

MODELO DE HOJA ELECTRONICA PARA EL PLANEAMIENTO DE OPERACIONES DE MECANIZACION AGRICOLA. II. RESULTADOS Y ANALISIS¹

FABIO R. LEIVA²

Resumen. El presente artículo describe diferentes formas de presentar los resultados del modelo de hoja electrónica, incluyendo recomendaciones para realizar análisis de sensibilidad. Se plantea la utilización de macros para automatizar operaciones de la hoja electrónica. El modelo propuesto ofrece información práctica sobre maquinaria, mano de obra y aspectos financieros, con bajo soporte de hardware y software.

Palabras claves. Administración de maquinaria agrícola, planeación de la mecanización, costos de maquinaria agrícola, modelos.

Abstract. This paper describes different ways in showing the results of the spreadsheet model, including recommendations to carry sensitivity analysis. Automating spreadsheet tasks by using macros is suggested. The model is able to supply practical data on aspects of machinery, labour and financial performance without requiring big hardware and software support.

INTRODUCCION

Para planificar las operaciones mecanizadas se deben conocer por anticipado las necesidades de maquinaria: qué equipos se necesitan y cuál es el número de horas-máquina requerido. Esto permite saber si el equipo que se tiene disponible es suficiente para realizar las labores oportunamente y así, progra-

mar la forma en la cual se desarrollarán dichas labores. La planificación exige, además conocer los costos asociados para cada cultivo y para toda la explotación, para efectuar las previsiones de índole financiero.

En la agricultura moderna, el administrador y el agricultor se enfrentan a una serie de alternativas, las cuales deben evaluarse en cuanto hace relación a aspectos técnicos, económicos y sociales. Por ejemplo se debe utilizar mano de obra o maquinaria para una determinada labor? Qué efecto económico y sobre el uso de la maquinaria representa cambiar el número de hectáreas de un cultivo o el cambio de un cultivo por otro? Qué sucede si se cambia la política de reemplazo de maquinaria (número de años de posesión de una máquina)? Qué efecto produce modificar la eficiencia de campo de la maquinaria?

Como instrumento de planificación, el modelo propuesto permite tener una información actualizada, predecir necesidades y realizar análisis de sensibilidad.

ANALISIS DE SENSIBILIDAD

Se refiere al cambio que se realiza en una o más variables, con el fin de evaluar su efecto. Barnard y Nix (1984) consideran el análisis de sensibilidad como un método para evaluar una situación en la cual existe considerable incertidumbre acerca de la validez de uno o más de los supuestos básicos. Gittinger (1983) plantea el hecho de que las proyecciones están sujetas a un elevado grado de incertidumbre con respecto a lo que haya de acontecer en la realidad, así considera el análisis de sensibilidad como la elaboración de un nuevo análisis para ver que sucede si los

¹ El presente artículo está basado en la tesis de grado realizada por el autor para optar al título de M. Sc. en Ingeniería Agrícola en Silsoe College. Algunas de las ideas expresadas fueron tomadas de Mr. Joe Morris, quien dirigió el trabajo de tesis.

² Profesor Asistente, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

acontecimientos difieren de las conjeturas hechas en el curso de la planificación.

Las hojas electrónicas más que sistemas de optimización son del tipo 'qué pasa si?' ('what if'), esto significa la posibilidad de evaluar el efecto del cambio de una o más variables (Leiva, 1990). En consecuencia, es posible evaluar el impacto de cambios hipotéticos en la explotación, obteniendo información práctica para una mejor toma de decisiones.

Para realizar análisis de sensibilidad se debe asegurar que el modelo trabaje como una totalidad. Esto implica que durante su construcción se establezca una articulación adecuada entre las diferentes partes y secciones, de tal manera que todos los puntos estén encajados apropiadamente. De esto depende en buena parte la posibilidad de obtener resultados confiables.

Para entender mejor este concepto se debe tener presente que una hoja electrónica es una matriz de filas y columnas, y que la intersección de esas filas y columnas forman las celdas. Dichas celdas pueden contener datos (números o texto) o fórmulas, y son referenciadas normalmente usando números y letras. En el modelo una variable aparece en diferentes partes de la hoja, sin embargo dicho valor siempre está referenciado con una misma celda, así al modificar el contenido de esa celda, todas las demás celdas concernidas con ese valor se actualizan automáticamente.

