



COMPUTACIÓN Y MATEMÁTICA APLICADA
APPLIED COMPUTATION AND MATHEMATICS

Impacto de la aplicación de un software para la programación y control de los medios mecanizados en una unidad productora del municipio Güira de Melena

Impact of the use of software for programming and control of agricultural machines in a productive unit of the municipality of Güira de Melena

Damián Lora Cabrera¹; Pedro D. Sotto Batista²; Manuel Fernández Sánchez³; Noel Fuentes Ramírez⁴
y Mayra Wong Barreiro^{1,5}

RESUMEN. Este trabajo investigativo tiene como objetivo el estudio del impacto de la aplicación en una unidad productiva del software desarrollado por el IIMA en la programación y el control del trabajo de la maquinaria agrícola. El desarrollo agropecuario resulta imposible sin el empleo de la mecanización, pero para garantizar la máxima productividad durante la jornada, con una alta calidad y con el mínimo gastos de trabajo se deben establecer en el sistema productivo, métodos de organización que aseguren el correcto aprovechamiento de los medios, eleven la eficiencia productiva y además permitan su mejor explotación. El estudio se desarrolló en una unidad productora perteneciente al municipio Güira de Melena provincia La Habana. Para el análisis se tomaron en cuenta todas las planificaciones de la entidad durante el año 2007. Como resultado derivado del trabajo se puede concluir que: programan actividades por cultivos, sabiendo que por falta de recursos fundamentalmente, no podrán realizar; no utilizan el modelo establecido para la planificación de las actividades y al hacer recepción de las mismas, solo analizan el combustible. Dicho análisis es superficial pues no verifican el comportamiento de los índices de combustible por agregado y actividad. Partiendo del análisis grafo analítico, se comprobó que el porciento de errores en el cálculo manual fue superior comparado con la aplicación del sistema automatizado.

Palabras clave: mecanización, programación, control.

ABSTRACT. Mechanization is very important for the agricultural development and organizational measures must be taken to make a better use of machinery and to increase efficiency. The aim of this research is the study of the influence of a software used and developed by IIMA for programming and controlling the agricultural machinery work. The study was carried out in a productive unit located in Güira de Melena, Havana province. For this, every planning was considered during 2007 and results showed that: many activities for different crops are planned but they can not be performed, mainly due to lack of resources, this planning is not done in the established form and it only considers the fuel. For the fuel analysis, the actual behavior of fuel consumption indexes was not considered. From a graph analytical analysis, it was found that the error percent in manual calculation was higher compared to the use of automation system.

Keywords: mechanization, programming, control.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la producción agrícola es inconcebible sin el empleo de la técnica mecanizada, la cual asegura el lo-

gro de altas producciones sobre la base de la humanización del trabajo y el aumento de la productividad de este, pero su empleo debe ser eficiente sobre todo, cuando cada día los costos de operación de los equipos agrícolas son más altos.

Recibido 20/10/09, aprobado 12/11/10, trabajo 15/11, investigación.

¹ Ing., Inv. Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (IAgric) Carretera Fontanar, km 2½, Reparto Abel Santamaría, Boyeros, La Habana, Cuba, Teléfonos: (53-7) 45-3608, 45-1731, 451353; Fax: (53-7) 45-3608; E-[✉](mailto:damianlc@minag.cu): damianlc@minag.cu.

² Dr.C. Inv. Titular, Director del IAgric, La Habana, Cuba.

³ MSc., MSc. Ing. Investigador Auxiliar, IAgric, La Habana, Cuba.

⁴ MSc. CUJAE Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría (CUJAE), La Habana, Cuba.

⁵ Con la colaboración del Ing. José Suárez León, Ministerio de la Agricultura, Cuba.

Sólo mediante la organización racional de todos los medios agrícolas se alcanzará su sustentabilidad, requiriéndose para ello el estudio pormenorizado del parque, las tecnologías y los sistemas que se emplean para la organización. Para el parque de máquinas y tractores y de tracción animal, el problema se reduce al cumplimiento de las labores mecanizadas en el plazo establecido, con la máxima calidad y el mínimo de gastos; para lo cual se deben seleccionar adecuadamente los agregados, sus indicadores de trabajo y consumo, e incrementar al máximo la carga de trabajo.

