

<sup>3</sup> Ing., Investigador Auxiliar, Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola.

Recibido 25/10/10, aprobado 20/11/11, trabajo 09/11, investigación.

Nota: La mención de marcas comerciales de equipos, instrumentos o materiales específicos obedece a propósitos de identificación, no existiendo ningún compromiso promocional con relación a los mismos, ni por los autores ni por el editor

## INTRODUCCION

En Cuba uno de los principales cultivos es la papa, en el cual se invierten grandes cantidades de recursos para la compra de todos los insumos necesarios. La demanda de papa en el país es cada día mayor, es una de las bases principales de la canasta familiar cubana, del turismo y puede resultar un producto a ofertar por Cuba en los mercados internacionales (Brizuela *et al.*, 2006a). Actualmente existe un notable crecimiento del sistema de producción de papa, sin embargo no ha predominado un desarrollo paralelo de la mecanización. La ejecución de las labores se realiza de manera no óptima, con el uso de gran cantidad de mano de obra debido a que el parque de máquinas e implementos está totalmente depreciado y con baja disponibilidad técnica. Todo esto justifica la búsqueda de la mecanización en la ejecución de las labores fundamentales en la producción de papa con máquinas y aperos agrícolas de nueva generación que garanticen la realización eficiente de todas las labores teniendo presente el concepto de conservación del suelo (González, 2003a). Para esto es necesario el planteamiento de una tecnología que resulte viable en su ejecución con la utilización de nuevas máquinas e implementos que vayan paulatinamente sustituyendo las utilizadas hasta el momento y que resulten más productivas, económicas y ecológicas y por supuesto manteniendo la disciplina tecnológica.

El Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola en todos estos años ha trabajado intensamente en una línea de investigación para la producción de papa (*Proyección estratégica de la Maquinaria hasta el 2005*, 2000) En consecuencia actualmente continúa en el proceso de investigación de tecnologías mecanizada para este cultivo basadas en el uso de aperos que apliquen principios conservacionistas en su accionar con el suelo y contribuyan progresivamente con la sustitución de importaciones.

Este trabajo tiene como objetivo fundamental el brindar los resultados preliminares del proceso de investigación desarrollado durante la campaña de frío 2008-2009.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló durante la campaña de frío 2008-2009 en la ECV Artemisa de la Provincia La Habana, desarrollando la experiencia en la Unidad Básica de Producción Cooperativa (UBPC) Gregorio Kariaga de la finca Resolución 960 en el campo San León. La variedad de papa fue Col White.

Para el desarrollo de la investigación se propusieron dos variantes de tecnologías mecanizadas, la tradicional y la perspectiva (González, 2003b). La primera utiliza la línea de máquinas e implementos tradicionales, y la segunda tiene implementos novedosos como el multirado M- 50, el surcador-cultivador SUCU 4,2 evaluada por Brizuela *et al.* (2006b) y la sembradora PP-4 desarrollados por el IIMA La tecnología se evaluó en las áreas de la ECV de Artemisa, para lo cual se elaboró la metodología de trabajo confeccionada sobre la base de las Normas Cubanas y los Normativos del IIMA, NC 3447: (1982); NC 3449: (2003); NC ISO 5681: (2005); NC 3437: (1985); NC-3441: (2005); NC - 3452: (2005); *Manual de usos y mantenimientos de las plantadoras de papa automáticas F. SPEDO*, 2008).

La investigación estuvo dirigida a la determinación de los parámetros funcionales y de calidad de trabajo basados en los trabajos Brizuela *et al.* (2006c), González (2006) e *Informe de investigación del Surcador Fertilizador IIMA-Baldan* (2001) de la tecnología perspectiva teniendo como base de comparación la tradicional. Se utilizó para la experimentación un cuadrante del sistema de riego electrificado de 1,2 ha, seleccionándose dentro de esta, un área testigo y el área para el desarrollo de la investigación.

Para la toma de la información estadística en el campo se establecieron diferentes puntos de forma diagonal a este y los principales parámetros medidos en el mismo punto fueron la altura de cantero y la eliminación de malas hierbas, realizándose estas mediciones tanto antes como después de cada pase con los implementos empleados para las atenciones culturales: el surcador-cultivador IIMA y el cultivador de 5 rejas.

Para la ejecución del mismo en el campo se emplearon diversos materiales, entre los cuales se pueden mencionar los siguientes: lienzas (3,0 y

50,0 m), balizas, doble metro (monachita), regla métrica, etc.

