

52  
24



# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Facultad de Medicina Veterinaria  
y Zootecnia

Tecnología Apropriada para Sistemas  
de Producción Integral de Pequeños Productores  
y Familias Rurales: Estudio Recapitulativo

T E S I S  
Que para obtener el titulo de:  
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA  
p r e s e n t a

M.V.Z. OCTAVIO ELICEO RIVERA VERGARA



Asesor:  
MVZ. MC. Eduardo Posadas Manzano

México, D. F.

1998

TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN

265925



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**TECNOLOGIA APROPIADA PARA SISTEMAS DE PRODUCCION INTEGRAL  
DE PEQUEÑOS PRODUCTORES Y FAMILIAS RURALES: ESTUDIO  
RECAPITULATIVO**

<b>I</b>	<b>RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>II</b>	<b>INTRODUCCION</b>	<b>2</b>
<b>III</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>6</b>
<b>IV</b>	<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>7</b>
<b>V</b>	<b>DESARROLLO</b>	<b>8</b>
1.	Recursos y necesidades del pequeño productor	8
1.1.	Administración del medio ambiente	8
1.2.	Necesidades del pequeño productor	15
1.3.	Recursos del pequeño productor	20
2.	Tecnología Apropriada	25
2.1	Orígenes y significado de la Tecnología Apropriada	27
2.2	Semántica de la Tecnología Apropriada	28
2.3	Componentes de la Tecnología Apropriada	31
3.	Sistemas de Producción Integral	36
3.1.	Los ecosistemas como sistemas de producción integral	36
3.2.	Elementos de un sistema de producción integral	39
3.2.1.	Energía	39
3.2.2.	Agua	43
3.2.3.	Nutrimentos	46
4.	Aplicaciones de la tecnología apropiada a los sistemas de producción integral	50
4.1.1	Energía: Captación y aprovechamiento	50
4.1.2	Energía: Almacenamiento	61
4.2.1.	Agua: Captación y aprovechamiento	68
4.2.2.	Agua: Obras de almacenamiento	71
4.2.3.	Agua: Reciclaje y saneamiento	75
4.3.1.	Nutrimentos: Producción	81

4.3.2.	Nutrimientos: Almacenamiento y conservación	87
4.3.3.	Nutrimientos: Reciclaje y aprovechamiento	89
<b>VI</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	93
<b>VII</b>	<b>LITERATURA CITADA</b>	95
<b>VIII</b>	<b>ANEXOS</b>	105

## RESUMEN

Este trabajo es un estudio recapitulativo cuyo objetivo es fundamentar una nueva propuesta en producción agropecuaria. Contiene un análisis de los problemas actuales en la producción agropecuaria, enfocándolos como resultado de complejos procesos evolutivos y no como errores del hombre moderno. Señala tres aspectos del proceso de evolución: la humanidad, la ciencia y la naturaleza. En cada uno, se analiza el proceso que originó su fase actual evolutiva, buscando en esos mecanismos soluciones a los problemas actuales. En el caso de la humanidad, se estudia la situación a que se han enfrentado los pequeños productores, sus necesidades, sus recursos y las soluciones que han adoptado para sobrevivir. En seguida se analizan las características de tecnologías que han probado su éxito en diversas regiones del mundo, donde se adoptó su uso sin perturbar el entorno ecológico, social, político y económico; éstas son llamadas tecnologías apropiadas. Posteriormente se hace referencia a la naturaleza, considerando a los pequeños ecosistemas que aún sobreviven, como elementos de máxima expresión en cuanto a eficiencia productiva, tomando como ejemplo a seguir; la perfecta combinación y los mecanismos que permiten el equilibrio de tres componentes indispensables para la vida: La energía, los nutrientes y el agua. Se concluye con algunos ejemplos en los cuales se manifiesta la conjunción de estos conceptos y se plantea lo que podría ser una nueva forma de realizar producción agropecuaria. Aunque esta obra se encamina a la supervivencia de los pequeños productores y familias rurales, puede representar una alternativa sumamente rentable para empresas medianas y grandes.

**PALABRAS CLAVE:** TECNOLOGIA APROPIADA, PEQUEÑOS PRODUCTORES, SISTEMAS DE PRODUCCION SUSTENTABLES

## INTRODUCCION

Para entender la situación actual de la humanidad es necesario analizar como la naturaleza y sus procesos de selección se ocupan de mantener el equilibrio entre todas las formas de vida y los objetos inanimados. Inicialmente solo se disponía de algunos elementos simples e inorgánicos que sometidos a ciertas condiciones favorecieron la aparición de moléculas cada vez mas complejas, éstas desarrollarían la capacidad de realizar copias de si mismas, posteriormente comenzaron a distinguirse procesos primitivos de simbiosis que darían lugar a las primeras células. Todo este proceso puede marcarse con el surgimiento de la vida en la tierra. Una vez desencadenado el proceso de selección, la naturaleza dio origen a otra gran hazaña la creación de el hombre racional. Finalmente y como resultado de los procesos de evolución de la inteligencia como algo subjetivo, se creó el conocimiento y la ciencia. <sup>1</sup>

Tres logros importantes en el universo, la creación de la vida, el surgimiento de la humanidad y la creación de la ciencia representan etapas importantes que deben estudiarse para entender el por que de los problemas actuales. En vista de que el proceso evolutivo no se detiene, los mecanismos de selección natural se encargan de establecer el éxito o fracaso de todo sistema. De esta forma la naturaleza dio origen a la vida, y esta a su vez permitió el desarrollo de organismos especializados en una función específica, estas bondades fueron aprovechadas por otros organismos ( entre ellos el hombre ) hasta formar un complejo ecosistema en que nada se pierde, todo se recicla. Posteriormente un ser racional tuvo la oportunidad de formar grandes poblaciones, en las cuales se presentan nuevamente las leyes de selección natural dando como resultado un sector beneficiado y un sector segregado. Finalmente la ciencia evolucionó hasta hacerse tan compleja que solo se encuentra al alcance de cierto sector de la humanidad. Y en la continua búsqueda de soluciones vuelve la vista hacia la imitación de procesos naturales. <sup>1</sup>

La naturaleza siempre ha rechazado la presencia del hombre que, en su afán de supervivencia se atreve no sólo a tomar sino arrancar de sus entrañas los elementos necesarios para su sustento. Lo que un tiempo fue una relación armónica pronto se convirtió en una interminable pugna por el dominio. Cuando todo indicaba un triunfo para la especie humana,

la naturaleza reclamó nuevamente su lugar creando problemas a los que nunca se había enfrentado el hombre, como la falta de alimentos, contaminación, deterioro ecológico y disminución progresiva de fuentes de energía. <sup>2,3</sup>

A pesar de todo algunos países lograron convertir sus suelos en generosas extensiones productoras de alimentos, mientras que otros con mayores recursos naturales, no fueron capaces de satisfacer las demandas alimenticias de sus pueblos aún en la actualidad. Como es el caso de América Latina, y en consecuencia se vieron obligados a copiar modelos de producción de sociedades más desarrolladas. <sup>4,5,6</sup>

Esta situación es fácil de comprender, ya que mientras Europa y Estados Unidos entraban a una cultura de innovación técnica endógena permanente, en donde la relación con el conocimiento científico configuró el principal instrumento racional y se preparó social y culturalmente la llamada revolución industrial; Latinoamérica se debatía en el ámbito político por asegurar su *independencia política*. En esta época el resultado entre el choque de dos culturas que recorrían etapas históricas desfasadas no pudo tener otro desenlace mas que, el de un dominado y un dominante. <sup>6</sup>

El éxito entre las relaciones ciencia-técnica-economía-desarrollo implican la integración de un comunidad que social y culturalmente debe recorrer etapas muy propias que no se pueden exportar o copiar a la ligera, y son el producto de la interrelación de elementos que sólo se perciben a partir de las necesidades locales. A esta relación entre necesidades y la generación de sus soluciones en una comunidad se les conoce como cultura técnica endógena. <sup>5,6,7</sup>

La cultura técnica endógena, es la actitud consciente de los efectos negativos de la técnica en la sociedad. Es la relación entre la sociedad y la naturaleza, por ello en América Latina adquiere una gran relevancia al combinar lo mejor de los mundos posibles inventados por el hombre, la técnica y el humanismo; que neutraliza la visión unilateral del especialista y abre la conciencia de una cultura más vasta y rica, planeada para trascender. <sup>5,8</sup>

Cuando se realizan transferencias masivas de tecnología de sociedades industrializadas a otras mas pobres, suelen crearse mas problemas de los que se resuelven. Por lo común éstas son sumamente onerosas en relación con el ingreso de las poblaciones locales, requieren de

una infraestructura educacional e industrial que lleva varios decenios implantar. <sup>9, 10</sup>

En el caso de México, la creciente penetración de las empresas transnacionales en la industria alimentaria, ha provocado un notable avance tecnológico en la ganadería y agricultura, sin embargo es poca la gente beneficiada, pues con el surgimiento de monopolios se han creado problemas, tales como la subordinación económica y tecnológica, la deformación y vulnerabilidad de la estructura comercial, la distorsión de los patrones de consumo y lo mas importante; la inhibición del desarrollo de las capacidades autóctonas de innovación que, como se indicó forman el pilar de la cultura técnica endógena, necesaria para el desarrollo de un pueblo. <sup>3, 7, 8, 11</sup>

Se ha señalado la importancia del sector agropecuario en el desarrollo de México y se reconoce a la familia rural y al pequeño productor como parte importante de los sistemas de producción agropecuarios ya que pese a los problemas que los afectan, logran producir en promedio hasta un 50 % de los productos agropecuarios que se consumen en el país. representan el 22 % de la población económicamente activa y el 56.7 % de la población total de México. Por esta razón es importante la asistencia técnica a este sector de la población. <sup>9, 12, 13</sup>

Para impulsar el desarrollo de este sector debe considerarse un programa que permita la transferencia de tecnología con ciertas características: Un costo mínimo o costo cero, procurando que estén al alcance de las familias y productores de bajos ingresos, además deben ser viables técnicamente y no complejas para evitar la falta de comprensión en el funcionamiento por parte de quienes las usarán, deben guardar un equilibrio entre sus componentes físicos y los aspectos lógicos o subjetivos, ya que una tecnología no siempre representa una máquina sino también un procedimiento. Por último lo mas importante; que puedan adaptarse al entorno social, cultural y ecológico. En resumen las tecnologías implican un juicio de valor por parte de quienes las formulan y quienes las utilizarán. El tipo de tecnologías que cumplen con estas características se les ha llamado Tecnologías Apropriadas. <sup>5</sup>

Aunque se conocen muchas de estas tecnologías, el profesional técnico suele incurrir en confusiones al momento de elegir las más adecuadas a una comunidad. Por esta razón es



conveniente la recopilación análisis y organización de la información y presentarlo en forma de un estudio que, si bien está dirigido al técnico, pueda servir de obra de consulta al mismo productor inclusive. <sup>5</sup>

## OBJETIVO

El objetivo de este trabajo es la recopilación de información en relación con tres aspectos resultantes del proceso evolutivo: Por una parte, la naturaleza; que evolucionó hacia la formación de ecosistemas cada vez mas complejos, que inspiraron la creación de sistemas de producción integrados por individuos especializados en una sola función. Por otra parte la humanidad; que dió origen a sociedades de las cuales fueron segregados los pequeños productores y familias rurales. Finalmente la ciencia; que originó a la tecnología y ésta a su vez está encaminándose a señalar a la tecnología apropiada como una novedad.

Este trabajo pretende proponer al profesional del área, algunos lineamientos basados en los mecanismos de evolución natural, para enfrentar problemas relacionados con el extensionismo, transferencia de tecnología, desarrollo rural y aprovechamiento de recursos que involucren a los pequeños productores y familias rurales. Además pretende fincar las bases para reconsiderar la planeación de los sistemas de producción agropecuarios mediante el conocimiento de la dinámica y función de tres elementos indispensables en todo sistema: La energía, los nutrimentos y el agua.

## PROCEDIMIENTO

Se consultaron fuentes de información primarias en la biblioteca de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, con el apoyo de bases de datos como TESIUNAM, LIBRUNAM, CAB Abstracts y BIVE. Además se investigó en fuentes secundarias como libros revistas de divulgación técnica y folletos de difusión.

La información se seleccionó considerando la aportación de datos que indicaran como han evolucionado tres importantes áreas : La humanidad, la ciencia y la naturaleza. Se agrupó de acuerdo a estos temas y finalmente se busco información que ejemplificara la conjunción de estos conceptos con miras a encontrar soluciones a problemas como la falta de alimentos, contaminación deterioro ecológico y problemas socioeconómicos.

## DESARROLLO

### RECURSOS Y NECESIDADES DEL PEQUEÑO PRODUCTOR

La correcta administración y la integración de la tecnología para lograr un mayor rendimiento de los recursos del medio ambiente, ha significado un motivo de preocupación y un reto para un número creciente de personas, empresarios, gobiernos y organismos del mundo. Si bien este asunto no es nuevo, el nivel de preocupación y el sentido de urgencia sí lo son y en este momento existe una amplia discusión, propuestas, canalización de recursos, y programas de acción.<sup>2, 14, 15, 16</sup>

Se ha declarado que el resultado de este proceso de evolución del pensamiento y de la actividad humana hacia un tipo de desarrollo continuo y mantenido debe ser rápido, ya que si la mayoría de las grandes confrontaciones en el campo experimental no se dan en los 90's... tal vez para el próximo siglo sea tarde.<sup>1</sup>

Desde la conferencia de Estocolmo sobre el tema en 1972, hay muchos avances tanto a nivel teórico como operacional, y estos han llevado a una nueva forma de pensar en que las sociedades conciben la relación entre el hombre y la naturaleza en las actividades del futuro.<sup>17, 18</sup>

La idea de que el desarrollo sustentable, es necesario, que requiere una cuidadosa administración de los recursos y procesos biofísicos y geoquímicos del planeta esta actualmente muy vigente en el pensamiento de las sociedades occidentales.<sup>19, 20, 21, 22</sup>

#### Administración del medio ambiente

Todas las actividades humanas, económicas o socioculturales, ocurren en el contexto de ciertos tipos de relación entre la sociedad y el mundo biofísico (el resto de la naturaleza). El desarrollo necesariamente involucra una transformación de esas relaciones. Por ejemplo, la agricultura, es una forma de administración del medio ambiente, sin embargo, al analizar de manera profunda los tipos de agricultura implementados, pueden evidenciarse acciones que no precisamente corresponden al concepto de administración, y por el contrario ponen en riesgo

la sana relación entre los humanos con la naturaleza.<sup>23,24</sup>

Esta relación ha evolucionado o se ha desarrollado en la misma medida en que lo han hecho las sociedades. Algunas veces ha evolucionado de manera que pueden definirse como mutuamente benéficas y ecológicamente sustentables. En cambio en otros tiempos o lugares, la gente ha administrado mal a la naturaleza con el fin de aumentar sus posibilidades de supervivencia y mejorar sus condiciones de vida, a costa de reducir la capacidad de los ecosistemas locales para proveerles de mas recursos en el futuro.<sup>25</sup>

Esto no fue tan importante mientras estas actividades se desarrollaban a una escala menor, comparada con la escala de la naturaleza misma. Cuando las poblaciones eran pequeñas y siempre podían encontrarse nuevas fronteras, la gente tenía la posibilidad de moverse hacia nuevos lugares una vez que habían agotado la capacidad local de la tierra para sustentar sus actividades, y la tierra tenía también oportunidad de recuperarse.<sup>14, 26</sup>

Sin embargo entre 1950 y 1986 la población se duplicó, pasando de 2.5 a 5.0 mil millones. En lo que va del siglo la población mundial se expandió 20 veces. La presencia física de la economía humana en la ecósfera, así como flujos de materia y energía, no eran importantes en 1900, pero ahora compiten con la velocidad de cambio de muchos ciclos y flujos en la naturaleza. Esto esta teniendo efectos de gran magnitud en la estabilidad de los procesos físicos y biogeoquímicos que sustentan la vida humana y no humana en el planeta. El resultado es un nuevo consenso político: Que las sociedades deben seguir su desarrollo considerando a la economía y la ecología no como dos disciplinas separadas, sino concertar la una con la otra.<sup>26, 27</sup>

La naturaleza desde el punto de vista económico, muy de acuerdo con las interpretaciones de la mayoría de las religiones de occidente, es considerada como algo que existe para beneficio del hombre, para ser manipulada, explotada, modificada de todas las maneras que mejoren las condiciones de vida material del hombre.<sup>28, 29</sup>

En su forma mas simple, la economía considera a la naturaleza como una fuente de recursos físicos (materias primas, energía, agua, suelo, aire) para ser usados en beneficio del hombre y, como un sumidero infinito de los subproductos y residuos del desarrollo y del consumo del hombre (en la forma de varios tipos de contaminación y degradación ecológica).

Este aspecto de flujo de recursos desde la naturaleza hacia la economía y, del flujo de residuos hacia el ambiente no entraba en el pensamiento económico, sencillamente por que se creía que la naturaleza era infinita tanto como fuente como reservorio. En tanto, la economía neoclásica se interesaba en los recursos percibidos como escasos y de acuerdo a esta concepción no existía un ambiente biofísico explícito que debiera ser administrado.<sup>30</sup>

Así la economía se desentendió de la naturaleza en la teoría y en la práctica. Se aceptaba ampliamente la representación del proceso económico que aparece en muchos libros de texto, como un diagrama circular entre la producción y el consumo, dentro de un sistema completamente cerrado con todos sus flujos perfectamente reversibles ( Figura. 1 ).

Es una paradoja de la economía que el "valor " sea creado generando escasez; así, el agotamiento y la degradación de los recursos naturales han aumentado el valor de éstos, aunque en realidad se haya perjudicado a la sociedad, a su economía y a la funcionalidad de sus ecosistemas sobre los cuales descansan.<sup>2, 31</sup>

La relación entre el hombre y la naturaleza en esta posición es totalmente unilateral y antropocéntrica: los humanos se benefician a expensas de todas las demás especies y ecosistemas naturales. Desde el punto de vista político-económico dominante en los 60's, los 70's y parte de los 80's el tipo de relación entre la sociedad y la naturaleza es común tanto a las economías capitalistas, relativamente descentralizadas, como a las economías marxistas, los factores limitantes de la producción para estas son el trabajo humano y el capital producido por el hombre. Existe en ambas irrefrenable fe en el progreso y en el avance tecnológico así, como en la capacidad para resolver cualquier problema que pudiera surgir, generalmente a través de la sustitución cuando la escasez hace que los precios de los bienes suban. Capitalismo y comunismo difieren en sus estrategias para lograr el desarrollo, en el tipo de régimen de propiedad que promueven y en la distribución de los ingresos generados por la producción pero en lo concerniente a ecología y administración de los recursos del medio ambiente no existe virtualmente diferencia alguna.<sup>32, 33</sup>

De una u otra manera la mayoría de las naciones han reorientado el enfoque de la economía y de la administración del medio ambiente teniendo como objetivo su conservación. Por supuesto sus políticas de desarrollo iniciales no fueron intencionalmente nocivas, sino que

surgieron de postulados incompletos, generalmente inconscientes acerca de la interrelación e interdependencia entre el hombre y la naturaleza. Se ha mencionado que el error fundamental es la poca importancia que se le dio al análisis de la dependencia de la economía humana hacia una vasta red de recursos físicos y biológicos. Mas básico aún, se sobre estimó el fino balance de procesos ecológicamente interdependientes como son los servicios que brinda el ecosistema, tales como el reciclamiento del agua, y de los nutrientes, la filtración del agua y del aire, la regulación del clima y de los gases atmosféricos que sustentan todas las formas de vida y protegen la salud.<sup>17, 34</sup>

Generalmente como consecuencia directa del desarrollo, se genera un círculo vicioso de pobreza y destrucción ecológica, que aumenta la marginalización de la gente y de la tierra que habitan. En la medida que los recursos naturales y los servicios ecológicos se volvieron escasos, la teoría y la práctica económica tenían que reincorporarlos.<sup>2, 35</sup>

La naturaleza desde el punto de vista de la ecología, en contraparte a la economía es concebida como algo superior en la que el hombre solo desempeña un minúsculo papel, se empeña en conocer el modo en que los grandes sistemas biológicos funcionan, pero sin la presencia del hombre, y aunque la presencia de este ocupa solo un pequeño espacio en la vida de la tierra se toman en cuenta ya cada una de sus acciones y la repercusión de éstas en la naturaleza.<sup>27</sup>