El período de condiciones económicas especiales, favoreció el descontrol de la explotación del parque de máquinas y tractores y su planificación más correcta acorde con las condiciones concretas de explotación de las unidades agropecuarias de producción. La escasez de materiales para elaborar la documentación, el éxodo del personal calificado hacia otras esferas, la falta de recursos e insumos, los pocos controles y los cambios de las estructuras de producción, son entre otras las causas de estos problemas.

En la actualidad en todas las unidades productivas agropecuarias se realiza de uno u otro modo la planificación de la maquinaria y de los recursos necesarios, ya sea semanal, quincenal o mensual, a esta fase de este proceso se le denomina programación. Este proceso está estandarizado y cada cual lo realiza a su manera en las diversas formas de producción, considerando casi siempre como único aspecto el plan de producción y el consumo de combustible global por labores y no por agregados, además la independencia entre el análisis del cierre de ciclo de combustible y la programación, contribuye con el descontrol de su uso.

También se debe destacar que las empresas agropecuarias no poseen una base de cálculo eficaz que permita elevar la eficiencia en cuanto a la confección de la planificación, programación y control de los medios mecanizados, lo que unido a las dificultades de aseguramientos, mantenimientos y a la baja capacidad de los cuadros, trae como consecuencias una mala distribución de los recursos materiales y energéticos.

Tomando como premisa la problemática planteada, este trabajo tiene como objetivo fundamental dar a conocer el impacto de la aplicación de un software en la programación y control del trabajo de la maquinaria agrícola en una unidad productora del municipio Güira de Melena.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en la CPA "Niceto Pérez" del municipio Güira de Melena de la provincia La Habana. Para el desarrollo de este proceso investigativo se partió del estudio previo de todas las metodologías e informaciones relacionadas con esta temática y de los sistemas de planificación y control que en la actualidad se aplican en el MINAG:

- 1) Metodología para la programación periódica y control de los medios mecanizados (Sotto *et al.*, 2002) y
- 2) Manual de usuario del CEMaq (Sotto, 2002).

El trabajo de investigación se inició tomando como información primaria básica los niveles de actividad planificados para cada una de las labores en los diferentes cultivos, los índices de consumo de combustible por labor y agregado, los indicadores de productividad, la estructura del parque, etc., empleando para el procesamiento y análisis de esos datos el

software "CEMaq".

En la unidad productiva la programación se realiza mensualmente y el análisis de los diferentes indicadores (cultivo, actividad, equipo, implemento y consumo de combustible) se efectúa al final de cada mes. En este caso se tuvieron en cuenta las programaciones mensuales de la unidad productiva durante el año 2007 analizándose el cumplimiento de las actividades en cada mes y el comportamiento de los índices de consumo de combustible por labor y agregado; además se determinaron los cultivos y actividades mayores demandantes de portadores energéticos.

Características fundamentales del CEMaq. El CEMaq es un software diseñado para el análisis de la utilización de todos los medios mecanizados que poseen las empresas productivas, de su organización y explotación y el estudio y la adecuación de los índices e indicadores que se emplean en su programación a corto y mediano plazo, para de esta forma poder incidir en su mejor aprovechamiento.

Este programa se elaboró para uso de profesionales, investigadores, técnicos, especialistas y cualquier personal que labora en la planificación, el control y explotación técnica de los medios mecanizados (manuales, tracción animal o motorizado); para esto se requiere que el usuario tenga un conocimiento básico del Microsoft Excel, con lo cual se facilita el procesamiento de la información primaria y las maniobras que esto conlleve.

El CEMaq ofrece al usuario múltiples posibilidades, tales como: programación y control de la producción con medios mecanizados, el consumo de combustible, los índices de consumo por labor y agregados y el gasto de salario, etc. Además permite el análisis del comportamiento de la producción y de combustible por: cultivo, actividad, equipo y agregado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Estudio del parque de tractores. Para el análisis del sistema organizativo de la maquinaria de la CPA "Niceto Pérez" se partió en primera instancia de la realización del levantamiento general del parque de tractores (Figura 1), implementos y máquinas agrícolas de la entidad productora, cuyo resultado reflejó su estado técnico, grado de envejecimiento, potencia, disponibilidad técnica, etcétera.

