

**TÍTULO:** Metodología para evaluar el impacto de la maquinaria agrícola sobre los recursos naturales del medio ambiente.

**TITLE:** Methodology to evaluate the impact of the agricultural machinery on the natural resources of the environment.

**AUTORES:**

Lic. Norge Díaz Rodríguez. Profesor asistente adjunto\*

Dr.C Julio Nolberto Pérez Guerrero. Profesor auxiliar \*\*

**PAÍS:** Cuba

**RESUMEN:**

Se realizó una propuesta de metodología para evaluar el impacto que ejerce la maquinaria agrícola sobre algunos de los recursos naturales del medio ambiente. Durante su explotación la maquinaria agrícola, como unidad energética para el trabajo agrícola, produce un conjunto de impactos negativos sobre el medio en tres direcciones fundamentales: **suelo, aire, y agua**. A pesar de existir conciencia sobre este problema, no se disponen de herramientas apropiadas para hacer una evaluación certera de la magnitud de estos impactos, lo cual no es una simple tarea.

**PALABRAS CLAVES:** SUELO, AGUA, AIRE, MAQUINARIA AGRÍCOLA, EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL (EIA), RECURSOS NATURALES, METODOLOGÍA.

**ABSTRACT:**

Here is a proposal of methodology to evaluate the impact of the agricultural machinery on some of the natural resources of the environment. During their exploitation, the agricultural machinery, as energy unit for the agricultural work, produces a group of negative impacts in the environment in three fundamental aspects: soil, air, water. In spite of existing conscience on this problem, we don't have appropriate tools to make a good evaluation of the magnitude of these impacts, which is not a simple task.

**KEY WORDS:** SOIL, WATER, AIR, AGRICULTURAL MACHINERY, EVALUATION OF THE ENVIRONMENTAL IMPACT (EIA), NATURAL RESOURCES, METHODOLOGY

**INTRODUCCIÓN**

El deterioro acelerado y creciente del medio ambiente es, hoy día, posiblemente el peligro a largo plazo más grave que enfrenta toda la especie humana en su conjunto, y muy en particular el aún llamado Tercer Mundo.

Junto con el riesgo todavía presente de la destrucción nuclear, se trata de la peor amenaza que tiene planteada ante si toda la Humanidad. En los países

subdesarrollados, es uno de los factores que agrava con más fuerza las condiciones de vida de cientos de millones de personas en el Tercer Mundo (Ortega et al, 1997).

Los recursos naturales constituyen una de las condiciones indispensables en la producción de bienes materiales. Sin ellos el hombre no puede desarrollar las actividades productivas y de servicios ni satisfacer sus necesidades vitales.

Entre los Recursos Naturales más utilizados actualmente por el hombre se encuentran los minerales, los bosques, las aguas, los suelos y los animales. El desarrollo económico y social alcanzado por la Humanidad está muy relacionado con el aprovechamiento y explotación de estos recursos naturales y una de esas vías es el desarrollo de la agricultura que cumple una función importante: la de alimentar a la población. Si se acepta esta verdad, entonces hay que reconocer también el derecho del sector agrícola a gozar de prioridad en la ordenación de la economía nacional, y reconocer la actividad a desempeñar por el agricultor en la sociedad. Para este siglo es necesario aumentar las producciones agrícolas para satisfacer las necesidades alimenticias de la población. Este aumento ha estado vinculado con los cambios tecnológicos incluyendo la introducción y aplicación de mayores niveles de mecanización agrícola.

La mecanización agrícola es la tecnología más viable y fácil de reconocer en las zonas rurales de los países en desarrollo. La problemática no se refiere a la necesidad de la mecanización como contribución al desarrollo agrícola o rural sino el nivel de mecanización apropiado para las condiciones de cada país. La maquinaria agrícola, es la que se utiliza para labrar la tierra, plantar, cultivar y recolectar la cosecha. Desde la antigüedad, cuando las civilizaciones comenzaron a cultivar plantas, el ser humano ha empleado herramientas que le facilitaban las labores agrícolas.

La mecanización compleja de la producción necesita una base científica-material que es precisamente el sistema de máquina y medios de transporte que, enlazados por la tecnología y rendimiento, garantizan la mecanización integral de todas las operaciones de producción. La mecanización incluye la fabricación, distribución y funcionamiento de todo tipo de herramientas, aperos, máquinas y equipos para la explotación de las tierras agrícolas, la producción agrícola y la recolección de las producciones utilizándose tres fuentes principales de energía: humana, animal y mecanizada.

