

DISEÑO DE UNA METODOLOGIA PARA LA EVALUACION AMBIENTAL DE LOS SISTEMAS AGRICOLAS

*María Ligia Herrera L. **

*Alejandro Jaramillo A. ***

COMPENDIO

Con los conceptos y principios de las metodologías de evaluación de impacto ambiental, del enfoque de sistemas y de organizaciones como FAO, BIDm se elaboró una metodología para la evaluación ambiental de los sistemas agrícolas. Con la metodología comprende nueve etapas que son: Descripción del sistema agrícola de producción de cultivos objeto de estudio y formulación de objetivos específicos, análisis del sistema agrícola, identificación de efectos e impactos ambientales, clasificación, creación y establecimiento de la matriz de efectos e impactos, evaluación, tabulación de la matriz de ordenamiento, representación gráfica de la magnitud de los impactos ambientales y análisis de resultados. El desarrollo de estas etapas permite ubicar y evaluar los impactos ambientales originados por las diferentes actividades de la producción de cultivos para los ambientes biológico, físico y socioeconómico como componentes del sistema medio ambiente. Para ilustrar su funcionamiento, se realizó la evaluación ambiental, de un sistema representativo de producción de cultivos de soya, sorgo y algodón, a nivel comercial, ubicado en el norte del Departamento del Valle del Cauca (Colombia), contando para ello con la colaboración de expertos del sector agrícola, básicamente profesores de la Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.

ABSTRACT

ELABORATION OF A METHODOLOGY FOR ENVIRONMENTAL EVALUATION OF AGRICULTURAL SYSTEMS

With the concepts and the principales of methodologies of evaluation of environmental impact, from the focus of systems and from organization like FAO, BID, a methodology for environmental evaluation was developed of agricultural systems. This methodology includes nine steps, which are: Description of the agricultural production of crops subject to study and specific objetivies, agricultural systems analisis, identification of environmental effects and impacts, classification, creation and establishment of effects and impacts, evaluation, tabulation of the matrix of arrangement, graphic representation of the magnitud of environmental impacts and an analisis of the results. The development of these steps allow to locate and evaluate environmental impacts originated in different crop production for the biological, physical and socioeconomical environments. to illustrate its functioning, the enviromental evaluation was done, of a representative group system of crop production like soybeans, sorghum and cotton, at a comercial level, located in the north parte of the state of Valle del Cauca (Colombia) counting with the cooperation of experts from the agricultural sector, basically professors from the National University Palmira campus.

INTRODUCCION

Los problemas ambientales asociados con la agricultura se han documentado y difundido extensamente. Sin embargo, la mayoría de los estudios e investigaciones que se realizan en Ciencias Agrícolas generalmente no involucran la dimensión ambiental o si lo hacen, su tratamiento no es integral o es de caracter muy amplio, sin darle la importancia y trascendencia que la dimensión ambiental tiene en el mundo actual.

Para poder analizar con mayor propiedad los problemas ambientales que surgen de la interacción de los sistemas agrícolas con el medio ambiente como macrosistema que contiene todos los sistemas tanto naturales como creados o transformados por el hombre, se vió la conveniencia de utilizar los principios del Enfoque de Sistemas herramienta muy importante derivada de la Teoría General de Sistemas.

* Estudiante Posgrado de Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Valle. Profesor Asistente. Universidad Nacional de Colombia, Sede Palmira. A.A. 237.

** Profesor Asociado. Universidad Nacional de Colombia - Sede Palmira. A.A. 237.

Por ello se formuló como objetivo general:

Desarrollar un marco teórico y conceptual que permita diseñar y aplicar una metodología para estudiar y evaluar el impacto ambiental asociado con los sistemas agrícolas colombianos.

Los siguientes fueron los objetivos específicos:

- Mostrar la importancia y desarrollar elementos del enfoque de sistemas para el estudio de los problemas ambientales asociados con la agricultura.
- Revisar la literatura existente de las diferentes metodologías de impacto ambiental con el propósito de formular una que se pueda utilizar para el estudio del impacto ambiental en sistemas agrícolas colombianos.
- Identificar y clasificar los impactos ambientales mas importantes de las diferentes actividades de los sistemas agrícolas.
- Ilustrar y probar el funcionamiento de la metodología, en alguno de los sistemas agrícolas colombianos.
- Finalmente se consideró que el momento de reflexión que se está viviendo en el mundo y en especial en Colombia, era el mas propicio para realizar y difundir este trabajo.

PRESENTACION DE LA METODOLOGIA

Recogiendo los conceptos mas importantes de las metodologías de impacto ambiental, recomendaciones de organismos como el BID y la FAO, de la legislación colombiana y de las etapas de la metodología del Enfoque de Sistemas, se elaboró esta metodología para la evaluación del impacto ambiental de los sistemas agrícolas de producción de cultivos, la cual se considera puede ser aplicada para cualquier tipo de sistema de producción agrícola (forestal, zootécnico, agroindustrial, etc.) con las adaptaciones del caso.

La metodología propuesta comprende las siguientes etapas:

ETAPA 1. Descripción del sistema agrícola de producción objeto de estudio y formulación de objetivos específicos.

