



<https://eqrcode.co/a/HGEZqq>

PUNTOS DE VISTA

Metodología para la determinación del intervalo óptimo de reemplazo de un equipo agrícola

Methodology for Determining the Optimal Replacement Interval for an Agricultural Machine

Dr.C. Antonio Daquinta-Gradaille¹, MSc. Antonio Daquinta-De la Cruz
Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Ciego de Ávila, Cuba.

RESUMEN. La utilización de los equipos agrícolas en la producción de alimentos conduce a un costo total promedio de operación que lo componen los siguientes términos: inversión o valor de compra del equipo, costo de operación y mantenimiento; y obsolescencia económica. Establecer una política de reemplazo de los equipos agrícolas utilizado por una empresa agropecuaria es un proceso delicado y complejo, el momento en el cual es evidente la necesidad de reemplazo no se presenta de una manera precisa o definida, muchas veces puede conducir a decisiones incorrectas. Existe un punto de reemplazo óptimo entre las funciones de costos decrecientes y crecientes, la función de costo decreciente es la depreciación del equipo original y los efectos de los costos crecientes de operación y de mantenimiento pueden evaluarse según dos técnicas: tabulación u optimización clásica. El método de tabulación tiene dos grandes ventajas: es simple y permite el empleo de datos discontinuos. En el presente artículo se pretende explicar la metodología para aplicar el método de tabulación y de modelación matemática, sin considerar el efecto de la variación del valor del dinero con el tiempo como base en el análisis del Costo Total Promedio (CTP) estableciendo así las reglas de decisión para establecer el intervalo de reemplazo de los equipos agrícolas.

Palabras clave: Equipos Agrícolas, Ingeniería de Mantenimiento, Tabulación, Costo Total Promedio.

ABSTRACT. The use of agricultural equipment in food production leads to an average total cost of operation that is made up of the following items: investment or purchase value of the equipment, operation and maintenance cost; and economic obsolescence. Establishing a replacement policy for agricultural equipment used by an agricultural company is a delicate and complex process, the moment in which the need for replacement is evident if not showed in a precise or defined way it can often lead to incorrect decisions. There is an optimal replacement point between the decreasing and increasing cost functions, the decreasing cost function is the depreciation of the original equipment, and the effects of increasing operation and maintenance costs can be evaluated according to two techniques: tabulation or classical optimization. The tabulation method has two great advantages: it is simple and allows the use of discontinuous data. This article aims to explain the methodology to apply the method of tabulation and mathematical modeling, without considering the effect of the variation in the value of money over time as a basis in the analysis of the Average Total Cost (ATC), thus establishing the rules decision to establish the replacement interval of agricultural equipment.

Keywords: Maintenance Engineering, Tabulation, Average Total Cost.

INTRODUCCIÓN

Durante un prolongado período de explotación el equipo agrícola se deteriora y es inevitable la decisión respecto a la necesidad de su reemplazo (Daquinta, 2008; Ospina y Hernández, 2011; Paneque et al., 2018). Esta necesidad puede ser ocasio-

nada por una pérdida de eficiencia que conduce a un deterioro económico. En este caso, el momento en el cual es evidente la necesidad de reemplazo no se presenta de una manera precisa o definida. Existe un punto de reemplazo óptimo entre las fun-

¹ Autor para correspondencia: Antonio Daquinta-Gradaille, e-mail: adaquinta@unica.cu, daquintagradaille@gmail.com

Recibido: 17/12/2019.

Aprobado: 22/02/2021.

ciones de costo crecientes y decrecientes. La función de costo decreciente es la depreciación del equipo original, esto es, la distribución del costo de la inversión durante un mayor período de tiempo da lugar a un mayor costo promedio. Esto favorece la decisión de no reemplazar. Por el contrario, la función de costo creciente es la disminución de la eficiencia a causa del tiempo de servicio o del desgaste. Esto favorece la decisión de reemplazar anticipadamente, para disminuir los costos de operación y mantenimiento. El costo mínimo se obtiene sumando ambos términos y determinando el costo mínimo total (Kaufmann, 1975; Shamblin y Stevens, 1988; Minag, 2017).

La disminución de la efectividad económica en la utilización del equipo, puede ser ocasionada por muchos factores considerados indirectamente o combinados. Los más comunes son: costo creciente de mantenimiento, costo creciente de operación y por obsolescencia técnica y/o económica.