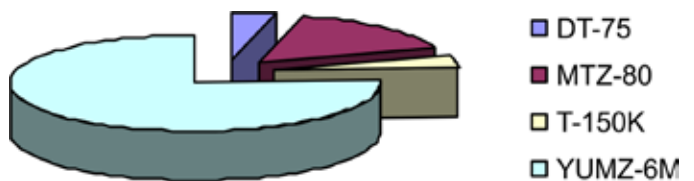


FIGURA 1. Distribución de los tractores por marcas.

Como se observa en la Figura 1 el mayor porcentaje de los equipos corresponden a los tractores YUMZ, siendo estos a su vez los de mayor incidencia en cuanto al elevado grado de envejecimiento de la unidad productora ya que la mayoría de ellos poseen más de 15 años de explotación.

A pesar del envejecimiento que presenta el parque, el 76% de ellos se encuentra activo (Figura 2), estando la mitad de los tractores inactivos paralizados por problemas del motor y de la transmisión fundamentalmente.

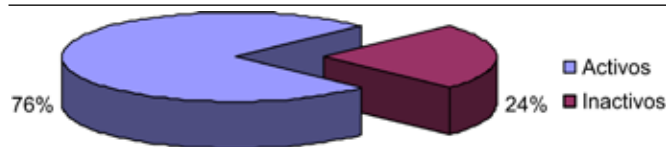


FIGURA 2. Incorporación del parque de tractores.

2. Análisis de los problemas en la programación de la unidad productora. Una de las grandes dificultades que presenta la CPA es en lo referente al proceso de programación periódica de la maquinaria y la tracción animal y el control posterior de su empleo. En la unidad productora la programación a mediano plazo se realiza mensualmente aunque se ejecuta de forma operativa una semanalmente haciéndose coincidir esta con el cierre de ciclo de combustible pero su utilización no está acorde con las necesidades de explotación de la maquinaria por cuanto carece de sistematicidad y la fiabilidad de la información primaria es en muchos casos poco confiable. A pesar de que la programación es un escalón de la planificación que ocurre en un intervalo menor de tiempo que el balance, persisten problemas en la planificación de un grupo de actividades por cultivos, que quizás sean necesarias, pero que conocen de antemano que en la práctica no podrán realizar por diversos motivos, fundamentalmente por falta de recursos. Todo esto evidencia que realizan la programación pensando más en pedir recursos, que en planificar según los

medios con que cuentan y de que realmente pueden disponer. También se puede mencionar como un problema detectado en el proceso de programación el descontrol de lo que realmente se realiza una vez vencido el mes planificado, es decir, se puede ciertamente señalar que no se lleva un control riguroso de los volúmenes de trabajo ejecutados por cada una de las labores planificadas por cultivo, ni se verifican tanto el indicador de productividad como los índices de consumo de combustible por labor y agregado; solo se hace un análisis en relación al combustible consumido con respecto al demandado. Además no utilizan el modelo establecido por el MINAG, ni emplean el sistema automatizado (CEMaq) desarrollado por el IIMA para la programación y control del trabajo de los medios mecanizados.

3. Utilización del software CEMaq para la programación y control de los medios mecanizados. El resultado de la programación correspondiente al consolidado del año 2007 muestra en sus tablas de salida como se cumplieron las actividades durante el periodo analizado. Al realizar el estudio detallado por cultivo (Tabla 1), se puede observar como el consumo real de combustibles por línea de equipo está en un 61,66% por debajo del plan, esto se debió en parte a la mala planificación de las actividades por cultivo y a la poca disponibilidad del combustible lo cual ocasionó incumplimientos en el plan productivo (Tabla 2).

