

CATIE

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
Programa de Cultivos Anuales

EL ORDENAMIENTO Y LAS RELACIONES DE INFORMACION AGROPECUARIA  
EN SISTEMAS JERARQUICOS

Robert D. Hart

Turrialba, Costa Rica

1978

EL ORDENAMIENTO Y LAS RELACIONES DE INFORMACION AGROPECUARIA  
EN SISTEMAS JERARQUICOS

R. Hart\*

Si un sistema es un arreglo de componentes relacionados de tal manera que forman y actúan como una unidad, es obvio que investigar en sistemas va a requerir, no solamente coleccionar información, sino también ordenarla y relacionarla. Por ejemplo, la información sobre los suelos o sobre el rendimiento de los cultivos en diferentes regiones puede tener cierta utilidad. Pero si tomamos un enfoque de sistemas y relacionamos rendimiento con fertilidad, hemos sacado algo extra de esos dos grupos de información.

Podemos definir algunas reglas generales que deben considerarse en el proceso de relacionar información:

1. Conceptualice el sistema antes de salir a medirlo o describirla.
2. Construya un modelo o modelos (por ejemplo, un dibujo o un cuadro sin datos) con relaciones hipotéticas.
3. Ordene la información requerida según su importancia para el entendimiento del sistema.
4. No colecciona información demasiado precisa o innecesaria para entender el funcionamiento del sistema.

---

\* Ph.D., Agrónomo - Sistemas de Producción, Programa de Cultivos Anuales, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

5. Ponga los datos en el modelo lo más pronto posible para ver si son lógicos en relación a los otros datos.
6. Tome tiempo para analizar y tratar de entender el sistema durante el transcurso de la colección de datos, para así ver qué información falta.

En esta breve guía, se pretende describir algunos conceptos relacionados con las primeras dos reglas, o sea conceptualizar y construir modelos.

### Jerarquía entre sistemas agropecuarios

Uno de los principios básicos relacionados con sistemas biológicos es el concepto de jerarquía. Jerarquía es un tipo de asociación vertical entre sistemas. Ejemplos de jerarquía entre sistemas son las relaciones entre un tejido y una célula, un ecosistema y un organismo, un ministerio de agricultura y un instituto de investigación agropecuaria. En la terminología de sistemas, es una relación entre un sistema y un subsistema.

Los sistemas agropecuarios también están relacionados jerárquicamente. Una finca es un subsistema de una región, un agro-ecosistema es un subsistema de una finca. Un sistema de cultivos es un subsistema de un agro-ecosistema. Estas relaciones se ilustran en la Figura 1. La existencia de estos sistemas agropecuarios relacionados jerárquicamente es la razón principal para ordenar y relacionar información entre sistemas jerárquicos. La realidad es que estas relaciones

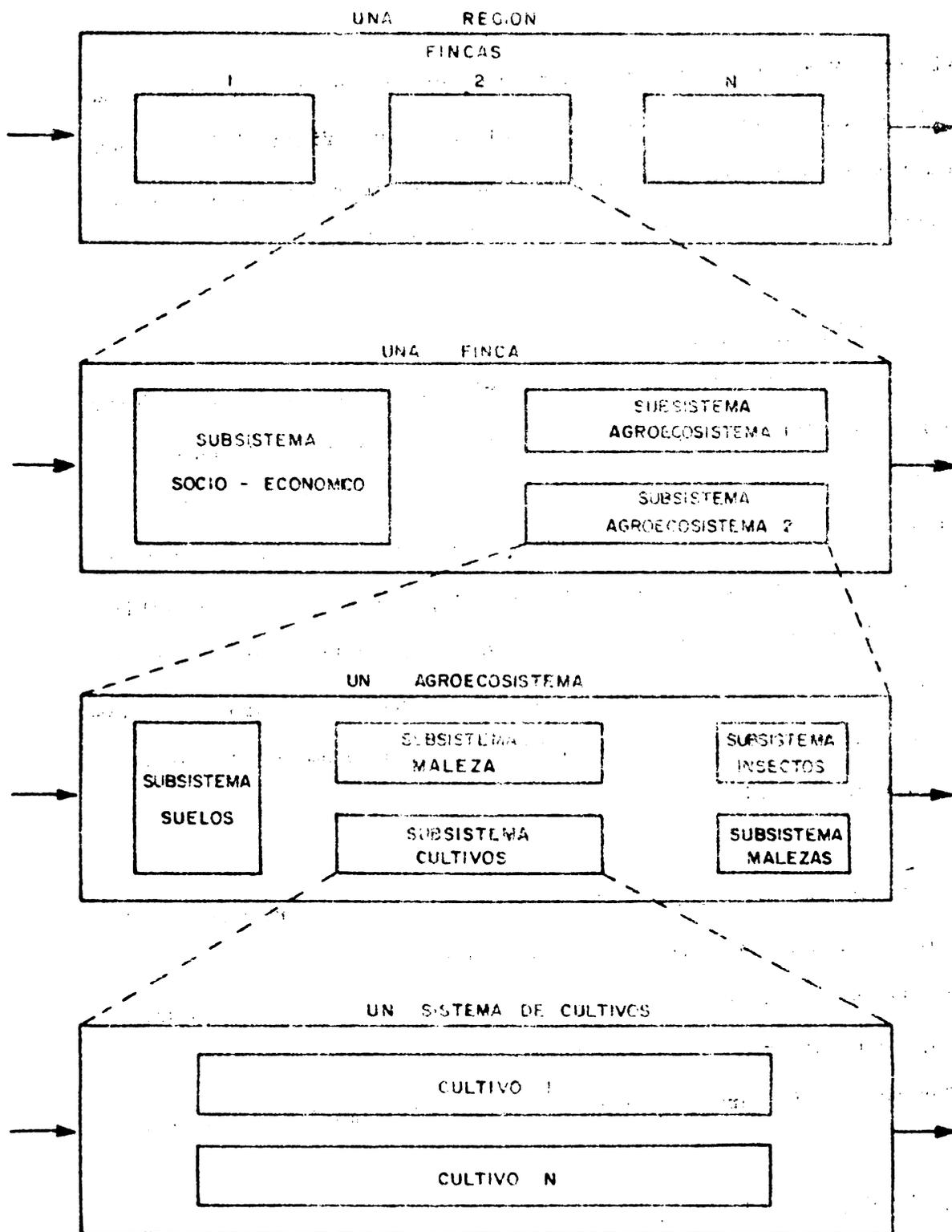


Fig. 1. Relación jerárquica entre una región, una finca, un agroecosistema y un sistema de cultivos

existen. Medir flujo de mano de obra de una región a otra y medir mano de obra necesaria para sembrar frijoles en una finca típica de una región y no relacionar esta información jerárquicamente (una finca es un subsistema de una región) es perder información.