Sin embargo, la ecología profunda, una corriente contemporánea, que reúne conceptos de varias formas de pensar, religiones, concepciones políticas etc., promueve la comprensión de algunos aspectos más técnicos y científicos de la ecología de los sistemas como un punto de vista no antropocéntrico. Entre sus principios básicos están la igualdad intrínseca de las bioespecies, reducciones importantes en la población humana, autonomía bioregional (reducción de la dependencia económica, tecnológica y cultural e integración de regiones con características ecológicas semejantes), promoción de la diversidad biológica y cultural, planificación descentralizada utilizando múltiples sistemas de valores, economías no orientadas hacia el crecimiento, tecnologías simples y mayor uso de las formas de administración y de las tecnologías nativas. Los ecologistas profundos, así como muchos analistas de sistemas de las etapas posteriores, "administración de recursos" y "ecodesarrollo". La ecología profunda concibe el actual desarrollo tecnológico como algo que conduce a

problemas mayores, mas costosos y mas irreversibles, no a una forma deseable de progreso.<sup>2</sup>  
27

La aplicación de estas ideologías resultaría en cambios radicales en los sistemas económicos, sociales, legales y en la definición de desarrollo.<sup>5, 36, 37</sup>

La política económica y las aplicaciones prácticas sobre el ambiente en los países con menor grado de desarrollo relativo son muy diferentes a las de los países industrializados, debido a que el agotamiento de los recursos es generalmente un riesgo mayor que los efectos de la contaminación, y son los pobres los mas afectados. Sus prioridades de supervivencia generalmente exceden sus intereses por la calidad del ambiente. Sin embargo, en términos de efectos sobre la salud, el impacto de un ambiente degradado es mas severo sobre ellos. Por esta razón en algunos países como por ejemplo la India, los movimientos ecologistas han surgido de las clases mas bajas. Esta es una de las razones principales para el creciente corrimiento de la etapa de la protección ambiental a la de administración de recursos esta posición involucra una extensión teórica natural de la economía neoclásica y un cambio sustancial en la práctica, en consecuencia puede considerarse un cambio evolutivo mas que revolucionario.<sup>2</sup>

La idea básica es incorporar todos los tipos de capital y de recursos biofisicos, humanos, de infraestructura, y, monetarios en el cálculo de las cuentas nacionales, de la productividad, y en las políticas de desarrollo y la planeación de la inversión. Este enfoque considera que, el agotamiento de los recursos naturales es una preocupación central de la economía y la política (Figura 2) <sup>6, 10, 32, 38</sup>

En este modelo, por ejemplo, la contaminación es visualizada como un recurso negativo (ya que causa la degradación del capital natural) y no como algo ajeno a la economía. El clima y los procesos que lo regulan son considerados como un recurso natural vital que debe ser administrado. Los parques y reservas son fuentes de recursos genéticos y tienen además un valor asociado a la regulación del clima. Se tienen en cuenta la interdependencia y los múltiples valores de los distintos recursos (por ejemplo el rol de los bosques como cuencas hidrológicas que afectan a la energía hidroeléctrica, la fertilidad del suelo y la productividad pesquera) <sup>6, 10, 32, 39</sup>



En el análisis del proceso productivo, existen varias corrientes y escuelas que describieron en su tiempo lo que ellos consideraron los componentes de la economía y su interrelación. Por ejemplo; la escuela clásica vigente hasta 1929 y cuyos representantes más destacados fueron Adan Smith, David Ricardo, Malthus, Say, entre otros, sostenían que todo proceso productivo estaba sustentado por la participación de tres factores, que eran la Tierra, el Capital y la Mano de obra. Posteriormente, Marshall introduce un cuarto componente denominado espíritu empresarial. Por otra parte la escuela Marxista aseguraba que la producción se debe a la interrelación entre el Capital Constante (infraestructura) y el Capital variable (mano de obra). La escuela contemporánea, señala únicamente a la mano de obra como factor primordial en el proceso de producción, restándole importancia a la tierra y capital. Todas las corrientes y escuelas coincidieron en señalar a la tierra, capital, mano de obra y espíritu empresarial como factores importantes dentro de la producción.<sup>35</sup>

Resumiendo, el medio ambiente administrado eficientemente concibe la idea de ecologizar a la economía o de economizar a la ecología, a partir del conflicto entre los valores antropocéntricos o biocéntricos trata de encaminarse hacia el ecocentrismo. Así el modelo económico cerrado es reemplazado por el modelo de la economía biofísica, una economía termodinámicamente abierta inserta dentro del ecosistema los recursos biofísicos (energía, materiales, ciclos de procesamiento ecológicos) que fluyen desde el ecosistema hacia la economía y la energía degradada no útil, los residuos y la contaminación salen de la economía y regresan al ecosistema.<sup>2</sup>

Conforme las crisis de todo tipo se agudizan a nivel mundial, los gobiernos y las entidades de investigación agrícola se dan cuenta de la necesidad apremiante de incorporar a los pequeños productores al proceso de desarrollo de los países. De acuerdo con los expositores de el seminario latinoamericano sobre mejoramiento de la producción y productividad del pequeño productor (PP) en el desarrollo rural de 1980 en San José de Costa Rica, los pequeños productores además de ser un grupo mayoritario en América Latina, se distinguen por que, generalmente, poseen poca tierra, siendo con frecuencia arrendatarios, jornaleros y aparceros; tienen varios cultivos simultáneos en su finca, su participación en el mercado es muy poca, y cuando lo hacen comercializan el mismo tipo de productos que son la base de su autoconsumo. Por lo general entre ellos es casi inexistente el uso de maquinaria, y

se hace uso intensivo de la mano de obra familiar para atender la explotación también intensiva de la finca, la que es en casi toda la América Latina, una pequeña unidad, generalmente aprovechada en su totalidad. Por último, se señaló que el PP ejerce mínima o ninguna influencia en los mercados y en la toma de decisiones, sus recursos son limitados, y su capacidad de endeudamiento es escasa. En términos sociales se puede decir que ellos son la clase pobre del sector agrícola.<sup>40, 41</sup>

Al realizar un análisis del perfil psicológico de la gente que compone este sector varios autores coinciden en señalar el periodo de la conquista como origen de todas las motivaciones profundas del pueblo mexicano. Estas nacen después del trauma de la conquista, ya que el mundo colonial encontramos predominantemente dos tipos de hombres: el criollo y el mestizo; *el padre criollo se enorgullece del hijo y hace lo posible por trasladar los privilegios obtenidos a sus descendientes. Por el contrario, el mestizo vive el rechazo de su padre.. El mexicano criollo o mestizo se encuentra ante un conflicto agudo de identificaciones múltiples y complejas, víctima de contradicciones que necesariamente dejarán insatisfecha una forma de su personalidad.*<sup>41, 42</sup>

En su necesidad de refinarse y mostrarse distinto hay temor y ansiedad latentes de ser descubierto; tal vez por ello su aversión a todo lo pasado, por eso su hostilidad a sus compañeros de cultura, por eso su crueldad para con todo lo que le hace verse proyectado y reflejado.<sup>41, 42</sup>

El mestizo nace más como producto de una necesidad sexual que como anhelo de perpetuarse. La participación del padre en el hogar es limitada, se trata mas bien de un ser ausente, que cuando eventualmente se presenta es para ser servido, admirado y considerado. A la mujer se le exige fidelidad y abiertamente se acepta la infidelidad del esposo, quien asiduamente tiene dos casas: La casa grande en donde tiene su hogar con hijos criollos y la casa chica en donde tiene a la india , a quien le hace el favor de poseerla, con sus hijos mestizos. Los hijos de la casa chica, en el mejor de los casos, son contemplados con un sentimiento de culpa del cual trata de deshacerse con expresiones hostiles. Cuando grande el mestizo a la esposa siguiendo la pauta creada ( Teoría de Gestalt ) en la contemplación del padre; aún cuando sea mestiza como él, se habrá hecho a la idea de la superioridad sustancial del hombre sobre la mujer, lo indígena y lo femenino se ha transformado en una ecuación

inconsistente.<sup>18, 41, 42</sup>

El mexicano ataca al gringo o al gachupín, a la vez que los admira y quiere ser como ellos. Ante tales frustraciones retorna a su estado primitivo buscando seguridad; el pecho materno, pero al no hallarlo buscará un sustituto en el alcohol, cigarro, etc.<sup>20</sup>

Algunos de los comportamientos del mexicano son entre otros: la sobrevaluación de lo externo, la fanfarronería, la impuntualidad, la insubordinación y anarquía, el despilfarro, el abstencionismo, la basura, el uso de indirectos en los que no se compromete ni se obliga, la susceptibilidad, la fe Guadalupana, la corrupción, el disimulo. Todas estas características del mexicano nos dan una descripción de la persona que es el PP en México; Una persona sumamente reservada y desconfiada, muy negativo y pesimista, ven el trabajo solo como un medio para subsistir y no para progresar, son relativamente indisciplinados pero muy leales a su grupo, rehusan asumir un liderazgo por temor a ser rechazados, son solitarios, sufridos y sumisos. Sin embargo también existe un lado muy positivo ya que suelen ser serviciales, con un buen sentido del humor, perfeccionistas, flexibles, respetuosos y obedientes, sociables, en fin al ser motivados y saberse valorados, útiles e importantes e inculcarles la importancia y beneficios de la responsabilidad suelen ser perfectos trabajando.<sup>18, 20, 41</sup>

### **Necesidades del pequeño productor**

Caracterizado así el pequeño productor ( PP ) debe enfrentarse a varios problemas, entre los que destacan: El costo mayor por habitante, por la inadecuada infraestructura física que existe en las zonas rurales, mayor dispersión habitacional en el campo, deficientes o nulos servicios sociales tales como educación, salud, agua potable, etc. La creciente presión del hombre sobre la tierra, ocasionada por el crecimiento demográfico y por el deterioro de los suelos, lo cual hace que una parte de los agricultores estén en condiciones tan marginales que no hay esperanzas de que puedan mejorar. Se han identificado también problemas de índole técnico o de organización cuando en realidad son de tipo político. En los últimos diez años se han hecho bastantes esfuerzos por parte de los gobiernos tratando de ayudar al PP, sin embargo la mayoría de los proyectos han terminado canalizando el crédito, los insumos y la asistencia técnica hacia los medianos y grandes productores. La principal causa es que los pequeños productores no se organizan espontáneamente para los efectos económicos, debido a

su aislamiento y bajo nivel educacional y por algunos factores de tipo cultural. En consecuencia su nivel de reivindicaciones y su demanda por mas y mejores servicios es muy reducida.<sup>18, 43</sup>

Por otra parte, se afirma que la razón de que se preste mas atención a los grandes y medianos productores radica en el poder político de aquellos, y en los intereses de las entidades ejecutoras de los proyectos. Si un programa de ayuda al PP tiene éxito, éste será menos dependiente de los terratenientes, o sea, se alterará el equilibrio del poder. habrá escasez de mano de obra y, como consecuencia, se elevaran los jornales. En fin se desencadenaría un conflicto entre clases. Además si las agencias ejecutoras dedican sus esfuerzos al PP, quien carece de poder político, podrían perder el apoyo de sus clientes influyentes. La oposición a los proyectos se traduce en atrasos en los desembolsos, cortes presupuestarios, problemas de continuidad, falta de personal, etc.<sup>18, 35, 43</sup>

En consecuencia, los principales problemas de orden socioeconómico señalados fueron la falta de recursos suficientes, entre ellos principalmente la tierra y capital, la escasa participación, la inadecuada o inexistente organización y la falta de poder político para exigir y presionar por sus propias soluciones. además de esto el PP es un marginado de la tecnología ya que no ha sido diseñada para él. Para cubrir un mínimo de necesidades es recomendable el conocimiento de los sistemas propios del PP y basar la investigación en el análisis de su finca como un todo.<sup>43</sup>

Los planes y programas de extensión se justifican sobre la base de una realidad conocida susceptible de mejorar. Esa realidad conforma la imagen de la población de interés en un momento dado, condicionando su proceso evolutivo a la satisfacción gradual de necesidades humanas. Así si imagináramos la problemática que afecta a nuestra comunidad como una cadena con características específicas, cada eslabón representaría un problema y cada problema una necesidad.<sup>20</sup>

La vida del hombre es una respuesta a sus necesidades, desde las que le permiten su supervivencia, hasta las que lo diferencian de las demás especies. Dentro de esta escala, se definen tres niveles de necesidad y son progresivamente complejos: Necesidades fisiológicas o de supervivencia, necesidades de seguridad o de permanencia y necesidades sociales. Aunque

todas ellas tienen un sentido individual, su satisfacción requiere, de acuerdo a la complejidad del propio nivel, una mayor participación de grupo, de tal suerte que, conforme una comunidad va resolviendo sus necesidades, permite a sus miembros desarrollar su capacidad potencial, lo que redundará en el beneficio común.<sup>20,44</sup>

Para asegurar el desarrollo de una comunidad es necesario detectar, definir y medir sus necesidades. En este sentido el concepto más elocuente que describe una necesidad sea quizá el siguiente: *Una necesidad es el "espacio" comprendido entre la situación presente ( lo que es) y un objetivo ( lo que debe ser)*. Existen infinidad de necesidades, las cuales varían de un individuo a otro, o entre grupos y comunidades. Para resolver cualquiera de ellas debemos estar conscientes no solo de su existencia sino de su naturaleza, ya que esta determina tanto la del objetivo que se desea lograr, como la del satisfactor que se requiere.<sup>20,44</sup>

Las necesidades pueden dividirse en dos grandes grupos: sentidas y no sentidas. La diferencia entre unas y otras se determina por la noción o conocimiento que la población de interés manifiesta en relación a los problemas que le afectan. Es importante que los programas de apoyo a pequeños productores consideren la existencia de estos dos tipos de necesidades y no subestimen ni sobrestimen cualquiera de ellas, ya que este hecho conducirá a los programas de apoyo al fracaso. Definitivamente los programas deben atender en primera instancia las necesidades prioritarias que benefician a la comunidad y, corresponde al profesional del campo o extensionista el comunicar y despertar la atención sobre las necesidades "no sentidas" hasta que formen parte de la población de interés y adquieran la condición de "sentidas". La falta de conciencia sobre los riesgos de no cumplir una necesidad es la característica principal de las necesidades no sentidas, por eso la importancia de que la población exprese siempre la mayor parte de sus necesidades como "sentidas".<sup>20,44</sup>

Con regularidad se confunde el significado de las necesidades "no sentidas" con otras a las que se pueden llamar "creadas", las cuales obedecen a intereses, por lo general económicos, manipulados desde una esfera ajena a la problemática del grupo objetivo.<sup>20</sup>

Con una idea clara sobre el concepto de necesidad y en condiciones de diferenciarla por su importancia y naturaleza es conveniente manifestar una estrategia para definir una necesidad en campo.

- a) Causa por la que se identifica una necesidad
- b) Establecer un límite de aceptación de la situación actual
- c) Disponer de un registro que describa la evolución de la situación
- d) Recopilar información y realizar su análisis estadístico
- e) Establecer indicadores cualitativos y cuantitativos

La satisfacción de toda necesidad objetiva esta condicionada tanto por el valor concreto que representan sus fines como por los cambios de conducta que deben generarse en uno o varios individuos. Por ello toda necesidad que se manifieste como sentida o no, corresponde a una o varias necesidades conductuales que deben de transformarse en un marco educacional, formativo o instruccional.<sup>44, 45</sup>

Las necesidades se clasifican en tres grandes grupos que son: Necesidades fisiológicas, Necesidades de existencia o seguridad y Necesidades sociales. Cada una representa un nivel de bienestar y pueden dividirse a su vez en pequeños grupos (Figura 3)<sup>20, 44, 45</sup>

**Necesidades de Supervivencia o Fisiológicas:** Son aquellas que permiten que el organismo funcione normalmente, se manifiestan como sed, hambre, sueño, sexo, comezón, frío, etc. en este nivel todo ser viviente sobre la tierra lucha por satisfacerlas, incluso las plantas que dirigen su crecimiento hacia la luz solar o bien el de sus raíces hacia la humedad o nutrientes. Es este el nivel mas importante y es el que permite la selección natural de las especies siendo el mínimo para que un organismo pueda existir. Los individuos capaces de satisfacer el mayor número de estas necesidades tienen mas oportunidad de sobrevivir.<sup>20, 44, 45</sup>

**Necesidades de Permanencia o Seguridad:** Representa un segundo nivel y a el corresponde el instinto de todas las especies por asegurar su presencia por algún tiempo en un ecosistema, es decir toda especie al satisfacer sus necesidades fisiológicas, asegura la existencia instantánea, sin embargo se preocuparán por mantener lo mas posible esta existencia, esto se logra mediante la construcción de refugios, almacenamiento de alimentos, evitando situaciones de peligro, evadiendo enemigos naturales, protegiéndose de los fenómenos atmosféricos, etc.<sup>20, 44, 45</sup>

**Necesidades sociales:** Es un nivel que contrario a lo que parece no es propio del

hombre ya que muchas especies se desarrollan solo en forma de grupos organizados. Dentro de este nivel existen tres pequeños grupos: los de **pertinencia social** que representan una necesidad por ser aceptado en un grupo, y participar con él mediante la acción o comunicación. El grupo de necesidades de **reconocimiento propio** que representa el concepto que se tiene de si mismo el individuo, en el cuál se busca su aceptación tal como es y la admiración por ser lo que es. Por último el grupo de necesidades de **autorrealización** que tiene como objetivo la satisfacción de desempeñar al máximo todas las aptitudes que se poseen y la adquisición de nuevas habilidades.<sup>20, 44, 45</sup>

Las necesidades de los pequeños productores expuestas por los estudiosos del extensionismo son: El incremento de forma sostenida o sustentable de los niveles de producción y productividad de las actividades agropecuarias y forestales así como mejorar la calidad de los productos derivados de dichas actividades. Elevar los niveles de bienestar de la población rural. Conservar y/o incrementar la base de los recursos naturales agua, clima, suelo, biota, etc. El mejoramiento de las técnicas de producción; sin que ello implique el deterioro de los recursos naturales, obtener mayores rendimientos por unidad de explotación y mejor aprovechamiento de la energía humana entendiéndose por esto mayor rendimiento de la mano de obra y hacer menos fatigosa y ardua la labor del campo.<sup>43, 46, 47</sup>

La satisfacción de estas necesidades detectadas por gente que no pertenece al grupo local de productores pueden parecer cortas, si es que en su aplicación no va acompañado el cambio conductual de la persona que las manifiesta, de ahí que los diversos programas de extensión enfocados a la satisfacción de estas necesidades deben enfocarse a lograr un cambio de actitud en el individuo, de tal forma que le permita seleccionar las técnicas que considere apropiadas a su realidad social.<sup>43, 46, 47</sup>

La realidad expresada verbalmente por pequeños productores es que primeramente deben cubrirse las necesidades primarias, es decir comida, refugio, salud. Posteriormente mejorar la productividad de su núcleo familiar y por último y menos importante proteger el medio ambiente, y la calidad de los productos.<sup>15, 23, 48, 49</sup>

Por otro lado, la posible solución expresada por los mismos productores, sería considerar al medio ambiente, conocerlo y aprovecharlo racionalmente, mejorar la

productividad del núcleo familiar y proteger la salud de la familia rural.<sup>48, 49, 50</sup>

### **Recursos del pequeño productor**

Aunque existen varios conceptos, para fines de este estudio se considera PP a los ejidatarios, comuneros, pequeños propietarios minifundistas localizados en zonas de escaso desarrollo, con infraestructura y recursos potenciales mínimos, la gran mayoría utiliza un mínimo de inversión para la producción de bienes que, si bien persiguen la sobrevivencia, en algunos casos llegan a comercializar para lograr un ingreso extra. Para efectos tributarios el gobierno considera pequeños contribuyentes aquellos que durante el ejercicio fiscal de 1993 tuvieron ingresos que no excedieron mas de 10 anualidades de salario mínimo de su región, no están obligados a cumplir con compromisos fiscales. ( Diario Oficial de la Federación 30 de marzo de 1994).