TABLA 1. Resumen por cultivos

Cultivo	Combustible, L		
	Plan	Real	%
Ajo	640,00	248	38,75
Arroz	12 870,00	9 352	72,67
Boniato	43 178,64	28 766	66,62
Calabaza	3 104,08	4 667	150,35
Frijol	11 716,30	3 285	28,04
Frutales	4 950,40	1 566	31,63
Huerto	1 0576,50	280	2,65
Maíz	5 685,80	2 370	41,68
Malanga	28 757,35	15530	54,00
Melón	1 269,00	640	50,43
Ñame	2 477,80	0	0,00
Papa	93 904,53	15 936	16,97
Pepino	6 652,20	1 015	15,26
Plátano	71 480,80	26 485	37,05
Remolacha	570,00	735	128,95
Soya	5 242,90	443	8,45
Yuca	14 757,20	1 378	9,34
Zanahoria	302,50	455	150,41
Actividades de servicio	47 503,50	27 023	56,89
Total	365 639,50	140 174	38,34

Como la unidad productiva en el primer semestre del año no reflejaba en el modelo de programación el control del nivel de actividad ejecutado realmente, ni el combustible consumido por cada una de las labores realizadas y solo se empezó a trabajar a partir del segundo semestre en el llenado correcto de la información, los datos que se muestran en la Tabla 2 pertenecen al estudio realizado en el periodo que abarca los

meses de agosto a noviembre del 2007. De esta manera se logra realizar un análisis de la información con una mayor veracidad. Cuando se analiza el cumplimiento de la programación de trabajo y del consumo de combustible se observa como el nivel de actividad realizado comparado con el planificado en la mayoría de los casos no se cumple al 100%, siendo afectadas en mayor medida las labores de preparación de suelo

(rotura, grada pesada y ligera, cruce), las cuales son las que más demandan combustible en la producción; además de que en la tabla se muestran los problemas acuciantes en cuanto a la planificación que hemos ido comentando a lo largo de este trabajo. También se puede destacar el comportamiento del

porcentaje de cumplimiento del consumo de combustible con respecto al del volumen de trabajo reflejándose el grado de variación que existe entre ambos, lo cual indica en gran medida el deterioro en los índices de consumo de combustible.

TABLA 2. Resumen por labor

Labor	u.m.	V o l u m e n			C o m b u s t i b l e (L)		
		Plan	Real	%	Plan	Real	%
Grada pesada	cab	30,15	12,95	42,95	7831,00	3 287	41,97
Roturar	cab	24,15	11,69	48,41	11 109,00	5 302	47,73
Tiller	cab	1,30	3,10	238,46	338,00	518	153,25
Cosecha	h	1 272,00	965,00	75,86	5 166,00	3 935	76,17
Chapear	h	3,20	25,80	806,25	582,40	635	109,03
Fanguero	h	80,00	95,00	118,75	480,00	575	119,79
Fumigar	cab	107,30	111,80	104,19	5 189,26	4 758	91,69
Riego	cab	35,55	17,55	49,37	38 755,00	26 293	67,84
Abonar	cab	2,40	5,30	220,83	216,00	540	250,00
Aseguramiento	h	6 871,00	4 304,00	62,64	16 182,50	9 692	59,89
Cosecha	cab	7,90	9,690	122,66	1 708,00	2926	171,31
Cruce	cab	15,70	2,75	17,52	6 604,00	1155	17,49
Cuchilla	cab	4,40	8,20	186,36	456,00	840	184,21
Cultivo	cab	47,70	46,05	96,54	6513,96	6710	103,01
Chapear	cab	21,00	32,25	153,57	3022,35	5125	169,57
Estética	h	34,00	65,00	191,18	308	785	254,87
Fertilizar	cab	0,50	0,55	110,00	55	50	90,91
Grada ligera	cab	33,40	16,30	48,80	5002,12	2340	46,78
Partir	cab	4,10	1,48	36,10	556,6	230	41,32
Rayar	cab	2,60	9,02	346,92	306	1115	364,38
Resaque	cab	6,80	8,36	122,94	1371	1888	137,71
Retapar	cab	13,8	5,81	42,10	1871,2	677	36,18
Siembra	cab	13,8	4,75	34,42	2904,88	1060	36,49
Surcar	cab	9,00	8,20	91,11	1223	1105	90,35
Transporte	h	2432	2414	99,26	7296	7664	105,04
Estética	cab	40,00	0	0,00	240	0	0,00
Surcar-fertilizar	cab	8,10	0	0,00	1296	0	0,00
Abonar	h	40,00	0	0,00	120	0	0,00
Marcar riego	cab	5,80	2,91	50,17	522	355	68,01
Siembra	h	40,00	32,00	80,00	120	100	83,33
Zanjar	cab	1,30	1,20	92,31	273	310	113,55
Riego	h	461,00	580,00	125,81	2766	5819	210,38