Con esta etapa lo que se pretende es conocer las características mas importantes del sistema, tales como su ubicación, el tipo de explotación, las condiciones ecológicas, los recursos con los cuales cuenta y toda aquella información que se considere relevante. La información se puede obtener mediante visitas de campo, consultas, entrevistas y encuestas.

Aunque el objetivo general está implícito, es necesario establecer los objetivos específicos porque si no se expresan, se pueden perder la secuencia lógica del estudio.

ETAPA 2. Análisis del sistema agrícola de producción

El análisis se realiza señalando y ubicando los límites o fronteras, indicando los elementos o subsistemas mas importantes (cultivos que comprende, el suelo, las plagas, etc), diciendo las entradas (insumos) y salidas (productos y desechos) que son determinantes de los problemas ambientales que el sistema pueda presentar.

El proceso de producción de cultivos se pueden desagregar en componentes (grupos de actividades necesarias para poder realizarla), deben ser propuestos por los expertos o por quienes participan en la evaluación.

En el se utilizaron las siguientes:

- Componente 1 (C1). Obras de infraestructura.
- Componente 2 (C2). Preparación del terreno y siembra.
- Componente 3 (C3). Control de malezas.
- Componente 4 (C4). Suministro de agua, riego o irrigación.
- Componente 5 (C5). Suministro de nutrientes o fertilización.

ACTA AGRONOMICA

- Componente 6 (C6). Mantenimiento del cultivo.
- Componente 7 (C7). Control de plagas y enfermedades.
- Componente 8 (C8). Cosecha.
- Componente 9 (C9). Transporte de personal, materiales y equipos.

También se pueden utilizar diagramas para representar o modelar el sistema, tal como lo

contempla la metodología del enfoque de sistemas.

ETAPA 3. Identificación de efectos e impactos ambientales.

La etapa se puede realizar por medio de una lista de comprobación o chequeo (BID, FAO, NU, etc.). Sin embargo, se cree que es más conveniente la utilización de la relación causa-efecto-impacto, que se puede establecer mediante redes. Estas redes se pueden desarrollar para mostrar los efectos e impactos derivados de las diferentes acciones o actividades de cada una de las componentes.

Las redes permiten una mejor comprensión del sistema y facilitan la formulación de alternativas para la solución de los problemas ambientales de la operación del sistema.

ETAPA 4. Clasificación de efectos e impactos ambientales.

Se recomienda hacer la clasificación de acuerdo con las recomendaciones o sugerencias de la FAO, o sea el de realizar su ubicación en cualquiera de los ambientes biológico, físico y socioeconómico.

Como ejemplo se presenta la siguiente clasificación, realizada para analizar un sistema agrícola colombiano de agricultura comercial.

Impactos para el Ambiente Biológico:

- ▶ Pérdida de la diversidad genética por el cultivo de plantas genéticamente uniformes (Diversidad genética).
- ▶ Daños en las poblaciones arbustivas de los bosques (Bosques).
- ▶ Cambios en la composición de las poblaciones de las especies vegetales de la zona (Especies vegetales).
- ▶ Cambios en las poblaciones de animales (Fauna).
- ▶ Cambios en la composición de las poblaciones de insectos plagas (Plagas).
- ▶ Cambios en las poblaciones de especies e insectos benéficos (E. benéficas).
- ▶ Cambios en el desarrollo del cultivo (Cultivo).
- ▶ Cambios o daños en los cultivos vecinos (Otros cultivos).
- ▶ Cambios en la composición de las poblaciones de microorganismos del suelo (Microorganismos).
- ▶ Cambios o daños en las poblaciones de organismos acuáticos (Org. acuáticos).

Impactos para el ambiente físico:

- ▶ Cambios o alteraciones en la calidad del agua (Calidad del agua).
- ▶ Cambios o alteraciones en la calidad del aire (Calidad del aire).
- ▶ Cambios o alteraciones en la calidad y propiedades del suelo (Calidad del suelo)

- ▶ Aumento de los procesos de erosión del suelo (Erosión).
- ▶ Incremento en el contenido de sales en el suelo (Salinidad).
- ▶ Incremento en la desertificación o pérdida de la materia orgánica del suelo (Desertificación).
- ▶ Cambios o alteraciones en el régimen climático (Régimen climático).
- ▶ Aumento de la temperatura en la atmósfera o calentamiento global (Calentamiento global).
- ▶ Cambios o alteraciones en la calidad de los alimentos o productos agropecuarios (Calidad productos).
- ▶ Cambios en la disponibilidad del agua o agotamiento de acuíferos (Disponibilidad agua).
- ▶ Incremento o decrecimiento en la utilización directa de la mano de obra (Mano de obra).
- ▶ Disminución del ingreso del productor por mayores costos (Ingreso del productor).
- ▶ Pérdida del patrimonio cultural de una determinada región o área (Patrimonio cultural).
- ▶ Daño o alteraciones en ciertas poblaciones nativas o de indígenas (Poblaciones vulnerables).
- ▶ Cambios notables en la estética del área o del paisaje (Estética del área).
- ▶ Aumento de las inundaciones en las zonas bajas (Inundaciones).
- ▶ Cambios en el retorno social de la comunidad, de la región o del país (Retorno social).
- ▶ Acumulación de basuras y de desechos con desmedro de la salud de las poblaciones o de los ecosistemas (Basuras).