De acuerdo al censo el 12 de marzo de 1990, en el país residían 81,249,645 habitantes. Esta cifra nos indica que México duplicó su población en los últimos 25 años creciendo a una tasa de 2.3 % anual , en la actualidad esta tasa bajo al 1.9 %. México se ubica entre los once países mas poblados del mundo. De la población total el 38.3 % es menor de 15 años y el 4.2 % tiene mas de 65 años, el 49.1 % de la población es del sexo masculino y el 50.9 % restante del sexo femenino. El censo registro 156,602 localidades de las cuales el 90 % tiene menos de 500 habitantes y en ellas residen el 12.3 % de la población del país, mientras que el 44.4 % de la población reside en las 98 localidades de 100,000 habitantes o mas ubicadas en el Estado de México, D.F., Veracruz, Jalisco y Puebla.<sup>50</sup>

14 millones de personas viven en un estado diferente al que nacieron, es decir el 17.4 % de la población es inmigrante interestatal. 5,282,347 personas que representan el 7.5 % de población hablan alguna lengua indígena y de éstas el 80 % hablan también el español. ( 54 )

El 87.4 % de los habitantes de 15 años y mas saben leer y escribir , la población analfabeta es de 6,162,662 personas mayores de 15 años. En dos décadas, el promedio de escolaridad aumentó de tercero de primaria en 1970 a sexto de primaria en 1990.<sup>50</sup>

Existen 24 millones de personas económicamente activas que representan el 43 % de la población. El 68 % de los hombres del país y el 19.6 % de las mujeres. del total de personas económicamente activas el 97.3 % se encuentran ocupados, esto representa una tasa de



desempleo del 2.7 % sin embargo cifras extraoficiales señalan para 1996 una tasa del 8 %  
50

La población ocupada del país se desempeña como trabajador agropecuario representando un 22 %. El sector primario ocupa el 22.6 % de las actividades, el secundario el 27.9 % y el terciario un 46.1 %.<sup>50</sup>

El número de viviendas ocupadas en el país es de 16,183,310 con un promedio de 5 ocupantes, éstas están construidas de lámina de cartón, tejamanil o madera en los techos, paredes de cartón, carrizo, bambú o adobe y piso de tierra. estas viviendas cuentan con agua entubada en un 79.4 % de los casos, energía eléctrica en un 87.5 % y drenaje en un 63.6%.  
50

En lo concerniente al los pequeños productores su estudio es un poco confuso, en promedio cuentan con una superficie de tierra que va de 5 Ha hasta unas 15 hectáreas dependiendo del lugar geográfico. Es preciso mencionar que estas extensiones se van haciendo menores en virtud de que van siendo heredadas. Son parcelas mixtas destinadas a uso agrícola y pecuario. este grupo de productores se ven obligados a buscar diferentes fuentes de ingresos diversificando la producción de la parcela o bien, vendiendo su fuerza de trabajo por un salario. La diversificación de la producción de la parcela tiene por objeto evadir riesgos naturales y de mercado, teniendo como resultado la integración del campesino al capitalismo, convirtiéndose en empleado asalariado. La actividad agrícola proporciona el grano para consumo y rastrojos útiles en los primeros meses de la estación seca de Noviembre a mayo  
46, 47, 48, 51

Los productores con mayor número de cabezas toman en arrendamiento mas parcelas para potrero o bien, terrenos recién cosechados para que los animales consuman rastrojo, pueden trabajar a medias o cambiar animales por rastrojos. Los productores consideran que la ganadería es una actividad elástica que exige poco trabajo y permite al jefe de familia desempeñar trabajo asalariado fuera de la localidad. Esto tiene que ver con las condiciones de producción tradicionales que imperan en este tipo de productores, donde el insumo tierra es el más importante. No están interesados en tecnificarse por que ello implica perder la libertad para emplearse en otra actividad, prácticamente en este aspecto la mujer campesina juega un

papel importante como encargada de los bienes animales del productor.<sup>32, 52</sup>

La ganadería funciona como caja de ahorro para gastos imprevistos, como acontecimientos sociales, defunciones o enfermedades, también significa liquidez efectiva para el gasto doméstico en casos de siniestro agrícola o para iniciar la nueva siembra, de tal suerte que es considerada como un colchón económico para amortiguar diversos gastos e incrementa la oportunidad de sobrevivencia. Otro aspecto es en el uso de animales mayores vacas, asnos, mulas o caballos en las labores del campo como fuente de energía.<sup>51, 52</sup>

Al realizar un análisis del sector agropecuario a nivel nacional, se encontraron varios aspectos que siendo fundamentalmente de carácter macroeconómico, no llegan a afectar la microeconomía que forman los pequeños productores. El inventario ganadero durante los años de la política de apertura comercial del neoliberalismo han tenido un decremento en casi todos los parámetros económicos de productividad. De acuerdo a datos de la Secretaría de Agricultura Ganadería y desarrollo Rural, en 1987 habían 39.2 millones de bovinos, 10.4 millones de caprinos, 5.9 millones de ovinos, para 1992 fueron censados por el Intituto Nacional de Estadística Geografía e Informática 23.3 millones de bovinos, 6.8 millones de caprinos y 3.9 millones de ovinos, lo que significa una reducción del 40 % en el inventario nacional del hato bovino, 34 % del caprino, y 33 % del ovino, con una merma en la producción de productos de origen animal y un aumento en las importaciones. Esto implica que en promedio el hato nacional de todas las especies disminuyó en un 30 a 40%, sin embargo el PP no ha resentido tanto este cambio, lo que quiere decir que los productores tecnificados son los que están reduciendo sus inventarios por la falta de apoyo que ocasiona una competencia desleal y la desaparición paulatina del sector.<sup>49</sup>

En los últimos tres años el balance comercial agropecuario ha evolucionado de un ligero saldo positivo de 250 millones de dólares en 1990, a uno negativo de 727 millones de dólares para 1992, lo que significa un retroceso de 977 millones de dólares. La política de " ventajas comparativas " se ha traducido en una inversión en el intercambio pecuario de un saldo positivo para México de 1,151 millones de dólares anuales en 1986 aun déficit para 1992 de 2,878 millones de dólares.<sup>49</sup>

Cabe hacer este análisis ya que el PP no se ve completamente afectado por los precios

que se le pueden pagar por su ganado. ante esto se da una transición hacia una ganadería de subsistencia o de sobrevivencia para él y su familia, él productor reduce sus ventas a un mercado local o bien prefiere el autoconsumo.<sup>32</sup>

La tierra como instrumento de producción es considerada por el PP parte de su familia y mantiene ciertos lazos sentimentales con ella, se ha sugerido este hecho como motivo principal por lo cual resiste más los embates de la pobreza en el campo y lo mantiene en sus lugares de origen. El productor enfrenta problemas de incertidumbre por la propiedad de la tierra, problema que aunque ha sido atacado últimamente no vislumbra aún una solución clara.<sup>46, 48</sup>

A la tierra se le considera como algo vivo, con personalidad propia de una madre, costumbre muy arraigada desde tiempos prehispánicos. Socialmente se maneja como un motivo de lucha, *una razón para vivir o morir, inconscientemente se mantienen ciertos rasgos de conducta animal al proteger el territorio que proporcionará los recursos necesarios para sobrevivir; alimento, vestido, refugio y protección. Para muchas especies animales el concepto de defender un territorio es sinónimo de supervivencia.*<sup>46, 48</sup>

Si se considera la evaluación de los recursos de un productor en los términos de una empresa, su liquidez es insignificante, que su capital lo representa su casa, animales y herramientas agrícolas, cuenta con la plusvalía de sus tierras, ( en el caso de que la tenga bien acreditada), siendo poco lo que puede cuantificarse. Por otra parte el PP prefiere no comprometerse en al contraer deudas. Sin embargo tiene un potencial quizá no comprendido en cuanto a mano de obra. Cuando se contrata para trabajar en otro lugar, no es valorada como se debe. Así se convierte en un recurso susceptible de explotar, razón por la cuál debe considerarse al elaborar planes de desarrollo.<sup>3, 22, 32</sup>

Además de lo anterior y para completar la caracterización en relación con el medio se señala que tres de cada cuatro agricultores viven en terrenos donde el factor agua no puede ser controlado fácilmente, donde los rendimientos potenciales son menores y los riesgos son mayores y donde a menudo los suelos presentan problemas adicionales como acidez o alcalinidad excesivas. Por otra parte los grandes productores se han ido extendiendo por las mejores tierras, dejando para los pequeños productores las zonas marginales ( Cuadro 1)<sup>35, 41</sup>

A pesar de ese conjunto un tanto angustioso de limitaciones se afirma también que de los pequeños productores procede la mayor parte de los alimentos básicos que se consumen en el mundo. Esta afirmación y la de que el PP es altamente eficiente, fueron sustentadas haciendo referencia a varios estudios realizados en Colombia, Brasil, e India en los que se demuestra que las fincas de menos de diez hectáreas pueden ser económicamente más efectivas que las de mayor superficie, ya que los pequeños productores casi siempre trabajan sus tierras con más empeño que los de mayor escala, utilizan mejor los insumos y el escaso capital y son, por tanto, más productivos que los grandes, por unidad de tierra y unidad de capital. De esta forma el PP se caracteriza no sólo por sus limitaciones sino por su eficiencia y su potencial para contribuir al incremento en la producción de alimentos.<sup>15, 35, 53</sup>

El nivel de eficiencia y el grado de participación potencial se explican, principalmente, por la manera como el PP enfrenta y resuelve los problemas de la producción a nivel de su finca. El visualiza su finca como un todo, considerando que los diferentes componentes interactúan en forma compleja y teniendo en cuenta la influencia de los aspectos biológicos como de los socioeconómicos. Por eso es que, como se ha señalado, sus sistemas de producción generalmente son altamente eficientes en el uso de energía y de otros insumos y por esta razón conjuntamente con la diversificación que hace de los componentes del sistema, minimiza el riesgo implícito en producir. Por eso y por su independencia en el uso de insumos, especialmente de aquellos modernos y de alto contenido energético como los derivados del petróleo, obtiene altos niveles de eficiencia por unidad de superficie.<sup>40, 53</sup>

## TECNOLOGIA APROPIADA

La historia comienza cuando los hombres empiezan a pensar, no en función de procesos naturales — ciclo de las estaciones, lapso de la vida humana—, sino en función de una serie de acontecimientos específicos en los se puede influir de manera consciente y en los que, gracias a esa conciencia pueden generarse cambios favorables a la especie humana. Desde entonces se da la ruptura con la naturaleza, causada por el despertar de la curiosidad. En el siglo VI a.C. , en Jonia, pequeño grupo de islas del mediterráneo se desarrollo la inquietud de que el universo se puede conocer, que hay regularidades en la naturaleza que permiten revelar sus secretos. *Jonia debido a sus situación geográfica, se obligaba a vivir en relativo aislamiento.* En aquella multitud de islas había toda una variedad de sistemas políticos que hacía prácticamente imposible establecer una concentración única del poder que permitiera *implantar una estructura social e intelectual uniforme.* Aquello hizo posible la libre observación del cosmos, ya que la promoción de las supersticiones no se consideraba una necesidad política de control. El poder político se encontraba en nucleos pequeños y aislados, siempre en manos de mercaderes que promovían la tecnología sobre la cual descansaba su prosperidad. Fue en el mediterráneo oriental donde se confrontaron las grandes pensadores jonios hijos de marineros, campesinos y tejedores ( acostumbrados a reparar y buscar ), con las culturas de Egipto y Mesopotamia, se intercambiaron lenguas, ideas, creencias y dioses. Hasta entonces, toda la explicación a los fenómenos naturales se sustentaban por la creencia de que eran controlados por dioses o seres superiores. El Marduk babilonio y el Zeus griego eran considerados señores del universo y reyes de todos los dioses, era fácil llegar a la conclusión de que ambos eran el mismo dios, o bien que si los dos tenían atributos impresionantes, alguno de ellos podía ser inventado, y si uno era inventado, la posibilidad de que los dos lo fueran no escapó de la mente. Así se originó la inquietud de explicar el mundo sin la hipótesis de un dios.<sup>1</sup>

Esta gran revolución en el pensamiento se originó en los años 600 a 400 a.C. A partir de entonces las culturas se desarrollaron pero no con ritmos idénticos, ni evolucionaron marcando el mismo paso. Florecieron en tiempos diferentes y progresaron a ritmos distintos, la vision científica es tan funcional que cualquier cultura tarde o temprano llegará al

descubrimiento de la ciencia.<sup>1</sup>

La tradición mercantil que desembocó la ciencia jónica se tornó decadente ante una economía basada en la posesión de esclavos, cuya tarea era puramente manual y en vista de que la experimentación, base de la ciencia requiere de preparación y habilidad para el trabajo manual, la gente potencialmente disponible para ello ( los propietarios de esclavos ) no mostró especial interés por ésta actividad y se relegó a un mero pasatiempo. A pesar de esto se construyeron máquinas que pronto fueron rechazadas por motivos económicos ante la abundancia de esclavos, para entonces la religión marco su dominio y unicamente permitió el desarrollo de las artes hasta el final del renacimiento.<sup>1</sup>

*Algunos autores fijan el año de 1453 como el inicio del renacimiento año en el que cae Constantinopla en poder de los Otomanos y se cortan las rutas Europeas hacia el Oriente marcando con esto el final de la edad media. Otros factores fueron la impresión de libros, que permitieron la difusión del conocimiento y la influencia de la cultura griega y romana que se preocupaba por problemas de la humanidad.<sup>1</sup>*

La revolución intelectual que siguió al renacimiento enseñó a los hombres a pensar de otra manera, sólo hasta el año de 1800 se aplicó este pensamiento a un nuevo uso práctico; la revolución industrial, y se imprimió a nuestra civilización las características externas actuales. En la agricultura de la época se dio también un importante movimiento, se aplicaron nuevos métodos de cultivo. El conde de Townsend propuso la rotación de cultivos. Robert Bakewell usó los primeros métodos científicos en la cría del ganado que mejoraron hasta en un 216 % la productividad, otros entusiastas como Jethro Tull, Arthur Yaoung y Coke Holkham, permitieron mantener ganado aun en el invierno. Lamentablemente la clase que mantenía el poder político promovió la segmentación de tierras con el fin de adueñarse de tierras para producir a nivel industrial, el resultado fue que muchos pequeños productores emigraron a las ciudades como trabajadores asalariados.<sup>1</sup>

Desde entonces las numerosas ventajas sociales que la tecnología ha contribuido a conquistar se estan viendo más opacadas por los problemas sociales que implica su uso. La tecnología juega un papel político en la sociedad, íntimamente relacionado con la distribución del poder y el ejercicio del control social y económico. Esto ocurre de una manera material e

ideológica ya que promueve los intereses del grupo social dominante y de forma simbólica apoya y legitima los ideales de progreso y bienestar social mientras convierte en un sector dependiente a la clase dominada. Sin embargo no se puede negar el hecho de que la tecnología se ha convertido en parte del mundo social y se debe entender como tal.<sup>15</sup>

Resumiendo, la tecnología es el conjunto de herramientas, máquinas, métodos o ideas que permiten realizar un mayor beneficio con mínimo esfuerzo, su base es la ciencia y la observación, su creación se debe a la satisfacción de una necesidad, y los usos en nuestra sociedad van desde la opresión y manipulación de las clases dominadas, hasta la extensa destrucción del ambiente natural, y el agotamiento de las limitadas reservas mundiales de recursos naturales. Las aplicaciones en la mayoría de los casos han fracasado, especialmente en los que se refieren a resolver la pobreza de las masas y ya no es considerada como el dios omnipotente de principios de siglo.<sup>15, 21</sup>

Una de las grandes tareas que tienen ante sí los países en desarrollo es la de crear, nutrir y con mucha frecuencia rehabilitar su capacidad interna de invención. En lo que concierne a la tecnología, esto significa no sólo una selectividad mayor en la elección del equipo, plantas y métodos de producción importados, sino también cosa que es mucho más importante la invención y difusión de nuevos tipos de tecnología y nuevas modalidades de organización mejor adaptadas a las condiciones locales.<sup>4, 6, 54</sup>

Las tecnologías que satisfacen este requisito se han descrito con el nombre de "Apropiadas", "Bajo costo" o "Intermedias". La precisa diferencia entre éstas tres categorías es objeto de polémicas teóricas animadas, aunque relativamente inconclusas, y conviene reconocer que por el momento no se cuenta con definiciones generalmente aceptadas de la "Tecnología Apropiada", de bajo costo o intermedia. Para quienes las aplican, estos términos son perfectamente claros y requieren poca explicación. En lugar de tratar de formular un conjunto de definiciones discutibles, es más explícito ejemplificar este concepto.<sup>5</sup>

### **Orígenes y significado de la "Tecnología Apropiada"**

"Tecnología de bajo costo", "Tecnología intermedia", "Tecnología de autoayuda", "Tecnología progresiva", "Tecnología correcta" o "Tecnología Apropiada": con excepción de sus matices diferenciales, mucho se ha dicho ya acerca de estos conceptos y de los principios

que, en general se presume que les dan sustento. El movimiento encaminado a mantener la vitalidad de estos principios en distintas partes del mundo y en países en distintos niveles de desarrollo se ha difundido con celeridad, aunque todavía de manera fragmentaria. En un creciente número de ámbitos vinculados con los problemas del desarrollo, se ha examinado la cuestión relativa al progreso desde dentro de la sociedad y sus consecuencias tecnológicas. Cada vez es mayor el número de revistas y boletines que han abierto las puertas a las contribuciones de los analistas de la "Tecnología Apropriada", sus nuevas visiones y misiones. Los primeros compendios sobre los conceptos de "Tecnología Apropriada" partieron de la reunión de expertos en tecnología de bajo costo organizado por el centro de desarrollo de la Organización de Cooperación y Desarrollo en América Latina del 17 al 20 de septiembre de 1974.<sup>5</sup>

Un número cada vez mayor de expertos en desarrollo rural y autoridades nacionales está comenzando a poner en tela de juicio la conveniencia de las transferencias masivas de *tecnología de las naciones industrializadas*. Las tecnologías de gran escala y densidad de capital elaboradas en Europa, América del Norte o Japón bien pueden ser muy eficientes, pero su introducción en sociedades más pobres y menos desarrolladas suele crear más problemas de los que resuelve. Por lo común éstas tecnologías son sumamente onerosas en relación con el ingreso de las poblaciones locales, requieren de una infraestructura educacional e industrial cuyo establecimiento lleva varios decenios y tienen consecuencias sociales perjudiciales *mucho más repentinas que en su cultura de origen*. Sin embargo circunstancia que acaso sea la más importante, su introducción suele inhibir el desarrollo de las capacidades autóctonas de innovación que son esenciales para que haya desarrollo.<sup>6, 8, 55</sup>

### **Semántica de la "Tecnología Apropriada"**

El arado arrastrado por bueyes, introducido en varios países del Africa por los servicios de extensión agrícola, las organizaciones religiosas y los especialistas en desarrollo rural, es un buen ejemplo de tecnología intermedia. Se ubica, por así decirlo a mitad del camino entre el azadón y el tractor moderno de motor diesel. Su carácter intermedio, claro está es relativo; en las sociedades de Oriente Medio y Asia que han conocido y usado el arado arrastrado por bueyes por miles de años, ésta tecnología se puede denominar tradicional y el nivel intermedio



de tecnología correspondería a los pequeños tractores de dos ruedas similares a los diseñados por el Instituto Internacional de Investigaciones del Arroz de Filipinas o las cooperativas industriales de Sri Lanka. En las sociedades de África Tropical que carecen de una tradición ganadera y que todavía utilizan herramientas muy sencillas, el arado arrastrado por bueyes es una gran innovación y, desde el punto de vista tecnológico representa un gran paso adelante 55, 56, 57

A primera vista la definición de tecnología de bajo costo es relativamente sencilla. La letrina rural diseñada por el Instituto de Investigación y Actividades de Planificación de la India a un costo de \$10.00 USD es a todas luces menos onerosa que el inodoro moderno de descarga de agua y el sistema de filtración de agua elaborado en Tailandia, que utiliza cáscaras de coco o arroz como medio de filtración y es tan económico que, a fines prácticos se le puede considerar como una tecnología de costo cero. El abastecimiento de agua pura a una familia durante un mes cuesta alrededor de \$0.20 USD sin embargo tan pronto se sale de las tecnologías de autoayuda para la vida hogareña los cálculos de costos pasan a ser sumamente complejos y suele ser muy difícil determinar por ejemplo si una nueva tecnología de fabricación es más económica que la tecnología que reemplaza o complementa.<sup>5</sup>

Los factores económicos claro está, suelen también obrar en favor de la tecnología de pequeña escala y bajo costo. En la India por ejemplo el repentino aumento al precio del petróleo importado ha dado un gran atractivo a las cocinas que utilizan gas de estiércol vacuno 5, 8, 16

El bajo costo como el carácter intermedio, es una noción relativa que varía en el espacio y en el tiempo y mucho depende de las hipótesis formuladas respecto del precio de los insumos cuando los tipos de interés se mantienen en niveles artificialmente bajos a fin de fomentar la industrialización, como ocurre en la mayor parte de los países en desarrollo, la tecnología moderna de capital automáticamente parece mucho más rentable en términos privados (aunque no necesariamente en términos sociales) que la tecnología autóctona local, que emplea un gran número de personas, pero requiere escaso capital. Por otra parte si el empleo es una prioridad nacional real (por oposición a una prioridad nacional retórica) la rentabilidad de la tecnología de pequeña escala no se puede cuantificar exclusivamente a base de los salarios reales abonados a los trabajadores. Dar empleo a una persona que en caso

contrario estaría desocupada entraña una utilidad neta para la economía, y este factor se puede tener en cuenta utilizando un salario sombra o de cuenta y cuantificando el costo de oportunidad del empleo.<sup>5, 8, 16</sup>