En la Tabla 3 de salida, aunque no se puede realizar un estudio del comportamiento del índice de consumo de combustible por agregado, si se puede analizar en el de por labor. Como se observa las variaciones en la mayoría de las labores se encuentran en rangos más/menos 10 litros, lo cual puede resultar admisible, aunque deben de realizarse los estudios de cada uno de ellos para así poder ir corrigiéndolos en la medida de lo posible.

4. Impacto del empleo del software CEMaQ en la unidad productora. Para determinar el impacto del sistema automatizado en la CPA se realizó el análisis grafoanalítico de los datos primarios. Se obtuvo como resultado que el porcentaje de error para determinar el cálculo de la demanda de combustible mensual realizado de forma manual fue mayor del 5% si lo comparamos con el empleo del sistema automatizado, esto fue equivalente a una diferencia de 22 676 L de combustible en el periodo de la investigación (Tabla 4 y Figura 3).

TABLA 3. Índice de consumo por tipo de agregación

Labor	u.m.	Índice de consumo (L/um)		
		Plan	Real	Dif.
Abonar	cab	90,00	86,15	-3,85
Aporcar	cab	155,10	150,00	-5,10
Cosecha	cab	280,00	280,00	0,00
Cruce	cab	421,00	339,89	-81,11
Cultivo	cab	154,00	153,33	-0,67
Chapear	cab	130,00	128,33	-1,67
Estética	h	13,17	12,55	-0,62
Fangueo	cab	500,00	505,00	5,00
Fertilizar	cab	110,00	90,91	-19,09
Fumigar	cab	38,00	37,97	-0,03
Grada ligera	cab	145,00	144,86	-0,14
Grada pesada	cab	258,71	257,12	-1,59
Herbicida	cab	42,00	40,00	-2,00
Reactivar cantero	cab	126,00	130,00	4,00
Resaque	cab	180,00	180,00	0,00
Retapar	cab	120,00	120,00	0,00
Riego	cab	900,00	970,03	70,03
Rotura	cab	460,00	448,64	-11,36
Siembra	cab	225,00	215,71	-9,29
Siembra	h	3,00	3,13	0,13
Surcar	cab	135,00	135,91	0,91
Surcar-fertilizar	cab	160,00	155,00	-5,00
Tiller	cab	196,25	184,39	-11,86
Transporte	h	3,00	2,50	-0,50
Zanjear	h	6,00	6,43	0,43
Zanjear	cab	90,00	100,00	10,00

TABLA 4. Análisis de la demanda de combustible

MES	Forma de cálculo		Diferencia
	Manual	CEMaq	
Enero	52 614	52 505	-109
Febrero	58 036	46 023	-12 013
Marzo	46 434	42 497	-3 937
Abril	47 157	47 569	412
Mayo	42 688	42 705	17
Junio	28 712	27 700	-1 012
Julio	24 274	24 984	710
Agosto	26 351	27 642	1 291
Septiembre	26 508	24 207	-2 301
Octubre	34 890	35 206	316
Noviembre	49 370	43320	-6 050
Total	437 034	414 358	-22 676

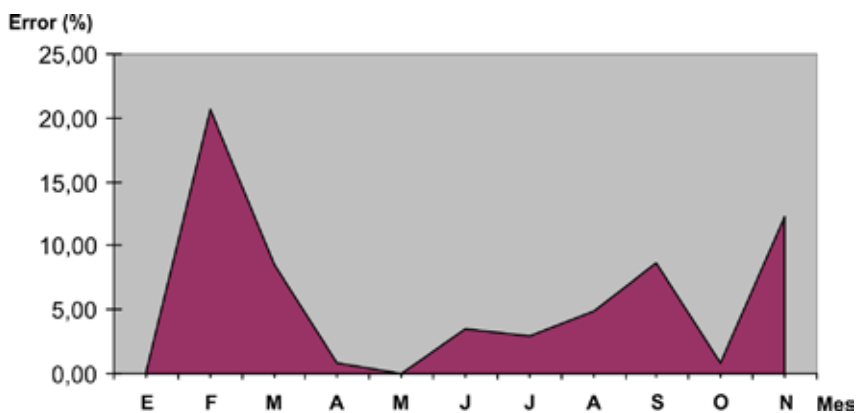


FIGURA 3. Tendencia del porcentaje de error en la determinación de la demanda de combustible efectuada manualmente en la entidad productora.