Impactos para el Ambiente Socioeconómico:

- ▶ Cambios o pérdida de los otros usos del agua (Otros usos del agua).
- ▶ Cambios o pérdida de los otros usos del suelo (Otros usos del suelo).
- ▶ Cambios en el valor de la tierra originados por la actividad agrícola (Valor de la tierra).
- ▶ Cambios en la productividad del suelo para la actividad agrícola (Productividad del suelo).
- ▶ Pérdida o disminución de los recursos energéticos no renovables (Rec. Energ. no renovables).
- ▶ Pérdida o daño en los materiales valiosos del ecosistema (Mat. valiosos del Ecosistema).
- ▶ Daño a la salud humana de trabajadores o de consumidores (Daño salud humana).
- ▶ Pérdida o alteración de los otros usos de las vías (Otros usos de las vías).

ETAPA 5: Creación y establecimiento de la matriz de efectos e impactos.

La matriz de ordenamiento, presenta los componentes del proceso de producción de cultivos con los efectos e impactos.

En donde cada uno de los elementos corresponderá a los valores que en la etapa siguiente se asignen para cada uno de los impactos de cada componente.

ETAPA 6. Evaluación de los impactos

La asignación de los valores o calificación de los diferentes impactos ambientales, comprende dos pasos. El primero de ellos corresponde a la determinación de la importancia (I) que las componentes tienen para cada impacto. Se hace asignando un valor de 1 al (menor valor) 10 (mayor importancia).

El término importancia, se interpretó como "interrelación". Así por ejemplo, cuando se

MATRIZ DE ORDENAMIENTO DE EFECTOS E IMPACTOS AMBIENTALES

Componente

	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
Ambiente Biológico									
Impacto 1									
Impacto 2									
.....									
Impacto n									
Ambiente Físico									
Impacto 1									
Impacto 2									
.....									
Impacto m									
Ambiente Socioeconómico									
Impacto 1									
Impacto 2									
.....									
Impacto k									

trató de evaluar la importancia de la componente suministro de nutrientes con los problemas de contaminación o calidad de las aguas, la pregunta que se formuló fue: Qué tanto o en qué medida el suministro de nutrientes, tiene que ver con la presencia de contaminantes en el agua?. Estos valores aparecen en el Cuadro 1 y se pueden utilizar directamente o modificarlos de acuerdo con las observaciones de los expertos o de quienes estén participando en el taller de evaluación.

El segundo paso consiste en la evaluación de la magnitud (M) del impacto como tal, utilizando la escala de 1 a 10 y los signos positivo (+) y negativo (-), dependiendo si es benéfico o perjudicial. La asignación de estos valores requiere de la colaboración de los expertos.

El producto de la importancia (I) por la magnitud (M) da como resultado una cantidad (Valor), que es una expresión cuantitativa de la evaluación o mas bien de valoración del impacto ambiental.

ETAPA 7. Tabulación de la matriz de ordenamiento

Con los valores obtenidos en la Etapa 6, se completa la información numérica de la matriz

de ordenamiento presentada en la Etapa 5. Para ello se sugiere la utilización de una hoja electrónica (Lotus 123 u otra disponible).

ETAPA 8. Representación gráfica de la magnitud de los impactos ambientales.

Con la ayuda del computador se sugiere realizar gráficas de barras de los valores de los impactos con respecto a los ambientes biológico, físico y socioeconómico, o de su relación con las componentes del proceso de producción de cultivos. Con las gráficas se puede visualizar mejor la valoración ambiental del sistema en forma discriminada y global.

ETAPA 9. Análisis de resultados y conclusiones generales.

Con la información se ubican los impactos mas importantes, el ambiente mas afectado, los orígenes o causas de los impactos para poder formular las alternativas y recomendaciones de atenuación o mitigación de los impactos.

APLICACION DE LA METODOLOGIA

Para ilustrar la aplicación de la metodología se eligió un sistema agrícola de producción de cultivos, representativo de agricultura comercial