Una herramienta bastante útil para el análisis de sensibilidad es el uso de variables lógicas. Mediante este tipo de variables se consigue que el computador compare y sugiera soluciones al usuario. O sea que el computador, de acuerdo con unas condiciones fijadas por el programador, llega a "tomar decisiones".

FORMAS DE PRESENTAR LOS RESULTADOS

El modelo es en sí mismo un registro dinámico y sistematizado de la explotación, capaz de ofrecer información práctica en aspectos de maquinaria agrícola, mano de obra y comportamiento financiero, requiriendo

poco soporte de software y hardware. Dadas sus características puede ser actualizado fácilmente de acuerdo con los cambios que ocurran en la explotación.

Sección Información general de maquinaria agrícola. De acuerdo con la estructura del modelo esta sección es un inventario sistematizado de la maquinaria disponible, el cual suministra información de primera mano sobre las características generales de las diferentes máquinas, incluyendo aspectos de costos (Leiva, 1990). A partir de esta información y utilizando las herramientas de graficación de la hoja electrónica, se puede derivar una gráfica tipo pastel, para mostrar los diferentes ítems de costos de manera porcentual (ver Figura 1), para una máquina o para la totalidad del parque de maquinaria. Obsérvese en la figura, calculada para un tractor de 60 HP, en condiciones de Colombia, con un precio de compra de \$20.000.000, la importancia de los costos fijos, y entre esos el ítem de intereses. Generalmente, en países en desarrollo, el costo de oportunidad del capital es elevado, por lo cual el pago de intereses es una carga bastante alta para el agricultor. Este tipo de información resulta útil además para entidades gubernamentales, dado que una política hacia el fomento de la mecanización agrícola, seguramente deberá tener en cuenta la tasa de interés del crédito para adquisición de maquinaria. De otro lado, puesto que los costos fijos dependen del precio de compra de la máquina, dichos costos se reducirán en la medida en que se disminuya el precio de compra, por ejemplo, reduciendo impuestos de importación, impuesto a las ventas.

Sección Programación de uso de la maquinaria. En esta sección se calcula para cada cultivo el uso horario del equipo por operación (Leiva, 1990). A partir de esta información se puede construir un perfil de hora-máquina para cada cultivo o para toda la explotación (ver figura 2). Teniendo en cuenta que el número de horas maquinaria se encuentra estrechamente ligado con los requerimientos de mano de obra, es posible predecir el número de operarios requeridos.

Un perfil de mano de obra consiste en una figura en la cual el eje X representa pe-

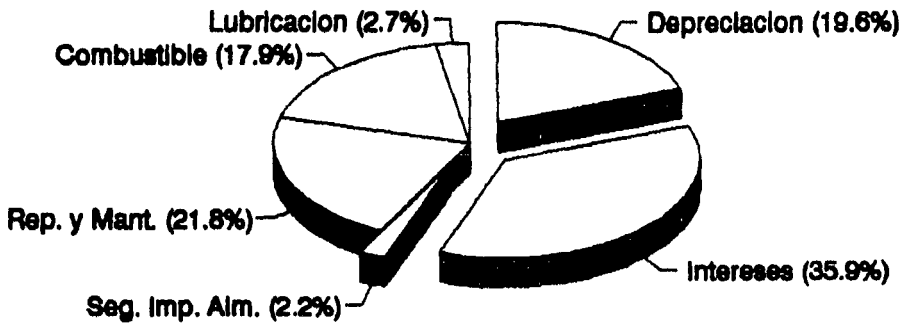


Figura 1. Items de costos para un tractor de 60 H.P. (no se incluye mano de obra).