#### Uso de diagramas como modelos

La elaboración de modelos es anterior a la recolección de información; el modelo es el marco de referencia que uno usa en la búsqueda. Construir un modelo es lo mismo que escribir una hipótesis; estamos haciendo relaciones hipotéticas entre fenómenos cuando construimos un modelo. El modelo puede ser puramente mental, pero podemos describir las relaciones que estamos asumiendo usando la palabra escrita. En la mayoría de los casos es necesario, además, dibujar un diagrama que permita ver las relaciones como una unidad. Este diagrama puede cumplir las siguientes funciones:

1. Asegurar que todos los técnicos estén de acuerdo sobre cuál es el sistema o los sistemas que están estudiando.
2. Ayudar a los diferentes miembros de un equipo a ver qué relación hay entre diferentes especialidades, y/o
3. Servir de guía para elaborar una lista de información necesaria.

#### Símbolos para elaborar diagramas

No es necesario usar ninguna simbología especial para elaborar modelos diagramáticos. Cualquier dibujo de cuadros, círculos y flechas

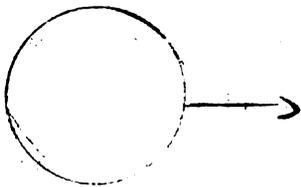
puede tener utilidad. Cuando un modelo incluye diferentes tipos de fenómenos muy diferentes es útil asignar un símbolo a cada tipo de fenómeno y usarlo específicamente para ese fenómeno. Por ejemplo, si un sistema tiene plantas y animales, se asigna un símbolo a los componentes de tipo animal y otro a los de tipo vegetal. Con una mirada rápida al diagrama, las relaciones entre animales y plantas son obvias.

Hay que decidir si es necesario elaborar una simbología propia, o si ya existe un lenguaje de símbolos que satisfaga los requisitos del equipo que quiere construir un modelo diagramático. Hay lenguajes de símbolos muy diferentes, diseñados por otros. Los símbolos usados para elaborar los modelos adjuntos son de H.T. Odum (1971). Aunque hay grupos de ecólogos en diferentes lugares del mundo que usan estos símbolos, otros lenguajes simbólicos también servirían.

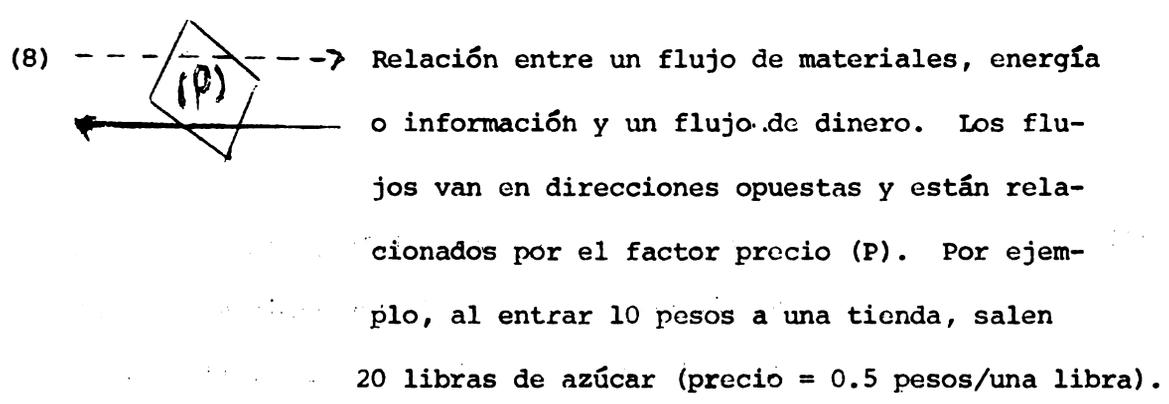
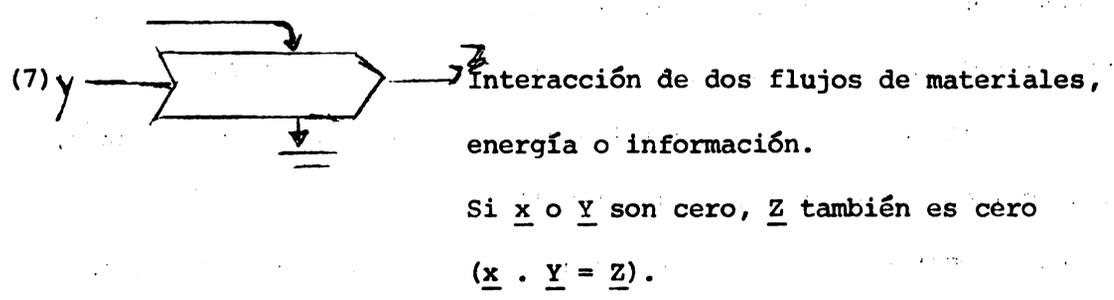
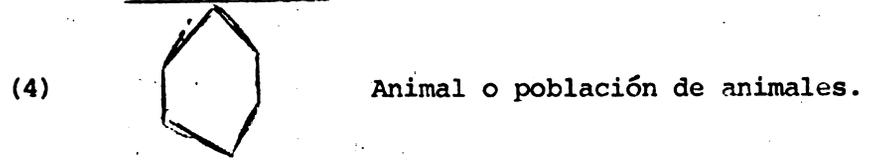
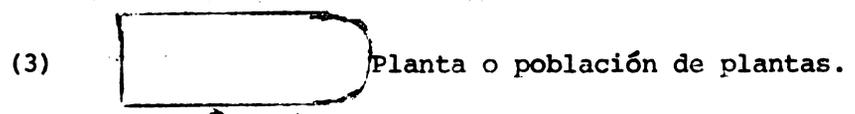
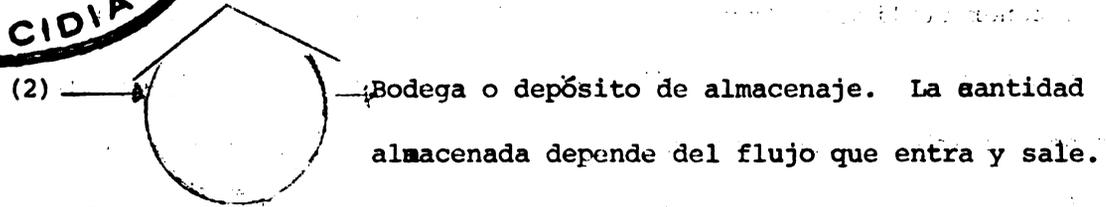
Los símbolos, con los significados matemáticos correspondientes, son descritos en detalle por Odum (1971).

Para comprender las relaciones descritas en los modelos adjuntos, alcanza con entender estos símbolos:

(1)



Fuente de energía, materiales, dinero, o información que está fuera de los límites del sistema. El sistema no tiene ninguna influencia sobre el flujo de una fuente; este puede ser una constante, o una función que cambia en el tiempo.