La relación entre la mecanización agrícola y los recursos naturales debemos de verla como un sistema integrado, donde la máquina interactúa con cada recurso y a la vez entre sí los recursos, donde la contaminación de uno afecta al otro, como se muestra en la siguiente figura 1.

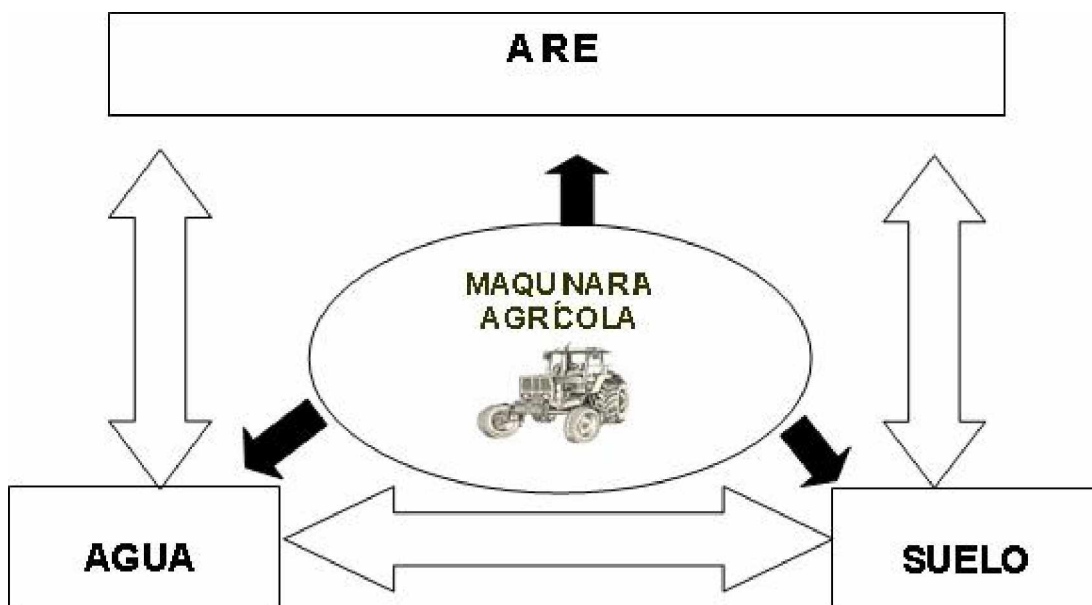


Figura 1: Relación maquinaria agrícola y los recursos naturales.

Los efectos de la mecanización sobre el medio ambiente no siempre han sido buenos, pero los daños ambientales pueden reducirse si se selecciona y usa mejor la maquinaria. La maquinaria como unidad energética para el trabajo agrícola, produce un impacto negativo sobre el entorno ambiental sobre los suelos, las aguas y la atmósfera. (Hunt, 1991).

Para el desarrollo de este trabajo se realizó una profunda y exhaustiva revisión bibliográfica donde se pudo determinar según los criterios de Moorehouse, Cotton, Hugh Bennett, Edward Faulkner, Barrons, Fitzgerald, y Hernández, que existen preocupaciones por el daño que ejerce la maquinaria agrícola sobre los recursos naturales, además comprobándose que existe falta de material bibliográfico donde demuestren los resultados de diferentes parámetros, ni el grado con exactitud de su impacto.

El nivel de impacto de la maquinaria sobre el medio depende de varios factores, diseño de la máquina, fabricación y su explotación, etc. En el proceso de explotación ejerce impactos tales como: la degradación del suelo, contaminación de las aguas y la contaminación de la atmósfera. Dado que es el hombre quien diseña, fabrica y explota la máquina, juega un papel decisivo en este escenario y su preparación técnica y profesional en materia de mecanización y recursos naturales son de sumo interés.

## MATERIALES Y METODOS.

En la investigación se utilizan métodos tanto empíricos como teóricos. En las entrevistas, se realizaron conversaciones con diferentes personalidades claves,

los que por sus características pudieron aportar información relevante para la investigación.

La observación fue desarrollada con la participación directa, en las acciones vinculadas con los recursos naturales y el uso de la maquinaria agrícola. Los criterios de expertos se realizaron con especialistas e investigadores del Ministerio de la Agricultura y el Ministerio de Ciencia tecnología y Medio Ambiente ( CITMA) en materias técnicas y medioambiental. En los métodos teóricos se pudo aplicar el análisis y síntesis en el procesamiento de la información e interpretación de los resultados obtenidos, el histórico y lógico para el análisis y determinación de los antecedentes, caracterización y conceptualización del objeto.