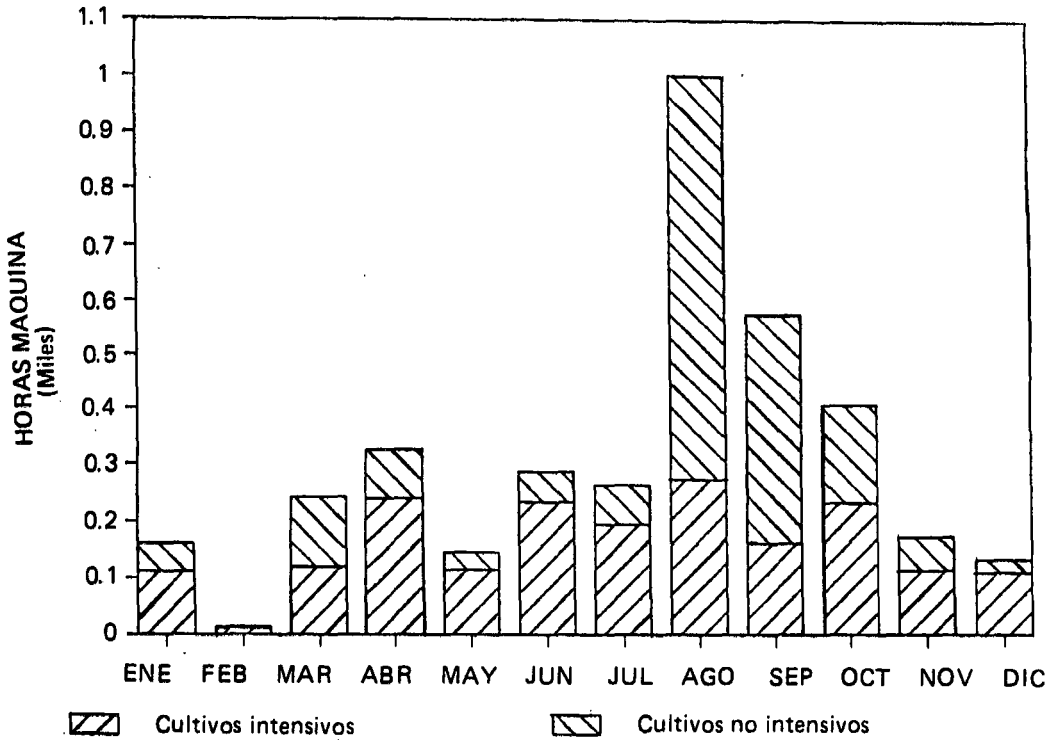


Figura 2. Perfil de horas-máquina para toda la explotación

ródos, comúnmente meses calendario, y el eje y representa el número de horas-hombre o de jornales requerido para los diferentes períodos. En cada mes se muestra el número de horas-hombre o jornales que corresponde a cada actividad. Líneas representando el número de horas que puede ser suministrado por un cierto grupo de operarios, pueden ser insertadas en el perfil para identificar picos de mano de obra, en los cuales se necesitan horas extras o trabajadores adicionales (ver

figura 3). El número de tractores requerido puede ser estimado de una manera similar.

Los perfiles mencionados permiten cuantificar épocas de alta utilización de maquinaria y mano de obra, así como épocas de poca utilización. Con esta información se plantean diferentes alternativas, por ejemplo, analizar la conveniencia de cambios en las fechas de realización de ciertas operaciones, buscando descongestionar los picos de alta utilización