Modelos diagramáticos a nivel de región, finca, agroecosistema y sistema de cultivo.

Las figuras 2-6 describen flujos de materiales, energía y dinero

a nivel de región, finca, agro-ecosistema y sistema de cultivo. Estos modelos representan un primer intento de colaboración de hipótesis de relaciones, entre fenómenos agropecuarios relacionados jerárquicamente. Los modelos son generales, y para que funcionen en una región específica hay que decidir qué componentes y flujos, existen realmente. También, para que tengan utilidad, habrá que subdividir las categorías usadas en unidades lógicas. Por ejemplo, en la Figura 2, el modelo incluye un flujo de energía que entra y sale de la región. Tal vez, en una región dada hay que dividir el flujo de energía proveniente de mano de obra y de combustible.

Lo siguiente es una breve descripción de los fenómenos, (los flujos y sus relaciones) sobre los que se hacen hipótesis en estos modelos.

### 1. Flujo de materiales, energía y dinero en una región geográfica

(Fig.2)

En este modelo se conceptúan la región como una unidad con flujos de materiales, energía y dinero que entran y salen. Dentro de la región, se supone que hay sistemas agropecuarios y sistemas industriales; puede observarse que el dinero entra al salir materiales, (por ejemplo, "exportación de maíz"); la energía fluye, como ocurre cuando la mano de obra sale para cultivar caña en otra región; que el dinero puede salir si se pagan intereses sobre el dinero que entra. También que se invierte dinero en sistemas agropecuarios y/o industriales, para recibir un retorno de dinero. Cuantificar estos flujos en una región

puede dar mucha información.

## 2. Flujo de materiales, energía y dinero en los sistemas agropecuarios de una región. (Fig.3)

En este modelo se conceptúa los sistemas agropecuarios de una región, como bosques, cultivos perennes, cultivos anuales y pastos. Se supone que en la región hay animales menores y ganado. Las salidas de estos sistemas dependen de flujos de radiación solar, precipitación y nutrientes del ambiente ecológico, y de flujos de materiales, energía y dinero del ambiente socioeconómico. En una región dada, tendría utilidad saber qué porcentajes de superficie y población están asociados con los diferentes sistemas agropecuarios.

## 3. Flujo de materiales, energía y dinero en una finca (Fig.4)

En este modelo se conceptúa a la finca como una unidad que tiene un subsistema socio-económico y tres agro-ecosistemas. El subsistema socioeconómico (se puede visualizar como la casa) provee un enlace entre la finca y el mercado. El dinero sale al comprar materiales y energía (por ejemplo, fertilizantes o mano de obra), y entra al vender materiales o energía (por ejemplo, maíz producido o miembro de la familia que sale para trabajar). En el modelo hay un flujo de materiales y energía que sale del subsistema socioeconómico y entra a los diferentes agroecosistemas. También salen materiales y energía de los agroecosistemas y entran al subsistema socioeconómico.