CUADRO I. Matriz de ordenamiento de impactos - Cultivo de Sorgo

CODIGO COMPONENTE	C2		C3		C4		C5		C6		C7		C8		C9		
	I	M VALOR	I	M VALOR	I	M VALOR	I	M VALOR	I	M VALOR	I	M VALOR	I	M VALOR	I	M VALOR	
BIOLÓGICO :																	
B1	DIV. GENÉTICA	8	-7	-56													-56
B2	E. VEGETALES	8	-3	-24	8	-3	-24										-48
B3	PLAGAS	8	9	72	8	-3	-24	8	-5	-40	7	7	49	7	-2	-14	43
B4	OTROS CULTIVOS				6	-2	-12				8	-2	-16				-28
B5	MICROORGANISMOS	9	5	45	8	-3	-24	8	4	32	9	2	18	6	-2	-12	59
B6	ORG. ACUÁTICOS				8	-4	-32				7	-2	-14				-46
	SUBTOTAL		37			-116				-8		18			-14		-76
FÍSICO :																	
F1	CALIDAD AGUA	8	-2	-16	8	-6	-48	10	-5	-50	7	-4	-28				-170
F2	CALIDAD AIRE	10	-3	-30	6	-2	-12	2	-2	-4	8	-3	-24				-84
F3	CALIDAD SUELO	10	3	30	8	-2	-16	10	6	60	10	5	50	8	5	40	158
F4	SALINIDAD	8	-1	-8	10	-2	-20	9	-1	-9							-37
F5	CALENT. GLOBAL				10	-1	-10	10	-1	-10							-10
F6	CALIDAD PRODUCTO				6	6	36	6	5	30	4	6	24	7	8	56	162
F7	DISPONIB. AGUA				10	-6	-60										-60
	SUBTOTAL		-24			-76				-34		29		-84		96	-41
SOCIOECONÓMICO :																	
S1	OTROS USOS AGUA	9	-2	-18	8	-2	-16	10	-5	-50	8	-3	-24				-132
S2	OTROS USOS SUELO	9	3	27	8	-4	-32	4	-3	-12							-21
S3	VALOR TIERRA	8	3	24				9	5	45							69
S4	PRODUCT. SUELO	9	2	18	8	4	32	9	4	36							86
S5	E. ENER. NO RENOV	8	-3	-24	8	-6	-48	8	-1	-8							-222
S6	SALUD HUMANA				6	-4	-24										-64
S7	MANO DE OBRA	9	-2	-18	8	1	8	8	-1	-8	8	7	56	8	4	32	34
S8	INGRESO PRODUCTOR	9	-3	-27	8	-1	-8	8	-2	-16	8	-3	-24	8	-2	-16	-139
S9	ESTÉTICA AREA	4	3	12				10	-3	-30							-30
S10	INUNDACIONES	8	-4	-32													-62
S11	RETORNO SOCIAL	9	2	18													18
S12	ACUMULAC. BASURAS	6	-4	-24													-15
S13	OTROS USOS VIAS																-18
	SUBTOTAL		-44			-88				-120		-55		-104		-58	-497

I= Importancia
M=Magnitud
VALOR = I*M

ACTA AGRONOMICA

en el norte del Departamento del Valle del Cauca (Colombia).

ETAPA 1. Descripción del sistema agrícola de producción y formulación del objetivo específico del estudio.

El sistema agrícola corresponde a un predio de 40 hectáreas, de la finca Santa Ana, situada entre el pie de monte de la cordillera Occidental y la margen derecha del río Cauca del municipio de Roldanillo. Es una zona de clima seco con una humedad relativa de 65 a 75%, fuertes vientos. Ecológicamente corresponde al bosque seco tropical (bs-t) con una temperatura promedio de 26 °C durante el día y de unos 20 °C en la noche. Su altura es de 1000 m.s.n.m y tiene una precipitación promedio de 600 mm/año.

Hace aproximadamente 15 años el predio estuvo dedicado a la explotación ganadera. Esta actividad, mas la acción de los fuertes vientos estaban provocando la erosión del suelo. Por esta razón, cuando se comenzó a cultivar sorgo, soya y algodón por rotación, se sembraron barreras de árboles y se inició la aplicación de una serie de prácticas para la conservación y protección del suelo. Esto se ha reflejado en un incremento de la materia orgánica del suelo, de un promedio de 1.2% a 2.5% alcanzando valores de 4.0% para algunos lotes.

Como sistema agrícola de producción comercial se utilizan fertilizaciones y fumigaciones aéreas. Sin embargo desde hace muchos años se viene utilizando el control biológico de plagas. El predio es de un usuario del distrito de Riego de Roldanillo-La Unión-Toro (RUT) cuya fuente de agua es el río Cauca. Los riegos se realizan por aspersión preferiblemente impulsados por energía eléctrica (cuando no hay racionamiento). El riego se programa de acuerdo con las precipitaciones, tratando siempre evitar el desperdicio del recurso agua.

En lo posible se evitan las quemadas y la acumulación de basuras. El material vegetal sobrante reincorpora al suelo. Se hace una selección cuidadosa de los productos utilizados para el

control químico de malezas, plagas y enfermedades y se lleva control sobre la calidad y el uso por parte de los trabajadores de los equipos de fumigación. Cuando se realizan las fumigaciones aéreas se programan técnicamente evitando daños en los cultivos vecinos. No se han presentado intoxicaciones en los trabajadores de la finca ni existen indicios de que su salud se esté deteriorando.

El predio mantiene una planta de 20 trabajadores y dependiendo de la actividad su número se puede incrementar a 50. Las condiciones de vida de los trabajadores son aceptables, cuentan con viviendas dotadas con instalaciones sanitarias. Además la finca se encuentra a una distancia de ocho kilómetros de Roldanillo, lo que facilita el desplazamiento y la obtención de insumos y de servicios.

Como objetivo específico se definió, realizar la evaluación de los impactos ambientales de los cultivos de sorgo, soya y algodón para poder establecer si hay o no diferencias significativas desde el punto de vista ambiental entre estos tres cultivos.

ETAPA 2. Análisis del sistema de producción.