Partiendo de los elementos teóricos planteados anteriormente y la problemática de la influencia de la maquinaria agrícola sobre los recursos naturales hemos diseñado un modelo con un carácter cíclico e integral con enfoque sistémico, declarado por diez etapas de trabajo, desarrollándose en cada una de ellas un conjunto de tareas o actividades como se muestra en la figura 2. Como base conceptual que sustenta el modelo se ha escogido las propuestas metodológicas para la evaluación de impactos ambientales negativos en sistemas de explotación agrícola (ESIA), de los siguientes autores: Aguila, Iglesias,y Lloret por las siguientes razones:

- Por ser los únicos modelo de los estudiados que hace referencia a la **ESIA**.
- Tienen componentes fundamentales entre los que se encuentran: caracterización del área de estudio, principales agentes contaminantes y su procedencia, plan de manejo ambiental y el plan de monitoreo y seguimiento

## RESULTADOS DEL TRABAJO

### **Propuesta metodológica para evaluar el impacto de la maquinaria agrícola sobre el medio ambiente.**

En Cuba, el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) es el encargado de llevar a cabo la gestión ambiental, a través de una E estrategia Ambiental Nacional aplicando correctamente 11 instrumentos del Sistema de Gestión Ambiental(SGA). Uno de esos instrumentos es la evaluación del impacto ambiental (EIA) siendo una herramienta de planificación, ordenamiento y toma de decisiones de las acciones del hombre y/o la naturaleza para preservar o mantener una oferta de bienes naturales para el desarrollo sostenible de la sociedad. Por lo que proponemos este modelo que sirva de guía para evaluar el impacto de la maquinaria agrícola sobre los recursos naturales (agua, suelo, aire).



Fig 2: Metodología para evaluar el impacto de la maquinaria agrícola sobre los recursos naturales.

A continuación pasamos a explicar el contenido de las etapas con una aproximación teórica a una estrategia.

### **1- Descripción de las normas de afectación establecidas en dependencia de los recursos naturales (suelo, agua, aire).**

Se debe tener en cuenta las principales tendencias teóricas en cuanto a exigencias de la política ambiental nacional e internacional, sistema de gestión ambiental, estrategia ambiental nacional.

Se consultará algunos documentos bibliográficos donde se pueda valorar algunos indicadores establecidos según los caracteres de los recursos naturales).

#### **Suelo:**

##### **Caracteres físicos químicos de los suelos.**

Constantes físicas fundamentales

- Límite superior de la plasticidad.
- Elevación capilar.
- Densidad aparente.
- Porosidad total

Equilibrio ácido básico

- La evaluación del PH
- Nitrógeno:
- Potasio:
- Azufre:

Aspectos relacionados con el uso y manejo de los suelos

- Erosión.
- Drenaje.
- La profundidad efectiva.
- Humedad.
- Estructura.
- Textura.
- Topografía.
- Pedregosidad y jocosidad.
- Compactación.

#### **Agua**

- Sales solubles totales (ppm).
- Aniones y cationes (carbonatos, bicarbonatos, cloruros odio, potasio, magnesio).
- PH.

## **2- Precisión del tipo de estudio a realizar.**

Se definirá el tipo de investigación a realizar, es decir, si el estudio se realizará del impacto que ejerce una determinada maquinaria agrícola en ese momento establecido o si se realizará una investigación teniendo en cuenta los efectos que han ocasionado por el transcurso del tiempo la utilización de las maquinarias agrícolas en un periodo de tiempo.

## **3- Caracterización de área de estudio.**

Consiste en una descripción detallada del lugar donde se evaluará el impacto de la maquinaria agrícola sobre los recursos naturales (realización de un diagnóstico ambiental).

Se caracterizará el sistema productivo teniendo en cuenta: historial del campo o área, situación climática de la zona, régimen hídrico y sistemas de riego utilizados, principales cultivos anteriormente sembrados y propósito, topografía, vegetación, principales actividades agrícolas que se desarrollan y que equipos utilizan y cómo las realizan, análisis de las principales tradiciones, creencias y prácticas agrícolas, situación económica de la unidad productiva.

En esta etapa se debe establecer las relaciones entre las causas y los problemas actuales existentes en el área objeto de estudio. Los resultados obtenidos serán recopilados y procesados adecuadamente para obtener la confiabilidad y validez total. En este proceso se utilizarán diferentes técnicas, instrumentos y métodos de investigación con la participación de diferentes actores internos y externos que permita facilitar la agilidad de la investigación.