Los dos primeros factores, operación y mantenimiento, se consideran generalmente en el mismo grupo, ya que este es un resultado normal del deterioro debido al tiempo y al uso. Estos son los factores más fáciles de considerar, ya que generalmente, pueden estimarse con un grado razonable de exactitud. La existencia de una obsolescencia técnica o económica está bien establecida; pero es difícil de estimar, especialmente para períodos de tiempo relativamente cortos. Por esta razón, este factor se considera muchas veces como un caso aparte (Thierauf y Crosse, 1974; Kaufmann, 1975; Voronov, 1980; Miller y Freund, 1984; Shamblin y Stevens, 1988; Collado y Calderón, 1998a, 1998b; Lieberman, 2005; Hernández, 2011; Alonso *et al.*, 2014; Daquinta, 2019).

DESARROLLO DEL TEMA

Los efectos de los costos crecientes de operación y de mantenimiento pueden evaluarse según dos técnicas: tabulación u optimización clásica. El método de tabulación tiene dos grandes ventajas: es simple y permite el empleo de datos discontinuos. A continuación, se considera un ejemplo de evaluación a partir de la tabulación.

Ejemplo de aplicación

Los tractores de una empresa agropecuaria tienen costos crecientes mientras se mantienen en servicio, a causa del aumento de los costos directos de explotación (combustibles y lubricantes) y del incremento de los costos directos de mantenimiento y reparación. Suponiendo que el costo inicial de un equipo agrícola es de \$ 35 000,00 y el valor de reventa disminuye con el paso del tiempo hasta alcanzar un valor constante de \$ 3 000,00. Esta cifra puede considerarse como valor de chatarra. El problema consiste en determinar el tiempo apropiado de servicio antes de que los equipos agrícolas deban ser reemplazados. En este tiempo no se considera la variación del valor del dinero con el tiempo; esto es, se supone que los intereses son iguales a cero.

En la Tabla 1 se presentan los datos de costos. Si se supone que la tasa de interés es cero, se puede hacer la comparación sobre la base del costo promedio. Resultando ser el reemplazo cada 5 años de explotación, donde se alcanza el Costo Total Promedio (CTP) más bajo de \$ 23 620,00 pesos.

TABLA 1. Análisis tabulado de los costos, con interés igual a cero

Años de servicios (1)	Valor de reventa (2)	Costo de inversión inicial menos reventa (3)	Costo anual de operación y mantenimiento (4)	Suma de los costos de operación y mantenimiento (5)	Costo promedio de inversión por año (6) = (3/1)	Costo promedio de operación y mantenimiento por año (7) = (5/1)	Costo promedio total anual (6+7)
1	20 000	15 000	15 000	15 000	15 000	15 000	30 000
2	15 000	20 000	16 200	31 200	10 000	15 600	25 600
3	10 000	25 000	17 500	48 700	8 333	16 233	24 566
4	8 000	27 000	18 900	67 600	6 750	16 900	23 650
5	5 000	30 000	20 500	88 100	6 000	17 620	23 620
6	3 000	32 000	22 200	110 300	5 333	18 333	23 666
7	3 000	32 000	24 500	134 800	4 571	19 257	23 828
8	3 000	32 000	26 000	160 800	4 000	20 100	24 100
9	3 000	32 000	28 500	189 300	3 555	21 033	24 588
10	3 000	32 000	30 000	219 300	3 200	21 930	25 130

Si se considera el efecto de la variación del valor del dinero con el tiempo, el análisis debe tener como base un Costo Anual Equivalente (CAE). Para lograr esto, primero deben convertirse todos los valores a una base de valor Si se considera el efecto de la variación del valor del dinero con el tiempo, el análisis debe tener como base un Costo Anual Equivalente (CAE). Para lograr esto, primero deben convertirse todos los valores a una base de valor presente. Entonces estos valores se acumulan según lo indicado en la Tabla 1, pero se determina

un costo anual equivalente para “n” años de servicio en lugar de un promedio estrictamente aritmético, lo cual no es objeto de análisis en este artículo.

El método de tabulación también puede formularse como un modelo matemático y optimizarse por este medio. Exponemos el caso cuando el interés es igual a cero. El costo promedio de inversión es el costo de la inversión capital dividido por el número de período de servicio o año de operación o explotación.

$$CPI = \frac{I - T_n}{n}$$

donde:

T_n- valor de reventa (chatarra) al terminar el n-ésimo período.
n- número de períodos de servicio o año de explotación.