Cuando se habla de tecnología de bajo costo fundamentalmente se pone el acento en la dimensión económica de la innovación. El concepto de tecnología intermedia por otra parte corresponde más específicamente al campo de la ingeniería. En cuanto a la "Tecnología Apropiable", que hoy tiende a ser más popular que la tecnología de bajo costo o intermedia, cabe decir que representa lo que podría llamarse la dimensión social y cultural de la innovación. En este caso se piensa que el valor de una nueva tecnología radica no sólo en su factibilidad económica y su razonabilidad técnica, sino en su adaptación al medio ambiente social y cultural local. Evaluar el carácter apropiado de una tecnología necesariamente implica un juicio de valor por parte de quienes la formulan y de quienes la utilizarán; cuando intervienen consideraciones ideológicas como suele ocurrir el carácter apropiado a lo sumo es un concepto errático.<sup>5, 8, 16</sup>

La bomba solar de agua elaborada por una firma francesa en cooperación con la universidad de Dakar, que se ha introducido a México con mucho éxito, probablemente sea un excelente ejemplo de "Tecnología Apropiable". Utiliza una fuente ampliamente asequible de energía como el sol, para proporcionar un producto escaso pero esencialmente importante; el agua, a los aldeanos. Aunque técnicamente es muy compleja, se adapta relativamente bien al medio social; ya que no requiere virtualmente de mantenimiento y, al parecer, tiene una vida útil potencialmente prolongada. análogamente algunas tecnologías formuladas o popularizadas por el Instituto Brace de Investigaciones de Canadá se pueden considerar como particularmente apropiadas, ya sean los secadores solares de café para Colombia, las fundiciones de hierro de pequeña escala para Afganistán o los alambiques de destilación solar para las aldeas sin agua de Haití.<sup>5, 8, 16</sup>

Se considera, en general que los términos "tecnologías de bajo costo", "intermedias" y "apropiables" se refieren a tecnologías que utilizan, formulan o importan los países en desarrollo. Muchas de éstas tecnologías, sin embargo, son igualmente utilizadas en los países altamente industrializados y en muchos aspectos son relativamente similares a las tecnologías alternativas o de menor intensidad de capital propugnadas por un número cada vez mayor de

organizaciones e individuos en América del Norte y Europa occidental. estos movimientos de tecnología alternativa o de menor intensidad de capital ponen el acento en la necesidad de que se preste mayor atención al efecto ecológico de la nueva tecnología y a las necesidades reales de la sociedad.<sup>4,56</sup>

Entre las tecnologías de menor intensidad de capital formuladas en los países industrializados, cabría mencionar el sistema de acuicultura y los molinos de viento del Instituto de la nueva Alquimia en los Estados Unidos de América. Las tecnologías comunitarias ( cocinas solares, cultivo de peces en sótanos etc.) adaptadas a un medio urbano de acuerdo con las ideas de la tecnología comunitaria de Karl Hess. Los esfuerzos de Robin Clarke en el Reino Unido por explorar nuevas avenidas en la tecnología agrícola no contaminante y utilizar recursos energéticos renovables. Los generadores eólicos y sistemas de digestión anaerobia de metano.<sup>5</sup>

Los ejemplos citados se deben considerar como ilustraciones y no como una tentativa por presentar una visión global de lo que se ha hecho hasta ahora. Lo que estos ejemplos sugieren es que, en ésta etapa la delimitación entre estos conceptos se encuentra todavía en un estado de indefinición. La "Tecnología Apropriada" está sumamente próxima a la tecnología intermedia, si bien no es totalmente idéntica a ésta. Una tecnología de bajo costo aunque suele ser particularmente apropiada a las condiciones de una sociedad en desarrollo no necesariamente satisface siempre el criterio del carácter apropiado, a decir verdad, cada uno de estos conceptos se podría considerar como un conjunto de ámbitos yuxtapuestos, aunque bien definidos, cuyas fronteras se están modificando con celeridad debido al efecto de experimentos recientes, nuevas innovaciones y cambios progresivos en la perspectiva. Por ésta razón los términos " apropiada " , " de bajo costo " , " intermedia " , " de menor intensidad de capital " , se pueden utilizar como sinónimos, eligiendo uno en lugar de otro como reflejo de las diferencias de orientación, más que una diferencia fundamental en su naturaleza.<sup>5</sup>

#### **Componentes de la "Tecnología Apropriada".**

El término tecnología invariablemente connota la idea de componentes físicos, ya sea en forma de fábricas, máquinas, productos u obras de infraestructura. Los componentes físicos son algo visible y, aunque no sean comprensibles, se destacan claramente. La tecnología con

todo va más allá de estos componentes y comprende también los que se pueden denominar por analogía tomada de la informática, componentes lógicos. Por componentes lógicos se entienden cosas intangibles como conocimiento, pericia técnica experiencia, educación y modalidades institucionales. ésta distinción entre ambos componentes es tan importante en el caso de la "Tecnología Apropriada" como en el caso de la tecnología de gran escala.<sup>5, 7, 16</sup>

El problema que tienen hoy en día los países en desarrollo es que debido a la gama de componentes físicos que tienen a su alcance como resultado de la investigación industrial emprendida en los países avanzados, es tan amplia y se expande con tal celeridad que teóricamente aunque no en la práctica, podría satisfacer una gran parte de sus necesidades inmediatas. De lo que se carece realmente es de componentes lógicos siendo ésta quizás la esfera en la cual mas se puede contribuir al movimineto de la "Tecnología Apropriada". La maquinaria y la pericia técnica para producirla de manera imitativa se pueden en general transmitir de un país a otro o de una cultura a otra. Las modalidades de organización y los valores sociales en cambio, son mucho más específicos de una cultura y por lo general es más difícil trasladarlos de una sociedad a otra.<sup>10, 57</sup>

Un ejemplo de menor importancia aunque muy revelador, que muestra como se pueden resolver problemas específicos con un mínimo de gastos financieros y sin utilizar nuevos componentes físicos. En el estado de Punjab India, la gran crisis agrícola que siguió al aumento de los precios de los fertilizantes en 1974, llevó a una solución administrativa aparentemente muy sencilla, de un problema heredado del periodo colonial. El sistema de distribución de agua y el servicio de extensión agrícola, que se administraban por separado sin ninguna coordinación, se consolidaron en un sólo organismo autónomo. Como resultado de ésta sencilla reorganización administrativa, se aumentaron de manera tan significativa los rendimientos medios de la producción de cereales que, contribuyeron a superar los problemas planteados por una relativa escasez de abonos.<sup>5</sup>

En todo el mundo en desarrollo podrían identificarse muchos otros ejemplos similares. Aunque algunos de ellos bien pueden parecer triviales, cabe señalar que el desarrollo es un proceso compuesto, en gran medida de miles de pequeñas mejoras y modificaciones de los componentes lógicos, más que de avances repentinos y masivos en los componentes físicos. Sin embargo los componentes lógicos carecen de visibilidad, circunstancia que explica por

que suelen ser pasados por alto, no sólo por los planificadores y autoridades nacionales, sino también por muchas de las organizaciones de pequeña escala que están realizando actividades en la esfera de la "Tecnología Apropiada".<sup>5</sup>

La "Tecnología Apropiada" bien puede ser la única solución para el problema del desarrollo o, en términos más modestos, de la supervivencia de las comunidades rurales. Sin embargo, su formulación y difusión plantean algunos problemas políticos y sociales, uno de los cuales es la distribución de los recursos; aunque la "Tecnología Apropiada" es comparativamente barata, cuando su costo se mide en términos de inversión por lugar de trabajo, su difusión de gran escala requiere cuantiosas sumas de dinero que bien podrían utilizarse en grandes proyectos a base de tecnología moderna. Estos últimos tienen una visibilidad mucho más grande, son algo más fáciles de administrar, pues están vinculados principalmente con componentes físicos, aprovechan el prestigio social de la modernidad y, por lo común, salen triunfantes en la competencia política por la obtención de recursos escasos. Por cuanto las decisiones de inversión en los países en desarrollo son adoptadas contemporáneamente, en su mayor parte, por las autoridades públicas y no por empresarios privados, el desarrollo y crecimiento de industrias basadas en "Tecnología Apropiada" dependen mucho de las opciones políticas escogidas en los máximos niveles. En el caso de la India, se tienen indicios de que la "Tecnología Apropiada", que constituía el elemento central de las corrientes políticas e ideológicas del período anterior a la Independencia perdió gran parte de su prominencia como resultado de los esfuerzos de industrialización de gran escala posteriores a 1948.<sup>13, 55</sup>

El país precursor de la esfera de la "Tecnología Apropiada" es la China, y no cabe menos que sorprenderse por el hecho de que el desarrollo y la difusión de esas tecnologías no constituyan solamente un problema económico o técnico, sino también una cuestión ideológica y política, la revolución social China en parte por accidente y en parte por decisión se basó en las comunidades agrícolas y las zonas rurales y, por otra parte allanó el camino a la que probablemente fue la innovación o revisión más significativa de la ideología desde Karl Marx: El reconocimiento de que el campesino y no el proletario urbano era la fuerza motriz de la revolución social. Esto explica en gran medida que el esfuerzo de desarrollo de la China a diferencia del de muchos otros países pobres, se haya basado fundamentalmente en las zonas

rurales. Uno de los dirigentes soviético que más influencia directa tuvo sobre los dirigentes chinos fue Nikolai Bukharin quien sostuvo sin éxito en contra de Stalin que el fundamento del desarrollo industrial era una agricultura próspera. Sin embargo China siguió el modelo Stalinista y se establecieron industrias urbanas modernas de gran escala basadas en la tecnología soviética importada. En la esfera agrícola este empeño de modernidad adoptó la forma de proyectos de infraestructura de gran escala, no siempre muy felices y en la esfera científica y tecnológica se expresó por conducto de la creación de una vigorosa capacidad en ciencia pura y tecnología militar avanzada. El ímpetu de la "Tecnología Apropiada" con la prioridad que atribuye a la descentralización la iniciativa local y la autosuficiencia, sólo volvió a reafirmarse con posterioridad a 1960 cuando la ruptura ideológica y tecnológica con la Unión Soviética no dejó a China otra opción que la de depender de sus propias fuerzas, bajo ésta perspectiva la elección de la "Tecnología Apropiada" no fue una elección tan deliberada ni al azar.<sup>5</sup>

Las dificultades experimentadas por la China con posterioridad a 1960 y la forma en que se le hizo frente sugieren que el carácter innovador de una sociedad, tanto en el sector moderno como en las comunidades rurales, puede ser estimulado grandemente por las circunstancias adversas y en especial por la interrupción repentina de las corrientes de asistencia externa y tecnología extranjera. Esto no quiere decir que un país en desarrollo deba o pueda separarse del mundo exterior a fin de estimular su inventiva e innovación internas. Los costos sociales de ese aislamiento, como los chinos mismos lo han señalado son a corto plazo sumamente elevados. Los países que en una u otra época de su historia se encontraron en esa situación debido a la guerra u otras circunstancias señalan que el aislamiento puede ser favorable a la invención y la innovación solamente cuando ya hay en el país una capacidad preexistente para el desarrollo y en caso contrario sólo puede conducir al estancamiento, la regresión o el retorno a un equilibrio ecológico de bajo nivel. El caso de la China no sugiere que el aislamiento pueda tener efectos positivos sobre el desarrollo de la tecnología y en especial, sobre la capacidad de una sociedad para depender de sus propias fuerzas inventivas

5

La innovación tecnológica no sólo es una cuestión de dinero o conocimiento técnico, sino también y acaso más, de confianza en si mismo esto se aplica tanto a los empresarios

individuales como a las naciones. El resultado de las importaciones masivas de la tecnología más moderna para los países en desarrollo, no ha sido tanto en perjuicio de la base económica de sus industrias tradicionales, sino en el menoscabo de la confianza en sí mismo de los innovadores locales y el respeto de las autoridades nacionales por las innovaciones autóctonas. Lo extranjero ha pasado a ser lo mejor, y cuanto mayor la brecha entre la tecnología autóctona existente y la moderna importada, tanto mayor es la pérdida de confianza. Esta, inevitablemente se traduce en la declinación e incluso la extinción de la capacidad de innovar con autonomía.<sup>6, 7, 8, 29</sup>

En cuanto a los componentes del sistema de innovación, se pueden concebir dos enfoques. El primero es contribuir a aumentar de manera sustancial el número total de innovaciones en tecnología intermedia y reducir el número de fracasos mediante una identificación de los factores que contribuyeron al éxito de la innovación.<sup>6, 12, 32</sup>

A fin de funcionar de manera eficaz, el sistema de innovación requiere mucho más que una capacidad de investigación y desarrollo tecnológico, requiere un sistema de producción bien administrado y un nexo estrecho con la demanda del mercado. Necesita una infraestructura educacional que genere los recursos humanos competentes, un sistema crediticio que financie los riesgos de la innovación y los costos de la inversión, una red de transporte y distribución y, aunque no se le denomine de este modo, un sistema de inteligencia o de información. Acaso lo más importante, con todo, sea el hecho de que se requiere un sistema de remuneración: ningún empresario está dispuesto a lanzar un nuevo producto al mercado si no tiene la perspectiva de obtener una utilidad, y lo mismo cabe decir del productor agrícola que adquiere una máquina agrícola o decide cultivar una variedad mejorada de trigo

5, 7, 18

## SISTEMAS DE PRODUCCION INTEGRAL

### ***Los ecosistemas como sistemas de producción integral***

Un ecosistema se compone de poblaciones que actúan entre sí, y con el ambiente inanimado o abiótico, dentro de un área determinada. Todos los ecosistemas son sistemas abiertos; dependen de la entrada de energía en forma de radiación solar y salida de energía en forma de *calor desprendido*. Los ecosistemas dependen también de los ciclos biogeoquímicos y del ciclo del agua. Gracias a éstos, los organismos que integran el ecosistema pueden obtener sus nutrientes, agua, etc. para formar más vegetales, animales y microorganismos que estarán entrando, saliendo o reemplazando individuos del mismo ecosistema.<sup>27, 58</sup>

A pesar de ser sistemas abiertos y *dinámicos* poseen estructuras y funciones características, que son el resultado de la operación de varios sistemas cibernéticos que actúan dentro del ecosistema. Los sistemas cibernéticos son mecanismos de autorregulación que permiten que una situación se encuentre en equilibrio o con cambios reversibles. Gracias a la interacción de varios sistemas cibernéticos es posible formar etapas consecutivas y partes que, con el tiempo formarán ecosistemas más complejos y maduros. Las comunidades bióticas, la estratificación y la sucesión ecológica son los mecanismos en que el hombre ha dividido a un ecosistema para su estudio.<sup>25, 27</sup>

**Comunidad biótica:** Todas las poblaciones vegetales y animales que interactúan en un área determinada, constituyen una comunidad biótica, existen diversas clasificaciones de las comunidades bióticas o biomas, una de ellas desarrollada por botánicos en el siglo XIX se basa en las especies vegetales dominantes. Otro sistema clasifica a los biomas de acuerdo a los factores abióticos del hábitat físico, mientras que el sistema Holdrige sólo relaciona los gradientes de unos cuantos factores abióticos por ejemplo temperatura, humedad, precipitación, latitud, altitud, insolación, etc. pero puede emplearse para predecir un patrón vegetal de extensión mundial, se le puede denominar sistema de clasificación biogeofísica. En conjunto, todos los biomas que constituyen el planeta tierra se les conoce como biosfera.<sup>27</sup>



**Estratificación:** Se refiere a las separaciones entre los diversos organismos en el tiempo y en el espacio. Este tipo de diversidad ambiental aumenta el número de microhabitats, y permite que haya un mayor grado de diversidad en la comunidad, y, por lo tanto, mayor estabilidad. En los ecosistemas maduros la estratificación es mucho más compleja que en un ecosistema simple o joven. Dentro de las formas de estratificación en el espacio, se conocen las de tipo vertical y horizontal, en la vertical se hace una subdivisión en superior e inferior; en la superior se conoce el **sobre piso**, compuesto por las copas de los árboles y se caracteriza por la mayor recepción de luz solar y por otra parte el **subpiso** integrado por individuos jóvenes que posteriormente formarán el sobre piso. Por otra parte el estrato inferior se compone de tres capas: suelo con subdivisiones  $O_0$   $O_1$ . El subsuelo con subcapas A, B, y C y por último el material madre.<sup>27, 58</sup>

La estratificación horizontal estudia la vegetación en anillos concéntricos desde el límite exterior del ecosistema hacia el centro. Las áreas de transición en las que se mezclan dos grandes comunidades bióticas, se denominan **ecotonos**. Los ecotonos contienen generalmente organismos de ambas comunidades, así como también especies adaptadas al mismo ecotono, a esto se le conoce como efecto marginal.<sup>27</sup>

La estratificación en tiempo se refiere a la periodicidad y consiste en los cambios recurrentes regulares como resultado de los cambios rítmicos o cíclicos en las actividades de los organismos del ecosistema. La mayoría de las plantas y animales coordinan sus actividades dentro del fotoperiodo de 24 h representado por el día y la noche, cumpliendo con un ritmo diario o circadiano; a este tipo de conducta se le conoce como fotoperiodo. De esta forma un organismo determina si sus actividades se realizarán por el día (diurno) o por la noche (nocturno).<sup>27</sup>

La **sucesión ecológica** es el proceso mediante el cual los ecosistemas cambian con el tiempo. Una sucesión particular progresa como resultado de interacciones complejas de los factores abióticos y bióticos. Una especie dominante modifica la estratificación del ecosistema y del suelo, haciéndolo menos favorable para su propia descendencia y más adecuada para la entrada de alguna nueva especie. Al paso del tiempo, las nuevas especies se tornan dominantes y modifican su ambiente de tal forma que suprimen las demás actividades de las especies existentes y se prepara la entrada de otra nueva especie, la cual a su vez también altera el

medio. Este proceso de reemplazo gradual y continuo, se mantiene hasta que se desarrolla un ecosistema estable y relativamente complejo. Cuando se alcanza este estado de equilibrio o madurez de un ecosistema permanece en posesión del área y se perpetúa, a menos que se presente algún cambio desusado como un incendio del bosque o un huracán, lo cual reduce al ecosistema a su etapa más simple. Si un ecosistema se reduce a esta etapa más sencilla, los procesos dinámicos se presentan otra vez y el ecosistema procede a su maduración o estado de equilibrio. El proceso mediante el cual cambia un ecosistema desde una comunidad simple hasta otra compleja y relativamente estable, se denomina sucesión ecológica. La progresión de comunidades se denomina serie o comunidad serial. Cada una de estas etapas es temporal y puede durar un corto tiempo o largos años. La etapa o comunidad serial final en una sucesión se denomina clímax o ecosistema maduro.<sup>27</sup>

La sucesión puede relacionarse con el flujo energético en el interior del ecosistema. La productividad -o sea la velocidad a la que los organismos fijan la energía para ser convertida en biomasa- varía con la sucesión ecológica. Las comunidades inmaduras o bien, que están en sus primeras etapas, poseen productividad neta elevada, ésta se refiere a la cantidad de energía convertida en biomasa que queda libre o que "sobra" luego de completarse una cadena alimenticia. Mientras que los ecosistemas clímax o maduros tienen la productividad neta igual a cero, ya que toda la energía convertida en biomasa es aprovechada totalmente. Este proceso determina que las comunidades clímax estén constituidas por organismos grandes y de larga vida, muchos nichos y redes alimenticias complejas. Todo el tejido que se desarrolla se consume, manteniéndose de ésta manera el equilibrio.<sup>23, 38</sup>

Se ha dicho que la productividad se refiere a la velocidad a la cual un ecosistema fija, o acumula biomasa. La productividad bruta incluye la energía ocupada en la producción de tejido que los organismos degradan posteriormente y la energía empleada durante el proceso de fotosíntesis o en la respiración.<sup>1, 23, 27, 38</sup>