Todos los datos obtenidos en las mediciones realizadas fueron debidamente anotados en modelos confeccionados al efecto. Estos datos experimentales fueron posteriormente procesados estadísticamente por el paquete profesional STATGRAPHICS PLUS, versión 5.1.

## **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

En la Tabla 1 se muestra la tecnología tradicional y perspectiva para la producción de papa.

En la Tabla 2 se muestran los resultados preliminares en la labor de preparación de suelo y cultivo para el cultivo de la papa con los implementos de nueva generación.

Se observa como resultado de la investigación que los implementos utilizados en la tecnología perspectiva resultan más productivos porque sus anchos de trabajo son mayores, generalmente son menos consumidores de combustible, además de que su principio de trabajo consiste en conservar el suelo.

La profundidad de trabajo que se alcanza con el uso de estos implementos es superior a los tradicionales para las diferentes labores; en la labor de surcado la altura de cantero obtenida es superior lo que se demuestra en el análisis estadístico realizado.

Los datos obtenidos de los experimentos realizados después del procesamiento estadístico, se obtiene que en los resúmenes estadísticos (Tablas 3 y 4) para cada una de las variables seleccionadas, incluye medidas de tendencia central, de variabilidad y de forma. De particular interés están la asimetría estandarizada y la curtosis estandarizada, las cuales pueden utilizarse para determinar si la muestra procede de una distribución normal. Valores de estos estadísticos

fuera del rango de  $-2\sigma+2$  indican una desviación significativa de la normalidad, que tendería a invalidar muchos de los procedimientos estadísticos aplicados habitualmente a estos datos.

Al analizar el trabajo efectuado por estas máquinas en la labor de acanterado, se observa que el cultivador de 5 rejas solo alcanza una altura promedio de 19 cm, mientras que el surcador-cultivador IIMA lo supera en 4,4 cm, logrando este una óptima altura de cantero para este tipo de labor y cultivo, además comparando la uniformidad de la labor, se aprecia que en el SC-IIMA la diferencia existente entre los valores máximos y mínimos, es sumamente inferior al del C-5R, lo cual demuestra una superior calidad y uniformidad en el trabajo realizado. También se aprecia en la varianza y en la desviación típica una gran medida de dispersión en torno a la media del C-5R respecto al SC-IIMA.

Por otro lado en el control de malezas, se obtuvo que el C-5R solo logra eliminar un 47,3% del enmalezamiento del campo, sin embargo el SC-IIMA realiza un control de malezas superior al 95%, dejando solo en la superficie del suelo un 4,4% de plantas indeseables, resultado que se considera adecuado según las exigencias agrotécnicas del cultivo.

La tabla 5 muestra los rendimientos alcanzados por ambas tecnologías durante el proceso de estudio el cual abarco un área experimental de la unidad productora. La investigación tuvo en cuenta las condiciones de suelo y humedad en el momento del experimento. El resultado obtenido empleando la variante perspectiva corrobora la factibilidad de uso de esta tecnología.

**TABLA 1. Tecnología tradicional y perspectiva para la producción de papa**

Labor	Composición del agregado			
	Tecnología propuesta		Tecnología tradicional	
	Implemento	Fuente energética	Implemento	Fuente energética
Chapea	CH-60H	Tractor 14 kN	CH-60H	Tractor 30 kN
Aplicación de herbicida	Asperjadora	Tractor 14 kN	Asperjadora	Tractor 30kN
Subsolar	Subsolador Bayamo-	Tractor 14 kN	Subsolador	Tractor 30 kN
Mine o riego agrícola	Máquina de riego	-	Máquina de riego	-
Roturación	Multiarado M-250	Tractor 14 kN	A-10000	Tractor 30 kN
Mullido	Tiller profundidad media	Tractor 14 kN	Grada 1500 kg	Tractor 30 kN
Alisado	Alisador	Tractor 14 kN	Nivelador Mateo	Tractor 14 kN
Cruce	MultiaradoM-250	Tractor 14 kN	A-10000	Tractor 30 kN
Mullido	Tiller flexible	Tractor 14 kN	Grada 965 kg	Tractor 14 kN
Aplicación de herbicida	Asperjadora	Tractor 14 kN	Asperjadora	Tractor 14 kN
Mullido	Tiller flexible	Tractor 14 kN	Grada 965 kg	Tractor 14 kN
Surcar-fertilizar	Cultivador fertilizador IIMA-Baldan	Tractor 14 kN	Surcador Habana	Tractor 14 kN
Siembra	Plantadora PAP-4	Milán-2	TR-4	Tractor 14 kN
Aplicación de confidor	Asperjadora	Tractor 14 kN	Asperjadora	Tractor 14 kN
Tape de semilla	Surcador cultivador SUCU 4,2	Tractor 14 kN	Cultivador 5 rejas	Tractor 14 kN
Estética	Multiarado M-250	Tractor 14 kN	Cultivador 5 rejas	Tractor 14 kN
Aplicación de herbicida	Asperjadora	Tractor 14 kN	Asperjadora	Tractor 14 kN
Cultivar	Surcador cultivador SUCU 4,2	Tractor 14 kN	Cultivador 5 rejas	Tractor 14 kN