El costo promedio de operación y mantenimiento (CPOM) es la cantidad acumulada gastada en operación y mantenimiento, dividida por el número de período de servicio o años de explotación.

$$CPOM = \frac{\sum_{i=1}^n (CO_i + CM_i)}{n}$$

donde:

CO_i- costo de operación en i-ésimo período;

CM_i- costo de mantenimiento en i-ésimo período.

Por tanto, el costo total promedio CTP_n, para n períodos es

la suma de estos dos componentes.

Si I - T_n se suponen monótonamente decrecientes y $\sum_{i=1}^n (CO_i + CM_i)$ se supone monótonamente creciente, puede deducirse un medio para comprobar un valor óptimo de n. Además, se pueden establecer las reglas de decisión para el reemplazo de un equipo agrícola. Teniendo en cuenta estas suposiciones, habrá tanto un valor n que de lugar a CTP mínimo. Sea este costo CTP_n; por tanto, CTP_{n-1} > CTP_n < CTP_{n+1}. Según esto, pueden establecerse las dos desigualdades.

$$CTP_{n-1} - CTP_n > 0$$

$$CTP_{n+1} - CTP_n > 0$$

Esto significa que, si el CTP_n es realmente un mínimo, cualquier otro valor del CTP debe ser mayor o igual.

A partir de estas desigualdades puede deducirse una regla básica de decisión:

$$CTP_n = \frac{1}{n} \left[I - T_n + \sum_{i=1}^n (CO_i + CM_i) \right]$$

Para el período n+1 queda expresada por:

$$CTP_{n+1} = \frac{1}{n+1} \left[I - T_{n+1} + \sum_{i=1}^{n+1} (CO_i + CM_i) \right]$$

Los términos se reagrupan para dejar la expresión en los mismos términos del n-ésimo período.

$$\begin{aligned} CTP_{n+1} &= \frac{1}{n+1} \left[I - T_n + T_n - T_{n+1} + \sum_{i=1}^n (CO_i + CM_i) + CO_{n+1} + CM_{n+1} \right] \\ &= \frac{n}{n+1} \frac{I - T_n + \sum_{i=1}^n (CO_i + CM_i)}{n} + \frac{1}{n+1} (T_n - T_{n+1} + CO_{n+1} + CM_{n+1}) \\ &= \frac{n}{n+1} CTP_n + \frac{1}{n+1} (T_n - T_{n+1} + CO_{n+1} + CM_{n+1}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} CTP_{n+1} - CTP_n &= \frac{n}{n+1} CTP_n - CTP_n + \frac{1}{n+1} (T_n - T_{n+1} + CO_{n+1} + CM_{n+1}) \\ &= CTP_n \frac{-1}{n+1} + \frac{1}{n+1} (T_n - T_{n+1} + CO_{n+1} + CM_{n+1}) \end{aligned}$$

Puesto que $CTP_{n+1} > CTP_n$, entonces $CTP_{n+1} - CTP_n > 0$

$$-CTP_n \frac{1}{n+1} + \frac{1}{n+1} (T_n - T_{n+1} + CO_{n+1} + CM_{n+1}) > 0$$

ambos lados se multiplican por n + 1

$$-CTP_n + T_n - T_{n+1} + CO_{n+1} + CM_{n+1} > 0$$

$$CTP_n < T_n - T_{n+1} + CO_{n+1} + CM_{n+1}$$

Lo anterior constituye la **primera regla de decisión** si la disminución del valor de reventa (T_n - T_{n+1}) en el segundo período más el costo de operación y mantenimiento (CO_{n+1} + CM_{n+1}) es mayor que el CTP_n, es económico reemplazar.