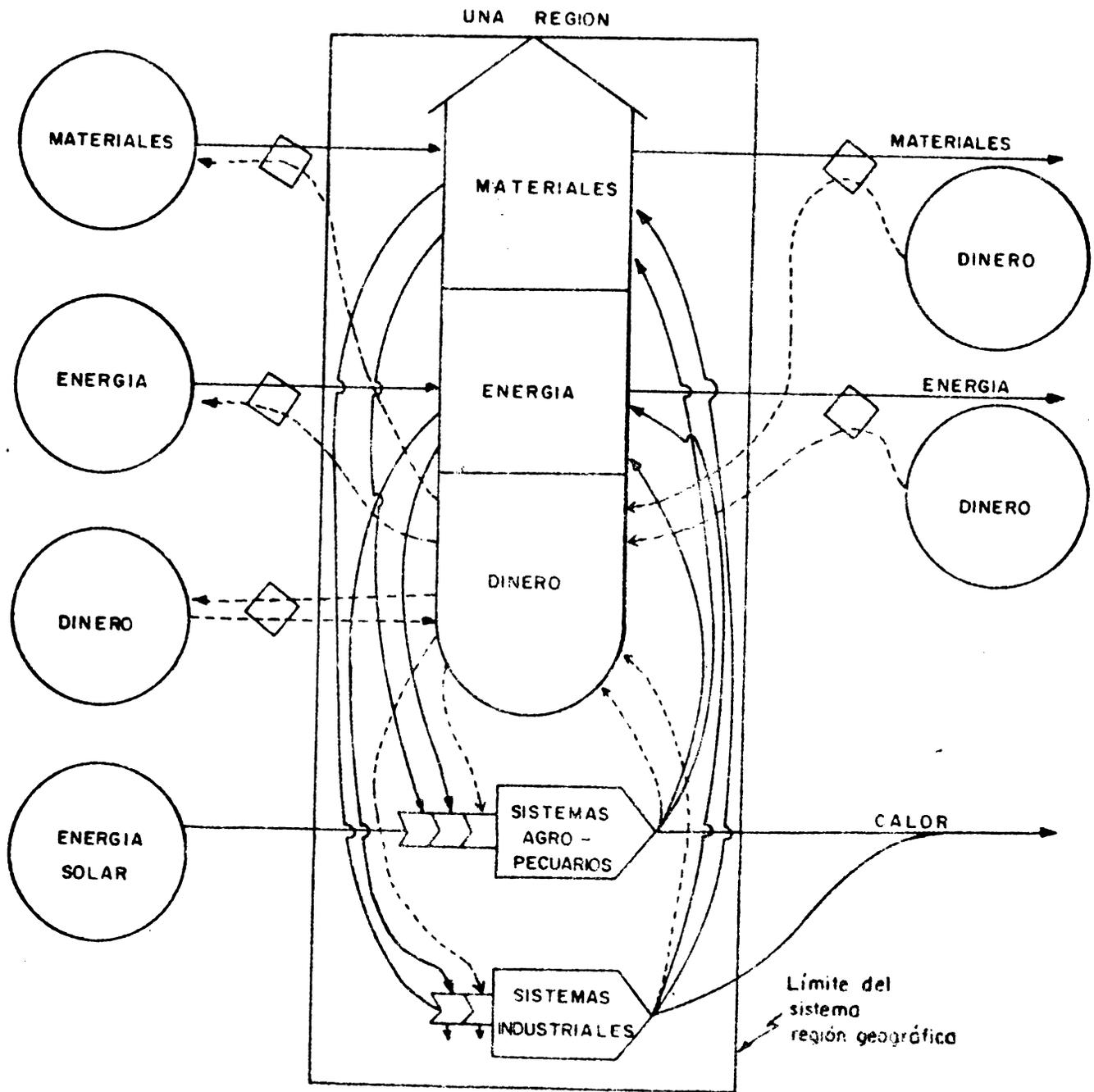


Fig. 2 Flujo de materiales, energía y dinero en una región geográfica

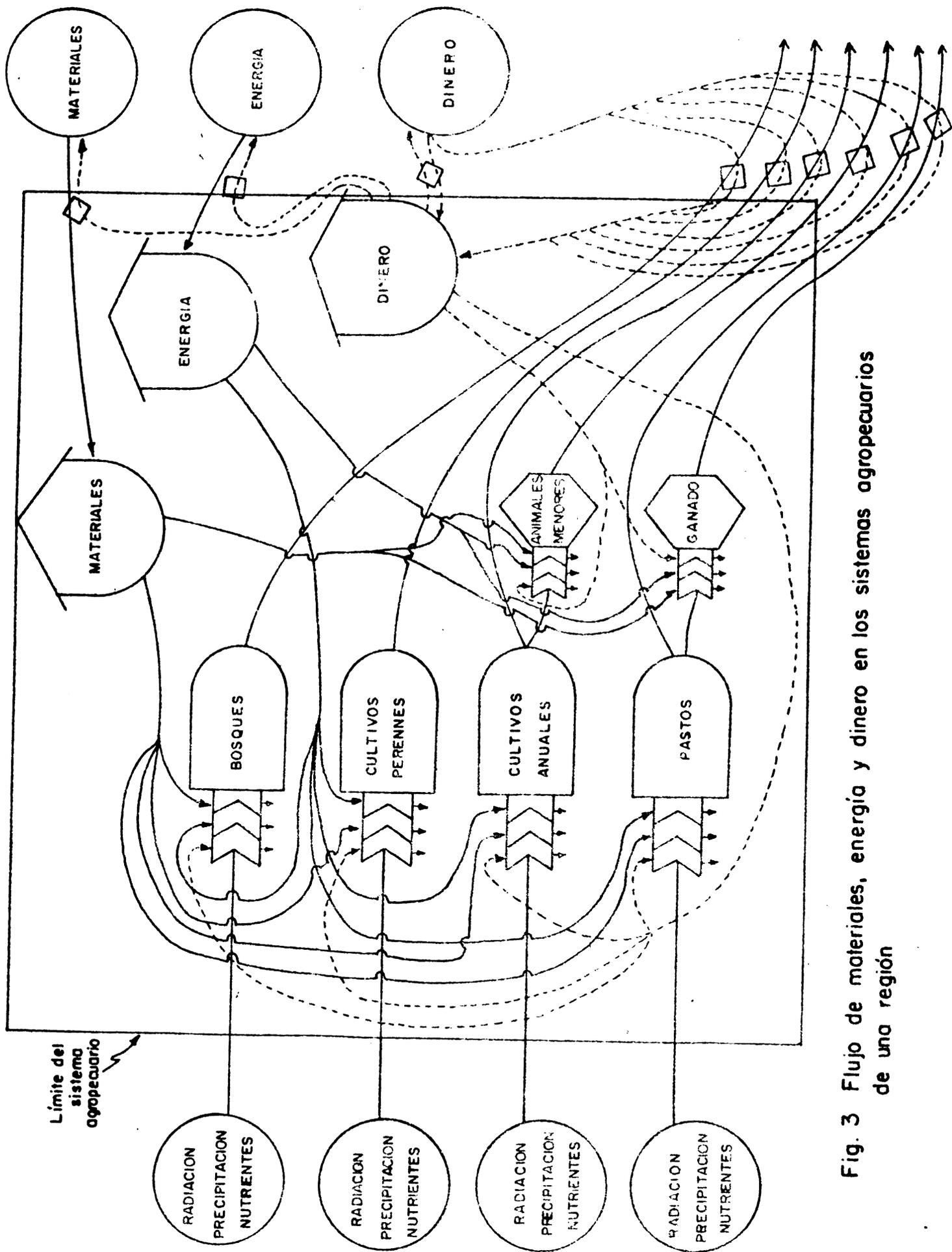


Fig. 3 Flujo de materiales, energía y dinero en los sistemas agropecuarios de una región