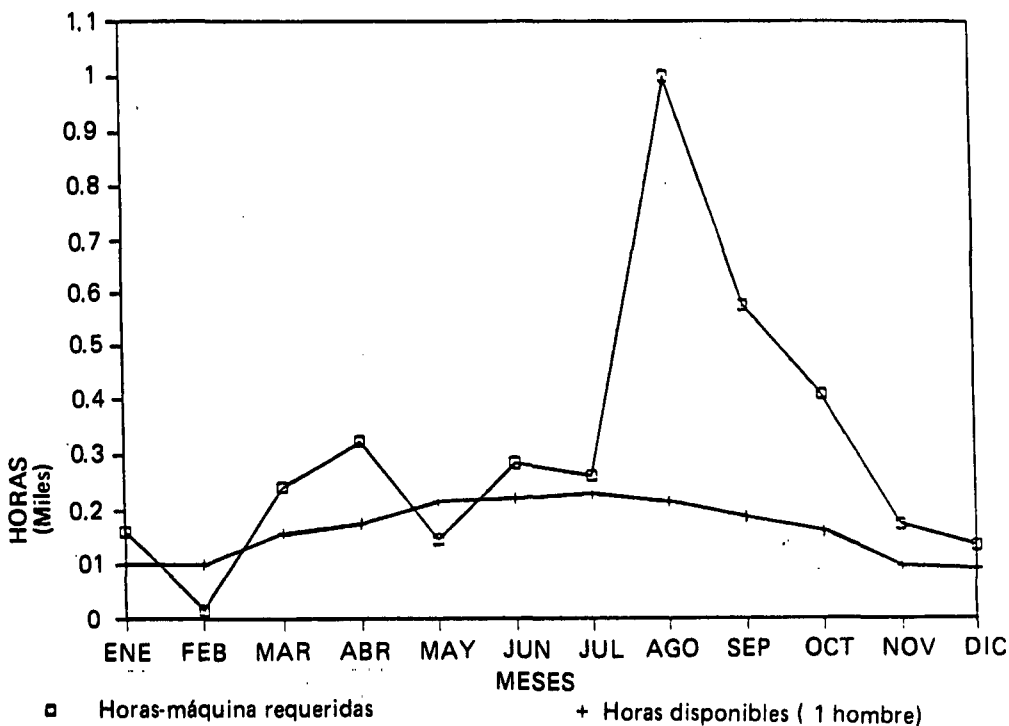


Figura 3. Perfil de mano de obra.

de maquinaria y de mano de obra, o bien prever la utilización de horas extras con personal permanente o mano de obra temporal. Además, tomar las previsiones del caso para que las máquinas estén en perfectas condiciones de operación en épocas pico.

En épocas de poca utilización de maquinaria se pueden programar períodos de vacaciones, actividades de mantenimiento o bien destinar el personal permanente a otras actividades.

En el estudio realizado en Inglaterra, Leiva (1989) encontró que las necesidades de mano de obra suministradas por el modelo (2 operarios permanentes de tiempo completo), eran inferiores a las requeridas en la explotación (3 operarios permanentes de tiempo completo), esto debido a que la eficiencia de campo utilizada consideró únicamente las pérdidas de tiempo en el campo en condiciones normales de operación, sin tener en cuenta otras pérdidas con la máquina, tales como los tiempos dedicados a la preparación, servicio diario y mantenimiento en el taller, los tiempos desde y hacia el campo y los tiempos entre campos. De acuerdo con lo

anterior se sugiere utilizar un factor de eficiencia para la mano de obra.

Sección Distribución mensual de costos:

Esta sección consiste de una tabla similar a la utilizada en la sección anterior, pero en este caso los valores corresponden a los costos mensuales de las operaciones en los diferentes cultivos (Leiva, 1990). A partir de esta información se puede obtener un perfil de costos (ver figura 4). La información resulta bastante valiosa para fines contables y para establecer costos totales de maquinaria agrícola y de mano de obra para los diferentes cultivos.

Con unas pequeñas modificaciones se puede obtener la porción de costos que corresponde a dinero en efectivo (pago de intereses, mano de obra, combustibles, lubricantes, etc.), para establecer un flujo de caja. Así el agricultor toma las provisiones del caso para los egresos en efectivo.

Obsérvese que en las Figuras 2, 3 y 4 se ha trabajado en una base mensual, sin embar-