CONCLUSIONES

Sobre la base de los resultados alcanzados se llegaron a las siguientes conclusiones:

- En la unidad productora programan un grupo de actividades por cultivos, que quizás sean necesarias, pero que conocen desde el inicio que en la práctica no podrá realizar por diversos motivos, fundamentalmente por falta de recursos. Todo esto evidencia que realizan las programaciones mensuales pensando más en pedir recursos, que en planificar según los medios con que cuentan y de que realmente pueden disponer.
- No se hace la programación con el modelo indicado y al hacer recepción del mismo solo se analiza el combustible.
- El análisis del combustible se realiza de una forma somera,

es decir, sin hacer una verificación real del comportamiento de los índices de consumo de combustible por agregado y actividad.

- No incluyen en la programación mensual los volúmenes de trabajo que se realizan con la tracción animal.
- Otras ineficiencias que se pueden mencionar son: indicadores falseados, problemas con los cálculos, omisión de un grupo significativo de actividades en los cultivos menores, en los permanentes y de labores de servicio, entre otras.
- Se demostró a través del análisis grafoanalítico que con la utilización del sistema automatizado se incrementa la confiabilidad de los resultados, se humaniza el trabajo, disminuye el tiempo de procesamiento de la información y se ahorra gradualmente salario y combustible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GARCÍA DE LA FIGAL, A; C. IGLESIAS; D. DÍAZ y L. SHKILIOVA: "Desarrollo y perspectivas de la maquinaria agrícola en Cuba, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*", 8(1): 1-9, 1999.
- Maquinaria Agrícola. Programación y control de su explotación: CEMaq*: Colectivo de autores, 53pp., IIMA-MINAG, La Habana, Cuba, 2006.
- MINAGRI. Resolución No. 29. La Habana, Cuba, 1995.
- MINAGRI. Resolución No. 30. La Habana, Cuba, 1995.
- SANTIESTEBAN, K.: *Utilización del parque de máquinas en la UBPC "Fidel García Borrego" de la E.C.V Melena del Sur*, 73pp., **Trabajo de Diploma (en opción al título de Ingeniero Mecanicador)**, Universidad Agraria de La Habana, Cuba, 2005.
- SOTTO, P.: *Manual de usuario del CEMaq*, 10pp., IIMA, La Habana, 2003.
- SOTTO, P.: *Estudio de las tecnologías mecanizadas y los índices e indicadores que se utilizan en la maquinaria*, 14pp., Informe Etapa 02, IIMA, La Habana, Cuba, 2002.
- SOTTO, P; R. SALVA y F. Ojeda: *Metodología para la programación de la maquinaria y el control de su explotación*, 5pp., IIMA-MINAG, La Habana, 2002.



**CENTRO DE MECANIZACIÓN
AGROPECUARIA**

LABORATORIO DE OLEOHIDRÁULICA

**SERVICIOS
CIENTÍFICO-TÉCNICOS**

- **Descontaminación de aceites oleohidráulicos**
- **Fabricación de equipos portátiles de filtraje de aceites**
- **Recuperación (emboquillado) y fabricación de mangueras**
- **Diagnóstico y evaluación de circuitos oleohidráulicos y sus componentes**
- **Cursos y entrenamientos de posgrado**

Solicitudes de ofertas a:
Dr. Pedro A. Valdés Hernández
Centro de Mecanización Agropecuaria
Autopista Nacional y Carretera de Tapaste, km 23, San José de las Lajas, La Habana, Cuba. Apdo. 18-19
Tel.: (53)(47) 864346
E_mail: pvaldes@isch.edu.cu