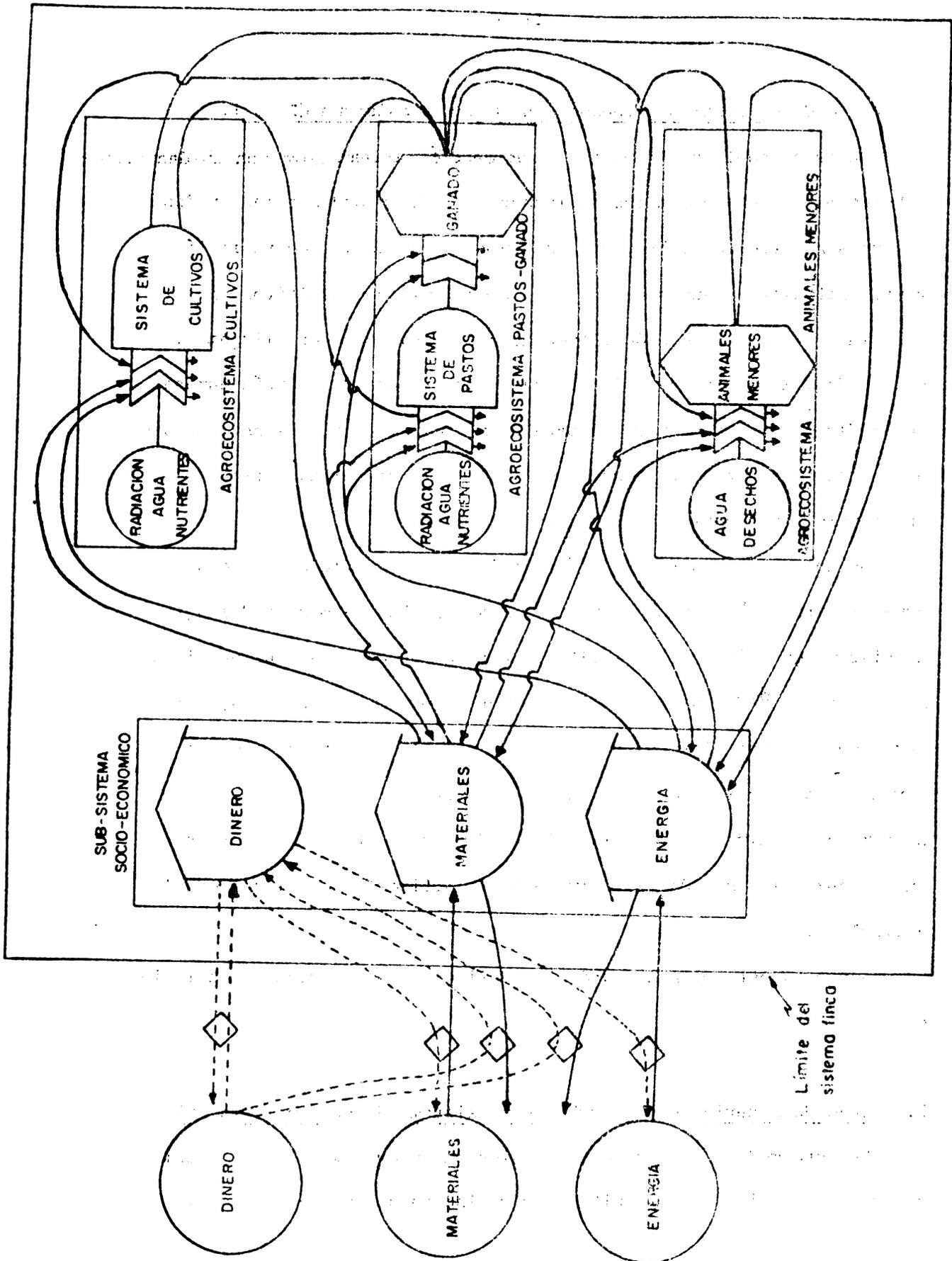


Fig. 4 Flujo de materiales, energía y dinero en una finca

#### 4. Flujo de materiales y energía en un agroecosistema (Fig.5).

En este modelo se conceptúa al ~~agroecoesistema~~ como una unidad con subsistemas de suelos, malezas, insectos y enfermedades relacionados con un subsistema de cultivos. Hay fuentes físicas, como radiación y precipitación; fuentes biológicas, como semilla de cultivos, malezas, insectos y enfermedades; fuentes químicas, como fertilizantes, herbicidas, insecticidas y fungicidas y una fuente de energía humana que influye y generan entradas para el agroecosistema. Estas entradas no entran constantemente, por ejemplo, la precipitación, entra como una función que cambia en el tiempo.

Muchas de las entradas están asociadas con el flujo de energía humana; esta energía humana entra en base al plan de manejo del agroecosistema que tiene el agricultor. Este plan de manejo incluye información sobre cómo, cuánto y de qué manera sembrar los cultivos, aplicar insumos, controlar insectos, etc. Este plan de manejo opera a nivel de agroecosistema, pero tiene como meta principal generar un sistema de cultivo y un funcionamiento de este sistema de manera tal que produzca las salidas (rendimiento de cultivos) requeridas por el agricultor.

A veces, este plan de manejo se define como un paquete tecnológico.

#### 5. Flujo de materiales y energía en un sistema de cultivo (Fig. 6)

En este modelo se conceptúa el sistema de cultivos como una unidad de dos cultivos que compiten por radiación solar, agua y nutrientes

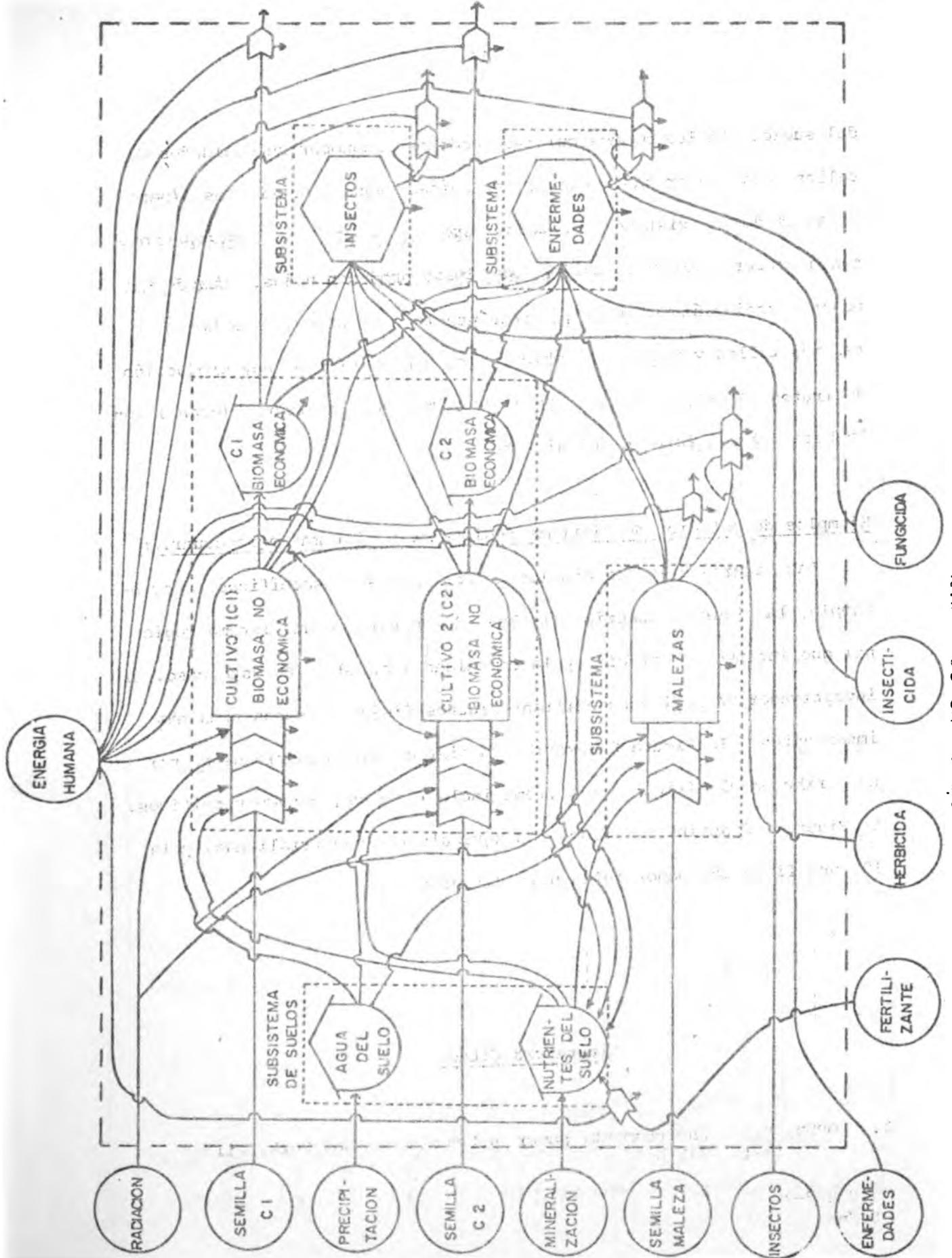


Fig. 5 Flujo de materiales y energía en un agro-ecosistema

del suelo. En los mismos cultivos podemos reconocer sub-unidades de tallos, hojas y frutas. Cuando hay raíces, agua y nutrientes, (pero no antes de la existencia de todos estos elementos), las raíces empiezan a crecer y producen tallos, que luego producen hojas. Cuando hay hojas y radiación, empieza la fotosíntesis, que produce más hojas, y así más tallos y raíces. También, a su debido tiempo, hay producción de frutos (grano). En este modelo asumimos que los frutos (grano) son la base del rendimiento del sistema.