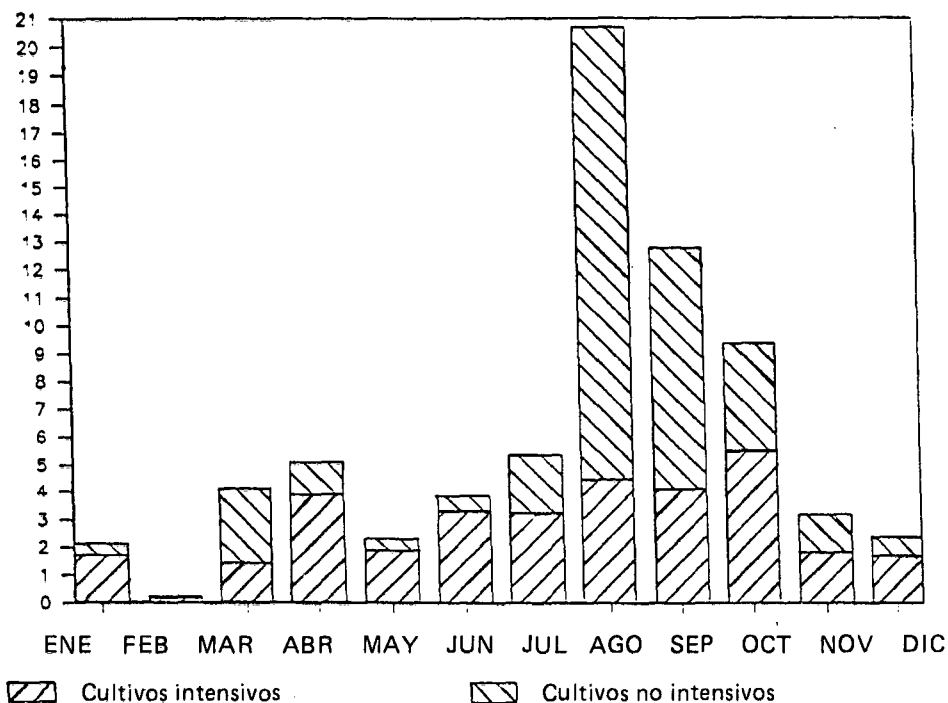


Figura 4. Perfil de costos (libras esterlinas) para toda la explotación.

go, dependiendo de las características de la explotación, puede ser conveniente fijar períodos más cortos o más largos. En períodos de bastante utilización de maquinaria, trabajar períodos de una semana o de 15 días, resultaría conveniente para obtener información más detallada.

AUTOMATIZACION DEL MODELO

Una de las utilidades de las hojas electrónicas es su capacidad para realizar tareas complejas o repetitivas con gran velocidad y precisión. Esto se obtiene mediante el uso de macros. Un macro es una serie ordenada de instrucciones compuesta de una secuencia de teclas y comandos, que ejecutan un procedimiento. Los macros ahorran tiempo y simplifican procedimientos.

En los diferentes paquetes software existe una serie de comandos macro que constituyen un lenguaje de programación, permitiendo el uso de rutina y subrutinas. Además, es posible combinar ejecuciones de macros, con entradas manuales, permitiendo interacción entre el usuario y el computador (modo interactivo).

Una hoja electrónica en la cual se hayan creado macros se hace más amigable ('frien-

dly'), facilitando su uso para personas no familiarizadas con el computador y/o con un determinado paquete.

En el modelo construido, Leiva (1989) creó un marco interactivo para realizar el análisis de sensibilidad. Durante la ejecución del macro, se solicitaba al usuario seleccionar entre diferentes alternativas, en relación al cambio que deseaba evaluar (cambio en áreas de cultivos, en eficiencia de campo, etc.). Una vez seleccionada una alternativa, el usuario debía introducir la cantidad en la cual deseaba modificarla. Al final, en una tabla se mostraban los resultados originales, el nuevo resultado y el porcentaje de variación.

Con el fin de recuperar la información original, se creó un segundo macro para restituir los valores iniciales.

En el mencionado trabajo se concluyó que a pesar de su sencillez, los macros son una herramienta poderosa especialmente para procesos repetitivos y/o complejos.

CONCLUSIONES

- La construcción del modelo toma tiempo y requiere cierta destreza, pero una vez

construido se tiene un registro dinámico con información actualizada y con capacidad para mostrar el efecto de cambios en la explotación de una manera rápida y confiable. Esto es posible con necesidades bajas de software y hardware.

- La automatización del modelo mediante el uso de macros, lo hace más poderoso y amigable para el usuario, incluso para personas poco familiarizadas con el computador.
- Se plantea la posibilidad de construir un modelo general para una región, de tal manera que el agricultor pueda introducir las modificaciones que considere oportunas según sus particularidades.
- El modelo es de gran ayuda para el agricultor en el planeamiento de aspectos

de mecanización agrícola, lo cual seguramente redundará en una mayor eficiencia y rentabilidad de la explotación.

LITERATURA CITADA

1. Barnard, C.S. y Nix, J.S 1984. Planteamiento y control agropecuarios. Ed. El Ateneo. 2a. Edición. Argentina.
2. Gittinger, J.P. 1983. Análisis económico de proyectos agrícolas. 2a. Edición. Banco Mundial Madrid.
3. Leiva, F.R. 1989. Simulation model for farm machinery planning using spreadsheets. M.Sc. tesis. Silsoe College, Bedfordshire.
4. Leiva, F.R. 1990. Modelo de hoja electrónica para el planeamiento de operaciones de mecanización agrícola. I. Descripción y construcción del modelo. Agronomía Colombiana. Vol. 7: 102-109. Bogotá.