Empleando éstos conceptos, así como los conocimientos acerca del flujo energético en general, se puede considerar la forma en que la energía ayuda a determinar la organización y sucesión de ecosistemas particulares. Los ecosistemas tienden hacia un estado en el cual la energía que entra se equilibra con la energía que se consume. Los ecosistemas simples están sujetos a diversas fluctuaciones de ahí que tienden a hacerse más complejos para que las

entradas y salidas de energía se equilibren. Un ecosistema mantiene y dirige sus cambios hacia la combinación de vegetales y animales que puedan utilizar toda la energía que el sistema fija.<sup>1, 27, 38</sup>

Un ecosistema se compone fundamentalmente de tres elementos: La energía, los nutrientes y el agua ( Figura 4 ).<sup>1, 27, 38</sup>

### **Elementos de un sistema de producción integral**

#### ***Energía.***

El sol manda el flujo energético continuo sobre la tierra. Dentro del sol tienen lugar una serie de reacciones químicas similares a las que puede producir una bomba de hidrógeno, sin embargo, la fuerza gravitacional conserva la explosión dentro. La energía de las reacciones atómicas sale finalmente del sol en forma de luz, que está formada por pequeñas partículas de energía llamadas fotones. Cuando se difunden hacia el exterior, al alcanzar la tierra están ya relativamente separados, la luz recibida por la tierra se encuentra diluida, relativamente pocos fotones llegan al mismo sitio al mismo tiempo ( Figura 5 ). La tierra y el agua se calientan y mantienen una temperatura media que permite el desarrollo de la vida, la luz solar penetra también en las plantas verdes y es empleada junto con el agua y nutrientes del suelo para producir alimento, el alimento producido por las plantas es empleado por los sistemas de producción naturales para su supervivencia y crecimiento ( Figura 6 ). Cuando el sol calienta diferentes partes de la tierra, se originan diferencias de temperatura tanto entre tierras y mares como entre los trópicos y las zonas polares. Las diferencias de temperatura al calentar las masas ascendentes de aire son la causa de los vientos. Cuando el agua es calentada por el sol, una parte de ella se evapora, el vapor de agua en el aire es transportado por el viento hacia la tierra, donde puede caer como agua o como nieve. La energía del agua recibida de la lluvia quedará retenida detrás de las presas naturales en la montaña. Esta agua elevada es una reserva de energía almacenada que puede ser empleada durante más tiempo para erosiones y arrastrar nutrientes de los cauces de los ríos a lo largo de su trayecto de vuelta hacia el mar. El agua sigue un ciclo desde los océanos hacia la atmósfera, del agua de lluvia a los continentes, a los ríos, volviendo otra vez hacia los océanos. El sol, al mover el ciclo del agua, también erosiona las montañas, depositando los sedimentos en la costa. El peso del sedimento contribuye a

transformar la materia orgánica enterrada en combustible fósil. Las olas y las corrientes del océano constituyen otra forma de energía que esta parcialmente generada por los vientos y por tanto en último lugar producida por el sol.<sup>26, 27</sup>

En la materia, átomos y moléculas están colocados en forma ordenada pero pueden vibrar y tener movimientos limitados. Los átomos y moléculas intercambian movimientos con los otros y como ellos, vibran, giran y chocan con los de su alrededor. La energía en el movimiento de éstos átomos y moléculas es la que nosotros sentimos en forma de calor. En resumen, el calor es la energía del movimiento caótico y entremezclado de los átomos y moléculas en todas direcciones. Si hay diferencias de temperatura el movimiento caótico tiende a dirigirse desde los puntos de mayor concentración ( alta temperatura ) hacia los puntos de más baja concentración ( más baja temperatura ), es decir que si hay diferencias de temperatura, la energía calorífica podrá causar procesos tales como el flujo de calor.<sup>1, 59</sup>

Debido a que toda forma de energía puede convertirse en calor, la energía se puede definir y medir como la capacidad para generar calor, siendo la unidad de medida; la Caloría y se define como la cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de un gramo de agua de 13.5 grados centígrados a 14.5 grados centígrados. La potencia expresa la importancia del flujo de energía y es el número de calorías que fluyen a través de ella por día. Otra unidad de potencia muy conocida es el caballo de vapor, originalmente definido como la cantidad de trabajo de un caballo de tipo medio. La energía eléctrica empleada para uso doméstico se suele dar en kilovatios. La temperatura es la medida de concentración de calor. A más diferencia de temperatura, más diferencia de concentración de calor. La energía calorífica concentrada tiende a pasar de las áreas calientes hacia las áreas frías. Cuando dos áreas han igualado la diferencia inicial en la distribución de calor de forma que ambas están ya a la misma temperatura, la energía que existía antes en la diferencia de concentraciones de calor se ha degradado.<sup>1</sup>

Las distintas formas de energía que se han discutido hasta el momento difieren en calidad, Algunas formas de energía, como la luz solar, son muy diluidas; otras como la gasolina, la dinamita y la electricidad a alto voltaje, son muy concentradas. Una caloría de energía diluida, no puede ser empleada de la misma manera que una caloría de energía concentrada. La luz solar, una forma diluida de energía, interacciona con otras fuentes para

producir alimentos que constituyen una forma concentrada de energía. Para que esto suceda, una parte del flujo energético de entrada se degrada y se dispersa en una forma inutilizable es decir, que para formar una caloría de energía concentrada hacen falta muchas calorías diluidas.<sup>28, 30, 39</sup>

La primera ley, conocida como "de la conservación de la energía", cita : La energía no se crea ni se destruye sólo se transforma. Entra en un sistema y tiene que evaluarse como energía acumulada allí o que fluye hacia afuera, pero en ningún momento es posible dentro del sistema crear o desaparecer dicha energía.<sup>1</sup>

La segunda ley es conocida como "de la degradación de la energía": señala que en todos los procesos una parte de la energía pierde su capacidad para realizar trabajo y queda degradada en calidad, sin embargo la suma total de la energía perdida, más la energía utilizada resultara una constante. La energía que tiene capacidad para realizar trabajo se llama energía potencial y tiene una utilidad, la energía que ha hecho un trabajo es energía degradada y por si misma es difícil obtener utilidad alguna, a menos de que se utilice más energía para volver a concentrarla.<sup>1</sup>

Un tercer principio es conocido como el principio de la máxima potencia, y explica la razón de la existencia de algunos ecosistemas, señala que el sistema que sobrevive es el que recibe más energía y la emplea con más efectividad en competencia con otros ecosistemas. Este principio también puede explicarse de la siguiente manera: Los sistemas que sobreviven en la competencia entre alternativas diferentes son los que desarrollan un flujo de entrada mayor y emplean éste de la mejor manera, evitando pérdidas. Esto se consigue cuidando los siguientes puntos:<sup>14, 60, 61</sup>

- 1) Desarrollando reservas de energía de alta calidad
- 2) Empleando la energía de los depósitos de reserva para incrementar las entradas por medio de una realimentación
- 3) Reciclando materiales más rápidamente según se necesitan
- 4) Organizando mecanismos de control que mantengan el sistema adaptado y estable.
- 5) Estableciendo intercambios con otros sistemas para abastecer las necesidades especiales de energía.

Los tres principios de la energía establecen que cualquier unidad en el mundo de

sistemas y subsistemas necesita, para poder sobrevivir, un balance energético tal, que los flujos de entrada equilibren a los de la salida. Se ha de degradar una parte de la energía y también construir algunas estructuras de orden de alta calidad y establecer lazos de *realimentación* para activar el flujo de energía. Estos principios requieren como mínimo alguna reserva y algún trabajo de *realimentación* para interaccionar con la entrada de energía. Las unidades que ponen en juego éstas exigencias son autosuficientes: emplean sus propios recursos para poder operar por si mismos.<sup>25, 27, 61</sup>

La bioenergética se define como el análisis del uso de la energía por un ser vivo. Los animales emplean la mayor parte de nutrientes orgánicos como materiales para la construcción de tejidos corporales y la *síntesis* de productos como leche, huevo, carne etc. y también como fuentes de energía para el trabajo que han de realizar. Por lo tanto el valor nutritivo de un alimento esta dado por su capacidad para producir energía. Muchas de las transformaciones y manifestaciones de energía que se asocian con la utilización de los alimentos para el mantenimiento, crecimiento y producción puede explicarse: Cuando se quema un papel, se están rompiendo enlaces entre moléculas, liberando así energía, moléculas más pequeñas o incluso átomos, así se realiza un evento exoergónico, es decir liberador de energía, aunque se necesitó de una poca de ésta para desencadenar el proceso. En términos fisiológicos y bioquímicos, los alimentos liberan energía durante la digestión, absorción, *almacenamiento*, *movilización* y la *síntesis* de enlaces pirofosfato del trifosfato de adenosina (ATP) a expensas de la energía liberada durante la oxidación de alimentos y, finalmente, durante la hidrólisis de enlaces pirofosfato del ATP durante la realización de funciones de *trabajo fisiológico*.<sup>1, 28</sup>

La energía en forma de luz solar es absorbida por las plantas, la mitad de la luz solar que llega a la tierra esta constituida por longitudes de onda que pueden utilizarse en el proceso de fotosíntesis de las plantas. La luz solar es convertida en energía química en presencia de clorofila y algunos nutrientes que las plantas absorben de la tierra (minerales) y la atmósfera ( C, H, N y O). Sin la fotosíntesis que proporciona a los organismos vivientes la energía necesaria para elaborar las moléculas complejas, la vida *no podría existir*.<sup>27</sup>

Los sistemas biológicos almacenan en grandes moléculas alimenticias la energía solar. Los enlaces químicos cuyas fuerzas mantienen unidas a dichas moléculas complejas

proporcionarán la energía necesaria a otros organismos superiores en el proceso denominado respiración. Seis moléculas de bióxido de carbono y doce de agua se transforman por medio de la luz solar y de la clorofila en una molécula de azúcar (glucosa) más seis moléculas de oxígeno y seis de agua, los átomos de carbono que estaban presentes anteriormente en el bióxido de carbono forman ahora parte de la glucosa. Los compuestos que contienen carbono se denominan orgánicos e incluyen todos los alimentos proteínas, grasas, carbohidratos y a los tejidos vivos. El proceso de fotosíntesis es más complejo que lo que sugiere este resumen, la producción de glucosa a partir del bióxido de carbono y agua consta de más de 100 etapas. En el interior de las plantas y de los animales, éstas moléculas alimenticias complejas experimentan una serie de cambios que canalizan la energía disponible en varios procesos vitales, éstos cambios se denominan respiración. Cuando las moléculas nutritivas se combinan con el oxígeno la energía se transfiere a paquetes menores con enlaces químicos de elevada energía éstos se encuentran en un compuesto denominado ATP (Trifosfato de Adenosina) este ATP puede guardarse para uso futuro o puede usarse para formar o reparar las estructuras de la célula. La respiración incluye más de 70 reacciones químicas secuenciales. Una molécula de azúcar más seis moléculas de oxígeno mediante la respiración proporcionan treinta y ocho ATP'S más seis moléculas de bióxido de carbono, seis moléculas de agua y energía calórica.<sup>27</sup>

### *Agua.*

Uno de los grandes ciclos de la tierra es el ciclo del agua o ciclo hidrológico. El agua se mueve constantemente desde la atmósfera a la tierra, a los mares y luego nuevamente a la atmósfera (Figura 7). Cuando el agua se mueve, modifica la superficie de la tierra. El agua es indispensable para la existencia de la vida debido a que es un solvente universal. El agua es un agente poderoso de los cambios geológicos. La erosión consiste primariamente en el lavado de alguna porción de la corteza global, por el agua corriente. Al fluir sobre el terreno, el agua construye montes, cañones y mesetas. Asimismo transporta y deposita nutrientes y sedimentos por ejemplo, se depositan dos millones de toneladas diarias de sedimentos en la desembocadura del río Mississippi. Pero ésta breve estancia sobre la tierra constituye solamente un eslabón en el ciclo del agua. El agua no se distribuye solamente entre los océanos, el agua dulce o subterránea o el vapor de agua en la atmósfera, sino que está circulando constantemente de un sitio a otro. Este ciclo del agua está controlado por la energía del sol y

por la gravedad. Suministra la conexión entre la atmósfera, litosfera e hidrosfera que hace posible la presencia de la vida sobre la tierra.<sup>27</sup>

*El agua y la vida son inseparables, la mayor parte de tejido vivo se compone de agua, la cuál actúa como el medio necesario para las reacciones químicas de las células del cuerpo. El agua al tener carácter de solvente universal transporta la mayoría de los nutrimentos necesarios para la vida, los vegetales obtienen todos los nutrimentos minerales del agua proveniente del suelo, en la que están disueltas las sustancias necesarias. En el cuerpo humano, los nutrimentos vitales solubles en agua ( sales minerales, vitaminas, carbohidratos, etc. ) son transportados por el medio acuoso de la sangre, los jugos digestivos y el líquido linfático. El cuerpo excreta los desperdicios que están disueltos en los fluidos de la orina y de la transpiración.*<sup>62</sup>

Se ha estimado que el volumen total de agua en la biosfera, alcanza una cantidad de  $1359 \times 10^{15}$  litros ( $359 \times 10^{15}$  galones). Cerca del 97% del volumen total corresponde al agua de mar cerca del 2.25% es agua congelada de los glaciares y casquetes polares. El restante, que representa un 0.75% se encuentra en el agua dulce de los lagos , en otras aguas superficiales como lagos y ríos y además en el agua subterránea. La cantidad de agua que aparece en la atmósfera como vapor de agua es reducida, aproximadamente un 0.001%.<sup>27</sup>

La energía solar determina la evaporación del agua y ésta se eleva a la atmósfera como vapor de agua. La mayor parte de la evaporación, se presenta en el principal depósito el océano. Se realiza una evaporación en menor proporción sobre las aguas continentales tales como lagos y ríos.<sup>27</sup>

El agua almacenada en los tejidos vegetales se difunde a través de sus membranas y entra a la atmósfera como vapor de agua. Una Hectárea sembrada con maíz, transpira en una cosecha alrededor de 3,747,525 litros de agua.<sup>27, 59</sup>

Como se ha visto, las corrientes de aire pueden transportar sustancias a través de miles de kilómetros. El vapor de agua en la atmósfera atraviesa también grandes distancias. Cuando se enfría el aire que conduce al vapor, éste se condensa en agua líquida ésta condensación se observa en forma de nubes. Si la condensación continúa, las gotas de agua aumentan de tamaño y se determinan las lluvias o precipitación pluvial. Sin embargo no todo el vapor se



condensa y sólo el 10% del vapor que existe en el cielo se precipita. La precipitación sobre el mar es más de tres veces que la que cae sobre la tierra, ésta puede volver a evaporarse inmediatamente, por la acción de la energía solar, puede hacer en el depósito principal de agua, el mar, puede caer en las masas terrestres y filtrarse al suelo y ser absorbida por las raíces vegetales, ser empleada en la fotosíntesis y nuevamente ser transpirada y arrojada a la atmósfera como vapor. Puede infiltrarse y unirse a los depósitos de agua subterránea, reaparecer posteriormente, como manantiales fuentes o lagos.<sup>27</sup>

El empleo del agua en la vida terrestre depende del tiempo que permanezca en el terreno antes de llegar al mar. Entre más tiempo permanezca sobre la tierra, en mayor medida podrá usarse. Los ecólogos miden la disponibilidad efectiva del agua para los seres vivientes estudiando la relación existente entre la precipitación y la evaporación. Dicha relación determina si el área contiene agua disponible. El hombre tecnológico y sus actividades requieren de una gran cantidad de agua, no sólo para beberla, sino para la producción de alimentos y otros satisfactores y otras comodidades modernas. La cantidad de agua que interviene en las cosechas y que eventualmente se transpira a la atmósfera debe de considerarse un consumo, ya que no vuelve a ser disponible hasta que regresa en forma de precipitación. El presupuesto de agua diario para alimentos de un ciudadano de Estados Unidos es de aproximadamente 13,248 litros, es decir un cubo de 5.1 mts. cúbicos. George Börgstrom ha calculado los costos de agua de algunos alimentos comunes, lo cual puede darnos una idea de este "impuesto" tan elevado sobre el ciclo del agua.

- Una naranja:	341 - 416 litros
- Un huevo:	454 - 568 litros
- 454 gr. de pan:	1,135 litros
- Un litro de leche:	3,581 litros
- 454 gr. de carne de res:	13,248 litros

Estas cifras incluyen el agua necesaria para fabricar alimentos que se utilizan en la producción animal. La producción secundaria, la crianza de animales, resulta extremadamente costosa en cuanto a agua, debido a que ésta debe primero pasar por las plantas y luego por el ganado. No obstante que los propios animales consumen agua, y además ésta se utiliza en las

lecherías, fábricas y en las granjas, el empleo principal se presenta en el desarrollo de las cosechas para elaborar los forrajes que alimentan al ganado.<sup>27</sup>

Existen cuatro tipos de contaminación del agua que alteran el ciclo normal del agua, retrasándolo o incluso interrumpiéndolo, ellos son: La contaminación térmica, la sedimentación cultural, contaminación con venenos y la eutroficación cultural.<sup>63</sup>

La contaminación térmica eleva la temperatura de los cauces naturales unos 4 a 9 grados mas causando problemas a la flora y fauna, un organismo oficial de los E. U. predice que para el año 2020 las plantas de energía eléctrica estarán calentando más de la mitad de ríos y arroyos de esa nación.<sup>62, 63</sup>

La descarga de desperdicios sólidos en el agua en cantidad que exceda la entrada natural de los materiales sólidos se denomina sedimentación cultural, se incluyen materiales no tóxicos que aceleran el llenado físico de cauces fluviales. La mayor parte de compuestos químicos y sintéticos no pueden ser degradados por los organismos o sistemas biológicos y al acumularse resultan venenosos.<sup>62, 63</sup>

Puede darse el caso de que los desperdicios proporcionen algunos nutrimentos a las plantas acuáticas. La productividad de los sistemas acuáticos esta limitada generalmente por el nivel en que aparecen éstos nutrimentos, particularmente el fósforo y el nitrógeno, los cuáles sólo existen en reducidas cantidades en las aguas naturales. A través de un desarrollo natural y de un proceso de envejecimiento denominado eutroficación, los sistemas acuáticos adquieren mayores cantidades de dichos nutrimentos y maduran lentamente, este proceso puede acelerarse mediante las descargas de nutrimentos del hombre estimulando el crecimiento de algas por introducción de grandes cantidades de fosfato y de nitrato a los sistemas de agua, al morir las algas son usadas por las bacterias reductoras que, usando el oxígeno de las aguas profundas que necesitan los peces, crustáceos, gusanos e insectos las descomponen y producen sulfuros de hidrógeno gaseoso y otros compuestos pestilentes.<sup>63, 64, 65</sup>

### ***Nutrimentos.***

Los organismos vivos requieren de 30 a 40 elementos para su desarrollo normal. Los más importantes son: carbono hidrógeno, oxígeno nitrógeno, azufre y fósforo. Como existe un suministro finito de cada uno, su continua disponibilidad depende de algún ciclo que permita

el uso repetido de los elementos ( Figura 8 ). Para un ecólogo la característica más importante de un ciclo la constituye el hecho de que aparezcan los elementos abióticos y bióticos íntimamente entrelazados, otra característica es que el movimiento de un nutriente vaya del organismo al medio ambiente y viceversa. La presencia de un depósito geológico (atmósfera o litosfera) . Por último que presente un cambio químico que interactúe con la energía, ya sea recibiendo o aportando.<sup>26, 27</sup>

Los ciclos biogeoquímicos pueden dividirse en dos tipos básicos. Ciclos de nutrimentos gaseosos y ciclos de nutrimentos sedimentarios. En los ciclos gaseosos el depósito donde se colecta el nutriente corresponde a la atmósfera. Existe una poca pérdida del elemento nutriente durante el proceso de recirculación.<sup>27</sup>

En los ciclos sedimentarios, el depósito se encuentra en la litosfera, los ciclos son más lentos, y ejercen una fuerza limitante sobre los organismos vivos.<sup>27</sup>

El carbono aparece distribuido ampliamente en la atmósfera en forma de Bióxido de carbono gaseoso. Las plantas lo utilizan en la fotosíntesis para producir carbohidratos, las plantas son consumidas por los animales. El bióxido de carbono retorna a la atmósfera a través de la respiración manteniendo su concentración en el ambiente ( Figura 9 ).<sup>26</sup>

El ciclo del nitrógeno es un ciclo típico de nutrimentos gaseosos. Como se sabe es indispensable para la existencia de la vida es un elemento esencial de las proteínas que tienen carácter de vital en la química de todos los organismos vivos. La atmósfera contiene un 79% de nitrógeno. Sin embargo la mayoría de los organismos no pueden utilizar el N en forma gaseosa ya que debe convertirse primero de gas a compuestos de nitrato, que serán empleados por las plantas para elaborar proteínas, una vez realizado este paso los animales pueden disponer del nitrógeno consumiendo los vegetales. El proceso en el cual el N es transformado de gas a nitrato se denomina fijación, existen varios mecanismos por los cuales esto es posible.<sup>27, 66</sup>