Desde el punto de vista tecnológico, el predio elegido, es representativo de un sistema de agricultura mecanizada altamente tecnificada de cultivos transitorio. Económicamente el sistema corresponde al tipo empresarial. Porque cuenta con los subsistemas de producción y de administración. Tiene capacidad para autoevaluarse, establecer sus propósitos, planificar y coordinar todas sus actividades. Es decir el sistema posee todas las características de una empresa agrícola.

Como subsistema del sistema finca, tiene como mas importantes los subsistemas de cultivos, de suelos, de insectos, de malezas y de microorganismos.

El subsistema cultivos corresponde al conjunto de plantas de interés agronómico que se esté cultivando en ese momento (sorgo, soya o algodón). El subsistema de suelos incluye elementos

o componentes físicos (minerales, agua, etc.) y biológicos o bióticos (insectos, microorganismos y material orgánico). Las entradas y salidas de este subsistema corresponden al agua y a los nutrientes cuyo volumen o cantidad dependen del tipo de cultivo y de las características del suelo.

El subsistema de malezas es similar al de cultivos. Desde el punto de vista ambiental involucra una entrada muy importante correspondiente a las aplicaciones de herbicidas.

El subsistema de insectos incluye todas las poblaciones de insectos y cualesquiera otras relacionadas con estas poblaciones. Una entrada de este subsistema son los insecticidas cuyo volumen y clase depende del tipo de cultivo. Así por ejemplo, el algodón requiere un número mayor de aplicaciones que la soya y el sorgo.

El subsistema de microorganismos incluye todas las poblaciones de bacterias, hongos y otras de este orden o asociadas con ellas. Comprende todas las poblaciones benéficas como no benéficas, con una entrada representada por los fungicidas.

El detalle sobre entradas correspondientes a fertilizantes, herbicidas, insecticidas, horas maquina, jornales (mano de obra), tipo de labores que se realizan etc., se recopilaron para los tres cultivos. Esta información es básica para decidir sobre la presencia de los impactos y el valor de su magnitud y se tuvo en cuenta por quienes participaron en los talleres de evaluación.

Respecto a las componentes del proceso de producción, se consideró que la primera componente "Obras de infraestructura" no se debería incluir puesto que se trataba de un sistema establecido.

ETAPA 3. Identificación de efectos e impactos ambientales

Componente 2: Pérdida de la diversidad genética por la proliferación de plantas de cultivo de la misma variedad, cambios en las especies

vegetales, cambios en las plagas, cambios o daños en los cultivos vecinos, cambios en la calidad del aire, cambios en la calidad del suelo, posible incremento de la salinidad (efecto), cambios en otros usos del agua por la generación de sedimentos, cambios en otros usos del suelo, cambio en el valor de la tierra, cambios en la productividad del suelo, consumo de recursos energéticos no renovables, utilización de la mano de obra, cambios en el ingreso del productor, cambios en la estética del área, posibles inundaciones, cambios en el retorno social del resto de la comunidad, acumulación de basuras.

Componente 3: Cambios en las especies vegetales (por aplicación de herbicidas), cambios en las plagas, efectos en los cultivos vecinos, cambios en la composición de los microorganismos, cambios en las poblaciones de organismos acuáticos (por la aplicación de herbicidas), cambios en la calidad del agua, cambios en la calidad del aire, cambios en la calidad del suelo, cambios en otros usos del agua, consumo de recursos energéticos no renovables, daño a la salud humana, utilización de mano de obra, cambios en los ingresos del productor.

Componente 4: Cambios en la calidad del agua, cambios en la calidad del suelo, incremento en la concentración de sales (salinidad), cambios o efectos en la calidad del producto, disminución del ingreso del productor, inundaciones.

Componente 5: Cambios en las poblaciones de plagas, cambios en las poblaciones de microorganismos, cambios en la calidad del agua, cambios en la calidad del aire, cambios en la calidad del suelo, cambios en la concentración de sales (salinidad), incremento del calentamiento global, cambios en la calidad del producto, cambios en los otros usos del agua, cambios en los otros usos del suelo, cambios en el valor de la tierra, cambios en la productividad del suelo, disminución de los recursos energéticos no renovables, utilización de la mano de obra, disminución del ingreso del productor.

Componente 6: Cambios en las poblaciones de los microorganismos, cambios en la calidad del suelo, cambios en la calidad del producto,

disminución de los recursos energéticos no renovables, utilización de la mano de obra, disminución de los recursos energéticos no renovables, utilización de la mano de obra, disminución del ingreso del productor.

Componente 7: Cambios en las poblaciones de las plagas, cambios en otros cultivos, cambios en las poblaciones de microorganismos, cambios en las poblaciones de organismos acuáticos, cambios en la calidad del agua, cambios en la calidad del suelo, cambios en la calidad del producto, cambios en otros usos del agua, disminución de los recursos energéticos no renovables, daños en salud humana, utilización de la mano de obra, disminución del ingreso del productor.

Componente 9: Cambios en la calidad del suelo, cambios en la calidad del producto, cambios en otros usos del suelo, disminución de los recursos energéticos no renovables, daños en la salud humana, utilización de la mano de obra, disminución del ingreso del productor, cambios en otros usos de las vías.