## **4- Caracterización técnica de la máquina e implemento agrícola.**

- Tipo de máquina o implemento (marca, modelo).
- Peso del equipo (Kg).
- Tren de rodaje (tipo, área de apoyo).
- Velocidad de traslación del equipo(m/s),
- Estado técnico de la máquina e implemento, principales deficiencias.
- Nivel de conocimiento del operario en cuanto a: principio de funcionamiento del equipo, implemento o máquina agrícola (B\_ R\_ M\_), actividad agrícola a desarrollar, actividad agrícolas desarrolladas (rotura,cruce,grada,labores de cultivo, labores de cosechas).
- Cantidad de labores desarrolladas (5, 4, 3, 2,1).
- Tiempo entre una labor y otra (días).
- Calidad de regulación del implemento (B\_ R\_ M\_).
- Profundidad de utilización del implemento o máquina agrícola.(cm).

## **5- Determinación de los indicadores para evaluar el impacto de la maquinaria agrícola sobre los recursos naturales (suelo, agua, aire).**

### **Suelo.**

#### ***Caracteres físicos químicos de los suelos.***

##### Constantes físicas fundamentales

- Límite superior de la plasticidad.
- Elevación capilar.
- Densidad aparente.
- Porosidad total.

##### Equilibrio ácido básico

- PH
- Nitrógeno
- Fósforo
- Potasio

#### **Aspectos relacionados con el uso y manejo de los suelos**

- Tipo de suelo.
- Erosión.
- Drenaje.
- La profundidad efectiva.
- Humedad.
- Estructura.
- Textura.
- Topografía.
- Pedregosidad y jocosidad.
- Compactación.

### **Aire**

- Cantidad de CO<sub>2</sub> emitido (t).
- Ruidos (decibeles).

### **Agua**

- Sales solubles totales (ppm ).
- Aniones y cationes (carbonatos, bicarbonatos, cloruros odio, potasio, magnesio) .
- PH.

## **6- Análisis y procesamiento de los resultados obtenidos.**

A través de la información obtenida en la etapa anterior es posible ubicar los impactos y el grado de afectación de los recursos naturales. Se utilizarán



programas estadísticos para el análisis e interpretación de los resultados, facilitando la formulación de alternativas y recomendaciones de atenuación o mitigación.

## **7- Comparación de los resultados obtenidos con las normas establecidas.**

Se realizará un proceso de comparación entre los resultados obtenidos a través del proceso de investigación y evaluación con los establecidos por las normas regidas, para así poder determinar con claridad y disponer con exactitud el grado de afectación de los recursos naturales ocasionado por la utilización de la maquinaria agrícola.

## **8 Desarrollo de un plan de medidas de manejo ambiental para contrarrestar los efectos negativos ocasionado por la maquinaria agrícola sobre los recursos naturales.**

En esta etapa se establecen y concretan el plan de medidas para la conservación ambiental de los recursos naturales, destacando que estas medidas se deben realizar por orden de prioridad en dependencia de la problemática a enfrentar.

A partir de los resultados obtenidos se puede diseñar un sistema de programas tales como: programas preventivos, programas mitigación y programas recuperativos.

Para prevenir las ocurrencias de afectaciones a los recursos naturales con el uso de la maquinaria agrícola se pueden desarrollar diferentes medidas tales como:

- Desarrollar una cultura agroecológica y de manejo ambiental a todas las personas involucradas directa o indirectamente en la actividad.
- Elaborar sistemas de procedimientos que permitan ejecutar correctamente las labores agrícolas con la utilización adecuada de la maquinaria e implementos en cuanto a: actividades de preparación del suelo, actividades culturales, cosechas y post cosechas.
- Realización de las labores agrícolas teniendo en cuenta la humedad del suelo para evitar su compactación.
- Evitar la sobreexplotación de los recursos suelo y agua a través de la utilización de técnicas y medidas agroecológicas que permitan su aprovechamiento óptimo y racional.
- Establecer la diversificación de los cultivos a través del proceso de rotación encaminado a restablecer el equilibrio del medioambiente y disminuir el riesgo social y económico de la actividad.
- Desarrollar acciones de capacitación en dependencia de las necesidades de los implicados y de las problemáticas detectadas.
- Evitar el desarrollo de actividades que faciliten el deterioro o contaminación del suelo, agua o atmósfera.
- Realizar las actividades agrícolas teniendo en cuenta la topografía del terreno

- Disminuir la utilización de arados que permitan la inversión del prisma del suelo.
- Evitar salideros de combustibles y lubricantes de la maquinaria agrícola para evitar la contaminación del suelo y el agua.
- Regular correctamente las máquinas e implementos agrícolas.
- Estimular y motivar a los agricultores al proceso de conservación del medio ambiente.