**Fijación biológica:** se realiza mediante la acción de las bacterias que viven libres en el suelo o en nódulos que se unen a las raíces de las plantas leguminosas. También pueden intervenir las algas marinas azul-verde

**Fijación atmosférica:** se realiza mediante un proceso fisico-químico que se presenta

cuando los relámpagos convierten el nitrógeno atmosférico en ácido nítrico disolviéndose en la lluvia y precipitándose a tierra

**Fijación industrial:** Se realiza mediante el proceso Haber-Bosch de carácter físico químico, que se basa en el mismo principio de la fijación de la atmósfera.<sup>27</sup>

Los compuestos de nitrógeno vuelven al suelo cuando las plantas y los animales mueren o eliminan desechos que son degradados por hongos y bacterias hasta formar aminoácidos que a su vez serán degradados por otras bacterias que formarán amoniaco inorgánico, este proceso se conoce como amonificación ( Figura 10 ).<sup>67, 68</sup>

Otras bacterias transforman el amoniaco en nitritos y luego a nitratos, algo de esto es absorbido por plantas, otra parte se transportan por arroyos hasta los mares para nutrir otras cadenas alimenticias o bien formarán parte de los sedimentos oceánicos donde quedarán fuera del ciclo. Sin embargo la mayor parte de los nitratos son atacados por bacterias desnitrificantes que liberan el Nitrógeno a la atmósfera . El gas que se origina en los volcanes es rico en nitrógeno y con ello se compensa las pérdidas que pudieran existir por la sedimentación oceánica.<sup>67, 68, 69</sup>

El ciclo del fósforo es un ciclo típico de nutrientes sedimentarios, el depósito lo constituyen las rocas sedimentarias, éstos fosfatos son intemperizados y transportados hasta el suelo por el viento y agua en donde son absorbidos por las plantas pasando a formar parte de sus propios tejidos. Los animales se alimentarán de esas plantas y usarán ese fósforo para la elaboración de tejidos, para guardar energía en forma de ATP o bien lo usarán de forma estructural. Al igual que en el nitrógeno una mayor parte de fósforo es transportado hacia el mar en donde se perderá en forma de sedimentos por muchos años antes de surgir nuevamente. El hombre extrae rocas de fosfato o importa pescado y estiércol acelerando el proceso natural que limita la disponibilidad de este elemento ( Figura 11 ).<sup>27</sup>

*Todos los ciclos biogeoquímicos se relacionan íntimamente con el ciclo del agua y el flujo energético a través de la biosfera. En una forma u otra el agua constituye el medio principal para la circulación de nutrientes. Cuando la energía solar es absorbida por las plantas, suministra la energía necesaria para permitir que éstas desarrollen el proceso de bombeo y de transpiración que son necesarias para mantener en movimiento los ciclos de los*

## APLICACIONES DE LA TECNOLOGIA APROPIADA A SISTEMAS DE PRODUCCION INTEGRAL

### Energía: Captación y aprovechamiento

Los siguientes ejemplos representan formas para aprovechar varios tipos de energía.

**Colectores solares:** Para comprender mejor las formas de aprovechamiento de la energía solar es preciso entender algunos conceptos sobre la transmisión del calor inicialmente, y las formas que utiliza la energía para trasladarse de un lugar a otro. **Radiación:** Consiste en la transmisión partículas luminosas llamadas fotones a través del espacio vacío. **Conducción:** Es el paso de partículas con energía a través de las moléculas de un material sólido. Los materiales tienen distinta resistencia al paso del calor, entre más duros y pesados transmiten más fácilmente el calor; por ejemplo el concreto. Los materiales más suaves y porosos oponen resistencia a su paso; por ejemplo el tezontle o la madera. **Convección:** Es la transmisión del calor mediante un fluido, por ejemplo el aire o el agua. **Ganancia directa:** Es aquella que se obtiene mediante la incidencia directa de la radiación solar o incandescente. Este óptimo de ganancia se controla fácilmente mediante la interposición de un elemento opaco entre la fuente luminosa y el receptor. **Ganancia indirecta:** Es la que emiten los cuerpos calientes o incandescentes una vez que han recibido energía con la cual se aumentó su temperatura. **Ganancia aislada:** Se recibe por medio de un elemento colector que se ubicó en el exterior de una construcción. A partir de éste se transmite al interior mediante convección o circulación forzada. Para iniciar el aprovechamiento es necesario concentrar la energía que llega del sol, esto se consigue mediante los siguientes métodos. **Reflexión:** En ésta forma, los rayos que llegan a un área, son reflejados y concentrados por medio de un espejo, hacia un punto. Para ello es frecuente el uso de formas geométricas especiales; Por ejemplo, parábolas, círculos, etc. **Refracción:** Para éste caso se usan lentes transparentes que al ser atravesados por rayos, tienen la capacidad de desviarlos hacia un punto. **Absorción:** El tipo de radiación que provoca el calentamiento es la infrarroja, la cual es más absorbida por colores oscuros y densos, así al pintar una superficie o un cuerpo con un color oscuro se está concentrando la energía calórica en un punto. Estas formas se pueden combinar y obtener mejores resultados ( Figura 12 ).<sup>10, 28, 59, 70</sup>

**Celdas fotovoltaicas:** Consiste en una capa semiconductor de cristal de silicio que, además posee contactos eléctricos en ambas caras. Cuando la luz solar incide sobre la el material semiconductor, es absorbida generando portadores de carga, que atraviesan el material generando una corriente eléctrica que es colectada por los contactos ohómicos superior e inferior. Durante éste proceso se generan portadores de carga opuesta (+) llamados "huecos", por que son los lugares vacíos que dejó el electrón que se encontraba en ese lugar, éste vacío representa un lugar hacia el cual otros electrones podrán dirigirse, lo que equivale al movimiento de ese hueco, tanto el electrón como el hueco tienden a difundirse o desplazarse hacia otras zonas en las que hay menos electrones y huecos, generando así un campo eléctrico que los acelera en sentido inverso generando pares de electrones y huecos que saldrán por cada electrodo en forma de corriente eléctrica. Actualmente se usa silicio amorfo en combinación muy específica con elementos trivalentes como el boro, galio e indio logrando rendimientos del 28 al 35% muy competitivos con los de las plantas nucleares.<sup>70, 71</sup>

**Aeromotores:** Los aeromotores son hélices aerodinámicas, conectadas a engranes que transmiten la fuerza de rotación ejercida por las fuerzas de resistencia y sustentación de los vientos. Cada pala de la hélice se coloca de tal forma que opone una resistencia en diagonal al paso del viento, de ésta forma la fuerza resultante provocará un movimiento en sentido perpendicular a la presión ejercida por el viento. Debido a lo imprevisible en el comportamiento de los vientos, se han construido aeromotores rápidos o lentos, capaces de responder a altas o bajas velocidades ( Figura 13 ). Los aeromotores rápidos tienen mayores rendimientos que los lentos, por lo regular son de mayor diámetro, funcionan por fuerzas de resistencia ante los vientos, por lo que requieren de una construcción especial con perfiles aerodinámicos y estructuras ligeras y resistentes. Los aeromotores lentos son más fáciles de construir, ante el comportamiento impredecible de los vientos, presentan mayor rentabilidad, dan excelentes resultados para operar bombas para agua, su funcionamiento se debe al las fuerzas de sustentación del viento a diferencia de los aeromotores rápidos. Uno de los problemas que plantean los aeromotores de eje horizontal es la necesidad de orientarlos, de tal forma que el viento incida de forma perpendicular al disco del rotor, con el fin de que se pueda conseguir la máxima potencia, a base de que incida la mayor masa de aire en movimiento para sustraer la mayor cantidad de energía cinética. Con éste fin existen diversos tipos de sistemas que nos

permiten orientar a la máquina: las veletas, molinos auxiliares, dispositivos de orientación y servomotores.<sup>28, 72, 73, 74</sup>

Las veletas son dispositivos de orientación situados en la continuación del eje del motor y están constituidas por una superficie plana metálica o de madera sobre la que el viento ejerce una presión en el momento en que no está orientada paralelamente a la velocidad de la vena fluida del viento ésta presión ejerce un giro que cesará en el momento en que se encuentre orientada. Otro procedimiento de orientación de las máquinas eólicas es la utilización de rotores auxiliares situados en un plano ortogonal al plano del rotor del molino. Cuando éste no está orientado en la dirección correcta el eólico auxiliar comienza a girar y realiza la orientación correcta. Se puede conseguir que la máquina sea auto-orientable sin más que disponer el rotor a sotavento de la torre, de tal forma que el viento incida primero en la góndola del molino del rotor, sin embargo ésta puede causar resistencia al paso del aire, por ésta razón es necesario construir la góndola con superficie aerodinámica. Otro dispositivo muy importante en una máquina eólica es el regulador de velocidad, freno o seguro, cuya función es la de proteger a la máquina ante velocidades del viento muy superiores a las admisibles bajo el punto de vista estructural.<sup>28, 72, 73, 74</sup>

**Móvil primario.** Es la expresión con que se designa en ingeniería a un aparato que transforma en energía mecánica, la energía de una fuente de origen 100% natural sin la intervención del hombre, por ejemplo; Los músculos, las ruedas hidráulicas, los molinos de viento, las olas del mar, incluso un árbol puede ser un móvil primario al mover sus ramas por acción del viento.<sup>59, 74</sup>

**Ariete hidráulico:** Un ariete hidráulico es un dispositivo que utiliza la energía cinética del agua que circula por una tubería para elevar parte de ésta agua a un nivel superior. Cuando se cierra repentinamente una válvula en el extremo de un tubo por el que circula agua, se produce un aumento transitorio de presión y a lo largo del tubo, retrocede una onda de choque. Esta acción disipa la energía cinética del agua retenida.<sup>59</sup>

Un ariete típico consiste en un tubo de conducción que se abre por un extremo al depósito de agua y por el otro está provisto de una válvula pulsante. El agua pasa por el tubo y sale por ésta válvula hasta alcanzar una velocidad de circulación crítica, momento en el cual se

cierra y aumenta la presión en el tubo conductor. Tal aumento obliga a que una parte del agua del tubo pase por otra válvula de tipo antirretorno, (como las del corazón) hasta una cámara de aire. Tan pronto como cae la presión del tubo conductor, se cierra la válvula de control y se vuelve a abrir la válvula pulsante; el ciclo se repite por sí mismo. La longitud del tubo conductor y las carreras de las dos válvulas se ajustan normalmente de forma que proporcionen entre 40 y 60 ciclos por minuto. A medida que el agua va entrando en la cámara de aire, aumenta la presión en su interior y esa agua es obligada a ascender por otra tubería de menor diámetro hasta un depósito situado a un nivel más alto que el tanque de alimentación.<sup>59</sup>

Los arietes hidráulicos pueden trabajar con un pequeño salto a veces de 0.30 m y bombear agua hasta alturas de 120 m, trabajan sin aceite o lubricantes y no precisan suministro externo de energía. La vida de ellos depende de las válvulas y llegan a durar hasta 10 o 30 años. Su inconveniente es que el caudal de agua actuante ha de ser muy grande guardando una relación mínima de 1.5 a 2.0 veces la que hay en el salto de suministro y el de envío.<sup>59</sup>

**Hidroturbinas.** Las turbinas hidráulicas más parecidas a la rueda hidráulica o al molino de viento no se inventaron hasta muy tarde: Las primeras turbinas de acción que dieron buen resultado se construyeron hasta la segunda mitad del siglo XIX y de todas ellas la más conocida es la ideada por Pelton que llevaba unas paletas dobles en toda su periferia, sobre las que incidía un chorro de agua a elevada velocidad, en 1913 Kaplan patentó una turbina parecida al molino de viento, con el propulsor sumergido en el seno de un flujo de agua que es la más utilizada hasta la fecha ( Figura 14 ).<sup>59, 74</sup>

**Otras formas de aprovechar la energía cinética y potencial:** La energía cinética se debe al movimiento y esta ligada a la energía potencial que depende de la masa de los cuerpos. En ambas se aprovecha la fuerza de gravedad empleando el peso de un objeto para generar energía. Una de las primeras formas de aprovechar éste principio fue el uso del plano inclinado, la palanca y las poleas. Aunque parezca absurdo son las formas de energía más obvias y pocas veces se hace uso de ellas. Por ejemplo mediante la construcción premeditada de comederos a lo largo de un plano inclinado puede aprovecharse el peso de un vehículo para transportar una enorme cantidad de alimento y suministrar a los animales por un solo hombre, que al llegar al otro extremo solo tendrá que empujar el carro vacío al punto de partida.<sup>59, 74</sup>



El empleo de poleas también constituye una forma simple de aprovechar la energía, su uso se remonta a los siglos VI y IV a. C. en Grecia. En éste caso son usadas poleas y cables para cambiar la dirección de una fuerza así como aumentar su potencia. De éste modo una persona puede aprovechar su propio peso para elevar un objeto más pesado que ella cuándo se reúnen varias poleas accionando en conjunto (denominado aparejo, motón o polipasto) dejando una polea fija y otra o varias móviles, así se multiplicará la fuerza.<sup>59, 74</sup>

**Biomasa.** Tal vez sea ésta la forma más importante en que se fija la energía solar, los generadores que aprovechan y convierten ésta energía son las plantas. En los cloroplastos de las células de plantas verdes se extraen, a partir del agua, átomos de hidrógeno, o electrones y protones. Los protones quedan en disolución y los electrones son conducidos por la energía de la luz a través de una serie de moléculas transferidoras. Los electrones y protones se combinan con dióxido de carbono formando moléculas orgánicas. En las mitocondrias los electrones cedidos por las moléculas orgánicas atraviesan una cadena similar de moléculas transferidoras y finalmente son aceptados por el oxígeno. Se ha sugerido que el flujo de electrones a través del sistema de moléculas transferidoras conducía hidrogeniones cargados positivamente, o protones, a través de las membranas de cloroplastos, el papel crucial lo desempeña una membrana que separa una región de la otra. La membrana proporciona algo más que protección, confinamiento y un medio interno controlado, ya que la disposición asimétrica de las moléculas transferidoras a través de la membrana permite el establecimiento de un gradiente de protones. La reacción de los hidratos de carbono con el oxígeno para producir bióxido de carbono y agua, libera una gran cantidad de energía. Por lo tanto, la reacción que tiene lugar en el proceso fisiológico denominado respiración, está termodinámicamente favorecida. En la fotosíntesis la misma reacción global se reproduce en sentido contrario: El dióxido de carbono se combina con agua para formar hidratos de carbono y oxígeno molecular. Esta reacción, si se considera aisladamente correspondería a un aumento de la energía procedente de una fuente exterior. La energía naturalmente proviene de la luz solar, varios fotones o cuantos de luz por cada molécula de dióxido de carbono convertida en hidrato de carbono. La oxidación de la glucosa completa proporciona al rededor de 700 kilocalorias por mol. Por tanto, cada reacción produce energía suficiente para la síntesis de al rededor de 36 moles de ATP por cada mol de glucosa. En realidad no se forman más de 36 moles de ATP

y a veces solo 25. Si un proceso químico conduce a un estado de menor energía libre, la reacción puede tener lugar. La glucosa y el oxígeno, son estables a temperatura ambiente, sin embargo, pueden quemarse si se aplica energía calórica. En los sistemas biológicos la energía de activación es menor gracias a la presencia de enzimas que en cierto modo cumplen con la acción de un lubricante. En la fotosíntesis toda la energía se deriva del transporte de electrones en el sentido contrario, del agua del dióxido de carbono. La teoría quimiostática se circunscribe a las etapas del metabolismo que comienzan con transferencia de electrones y finalizan con la síntesis de ATP. Estos procesos reciben el nombre de fosforilación oxidativa o *fotosintética para animales y plantas respectivamente*. La transferencia de un electrón o un átomo de hidrógeno recibe el nombre de reacción de oxidación-reducción. La molécula que cede el electrón o el hidrógeno se dice que ha sido oxidada por la molécula que lo capta; a la inversa se dice que el aceptor de electrones o de hidrógeno ha sido reducido. Siempre que una *substancia sea oxidada otra debe ser reducida*. En las mitocondrias, el hidrógeno es extraído a partir de los hidratos de carbono por medio del ciclo del ácido cítrico durante el cual la cadena carbonada es degradada de glucosa a dióxido de carbono y el aporte de los átomos de hidrógeno liberados a la molécula de nicotinamida adenín dinucleótido o NAD<sup>+</sup>. Cada NAD<sup>+</sup> *acepta dos electrones y un protón, el protón y uno de los electrones se unen a un átomo de carbono de la molécula de NAD<sup>+</sup> y el otro electrón neutraliza la carga positiva*. Esta forma reducida del NAD<sup>+</sup> se designa NADH y es el principal intermediario entre el ciclo del ácido cítrico y las enzimas de la membrana interior de las mitocondrias o cloroplastos que, eventualmente suministran electrones al oxígeno con lo que se forma agua. En conjunto el proceso se conoce como respiración.<sup>74, 75</sup>

**Celdas de combustible.** Las celdas de combustible convierten el hidrógeno y el oxígeno en electricidad y agua mediante el proceso de electrólisis del agua en sentido inverso. Al igual que una batería de almacenamiento, éstas celdas consisten en una serie de electrodos separadas por capas de electrolitos. El hidrógeno y oxígeno son suministrados a través de poros capilares a los electrodos alternos. Los iones de hidrógeno producidos en la reacción en uno de los electrodos pasan inmediatamente a través del electrolito y reaccionan con los átomos de oxígeno del otro electrodo. El resultado que se obtiene es una corriente eléctrica que puede fluir a través de cualquier dispositivo o equipo conectado. Durante los últimos años las

mejoras en los diseños y el nuevo electrolito de polímero sólido han hecho posible que se logren eficiencias del 90%. El voltaje producido es de al rededor de un volt por lo tanto es necesario conectar en serie varias celdas. Existen varios tipos de celdas las cuales se clasifican por el tipo de electrolito que usan:

Celdas de Hidrógeno-Aire (CHA)

Celdas de Acido Fosfórico (CAF)

Celdas de Carbonato Fundido (CCF)

Celdas de Oxido Sólido (COS)

Todas ellas pueden funcionar con cualquier combustible sintético que aporte Hidrógeno como gas; por ejemplo el Metanol, Metano, Hidruros metálicos, o bien el mismo hidrógeno. Una planta de producción requiere de una unidad productora de hidrógeno (gasificador), un conjunto de celdas de combustible y un recuperador o intercambiador de calor desprendido en el proceso.<sup>76, 77, 78, 79, 80</sup>

**Biodigestores:** Las plantas productoras de gas metano son un mecanismo ecológicamente puro para obtener potencia y energía, puesto que proveen de un combustible limpio y además un fertilizante inocuo rico en materia orgánica, microminerales, nitrógeno, fósforo y potasio (Figura 15).<sup>81, 82, 83</sup>

Consiste en un compartimiento cerrado herméticamente, dentro de él, se colocan desperdicios de materia orgánica y se provoca una fermentación de tipo anaerobia, en la cual predominan bacterias que, inicialmente desdoblan la materia orgánica a nutrientes simples como aminoácidos, ácidos grasos y azúcares. En ésta etapa entran en acción las bacterias del género *Streptococcus* y *lactobacilus* además de algunos protozoarios. Con el material obtenido el medio se acidifica y se produce ácido acético por lactobacilos, para finalmente ser digerido por metanobacterias que producen el metano.<sup>80, 81, 82, 83</sup>