Aporque	Surcador cultivador SUCU 4,2	Tractor 14 kN	Cultivador 5 rejas	Tractor 14 kN
Aplicación de herbicida	Asperjadora	Tractor 14 kN	Asperjadora	Tractor 14 kN
Reactivar surco	Surcador cultivador SUCU 4,2	Tractor 14 kN	Cultivador 5 rejas	Tractor 14 kN
Eliminar follaje (desfoliado)	Chapeadora CH-60	Tractor 14 kN	Chapeadora CH-60	Tractor 14 kN
Cosecha	Cosechadora Ariguanabo 70	Tractor 14 kN	Cosechadora Ariguanabo 70	Tractor 14 kN
Transporte de cosecha	Carreta	Tractor 14 kN	Carreta	Tractor 14 kN
Resaque	Cosechadora Ariguanabo 70	Tractor 14 kN	Cosechadora Ariguanabo 70	Tractor 14 kN
Transporte de cosecha	Carreta	Tractor 14kN	Cosechadora Ariguanabo 70	Tractor 14 kN

**TABLA 2. Evaluación comparativa de medios mecanizados para las labores de preparación de suelo y cultivo**

<b>Parámetros</b>	<b>U/M</b>	<b>SUCU</b>	<b>M-250</b>	<b>ADI-3</b>	<b>5 Rejas</b>
Profundidad de trabajo	de mm	250	250	200	180
Ancho de trabajo	mm	4200	2500	900	4200
Velocidad de trabajo	de km/h	4-7	4-7	4-7	4-7
Gasto combustible	de L/ha	10,1	19.1	25.3	8,9
Productividad	ha/h	1,26	1,2	0.15	1.34
Cantidad de pases	u	1	1	1	1
Altura del cantero	cm	23	25	-	19.0

**TABLA 3. Resumen estadístico del Cultivador de 5 rejas (C-5R)**

<b>Indicadores</b>	<b>Altura de cantero antes del pase</b>	<b>Altura de cantero después del pase</b>	<b>Cantidad de plantas antes del pase</b>	<b>Cantidad de plantas después del pase</b>
Frecuencia	20	20	20	20
Media	17,35	19,075	80,25	42,3
Varianza	2,3405	2,39882	278,408	208,642
Desviación típica	1,52987	1,54881	16,6856	14,4444
Mínimo	14,9	15,1	55,0	20,0
Máximo	20,3	23,0	120,0	78,0
Rango	5,4	7,9	65,0	58,0
Asimetría tipi.	0,0873732	-0,17916	0,821839	1,18128
Curtosis típicada	-0,567682	2,81009	0,0193458	0,464844

**TABLA 4. Resumen estadístico del Surcador Cultivador-IIMA (SC-IIMA)**

<b>Indicadores</b>	<b>Altura del surco antes del pase</b>	<b>Altura del surco después del pase</b>	<b>Cantidad de plantas antes del pase</b>	<b>Cantidad de plantas después del pase</b>
Frecuencia	20	20	20	20
Media	17,5	23,42	81,2	3,65
Varianza	4,10526	0,183026	177,642	4,23947
Desviación típica	2,02614	0,427816	13,3282	2,059
Mínimo	13,0	22,8	63,0	0,0
Máximo	21,0	24,2	114,0	7,0
Rango	8,0	1,4	51,0	7,0
Asimetría tipi.	-0,895315	0,256178	1,30958	-0,435009
Curtosis típicada	-0,17583	-0,956993	0,389317	-0,729603

**TABLA 5. Rendimientos obtenidos en las distintas variantes investigativas**

<b>Variantes</b>	<b>Área experimental sembrada ha)</b>	<b>Rendimientos obtenidos t/ha</b>
Tradicional	1,2	34,3
Perspectiva	1,2	41,0

**CONCLUSIONES**

La tecnología propuesta considera el uso de implementos desarrollados por el IIMA que posibilitan la elevación de la eficiencia de los procesos mecanizados del cultivo de la papa. En la labor de acanterado el Cultivador de 5 rejas solo alcanza una altura promedio de 19 cm, mientras el Surcador Cultivador-IIMA lo supera en 4,4 cm, además este último demuestra una superior calidad y uniformidad en el trabajo realizado.