Daquinta y Daquinta.: Metodología para la determinación del intervalo óptimo de reemplazo de un equipo agrícola

Para obtener la segunda regla de decisión, se escriben las expresiones CTP_{n-1} y CTP_n .

$$CTP_{n-1} = \frac{1}{n-1} \left[I - T_{n-1} + \sum_{i=1}^{n-1} (CO_i + CM_i) \right]$$

$$CTP_n = \frac{1}{n} \left[I - T_n + \sum_{i=1}^n (CO_i + CM_i) \right]$$

$$= \frac{1}{n} \left[I - T_{n-1} + T_{n-1} - T_n + \sum_{i=1}^{n-1} (CO_i + CM_i) + (CO_n + CM_n) \right]$$

$$= \frac{1}{n} [CTP_{n-1}(n-1) - T_n - T_{n-1} + CO_n + CM_n]$$

$$CTP_n - CTP_{n-1} = CTP_{n-1} \left(\frac{n-1}{n} - 1 \right) + \frac{(T_{n-1} - T_n + CO_n + CM_n)}{n}$$

$$= CTP_{n-1} \frac{n-1}{n} + \frac{(T_{n-1} - T_n + CO_n + CM_n)}{n} = \frac{-CTP_{n-1} + T_{n-1} - T_n + CO_n + CM_n}{n}$$

□

Puesto que $CTP_n < CTP_{n-1}$, entonces $CTP_n - CTP_{n-1} < 0$

por consiguiente $\frac{-CTP_{n-1} + T_{n-1} - T_n + CO_n + CM_n}{n} < 0$

□

$$CTP_{n-1} > T_{n-1} - T_n + CO_n + CM_n$$

De lo anterior se deduce la **segunda regla de decisión**: si la disminución del valor de reventa más el costo de operación y mantenimiento, en el siguiente período, es menor que el CTP presente, no es económico reemplazar.

Se observa que al aplicar la regla 1 al quinto año de explotación del tractor reflejado en la Tabla 1, la disminución del valor reventa más el costo de operación y mantenimiento es $(3\ 500,00 - 3\ 000,00) + 31\ 500,00 = 32\ 000,00$. Este valor es mayor que el costo promedio total en los 5 períodos; por tanto, siguiendo la regla de decisión 1 esto significa que es conveniente reemplazar al finalizar el quinto año de explotación.

Aplicando la regla 2, la disminución del valor de la inversión más el costo de operación y mantenimiento en el período 5, $(8\ 000,00 - 5000,00) + 18\ 900,00 = 21\ 900,00$; es menor que el CTP_5 (\$ 23 600,00); de manera que según la regla de decisión 2 esto significa no reemplazar al final del período n-1, o sea, al final del cuarto año de explotación.

Análisis mediante la utilización de funciones continuas

Si las funciones de costos crecientes y decrecientes se suponen continuas el problema se puede optimizar de acuerdo a los métodos normales de cálculo. Esta técnica es especialmente aplicable en los problemas que consideran predicciones futuras ya que el método de análisis discreto requiere datos que pueden ser disponibles sólo por estimación. Cuando las predicciones de los gastos futuros se pueden aproximar a una función continua, es posible optimizar la ecuación del costo total tomando la derivada con respecto a la variable de decisión y hallando el

valor de la variable de decisión que minimice el costo promedio total. Es conveniente suponer que la variable de decisión puede ser cuadrática o de orden menor. Esto garantiza que la función del costo puede ser unimodal.

Generalmente esta técnica tiene mayor aplicación en los problemas en los cuales puede ignorarse la variación del valor del dinero con el tiempo, o sea, suponiendo que la tasa de interés es igual a cero. Como se indicó anteriormente, esta suposición permite una discusión que generalmente no involucra un error grande en el costo, y la complejidad matemática disminuye considerablemente.

Para ilustrar este método de análisis, se considera la siguiente formulación sencilla del problema.

$$CTP = \frac{I}{n} + \frac{n-1}{2} (O + M) + C_o + CM$$

donde:

CTP- costo total promedio, \$/año;

I- costo de la inversión del equipo, \$;

n- vida de servicio o período entre reemplazos, años;

O- tasa de aumento del costo de operaciones por año, \$/año;

M- tasa de aumento del costo de mantenimiento por año, \$/año;

C_o - costo de operación en el primer año de servicio, \$;

CM- costo de mantenimiento en el primer año de servicio, \$.

Esto supone que el costo promedio de inversión disminuye según la función hiperbólica I/n y que el costo de operación y mantenimiento aumenta linealmente con respecto al tiempo. Para minimizar esta función, se deriva con respecto a n, se iguala a cero, y se despeja el valor de n, lo que da lugar al costo promedio mínimo.

$$\frac{d(CTP)}{d_n} = \frac{I}{n^2} + \frac{C_o + CM}{2} = 0$$

$$n^2 = \frac{2I}{C_o + CM}$$

$$n_o = \sqrt{\frac{2I}{C_o + CM}}$$

El costo inicial de operación y mantenimiento para el primer año no aparece en la expresión 10 (n_o vida óptima de servicio) ya que estos son valores constantes y existen independientemente del valor de la variable de decisión n .