Cuando la materia prima fermenta en un digestor, tan solo parte de ella se convierte en metano. Algo de material no digerido se acumula en el fermentador y otra parte pasa al residuo y a la espuma formada. Debe conocerse la cantidad tanto de carbono como de nitrógeno presentes siendo ambos elementos necesarios para la supervivencia de los

microorganismos. Se sabe que éstas bacterias requieren de 25 a 35 veces más carbono que nitrógeno. Para un mejor rendimiento de estos biodigestores deben considerarse varios aspectos: Cuando el pH aumenta se favorece la producción de  $\text{CO}_2$  y si el pH baja los materiales no se utilizarán adecuadamente. La cantidad total de sólidos con la que se obtiene una mayor eficiencia es de un 8%, con una relación carbono nitrógeno de 30:1. La temperatura óptima para mantener la reacción en una etapa de producción es de 35 °C. Teniendo cuidado en los parámetros anteriores se obtendrá un 80% del total de la producción en los primeros 20 días. Para especificar el tamaño de una planta se debe determinar el tamaño del digestor, el tamaño del colector de gas y el tamaño de la tubería para conducción del gas, todo esto estará en función de la cantidad de materia orgánica a procesar. La recolección del gas puede realizarse mediante un domo colector instalado boca abajo en la parte superior del digestor, con capacidad suficiente para recibir el 50% de la producción diaria de gas, o bien puede construirse un tanque almacén separado del digestor. Es importante la agitación del material contenido en el digestor para evitar la formación de espuma en la superficie, que limitaría la producción de gas, además en vista de que la reacción depende de la superficie de ataque de los microorganismos sobre la materia, mediante la agitación se acelera éste proceso. Se debe agitar unos 5 a 10 minutos dos veces al día. Para mejorar el rendimiento puede proveerse calor al digestor, mediante la instalación de serpentines fijos con agua caliente en su interior y que circulen por las paredes del digestor o bien calentar la mezcla antes de introducirla. Si se construye la planta sobre la superficie del suelo se tiene la facilidad de captar la energía solar al pintar de negro la superficie del tanque del el digestor. El gas que se obtiene no es del todo puro, sin embargo es fácil reformarlo. El agua y la presencia de bióxido de carbono se elimina cuando se pasa el gas por un poco de agua con cal, siendo éste un método práctico y confiable. Para una escala mayor se emplean sustancias como el dietil amina, hidróxido de calcio, carbonato de potasio e hidróxido de potasio. El ácido sulfhídrico, presente en pequeñas cantidades se elimina fácilmente pasando el fluido por un filtro con limaduras de fierro. Para la operación es conveniente al inicio del ciclo alimentar con una mezcla de 8% de sólidos, y vigilando que la acidez sea de 8, posteriormente se abre la válvula para salida de gas, colocada en su tapa con el fin de desalojar el contenido y evitar así la presencia más mínima de oxígeno que es sumamente dañina. Se cierra la válvula y se pone en marcha el sistema de calentamiento con el fin de mantener una temperatura media de 35°C, si lo hay. Se regula el

flujo de agua caliente para evitar sobrecalentamientos. Con esto se espera la producción de gas durante los siguientes 8 días realizando purgas periódicas de la tubería por la válvula de salida. En éstas condiciones la fermentación durará unos 25 días, después de éste tiempo se cargarán diariamente al digestor con 200 litros de la mezcla con 8% de sólidos a base de agua-estiércol y se retiran a la vez 190 litros de solución digerida.<sup>82, 83</sup>

Considerando que el estiércol de bovino produce unos 300 litros de gas por cada kg. de estiércol seco, en un digestor que contenga 7% de sólidos y a un régimen de carga de 35 días se debe calcular el volumen del digestor y sus accesorios. El gas obtenido incluye un 60 a 70% de metano, 30 a 40% de bióxido de carbono, 5 a 10% de hidrógeno, 4 a 6% de nitrógeno y algunas trazas de ácido sulfhídrico logrando con esto un poder energético de al rededor de 5780 a 6239 kcal/m<sup>3</sup>. En comparación con el gas natural que incluye un 98% de metano con un poder calorífico de 9,800 a 10,000 kcal /m<sup>3</sup>. El biogás es inodoro, incoloro e insípido por lo que es difícil detectarlo, sin embargo al tener una densidad menor que el aire, su peligrosidad asfixiante y explosiva disminuye al construir locales altos y bien ventilados. La temperatura crítica del metano es de - 82 °C y su presión crítica es de 45.8 kg./m<sup>3</sup>, características que obligan a usar el gas en su estado natural ya que el equipo para licuarlo consume demasiada energía y lo hace incosteable. Las presiones con las que con regularidad se comprime son de 7 a 10 kg./cm<sup>2</sup> en instalaciones pequeñas de 28 a 35 kg./cm<sup>2</sup> en instalaciones medianas y de 135 a 299 kg./cm<sup>2</sup> en grandes instalaciones. Las ventajas al comprimirlo son la homogeneidad que se logra en el producto, la facilidad para su transporte, la posibilidad de abastecer cilindros, la reducción del volumen de almacenamiento y la posibilidad de emplearlo en motores de combustión interna.<sup>81, 84, 85, 86, 87</sup>

**Animales de tiro:** Por lo menos el 80% de los agricultores de todo el mundo utiliza exclusivamente aperos manuales, mientras que un 15% utiliza tracción animal y solo el 5% se sirve de equipo mecanizado. En México el 80% de los pequeños productores usan animales de tiro propios o rentados. Se necesitan 1,500 horas de trabajo manual para producir 1,500 kg. de arroz en 1 hectárea, mientras que bastan con 45 horas para producir 4,500 kg. de arroz utilizando equipo mecanizado. Sin embargo la mecanización exige costosos insumos, infraestructura, personal especializado, combustibles, lubricantes refacciones etc. Así pues la tracción animal parece ser el sistema más idóneo para apoyar a éste sector de la población. Las

ventajas de su promoción son que en la mayoría de los casos ya existe la fuente de energía vacas, caballos, asnos o mulas, aumentan considerablemente la fuerza de trabajo del productor permitiéndole tener más tiempo para tareas adicionales. aunque la compra de un arado de tracción animal no este al alcance siempre será más fácil de conseguir que cualquier implemento mecanizado, incluso puede fabricarse. No precisa de una inversión en combustible ya que el digestor puede alimentarse con residuos agrícolas, produciendo no solo trabajo sino además alimentos, carne, leche o gas metano para el alumbrado. Por último permite integrar la producción agrícola y pecuaria. Los animales de tiro pueden venderse después de engordarlos, arrojando ingresos extras, además mediante la fabricación de carros de tiro permite otra fuente de ingresos y mantiene al animal trabajando todo el año, de manera que los animales no pierdan el hábito por el trabajo. En promedio la energía proporcionada por un animal es la siguiente.

Vacunos	0.2 kW
Caballos	0.4 kW
Mulas	0.4 kW
Asnos	0.1 kW
Tractor	15.0 kW

El recurso potencial de tracción animal en los países en desarrollo puede exceder con mucho los 100 gigavatios, en la práctica quizá no se aplica más del 30%. La eficiencia general de los animales de tiro mejora cuando aumenta su potencia desarrollada, y es ésta, una importante razón de desperdicio de energía. La modificación de las formas erráticas de la fuerza de tiro mediante la introducción de cambios en el diseño de los aperos para que los animales puedan gastar más de su energía potencial o estar mejor protegidos.<sup>88, 89</sup>

Actualmente es muy común el uso del yugo transversal, éste se mueve hacia adelante y atrás sobre el cuello del animal, golpeando a veces los cuernos, cuando el carro gira, no hay un sistema en el yugo que ejerza el empuje lateral necesario. Los animales de tiro sin yugo mueven al caminar el cuello hacia arriba y hacia abajo provocando una oscilación del carro cuando se encuentra vacío. Cuando está cargado y ejerce la fuerza vertical necesaria impide la oscilación del cuello produciendo una presión cíclica sobre él y por consiguiente una presión

muscular considerable, causa importante de heridas. Dentro de las mejoras que se han sugerido para ésta situación se encuentra el sistema de arcos de tres puntos de enganche, que consiste en que cuando el animal tira del carro el empuje se concentra en tres puntos con tres direcciones distintas. A diferencia de éste, el yugo convencional estos tres componentes se concentran en un punto de contacto entre el cuello y el yugo. Los componentes del sistema de tres puntos de enganche proporcionan un sistema eficaz de unión, así el empuje se distribuye en tres direcciones: La fuerza de arrastre se ejerce sobre la joroba, el peso vertical sobre el lomo y el empuje lateral en los giros sobre los flancos. La parte anterior de las varas tiene una abrazadera o un soporte que descansa sobre los flancos del animal ( Figura 16 ). Para la sujeción al animal se utilizan tres correas, del cuello del lomo y de sujeción, la correa del cuello se utiliza para la tracción, puede ser de cuero, cuero y cadenas o cuerda acolchada y va enganchada a la abrazadera o a las varas. La correa del lomo que une a las dos varas está situada sobre el lomo del animal. Puede ser flexible o no. Una barra de acero acolchada para distribuir la carga sobre el lomo recibiría la carga vertical cuando el carro está detenido. Al frenar se utilizan tanto la correa del cuello como la del lomo. Al girar entran en funcionamiento los dos soportes laterales unidos a la correa del cuello. Se han efectuado pruebas con cargas de hasta una tonelada y se ha comprobado que los animales tiran del carro fácil y cómodamente.<sup>90, 91, 92</sup>

### **Energía: Almacenamiento**

Es conveniente saber que la energía puede cambiar de una forma a otra, y en este proceso de transformación, parte de ella se pierde. Este principio es importante por que el almacenamiento de energía sucede gracias a la transformación de una presentación muy inestable hacia otra más estable ( Figura 17 ).<sup>28, 59</sup>

**Pila térmica:** Para la conservación de la energía calórica o térmica es necesario transmitir primero esa energía a un objeto, una vez absorbida se emplearán medios que impidan que esa energía se escape del cuerpo o pila térmica. Esto es posible si se emplea un objeto que presente una baja conductividad térmica Conductividad térmica es la propiedad que tienen los materiales de transmitir el calor a través de sus moléculas, por la diferencia de temperatura en dos caras opuestas. Cualquier objeto tiene la capacidad en mayor o menor grado para ganar y almacenar calor. El tipo de material, su espesor, la orientación y la forma del elemento son factores que afectan este comportamiento. La Absorción de calor por radiación solar es mayor en las superficies planas, cada 10 ° de inclinación del plano representan de 10 a 15% de menor ganancia de calor por radiación aproximadamente. En los cuerpos cilíndricos o esféricos, la ganancia de conducción es menor debido a que la radiación solar es recibida en forma perpendicular a la bóveda sólo en un punto o un línea. Una vez que se ha calentado un cuerpo, es necesario evitar las pérdidas de calor por los mecanismos que se analizaron: Radiación, conducción, convección. Para la radiación es preciso pintar con colores claros el interior del contenedor de la pila térmica, por ejemplo una pileta de agua pintada de blanco por su interior. Para evitar pérdidas por conducción es conveniente forrar o envolver la pila con materiales porosos o muy poco densos que sean malos conductores de calor, por ejemplo hule espuma, unicel, tezontle, etc. Por último para evitar pérdidas por convección a través del contacto con el aire o un líquido sería conveniente aislar la pila con un espacio al vacío. Para determinar la cantidad de calor que pasa a través de un elemento se utiliza la siguiente ecuación

$$Ct = U \times S \times (AT)$$



de donde:

**Ct** = Calor que pasa por una superficie

**U** = Coeficiente de transmisión del calor

**S** = Superficie en metros cuadrados

**AT** = Diferencia de temperatura entre el interior y exterior

Cuando se desea conocer la conductividad térmica de un objeto que está compuesto de diversos materiales es conveniente considerar las características de cada material que compone el objeto en cuestión. Para ello se debe sustituir en la ecuación anterior el Coeficiente de transmisión del calor ( **U** ), por el valor resultado de la siguiente ecuación:

$$U = \frac{1}{\frac{1}{fe} + \frac{1}{fi} + \frac{e_1}{R_1} + \frac{e_2}{R_2} + \frac{e_n}{R_n}} = \frac{1}{Rt}$$

En dónde:

**U** = Coeficiente de transmisión del calor

**fe** = Coeficiente de convección exterior =  $3v + 10$  (  $v$  = velocidad del viento )

**fi** = Coeficiente de convección interior

8 kcal/ h m<sup>2</sup> para superficies verticales

6 kcal/ h m<sup>2</sup> para superficies horizontales

**e** = Espesor de los materiales

**R** = Coeficiente de conductividad térmica

**Rt** = Resistencia al paso del calor

La conductividad térmica indica la cantidad de calor que pasa por una superficie en

cierta unidad de tiempo y por cada grado de temperatura. La inercia térmica indica el tiempo en que tarda en fluir el calor almacenado en un muro o un cuerpo sólido. Los efectos del calor tienen gran importancia ya que afectan de tal forma que reducen o aumentan las ganancias del calor solar, deprimen o motivan a un individuo, ocasionan que este gaste más energía para conservar calor o disminuya el apetito para conservar la temperatura corporal.<sup>28, 59</sup>

**Aire a presión:** Como ya se indicó, la energía cinética se debe al movimiento, en ésta la energía obtenida es proporcional a la masa del cuerpo, una forma de mantener concentrado un poco de movimiento se observa al contraer un resorte, mientras exista una fuerza capaz de contener al resorte, la energía queda almacenada, al retirar dicha fuerza la energía es liberada y puede ser aprovechada. Una alternativa más de almacenar este tipo de energía es comprimiendo un gas en un recipiente a alta presión, de tal forma que cuando se necesite aprovechar la energía sólo habrá que dejar salir el gas. Mientras que el volumen de un líquido o de un sólido no depende de la presión a la que está sometido, con los gases ocurre diferente. Por ésta razón se analizan las variaciones de volumen bajo la influencia de la temperatura y la presión. La experiencia muestra que con una ligera elevación de la temperatura la respuesta en cuanto al aumento de volumen ( dilatación de los gases ) es considerable. El coeficiente de dilatación de los gases a presión constante, se define exactamente de la misma manera que el coeficiente de los sólidos y los líquidos. Si  $V_0$  y  $V$  son el volumen del gas a  $0^\circ\text{C}$  y el volumen a la temperatura  $T$  a la misma presión, se tendrá lo siguiente:

$$V = V_0 (1 + \alpha T)$$

Este coeficiente fue medido por Gay Lussac, por medio de un dispositivo que contenía un gas a analizar en una esfera de cristal, en la cuál sobresalía una varilla de cristal graduada que previamente se había taponado con mercurio. Así cuando el gas se expandía, desplazaba el mercurio indicando las variaciones en su volumen. La primera ley de Gay Lussac expresa que el coeficiente ( $\alpha$ ) de la anterior ecuación es independiente de la presión del gas, siempre que ésta presión sea constante; que es también independiente de la temperatura  $T$  y que es el mismo valor para todos los gases, el valor obtenido por Gay Lussac fue de 0.00366.

Experiencias más precisas han demostrado que ésta ley como la de Mariotte, es aproximada. Los gases siguen ésta ley con tanta mayor precisión cuanto más se alejan de sus condiciones de licuefacción. Se trata, en realidad, de una ley límite, que tiende a ser exacta cuando la presión del gas tiende a cero. Cuando se calienta un gas en un recipiente cerrado y de volumen invariable, la elevación de la temperatura se manifiesta por un aumento de la presión del gas, Por lo tanto si un gas se comprime y se extrae su temperatura ocupará un volumen menor, de tal forma que permita conservar la energía que se empleó para su compresión, la misma energía puede ser liberada cuando ese gas se calienta y la presión generada se convierte en trabajo mecánico.<sup>59</sup>

**Hidrógeno:** Las reservas de materia prima, 1,500 millones de kilómetros cúbicos. Lo único que hay que hacer es romper las moléculas de H<sub>2</sub>O mediante electrólisis acondicionada con paneles fotovoltaicos, aerogeneradores o centrales hidráulicas. La combustión de ésta forma de energía sólo produce vapor de agua, se puede almacenar y transportar como cualquier otro gas licuado a -235 °C o en forma de polvo mezclado con ciertos minerales. Falla por su alta inflamabilidad y su poca densidad. Fue descubierto por Henry Cavendish en 1776 al hacer reaccionar un ácido con un metal. Hoy se consumen 350,000 millones de metros cúbicos anuales en el mundo, para la producción de amoníaco principalmente. Tres cuartas partes del hidrógeno que se produce a nivel mundial se obtienen del gas natural, al hacerlo reaccionar con vapor de agua a 750 ° C, otro 25% se obtiene a partir del petróleo sólo un 1% por electrólisis, con rendimientos del 70%.<sup>52, 77, 93</sup>

La electrólisis se logra haciendo pasar una corriente continua entre dos electrodos en forma de placa, sumergidos en el agua, los electrones se pegan a los átomos de hidrógeno que, al adquirir mayor energía rompen la unión molecular del agua y escapan hacia el cátodo. El resto de la molécula de agua es decir un ión hidroxilo cargado negativamente emigra hacia el otro electrodo, el ánodo, donde éstos iones se combinan de dos en dos para dar de nuevo una molécula de agua y un átomo de oxígeno libre, que escapa en forma de gas. En el proceso electrolítico se han formado dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno a partir de una molécula de agua. Volviendo a combinar los dos elementos se forma un combustible gaseoso que, al quemarlo vuelve a dar agua, reacción en la que se libera tanta energía como previamente se había invertido en romper la molécula de agua. Actualmente la empresa

alemana Dornier experimenta el proceso Hot Elly; la electrólisis del agua a alta temperatura con valores de hasta 1,000 °C. Las células consisten en un tubo cerámico de dos centímetros de diámetro hecho de óxido de zirconio. La pared porosa y muy fina, está recubierta en sus caras interior y exterior por sendas películas de metal, porosas también, que actúan de *electrodos cuando se les pone bajo tensión*. Al inyectar por el tubo, vapor a muy alta temperatura, las moléculas de agua se rompen, el hidrógeno se queda pegado a la cara interior, el cátodo y el oxígeno sale al exterior a través de la pared porosa atraído por el ánodo. Con este sistema se logra un rendimiento del 90%. Otro método es sumergiendo un material semiconductor como el silicio de las células fotovoltaicas en una solución acuosa y exponiéndolo a la luz del sol, los rayos ultravioleta arrancan los electrodos del silicio y producen una tensión eléctrica, suficiente para romper las moléculas de agua. En la Universidad de Miami y la Universidad de Berlín se han especializado por la producción biológica. Las bacterias púrpura utilizan agua como materia prima y radiación solar como fuente de energía para romper hidratos de carbono y aprovechar el hidrógeno liberado en la síntesis de amoníaco. Esta reacción desprende grandes cantidades de hidrógeno si se le priva de nitrógeno logrando rendimientos del 90%. Un factor negativo es que se libera también dióxido de carbono, para ello se ha propuesto el empleo de algas marinas, ya que consumen enormes cantidades de este compuesto y producen azúcares y otras moléculas parecidas que sirven de materia prima a las bacterias púrpura productoras de hidrógeno, sólo falta seleccionar algas y bacterias que puedan actuar en simbiosis ya que requieren medios acuáticos diferentes.<sup>76, 77, 78, 93</sup>

**Metano:** Ya se explicó como se obtiene el metano a través de un digestor, es ésta una excelente forma de reintegrar materia orgánica rápidamente al ciclo productivo que de otra manera se perdería.<sup>84</sup>

**Acumuladores:** Una de las principales dificultades que la energía eléctrica ofrece a sus usuarios es que una vez generada debe consumirse inmediatamente. No existen actualmente, medios realmente eficientes para almacenarla en gran cantidad. Sin embargo la electricidad es una forma de energía barata en relación a las otras, además de no ser contaminante y permitir la fabricación de una infinidad de máquinas muy silenciosas, con la evolución de las técnicas de almacenamiento, puede llegar a ser muy competitiva como cualquier tipo de energía. A

pesar de que, desde 1950 se ha conseguido un rendimiento del 25% . La cantidad de energía que se puede llegar a guardar en un dispositivo de este tipo dista del ideal. Para comprender este hecho se debe conocer el factor denominado densidad de energía, que expresa cuánto por unidad de volumen o de peso, podemos almacenar de energía en un acumulador. La densidad de energía se expresa en kilogramos o litros por kilowatt-hora (l/kWh o kg/kWh). Si se considera que un acumulador común tiene un volumen específico de energía de 30 Wh/l, para una base de carga de 5 horas fácilmente se llega al número de acumuladores que cubran las necesidades. Por ejemplo, para un potencial razonable de 10 kW que daría un equivalente mecánico de 13 HP con una autonomía de una hora suficientes para un vehículo de transporte o un pequeño tractor, sería necesario un acumulador de 330 kg de peso. Los acumuladores de plomo-ácido no son los mejores en lo que se refiere a capacidad de almacenamiento, pero presentan ventajas que hace de su uso actualmente el único recomendable. De hecho, además de ser más baratos, son menos peligrosos y su mantenimiento y carga son sencillos. Están constituidos por una batería de 6 acumuladores de 2.1 Volt aproximadamente, lo que da una tensión de 12 Volts o un poco más. En este tipo de acumulador las placas son de plomo y el electrolito es de ácido sulfúrico. La carga es relativamente rápida y la descarga bajo el régimen de corrientes intensas que normalmente son las responsables de las contracciones y las dilataciones violentas de los electrodos. El peso de la batería debe ser reducido al máximo. Recipientes de polipropileno de paredes bastante finas y electrodos que ya poseen en la misma pieza la terminal de conexión han logrado ésto. La energía que se puede liberar en un acumulador plomo-ácido está limitada por la entalpía ( capacidad de variación de energía o segunda ley de la termodinámica ) que involucra los elementos de ésta reacción. No se puede convertir toda la energía disponible en electricidad, ya que siempre se pierde parte en calor. Además del anterior tipo de almacén de energía existen otros acumuladores: **Acumulador de litio:** Fue desarrollado por la General Motors Co. en 1966, los electrolitos de estos acumuladores pueden ser tanto del tipo orgánico como formados por sales fundidas. La utilización práctica de este tipo está limitada por su alto costo y las dificultades técnicas de operación ya que funciona a 600 y 800 °C. **Acumuladores sodio-azufre:** En este sistema un intercambiador de iones cerámico con un grosor de aproximadamente 2 mm opera a una temperatura de unos 300 °C , Ocurre entonces una reacción que involucra al sodio y azufre como  $2\text{Na} + \text{S} = \text{Na}_2\text{S}$ . El sulfuro de sodio no es un conductor, la reacción continúa entonces

hasta la formación de  $\text{Na}_2\text{S}$  que es conductor y puede liberar de 680 a 1300 Wh/kg. La principal dificultad técnica que encuentra ésta batería es el peligro que representa el uso del sodio metálico en estado líquido, la presencia de agua en pequeñas cantidades produce reacciones violentas. **Acumuladores zinc-plata:** su inconveniente es el precio de la plata, sin embargo es segura, su precio es 12 veces la de plomo-ácido y dura 15 veces menos. **Acumuladores aire-zinc:** De todos los tipos, éste es el que presenta mejores perspectivas para el futuro y lo estudian las empresas Ford y General Motors Co.. Las principales ventajas son el costo relativamente menor, el peso del zinc es menor que el del plomo y por lo tanto ofrece una buena densidad de energía. La única dificultad que presenta es la imposibilidad de hacer el cambio de electrodos en caso de necesidad, ya que se requeriría de una reposición completa del acumulador.<sup>78, 74</sup>