En el control de malezas el Cultivador de 5 rejas solo logra eliminar un 47,3% del enmalezamiento del campo, sin embargo el Surcador Cultivador-IIMA realiza un control de malezas superior al 95%, resultado que se considera satisfactorio según las exigencias agrotécnicas del cultivo. Con el empleo de la tecnología propuesta se elevan los rendimientos del cultivo de la papa y se ahorra salario, portadores energéticos y otros insumos.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1. BRIZUELA, M; A. RÍOS; L. VILLARINO; J. A MARTÍNEZ y R. RAMOS: *Tecnologías para las producciones agrícolas en Cuba*, 148pp., Agrinfor, La Habana, Cuba, 2006a.
2. BRIZUELA, M.; F. GARCÍA; L. VILLARINO; L.M. HERRERA y J. GARCÍA: Evaluación de la calidad de trabajo del surcador-cultivador IIMA y el cultivador de 5 rejas, En: **XI Convención y Feria de las Industrias, Metalúrgica, Mecánicas y del Reciclaje METANICA 2006**, La Habana, Cuba, 2006b.
3. BRIZUELA, M.; F. GARCÍA; L. VILLARINO; L.M. HERRERA y J. GARCÍA: “Surcador-Cultivador IIMA, una nueva variante para las labores de cultivo”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 15(2): 24-28, 2006c.
4. *Control de lechosas y cebolletas en los cultivos agrícolas con la utilización del multiarado IIMA*, 10pp., Proyecto de Investigación, Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria (IIMA), La Habana, 2002.
5. GONZÁLEZ, F.: Definición de diferentes tecnologías mecanizadas para la siembra de la papa en una agricultura sostenible, 10pp., En: **Fórum de Ciencia y Técnica del IIMA**, La Habana, 2003a.
6. GONZÁLEZ, F.: *Informe de pruebas de la Plantadora de papas automática F. Speedo Modelo TPA 4*, La Habana 2003b.
7. GONZÁLEZ, F.: *Informe de pruebas de la plantadora automática Milán 2M*, La Habana, 2006.
8. *Informe de investigación del Surcador Fertilizador IIMA-Baldan*, Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria (IIMA), La Habana, 2001.
9. *Manual de usos y mantenimientos de las plantadoras de papa automáticas F. SPEDO*, Catalogo obtenido en el Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria (IIMA), La Habana, 2008.
10. NC 3447: *Metodología para la realización de las condiciones de prueba*. Vig.1982
11. NC 3449: *Metodología para la realización de las pruebas de máquinas e implementos agrícolas*, Vig. 2003.

12. NC ISO 5681: *máquinas agrícolas y forestales, equipamiento para la plantación. Plantadoras de papa. Métodos de ensayo*, Vig. 2005.
13. NC 3437: *Metodología para la evaluación tecnológico explotativa de las Máquinas Agrícolas*, Vig. 1985.
14. NC-3441: 2003. *Metodología para la realización del Peritaje Técnico*, Vig. 2005
15. NC -3452: 2003. *Metodología general de prueba para las Plantadoras y Trasplantadoras*, Vig. 2005
16. *Proyección estratégica de la Maquinaria hasta el 2005* Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria (IIMA), La Habana, 32 pp., La Habana, 2000.

**...sistemas integrales de ingeniería agrícola,  
nuestra contribución a la seguridad alimentaria...**



**IAgric**  
Instituto de Investigaciones  
de Ingeniería Agrícola

**desarrollamos  
y comercializamos**

- Elementos para Sistemas de Riego.
- Implementos y Equipos de Mecanización Agropecuaria.
- Asistencia Técnica especializada para la instalación, y explotación de tecnologías agrícolas.
- Servicios de ingeniería para el diseño de sistemas de riego y drenaje y equipos y máquinas agrícolas.
- Servicios de pruebas y validación de tecnologías agrícolas.
- Servicios de capacitación y entrenamiento especializados en los campos de la ingeniería agrícola.

**INFORMACIÓN:** Unidad de Producciones Tecnológicas y Comercial  
Avenida Camilo Cienfuegos y Calle 27 Arroyo Naranjo  
E-mail: comercial@iird. cu Teléfonos(537) 691 2533 / 691 2665