## **9- Plan de monitoreo y seguimiento**

El plan de monitoreo y seguimiento debe incluir.

Elaborar un plan de revisión y control de todas aquellas actividades agrícolas, tomando como referencias las planeadas en el plan de manejo y las reflejadas en la estrategia nacional ambiental, cumpliendo además los requisitos de las normas ISO 9000,1400,1401).

Ejecutar sistemas de auditorias ambientales en la siembra de algunos cultivos específicos que demanda la aplicación de varias tecnologías.

## **10- Participación de actores**

En todo el desarrollo de las fases se recomienda la participación de diferentes actores (obreros, productores, dirigentes, técnicos, cooperativistas y vecinos del área) de diferentes sectores, que puedan brindar información, experiencias, datos y anécdotas acerca del campo de investigación.

## **CONCLUSIONES**

- La metodología propuesta para evaluar el impacto de la maquinaria agrícola sobre los recursos naturales declara diez etapas ordenadas lógicamente, con la explicación detallada de los fundamentos teóricos.
- El enfoque de sistema es importante para la evaluación del impacto de la maquinaria agrícola sobre el medio ambiente, ya que existen recursos naturales interrelacionados, facilitando el impacto de uno sobre el otro.
- El plan de manejo ambiental se debe realizar organizadamente y por orden de prioridad, en dependencia de las necesidades objetivas de la unidad de producción. Las actividades deben ser monitoreadas sistemáticamente.

## **RECOMENDACIONES:**

- Incorporar esta metodología al sistema de evaluación ambiental y que sea divulgada como una vía para disminuir el deterioro que hoy sufre el medio ambiente.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Águila Alcántara, Edith. Contribución al desarrollo de una metodología para la Evaluación de Impacto Ambiental en proyectos agropecuarios. La Habana: Pueblo y Educación, 2000. 139 p.
2. Álvarez Carreño, SM . El Régimen jurídico de la depuración de aguas residuales urbanas. La Habana: Mundiprensa, 2002. 180 p.
3. Calidad y contaminación de aguas / J.C. Cerón, M.J y Moreno. México; Universidad de Huelva, 1996. 220 h.
4. Dickinson, J .Informe sobre los recursos naturales para la agricultura y la alimentación en América Latina y el Caribe, FAO, 1986.130 p. ( Estudios de la FAO, Medio Ambiente y Energía no 8).
5. Franzluebbbers, A.J. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. **Soil & Tillage Research** . 66: 95-106, 2002.
6. Hunt, D. Maquinaria agrícola. rendimiento económico, costo, operaciones, potencia y selección de equipos. México: LIMUSA, 1991.451 p.
7. Los Problemas ambientales y la evaluación de impacto ambiental / J.M. Domingo... [et al] . México; Universidad de Huelva, 2003. 190 h (Materiales para la docencia).
8. Manual de gestión del medio ambiente / Ortega...[et al ].Madrid: Mapere, 1997. 343 p.
9. Rodríguez Leyva, Alberto. Metodología de cálculo y factores que afectan el coeficiente de fricción externa en los pares tribológicos de la maquinaria agrícola. **Ciencias Holguín** , 2001., 13(1) mar. [seriada en línea] <http://www.ciencias.holguin.cu/2007/Marzo/articulos/ARTI2.htm> [consultado: 17 mayo. 2007].

## DATOS DE LOS AUTORES

### Nombre:

Lic. Norge Díaz Rodríguez. Profesor asistente adjunto\*  
Dr.C Julio Nolberto Pérez Guerrero. Profesor auxiliar \*\*

### Correo:

[granos@holguin.inf.cu](mailto:granos@holguin.inf.cu)  
[julion@facing.uho.edu.cu](mailto:julion@facing.uho.edu.cu)

### Centro de trabajo:

\*Unidad de Extensión, Investigación y Capacitación Agropecuarias de Holguín.  
UEICA-H. La División, Velasco, Holguín, teléfono 864363.

\*\* Universidad de Holguín "Oscar Lucero Moya". Facultad de Ingeniería  
Mecánica. Ave XX Aniversario, gaveta postal 57, código postal 80100, teléfono  
481662.