#### Ejemplos de estudios de sistemas regionales y sistemas agropecuarios

Las Figuras 7-10 son modelos usados en casos específicos. Por ejemplo, la Figura 7 describe el flujo de energía en un sistema regional que incluye un arrecife y la comunidad asociada. En este caso, el investigador ha podido cuantificar algunos flujos y componentes más importantes. La Figura 8 describe un sistema agropecuario usado por una tribu en el Africa. El sistema incluye pastos, ganado y cultivos. La Figura 9 describe una finca con agricultura industrializada, y la 10, una finca con menos influencia del mercado.

#### Literatura Citada

1. ODUM, H.T. Environment, power and society. New York, Wiley 1971. 331 p.

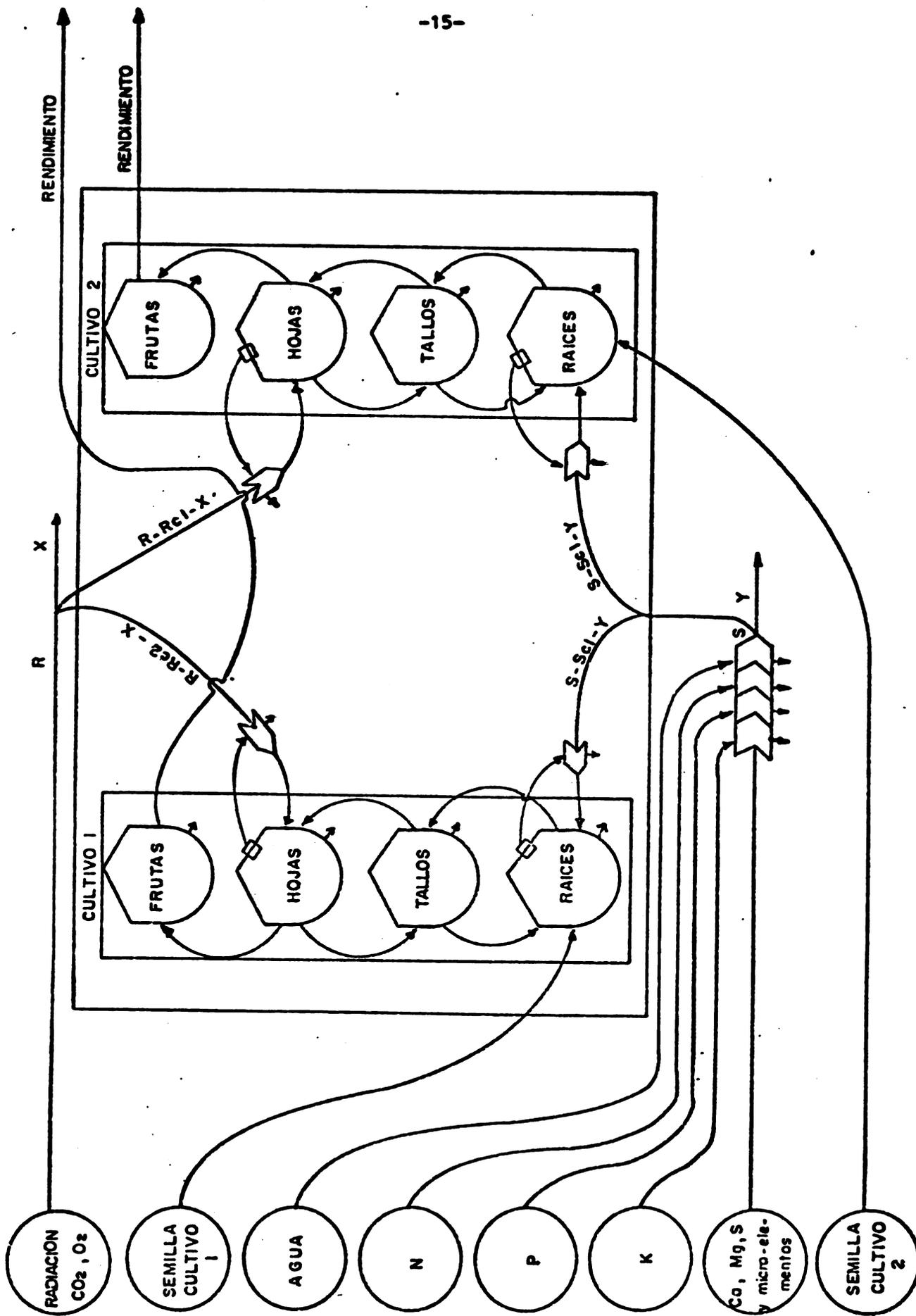


Fig. 6 Flujo de materiales y energía en un sistema de cultivos

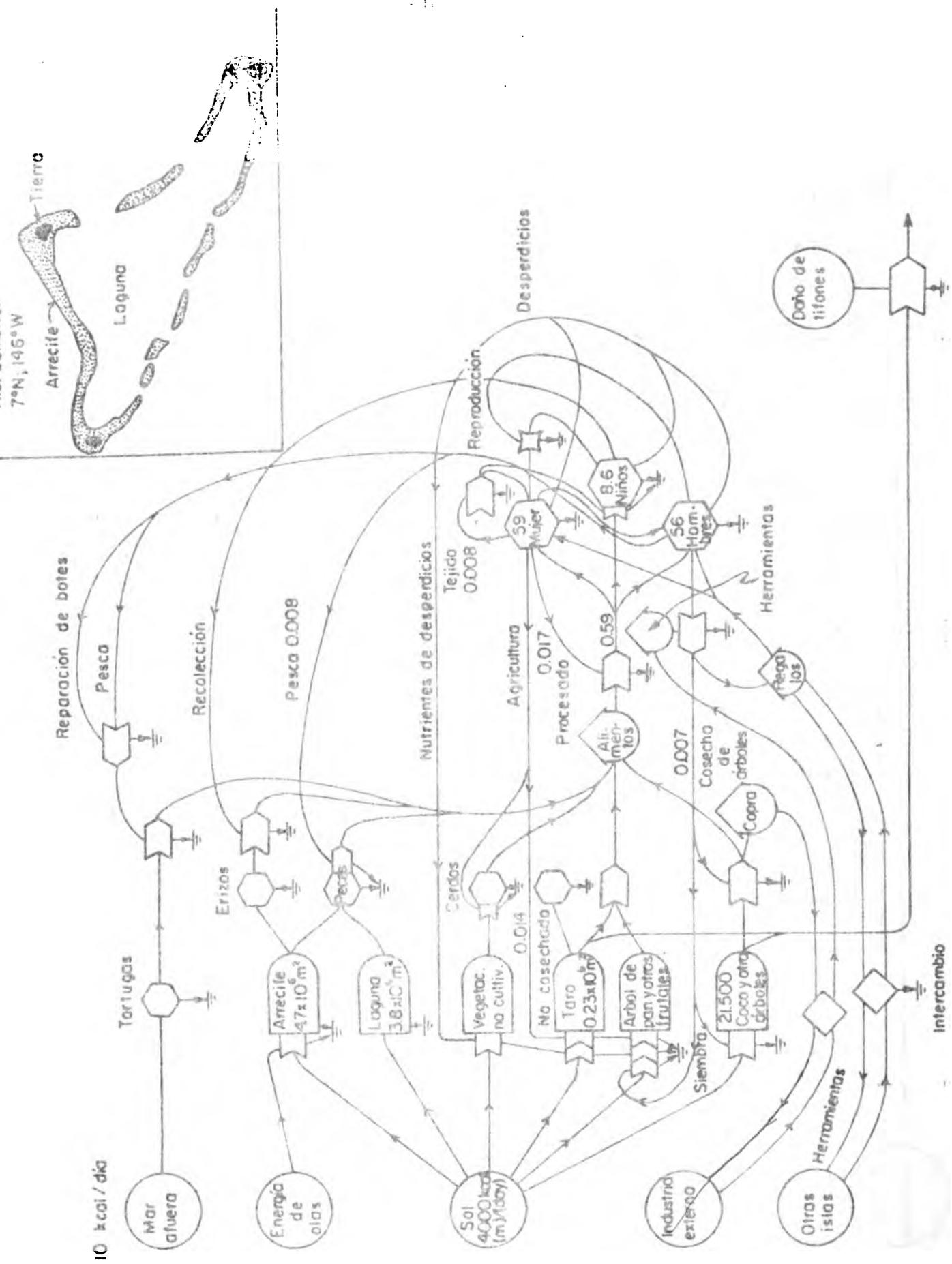


Fig. 7 El hombre en baja densidad de población en un sistema estable (Odum, 1971)

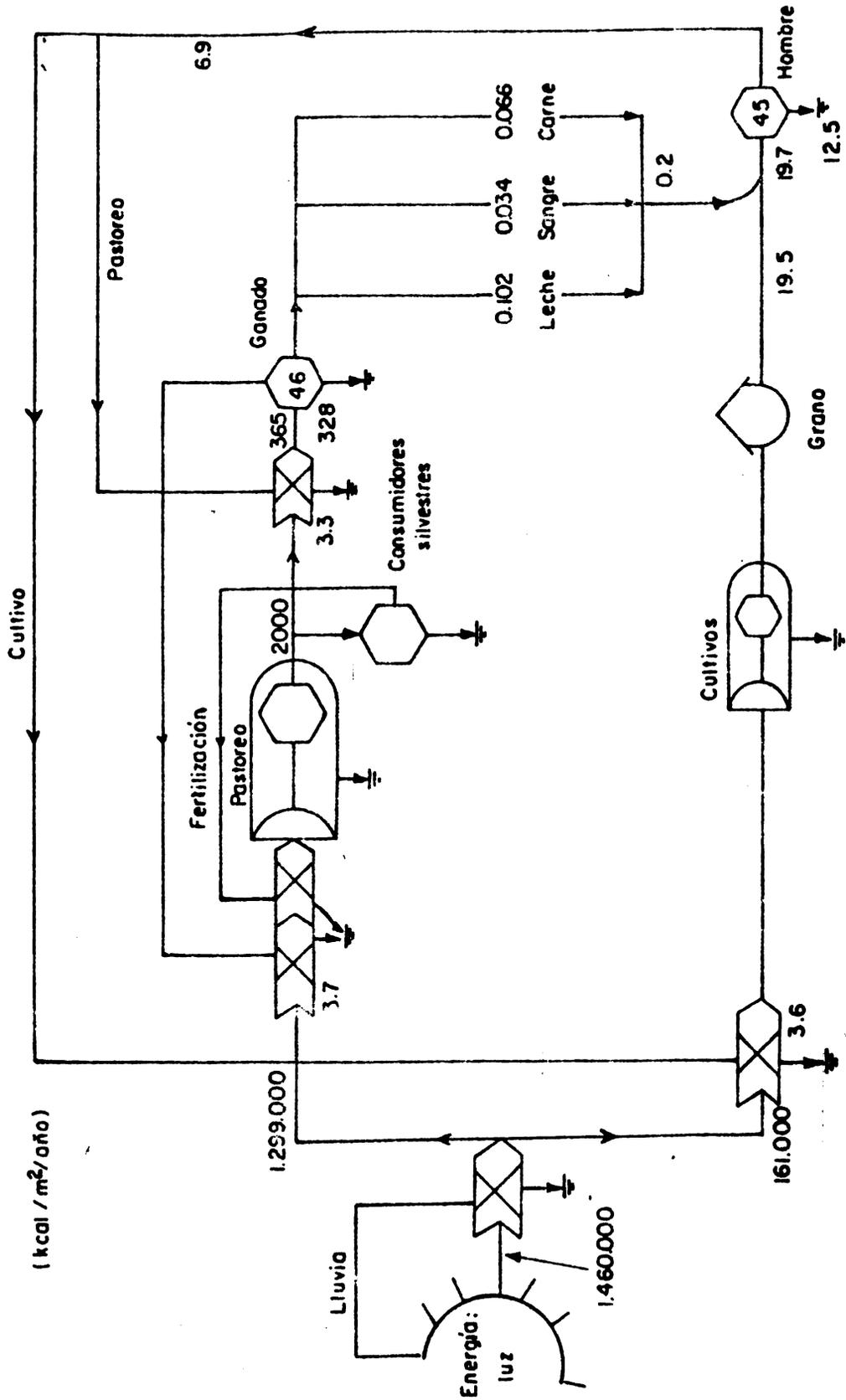


Fig. 8 Sistema agrícola simple; un ejemplo - Tribu Dodo en Uganda (Odum, 1971)