El mínimo costo total promedio CTP se obtiene sustituyendo la función 10 en la ecuación original del CTP.

$$CTP_o = \frac{I}{\sqrt{\frac{2I}{C_o + CM}}} + \frac{1}{2} \left[\sqrt{\frac{2I}{C_o + CM}} - 1 \right] (CM + C_o) + CM + C_o$$

$$CTP_o = \sqrt{2I \cdot (C_o + CM)} - \frac{C_o + CM}{2} + CM + C_o$$

No siempre se justifica la suposición de que el costo de operación y de mantenimiento aumenta linealmente. En este caso, se sugiere un método diferente de formulación y análisis. Este método estima la función que representa el costo promedio de operación y mantenimiento, y supone además que este costo es un producto directo del costo en el primer año y n^k lo cual queda expresado a través de la expresión siguiente:

$$CTP = \frac{I}{n} + (C_o + CM)n^k$$

Los términos son los indicados anteriormente; el coeficiente k se selecciona para permitir el mayor ajuste del costo estimado de operación y mantenimiento. La principal ventaja de este modelo es la posibilidad de las técnicas de análisis de sensibilidad. Puesto que el término que expresa el costo promedio de operación y mantenimiento es diferente del formulado anteriormente, también puede ajustarse mejor a los datos estimados. La vida óptima de servicio n_o nuevamente se determina por los procedimientos típicos de cálculo quedando expresada a través de la ecuación siguiente:

$$\frac{d(CTP)}{d_n} = -\frac{I}{n^2} + K(C_o + CM)n^{k-1} = 0$$

$$n_o = \sqrt[k+1]{\frac{I}{K(C_o + CM)}}$$

La Figura 1 ilustra los efectos del coeficiente k . Los valores de $k > 1$ se utilizan para representar los costos de operación o de mantenimiento, que aumentan con el tiempo con una tasa creciente; los valores de $k < 1$ representan los costos que aumentan con el tiempo con una tasa decreciente. Esto depende de las propiedades del equipo y las condiciones de explotación. El incremento de k tiene el efecto de disminuir la vida óptima

de servicio n_o . Se observa que si se selecciona $b = 0,5$ y $k = 1$, este modelo más general, es idéntico al caso anterior donde el costo de operación y mantenimiento aumenta con una tasa lineal. El término restado se utiliza de manera que el incremento no pueda aplicarse al año 1.

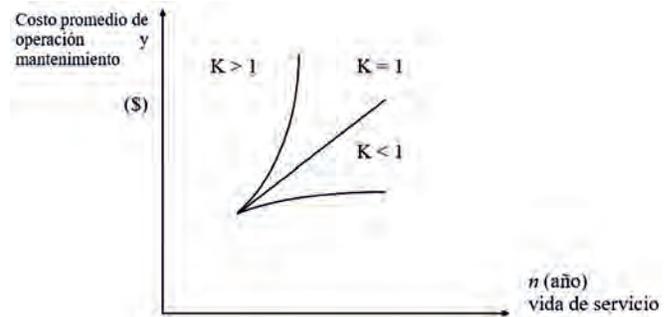


FIGURA 1. Efecto del valor de k en los costos de operación y mantenimiento.

CONCLUSIONES

- Tomar la decisión del reemplazo de un equipo agrícola, con frecuencia tiene incertidumbre asociadas a la variación inherente de las fuentes de información o por la inconsistencia de los datos económicos y técnicos del equipo durante su ciclo de vida.
- La determinación del intervalo óptimo de reemplazo de un equipo agrícola se puede establecer a partir de la determinación del Costo Total Promedio (CTP) para tasa de interés igual a cero o mediante el Costo Equivalente Anual (CEA) considerando un porcentaje de interés el cual desvía la decisión hacia una mayor vida de servicio del equipo agrícola.
- La decisión oportuna para reemplazar un equipo agrícola debe tomarse cuando la sumatoria de los costos de opera-

Daquinta y Daquinta.: Metodología para la determinación del intervalo óptimo de reemplazo de un equipo agrícola

ción, de mantenimiento y de obsolescencia económica del siguiente periodo sean mayor que el valor del Costo Total Promedio (CTP), o sea, no es económico reemplazar si

la sumatoria de los Costos de operación, mantenimiento y obsolescencia es menor que el valor presente del Costo Total Promedio (CTP).