ETAPA 4. Clasificación de efectos e impactos ambientales

La información sobre la clasificación de los efectos e impactos de cada componente para los ambientes biológico, físico y socioeconómico, aparece en la matriz de ordenamiento de efectos e impactos de la siguiente etapa (Cuadro 1).

ETAPA 5. Creación y establecimiento de la matriz de ordenamiento.

ETAPA 6. Evaluación de los impactos

ETAPA 7. Tabulación de la matriz de ordenamiento

La matriz de ordenamiento de impactos para el cultivo de sorgo se ilustra en el Cuadro 1.

ETAPA 8. Representación gráfica de la magnitud de los impactos ambientales

Un ejemplo de las gráficas se ilustra en la Figura 1. Adicionalmente se comparan los impactos netos causados por cada cultivo para los ambientes biológicos, físico y socioeconómico. (Figura 2).

ETAPA 9. Análisis de resultados y conclusiones generales

Los mayores impactos en el ambiente biológico correspondieron a la diversidad genética, cambios en la composición de especies vegetales, organismos acuático y cultivos vecinos. Estos impactos fueron originados por las componentes C2, C3, C4 y C7.

Respecto al ambiente físico, el área más afectada para los tres cultivos, correspondió a cambios o alteraciones en la calidad del agua. Otras áreas para la soya y el algodón fueron: Incremento de la salinidad, calidad del aire, disponibilidad del agua y calentamiento global, originados por las componentes C3, C4, C5 y C7.

Para el ambiente socioeconómico, las áreas de mayor impacto para los tres cultivos, ocasionados por las componentes C2, C3, C4, C5, C7 y C9, fueron: Disminución de los recursos energéticos no renovables, disminución del ingreso del productor y pérdida de los otros usos del agua, daños en salud humana, inundaciones, otros usos de las vías. Otras áreas de menor impacto fueron: acumulación de basuras y otros usos del suelo por las componentes C4, C5 y C8.

En general, para los tres cultivos, se puede afirmar que el ambiente más afectado fue el socioeconómico. Otra observación importante es que las componentes que mayores impactos pueden originar fueron en orden de mayor a menor: C7, C4, C5 y C3 posiblemente porque involucran el uso masivo de sustancias contaminantes como plaguicidas, herbicidas, fertilizantes con deterioro de los recursos energéticos no renovables y del agua.

Por lo tanto se debe recomendar alternativas como el control biológico, el uso racional de