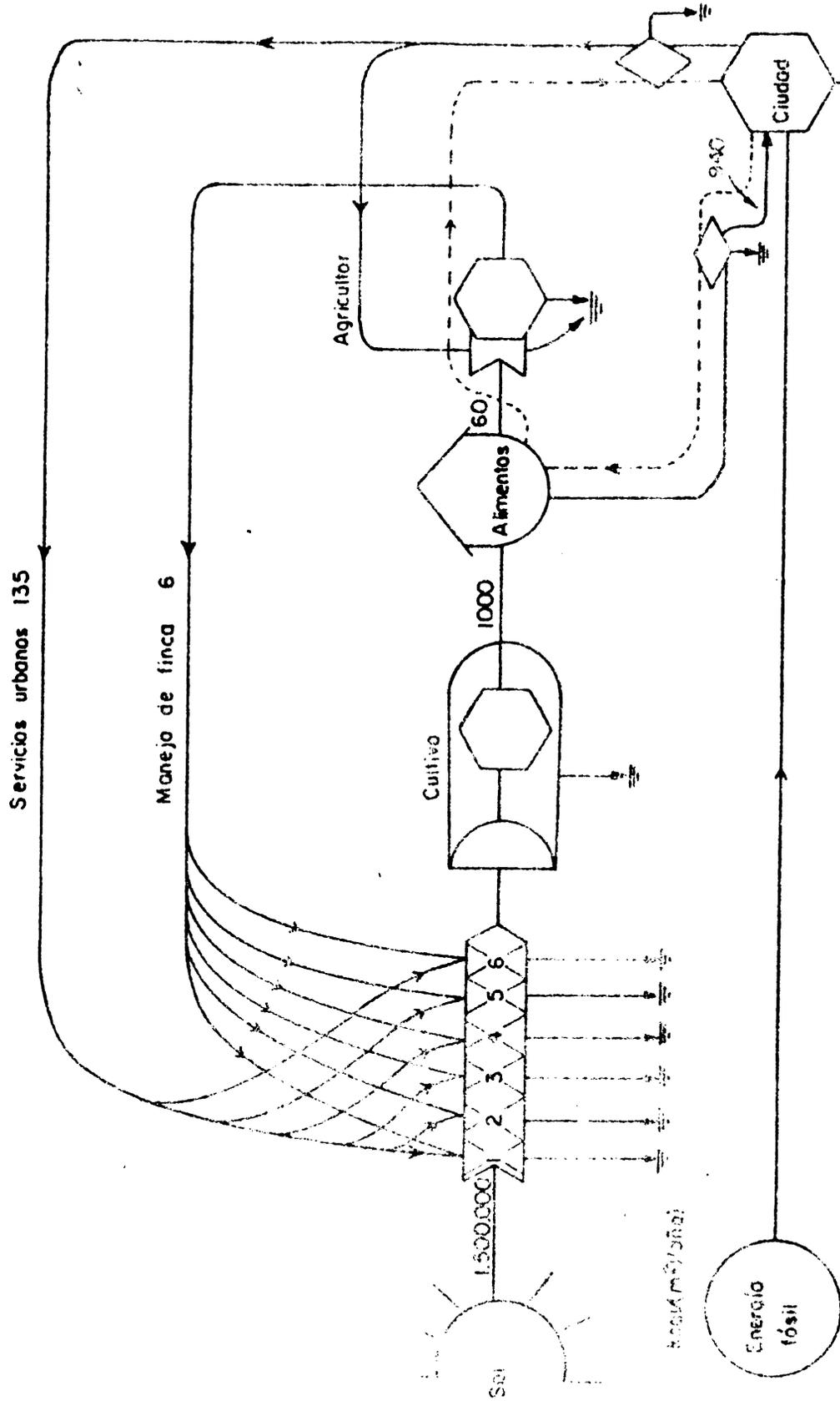


Fig. 9 El hombre en un sistema de agricultura industrializada de alto rendimiento (Odum, 1971)

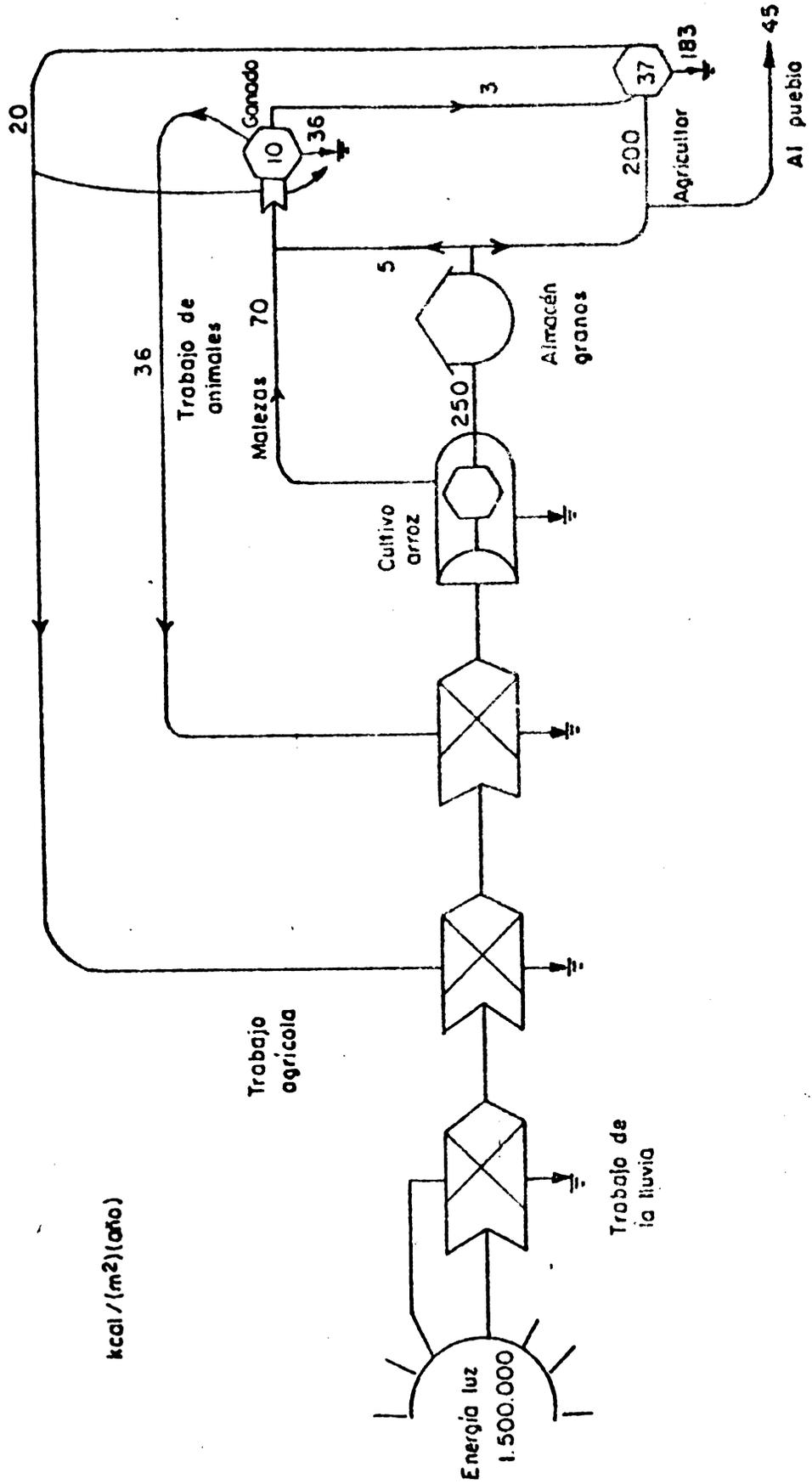


Fig. 10 El hombre en un sistema agrícola sin subsidios (Odum, 1971)