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ALONSO, B.A.R.; VALDÉS, F.; PILAR, M.: "Servicio logístico al cliente en empresas de servicios: procedimiento para su diseño", *Economía y Desarrollo*, 152(2): 184-192, 2014, ISSN: 0252-8584.
- COLLADO, M.M.; CALDERÓN, R.E.: "La rentabilidad del uso de la maquinaria agrícola en México: Tractores, Arados y Rastras", En: *el Evento Internacional de Mecanización. MECA'98, 10*, Ed. Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Ciego de Ávila, Cuba, p. 10, 1998a.
- COLLADO, M.M.; CALDERÓN, R.E.: "La rentabilidad del uso de las trilladoras en México", En: *Evento Internacional de Mecanización. MECA'98*, Ed. Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Ciego de Ávila, Cuba, p. 10, 1998b.
- DAQUINTA, G.L.A.: *Mantenimiento y Reparación de la maquinaria agrícola*, Editorial Félix Varela, La Habana, Cuba, 2008, ISBN: 978-959-07-0889-3.
- DAQUINTA, G.L.A.: "Orígenes académicos de la Ingeniería Agrícola en La América", En: *IX Edición de la Convención Científica Internacional sobre Desarrollo Agropecuario y Sostenibilidad "AGROCENTRO 2019"*, 23 al 30 de junio de 2019, Villa Clara, Cuba., 2019.
- HERNÁNDEZ, J.E.: "La ingeniería agrícola en el mundo", *Ingeniería e Investigación*, 19: 4-13, 2011.
- KAUFMANN, A.: *Métodos y Modelos de la Investigación de operaciones*, Editorial Pueblo y Educación, cuarta edición ed., La Habana, Cuba, 1975.
- LIEBERMAN, G.J.: *Introducción a la Investigación de Operaciones*, Editorial Félix Varela, vol. II, vols. 14, La Habana, Cuba, 2005.
- MILLER, I.; FREUND, J.E.: *Probabilidad y Estadística para Ingeniero*, Editorial Reverté Mexicana SA, México D. F., 1984.
- MINAG: *BOLETIN No 3. Actualización técnica y registral de tractores, cosechadoras autopropulsadas, implementos, máquinas agrícolas y otros agregados*, Inst. Ministerio de la Agricultura, La Habana, Cuba, 2017.
- OSPINA, J.E.; HERNÁNDEZ, J.E.: "La Ingeniería Agrícola: profesión básica en el desarrollo agroindustrial del país", *Ingeniería e Investigación*, 19: 4-13, 2011.
- PANEQUE, R.P.; LÓPEZ, C.G.; MAYANS, C.P.; MUÑOZ, G.F.; GAYTÁN, R.J.G.; ROMANTCHIK, K.E.: *Fundamentos Teóricos y Análisis de Máquinas Agrícolas*, Ed. Universidad Autónoma Chapingo, vol. 1, Chapingo, Texcoco, México, 456 p., 2018, ISBN: 978-607-12-0532-2.
- SHAMBLIN, J.F.; STEVENS, G.T.: *Investigación de operaciones un enfoque fundamental*, Editorial McGraw-Hill, México D. F., 1988, ISBN: 968-451-284-8.
- THIERAUF, R.J.; CROSSE, R.A.: *Toma de decisiones por medio de investigación de operaciones*, Editorial Limusa, México D. F., 1974.
- VORONOV, A.A.: *La investigación de operaciones y las tareas de dirección*, Editorial de Ciencias Sociales, La Habana, Cuba, 1980.

Antonio Daquinta-Gradaille, Profesor Titular, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Carretera a Morón, km 9. Teléfonos: (33266113-52110320. Ciego de Ávila, Cuba, e-mail:

adaquinta@unica.cudaquintagradaille@gmail.com)

Antonio Daquinta-De la Cruz, Profesor, Universidad de Ciego de Ávila Máximo Gómez Báez, Carretera a Morón, km 9. Teléfonos: (33266113-52110320. Ciego de Ávila, Cuba, e-mail: adaquinta@unica.cu

Los autores de este trabajo declaran no presentar conflicto de intereses.

Este artículo se encuentra sujeto a la Licencia de Reconocimiento-NoComercial de Creative Commons 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

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.