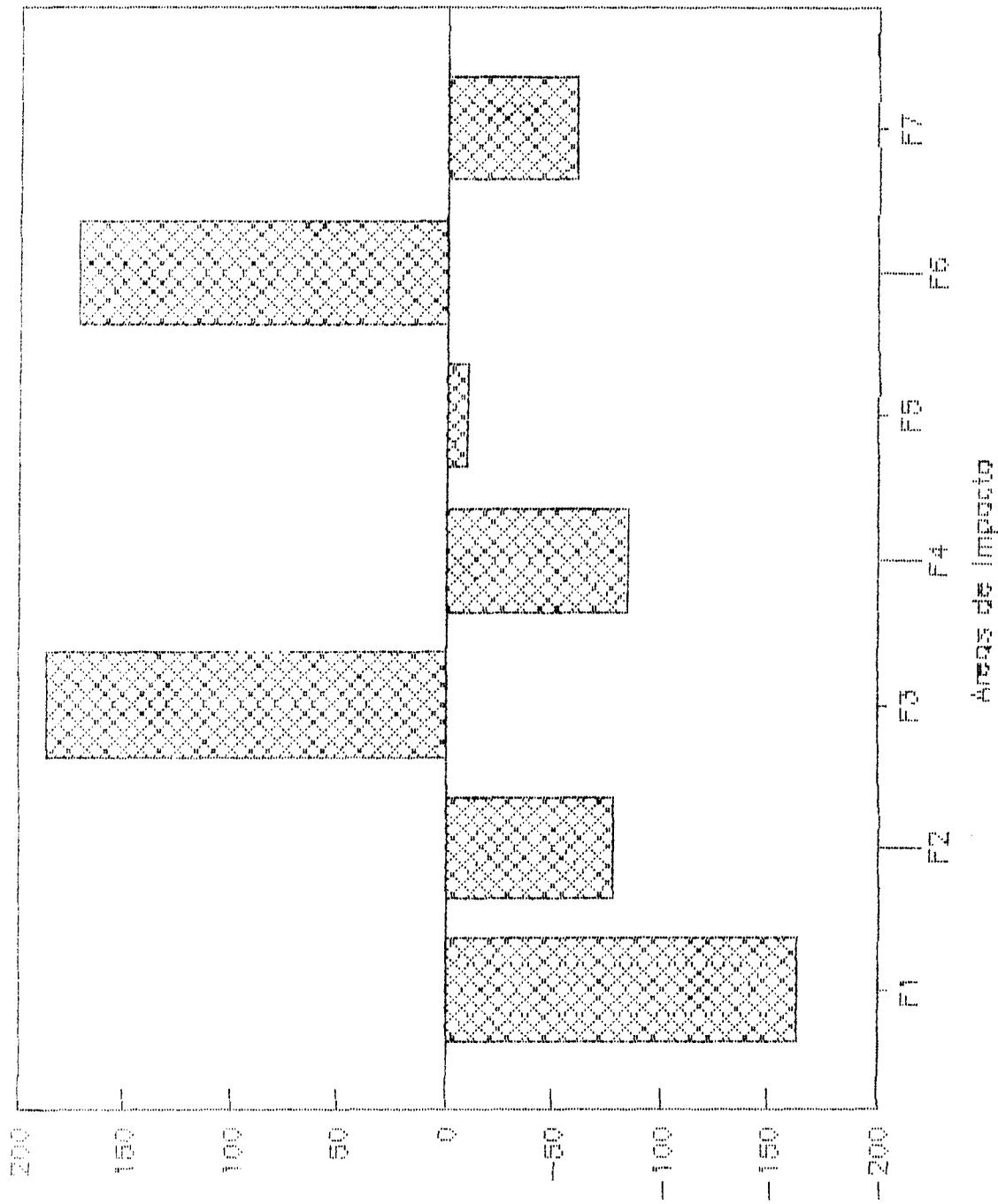


FIGURA 1. Impactos del cultivo soya en el ambiente físico

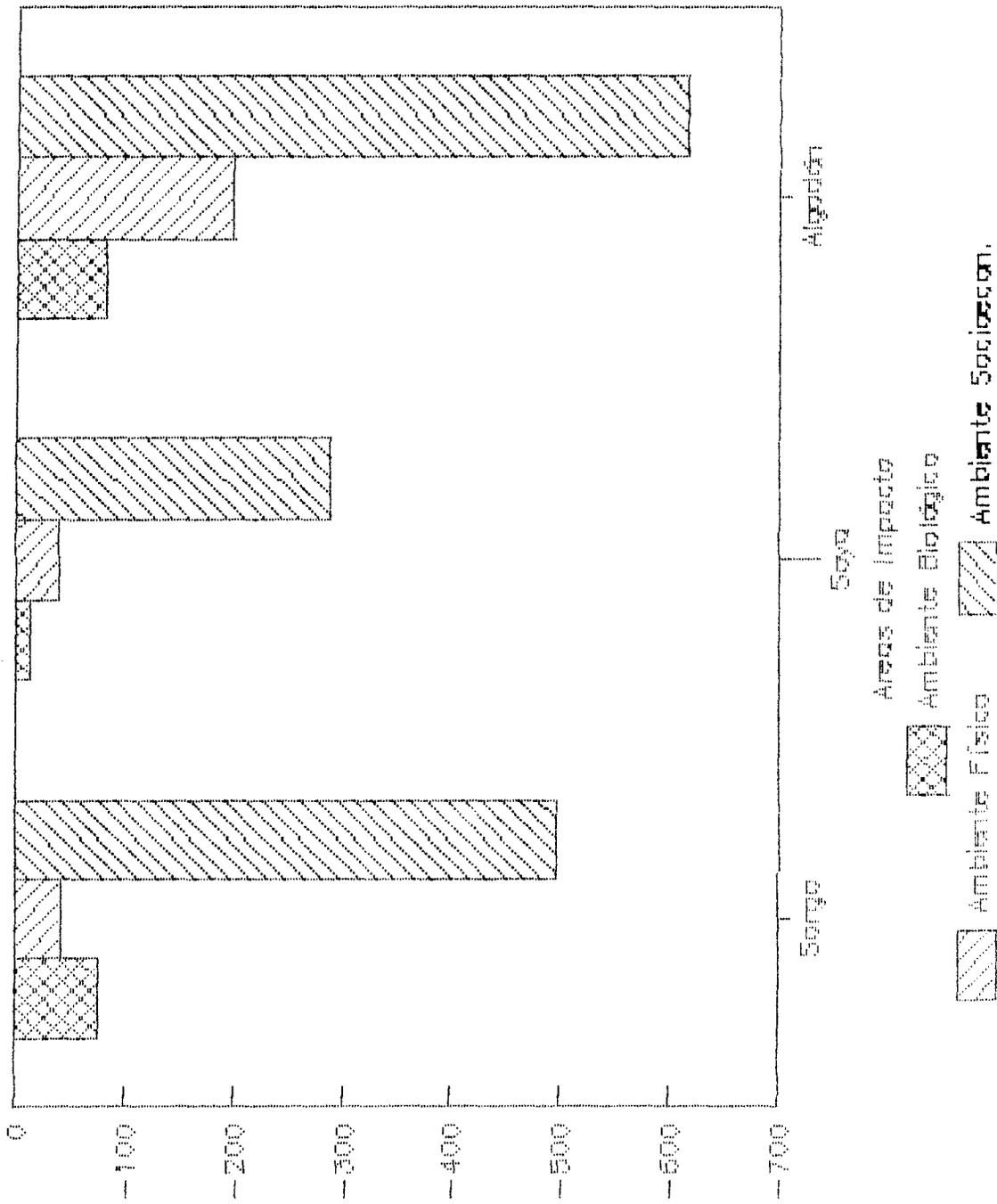


FIGURA 2. Comparación de impactos de los cultivos de sorgo, soya y algodón

fertilizantes y del recurso agua, así como de cualquier otra práctica con la cual se pueda evitar y prevenir los impactos ambientales negativos de estas actividades.

Respecto al objetivo específico de estudio planteado, se pudo concluir que el cultivo de menor impacto fue la soya y que el algodón es el de mayor impacto. Conclusión que contrasta con el desestímulo al cultivo de la soya que se está viviendo por la política de apertura económica impulsada por el gobierno colombiano en la época de este trabajo.

Esta conclusión muestra la necesidad de que las determinaciones gubernamentales involucren la dimensión ambiental. Porque la problemática del medio ambiente no da espera. No se puede hablar de desarrollo sostenible o de sostenibilidad sin una política coherente que apoye e impulse la racionalidad del uso de los recursos y sobre todo que defienda la calidad del medio ambiente y de la vida. La supervivencia no es un asunto individual sino colectivo y es responsabilidad de todos.

COMENTARIOS FINALES

Una de las ventajas de esta metodología es que no requiere de un conocimiento matemático avanzado. Porque a pesar de que se recomienda la utilización del computador, se puede desarrollar sin esa herramienta. Puede servir para gran variedad de casos y desarrollarse utilizando la información rutinaria que habitualmente manejan los agricultores.

Sin embargo es necesario superar las limitaciones actuales de ausencia de datos para este tipo de estudio. En ese sentido se debe tratar de avanzar en la formulación de indicadores específicos para medir los diferentes impactos. Estos indicadores deberán recoger todo el conocimiento científico y legal disponible.

En ese sentido quienes evaluaron este trabajo recomendaron la elaboración de un programa de investigación que permita captar los recursos necesarios para cumplir con este propósito. En concreto sugieren que por su trayectoria la

Universidad Nacional Sede Palmira, debe liderarlo.

BIBLIOGRAFIA

- ALHERITIZRE, Dominique. La evaluación de los impactos del medio ambiente y el desarrollo agrícola. Estudio de derecho comparado. Roma : FAO, 1983, 109p.
- ANGEL, M., A. Ecosistema y cultura. 3a. parte. El impacto ambiental del desarrollo moderno. Bogotá : Universidad Nacional, 1990, 300p.
- ARISTIZABAL, H.; *et al.* Memorias del seminario evaluación de impacto ambiental. Bogotá : Pontificia Universidad Javeriana, 1991. 150p.
- ASHBY, J.A. Manual para la evaluación de tecnología con productores. Cali : CIAT, 1991. 102p.
- ASOCIACION COLOMBIANA DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL. Seccional Valle del Cauca. Compendio de legislación sanitaria. Cali: ACODAL, 199
- BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO. Lista de comprobaciones ambientales para proyectos agropecuarios. BID. 30
- COLCIENCIAS; FEN *et al.* Perfil ambiental de Colombia. Bogotá : Escala, 1989. 348p.
- DEPARTAMENTO DEL MEDIO AMBIENTE. Libro de consulta para evaluación ambiental. Vol. I. Políticas, procedimientos y problemas intersectoriales. Washington : BID, 1992. 228p.
- DEPARTAMENTO DEL MEDIO AMBIENTE. Libro de consulta para evaluación ambiental. Vol. II. Lineamientos Sectoriales. Washington : BID, 1992. 275p.
- FONSECA Z., C. Una contribución sobre metodologías de valoración económica del ambiente. Seminario taller "Nuevos conceptos y metodologías de evaluación ambiental". Santafé de Bogotá : INDERENA, 1992. p. 1-30.
- GRUPO DE ESTUDIOS AMBIENTALES. Guía para la elaboración de estudios de efecto ambiental en carreteras y canales manejables. Vol. I y II. Centro de investigaciones y servicios Universidad del Cauca. Popayán, 1989. 382p.
- HART, R. B. Conceptos básicos sobre agroecosistemas. Turrialba : Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1985. 157p.

ACTA AGRONOMICA

- HART, R. Componentes, subsistemas y propiedades del sistema finca como base para un método de clasificación. Panamá : IDRC-CRDI-CIID, 1986. p. 9-26.
- LIBERMAN, M. Estudios de caso de impacto ambiental de proyectos de desarrollo en el altiplano de Bolivia. La Paz : Ciclo de conferencias sobre Ecología y Agricultura. SEMTA-UMSA. 1988. p. 113-148.
- RAU, J.G.; WOOTEN, D. C. Environmental impact Analysis Handbook. New York : McGraw-Hill, 1980. 400p.
- SARAVIA, A. Un enfoque de sistemas para el desarrollo agrícola. San José de Costa Rica : IICA, 1983. 265p.
- SUBDIRECCION DE RECURSOS NATURALES- GRUPO DE GESTION AMBIENTAL. Procedimiento para el análisis de conflictos ambientales y definición de términos de referencia de estudios de impacto ambiental. Cali : CVC, 1990. 10p.
- TIVY, J. Agricultural ecology. Singapore : Longman, 1990. 288 p.
- VIDAL, Y. E. Resultados e interpretación del análisis del suelo finca Santa Ana. Roldanillo : Grupo campo, 1989, 8p.