### Agua: Captación y aprovechamiento

**Área de captación:** La utilización de corrientes permanentes y manantiales es el medio más barato de obtener agua para el ganado en pastoreo, desgraciadamente su presencia está restringida a una minoría de ranchos. La perforación de pozos es quizás el medio más popular que se usa en los ranchos ganaderos para obtener el agua de sus abrevaderos, pero los costos de perforación son elevados y lo que es peor, son siempre grandes las posibilidades de no encontrar suficiente agua en el subsuelo. La construcción de presones para almacenar agua es también una práctica común, el costo de construcción es relativamente elevado, su efectividad es mínima y muchas veces nula en áreas de baja precipitación, debe considerarse, además el gran volumen de agua que se pierde por infiltración en el suelo y el evaporado de la superficie, estas pérdidas son especialmente altas en primavera y verano.<sup>7, 94</sup>

Además de éstos sistemas ortodoxos para suministrar agua a los animales, de han desarrollado otros métodos que aun cuando no son nuevos, su uso en explotaciones ganaderas datan de pocos años. La operación de "cosechar" y almacenar agua es sumamente antigua y el proceso se basa en coleccionar toda el agua que cae sobre una superficie prácticamente impermeable. La cantidad de agua de lluvia que se recibe por unidad de superficie es más alta de lo que generalmente se considera, pues basta simplemente con cambiar la estimación de una precipitación de una región dada en milímetros de tirante, que es la expresión más común a volumen total. Así por ejemplo suponiendo que en una región la precipitación media es de 275 mm anuales, quiere decir que se recibe un promedio de 275 litros de agua por cada metro cuadrado de superficie, por lo tanto si se colecciona la precipitación de un cuadrado de 50 m por lado, se podrían almacenar 687,500 litros totales sin considerar, por supuesto, pérdidas por evaporación o infiltración.<sup>7, 94, 95</sup>

Desde hace aproximadamente 4,000 años se ha efectuado esta práctica y ha permitido establecer cultivos agrícolas bajo precipitaciones anuales de 100 mm en países del medio oriente. En México fue comúnmente usado este sistema durante la época colonial y de hecho se sigue usando para coleccionar agua para fines domésticos. En el sur de los Estados Unidos se comenzaron a construir unidades de captación de agua desde hace aproximadamente 30 años para proveer agua a animales silvestres, e incrementar así su población en áreas exentas de

agua la mayor parte del año. Posteriormente fueron construidas en ranchos para abreviar ganado, así como para usos domésticos rurales. La investigación en esta materia comenzó hace menos de 10 años.<sup>7</sup>

La unidad completa se compone de una superficie impermeable de captación un tanque de almacenamiento y un filtro de agua o unidad de purificación.<sup>94, 96</sup>

El tamaño del área de captación se relaciona con la precipitación media anual de la región así como con las necesidades de agua . Por ejemplo, para calcular el número de animales que se pueden mantener se calcula de la siguiente manera: Los animales pastorean normalmente una superficie comprendida en un radio de dos kilómetros de distancia en terreno poco accidentado, es decir una superficie de 1,257 hectáreas. Si se supone que este sitio tiene un coeficiente de agostadero de 15 hectáreas por cabeza durante todo el año, de aproximadamente 84 unidades animal depende del bebedero, este número de animales consume aproximadamente 1,200,000 litros de agua al año y si se supone que ese lugar tiene una precipitación de 600 mm, se requiere un área de captación de 2,000 metros cuadrados. En la práctica el agostadero que depende del bebedero, queda determinado por los cercos existentes así como por los accidentes topográficos del terreno.<sup>7</sup>

Las áreas de captación generalmente se constituyen cuadradas o cuadriláteras, pero se han construido también de forma triangular, además la superficie deberá tener una pendiente del 2% pero sin exceder del 5%, ésta puede delimitarse por un bordo de 25 cm de alto impermeable, en la parte baja de la superficie de colección se construye la salida y la descarga al tanque de almacenamiento por medio de un canal recubierto o un tubo de albañal. Es conveniente rodear la superficie de captación con un cerco natural o un cerco de alambre de púas para protegerlo del pisoteo y estiércol del ganado ( Figura 18 ).<sup>95</sup>

El primer paso de la construcción es limpiar, nivelar si es posible y apisonar el terreno, procurando que la pendiente natural del terreno varíe demasiado de los límites antes recomendados y reducir así el costo de construcción. El segundo paso es impermeabilizar la superficie y para lograr esto se han usado diversos materiales, entre los más comunes se citan los siguientes:



- a) Plástico polivinílico
- b) Asfalto
- c) Asfalto-cartón-grava
- d) Concreto-cemento
- e) láminas metálicas

*El plástico polivinílico reúne las ventajas de fácil instalación y magníficas propiedades de impermeabilidad, pero en climas calientes tiene vida máxima de 17 meses.*<sup>7,94,96</sup>

El asfalto ha sido bastante usado para impermeabilizar áreas de captación y se construye en capas de un grosor de 3 a 5 centímetros. Probablemente este es uno de los materiales más económicos que puedan usarse, en vista de que en casi todas partes se puede disponer de grava y arena, incluso puede usarse una mezcla de arena con aceite quemado fácil de conseguir, esto es posible ya que el pavimento no debe soportar grandes pesos. Una variación de este recubrimiento es aplicar una capa de asfalto sobre el suelo en una cantidad de aproximadamente cuatro litros por metro cuadrado, sobre esta capa se coloca cartón del tipo que se usa en construcción, sobre el cartón se aplica una segunda capa de asfalto y sobre ésta se esparce grava fina y arena como protección al viento y sol. El concreto no es muy conveniente para éstos fines por su costo, sin embargo una mezcla convencional de las usadas para construcción pobre en cemento puede dar buenos resultados. Anteriormente fueron usadas láminas metálicas para cubrir superficies de captación de 324 metros cuadrados. La efectividad y duración es obvia y aun cuando su costo es aparentemente alto sus características la hacen bastante económica, si se considera su uso como protección para cultivos de sombra o de alto rendimiento como por ejemplo la hidroponía, flores de ornato, o corrales para animales. Se calculó un periodo de amortización de 20 años para el área de captación.<sup>7,94</sup>

**Zanjas de conducción:** Una zanja proporciona doble finalidad, la de colección y remoción tanto de agua superficial como subterránea. Las zanjas tienen una capacidad de transporte de agua proporcionalmente mayor que su capacidad de infiltración o de perímetro mojado. Requieren generalmente mantenimiento por la formación de hierbas adyacentes, los drenes abiertos colectan aguas superficiales, pero pueden servir como abrevaderos para ganado. Su ubicación debe planearse atendiendo a las condiciones topográficas, ubicación de estructuras

de descarga o tanques de almacenamiento, o bien la localización de sistemas de riego. Se procura que en su planeación sean concebidas formas regulares, en suelos inestables es conveniente limitar el cruce de éstos y hacer los trazos sobre suelos más adecuados para ahorrar costos y tiempo al reducir el ancho al máximo. Es conveniente en la medida de lo posible aprovechar los cauces naturales, también el emplear curvas suaves para evitar la erosión. La altura que deberá tener la zanja es de 20 a 40 cm por encima del nivel de agua calculado, la velocidad máxima se evitará para prevenir erosión, además cuando hay poca velocidad habrá riesgo de sedimentación.<sup>95</sup>

### **Agua : obras de almacenamiento**

**Tanque de almacenamiento:** La capacidad del tanque de almacenamiento se determina de acuerdo con el coeficiente de precipitación pluvial, cantidad de agua que se gasta y no puede recuperarse. En la práctica se debe planear el tanque de una mayor capacidad de la que arrojen los cálculos teóricos, para tener un margen de seguridad que compense las pérdidas de agua por evaporación del sistema. Al caer el agua sobre la superficie, aun cuando se considera impermeable es seguro que una fracción del volumen de agua se infiltra sobre el material, pero otra pérdida de mayor importancia y que no es posible evitar es la causada por la evaporación. Datos experimentales han demostrado que aproximadamente el primer milímetro y medio de lluvia que cae sobre la superficie se evapora; por supuesto que esta cantidad varía de acuerdo con las condiciones ambientales que predominan al momento de la lluvia.<sup>7</sup>

En el tanque de almacenamiento las pérdidas por evaporación durante el año son considerables. Los registros de evaporación potencial de la estación climatológica más cercana al lugar donde se instalará el contenedor pueden proporcionar los datos para calcular las pérdidas, existen dos medios de disminuir considerablemente la evaporación. Uno de ellos es cubrir el tanque con una tapa metálica, de madera o plástico. Otra forma de disminuir la evaporación es aislar el volumen de agua almacenada del medio ambiente por medio de una capa monomolecular de un alcohol pesado como el hexadecanol que, en depósitos de agua no muy extensos como en el caso del tanque de almacenamiento, este alcohol es completamente inofensivo para humanos y el hombre y su costo es relativamente bajo.<sup>7,96</sup>

Los tanques de almacenamiento se construyen tanto metálicos como de mampostería y

se han probado también subterráneos, recubiertos de plástico polivinílico. El material más adecuado depende en gran medida de la mano de obra, disponibilidad y precio de los materiales que predominan en la región. En México los tanques más apropiados son los subterráneos cubiertos, en los que se aprovecha el relieve natural y los de mampostería conocidos como algibes. Por último es conveniente instalar en el tanque un tubo para descargar excedentes, con el fin de que cuando se llene, el agua no se derrame por las paredes del tanque con el consiguiente daño.<sup>7, 94, 96</sup>

**Presas pequeñas:** Las presas de mampostería no cementada se han construido desde el año 4,000 a.C. La presa más antigua de este tipo se terminó en 1586, cerca de Almanza, España. Se construyó sobre roca, y tenía una altura de 15 m. En las presas primitivas se utilizaba mortero de arcilla y más tarde se descubrió el uso de mortero de cal. La siguiente información se refiere a presas pequeñas de concreto y de tierra con una altura no mayor de 10 m. Sin embargo, la teoría es la misma que se aplica a estructuras altas de mayor volumen. La seguridad adquiere más importancia conforme aumenta la altura. Una presa derivadora de altura entre 2 y 3 metros, puede fallar sin producir más daños que los que sufre la misma presa. Al aumentar la altura requiere proyectos con coeficientes de seguridad mayores. La seguridad, economía y funcionamiento de las presas puede asegurarse tomando en cuenta los múltiples factores que afectan su funcionamiento.<sup>97</sup>

Las presas se clasifican de acuerdo a los materiales con que se construyen, como concreto o tierra. Las presas de concreto se clasifican como presas de gravedad, presas de arco, presas de contrafuertes o combinaciones de éstos tipos ( Figura 20 ). Las presas de tierra son del tipo de gravedad y se construyen con tierra o con roca, tomando medidas especiales para los vertederos de demasías y el control de las filtraciones.<sup>97</sup>

**Presas de gravedad de concreto:** Dependen de su propio peso para su estabilidad estructural, pueden ser rectas o curvas, transmitiendo la carga del agua a través de la presa. Generalmente presentan una relación entre la anchura de la base igual a 0.7 a 0.9 de la altura de las mismas, su cimentación debe ser de roca preferentemente aunque no es necesaria, se adaptan bien para usarse con vertedor de corona, razón por la cual se combinan con las de tierra en los emplazamientos que tienen una ancha llanura de inundación.<sup>97</sup>

**Presas de arco de concreto:** Las presas de arco se adaptan para usarse en cañones angostos con forma de V o de U las paredes deben ser de roca, adecuada para soportar la carga del agua transmitida a los costados del cañón por efecto del arco. La relación de la longitud en la corona a la altura debe ser menor de 5.0 La anchura de la base es de 0.1 a 0.3 de la profundidad del agua embalsada.<sup>97</sup>

**Presas de contrafuerte:** Se incluyen las de losas planas, de arcos múltiples, de contrafuertes de cabeza redondeada, y las de cúpulas múltiples. Se adaptan a todos los emplazamientos, las cargas de agua se transmiten a la cimentación por dos sistemas de miembros que soportan cargas. Se apoyan en contrafuertes verticales. Se llega a usar refuerzo de acero para soportar las fuerzas de tensión. La función principal de una presa es elevar el nivel de agua; por tanto, la fuerza externa principal que deben resistir las presas es la presión del agua embalsada. Sin embargo también actúan otras fuerzas en la estructura como son:

- a) La presión interna y externa del agua
- b) Presión de los azolves
- c) Presión del hielo
- d) Fuerzas sísmicas.

La presión del agua unitaria aumenta en proporción a la profundidad, la fuerza está representada por una distribución de carga triangular. La resultante de la acción de estas fuerzas está representada por una distancia igual a dos tercios de la que hay en la superficie del agua a la base de la sección que se considera. La ecuación de la presión unitaria del agua "p" es igual a:

$$p = wh$$

donde:

w = Peso unitario del agua ( 1,000 m3 )

h = Distancia en metros de la superficie del agua al punto en cuestión.

La presión resultante del agua está dada por la siguiente ecuación:

$$P_w = \frac{wh^2}{2}$$

La presión de los azolves es causada por que todas las corrientes llevan limo que se deposita en el vaso creado por la presa si se acumula produce cargas mayores que la presión del agua o presión hidrostática que se elevan de 1,000 kg, por m<sup>3</sup> hasta 1362 o 1922 kg, m<sup>3</sup>. El limo suspendido en el agua se lleva a través de la presa por conductos especiales evitando así que se acumule en la base, o bien pueden construirse pequeñas presas que detendrá, los sólidos antes de entrar a la presa mayor y después serán retirados y usados como fertilizante o mejoradores de suelos. Conforme se vaya aumentando el control del gasto del río la carga del limo será menos importante puesto que tiende a consolidarse y a soportarse o parcialmente en el vaso de la presa, esto es conveniente ya que puede aprovecharse el estancamiento de agua para la actividad piscícola. En las presas de arco y de gravedad la carga del limo no es muy importante sin embargo en las presas de contrafuerte si es de cuidado.<sup>18,97</sup>

La presión del hielo se debe a la dilatación térmica de una capa de hielo y al arrastre que en el mismo produce el viento. Cuando el hielo se calienta se dilata y ejerce un empuje, según sea la rapidez de los cambios de temperatura, del espesor del hielo, se supone una presión del hielo para proyecto de 12 a 30 toneladas por metro lineal. Una solución muy sencilla es la de realizar un borde biselado en la superficie de la presa, en la corona. Con esto la fuerza, por grande que sea desplazará el hielo sobre la presa sin causar daños. Las fuerza sísmicas provocan aceleraciones que aumentan las cargas horizontales como verticales dependiendo del tipo de sismo (oscilatorio o trepidatorio). Para determinar estas fuerzas se deben considerar como aumento en porcentaje de la fuerza de gravedad. En regiones que no están sujetas a sismos fuertes se considera una aceleración horizontal de 0.1 y aceleración vertical de 0.05<sup>18,97</sup>

**Almacenamiento de agua potable:** El almacenamiento del agua se debe hacer tomando las máximas precauciones ya que el agua desinfectada puede volver a contaminarse si no se tiene cuidado. El agua tratada con cloro ofrece una protección residual que ataca a los contaminantes ligeros por algún tiempo. Deben usarse recipientes bien tapados para evitar que insectos, polvo o cualquier sustancia u organismo penetre. Los recipientes deben limpiarse periódicamente, los tinacos unas dos veces por año, jarrones y botellones una vez por semana usando siempre jabón y agua clorada, deben usarse recipientes pequeños de cuello delgado para que haya menos contacto del agua con el exterior, además deben se a prueba de golpes.<sup>28, 96</sup>

### **Agua: Reciclaje y saneamiento**

La generación de aguas residuales como producto de la actividad humana, ha sido un problema desde la antigüedad que preocupa a las comunidades, Los primeros asentamientos humanos se ubicaron cerca de una corriente de agua que además de abastecerles del líquido, servía como medio para deshacerse de los residuos generados por la población. La eliminación de todas las sustancias requiere de inversiones costosas y complejidad tecnológica que dificultan su construcción y, sobre todo demandan altos costos de operación y mantenimiento. Existen alrededor de 400 plantas de tratamiento de aguas municipales con diferentes tipos de procesos, de ellas más del 50% están fuera de operación por causas de falta de presupuesto para mantenimiento, diseños inadecuados etc. Por lo tanto el éxito en una planta de tratamiento radica principalmente en los costos de operación y la facilidad de operación.<sup>28, 96</sup>

Las aguas residuales se clasifican en aguas negras y aguas grises. Las aguas negras se caracterizan por el alto contenido de materia orgánica en descomposición, mientras que las aguas grises aunque no presentan una gran cantidad de materia orgánica, son procedentes de aguas de lluvia, y aguas jabonosas. Los procesos de tratamiento se dividen en tres grandes grupos denominados primario, secundario y terciario. Todos los métodos del tratamiento primario son exclusivamente físicos, los de tratamiento secundario son biológicos y los de tipo terciario se refieren a tratamientos químicos o combinados. Los tratamientos primarios o físicos tienen como fin separar los sólidos y grasas del agua residual, el tratamiento secundario se enfoca a eliminar los microorganismos patógenos y no patógenos. El tratamiento terciario

se realiza para eliminar posibles sustancias tóxicas procedentes de industrias o fuentes naturales que puedan contaminar los mantos acuíferos.<sup>28, 96</sup>

### ***Tratamientos primarios o físicos***

**Filtros:** Una manera muy antigua de filtrar es el uso de una pieza cónica de piedra en la cual el agua pasa muy despacio, gota a gota y la suciedad queda atrapada en el interior del objeto. Un filtro de mayor capacidad y eficiencia se construye alternando capas de varios materiales, se puede usar un tambor para construirlo, en él se colocará la tubería de entrada por la parte superior y la tubería de salida por la parte inferior. Posteriormente se tiende en el fondo una capa de tezontle o piedra pómez de 5 a 8 cm, encima de ésta se coloca una capa de grava de 15 cm de espesor. Sobre la capa de grava se tiende una tela de mosquetero o de trama lo más cerrado posible, sobre ésta una capa de carbón vegetal de 5 cm cuya función es la de fijar material microscópico por las propiedades de absorción que presenta el carbón. Finalmente una capa de arena de 25 cm es importante evitar la arcilla, polvo, raíces y otras impurezas en las capas de grava y arena, de ser posible se colocarán en un recipiente con agua hirviendo durante 30 minutos con el fin de esterilizarlos. Una vez terminado el agua que vaya a entrar al filtro se deberá colar para evitar la entrada de hojas ramas basura, etc, para ello puede colocarse una bolsa de manta justo a la salida de la tubería de entrada al filtro (Figura 22).<sup>28</sup>

**Trampa para grasas:** La Trampa para grasas consiste en un recipiente en el cual la tubería de entrada igual que en el filtro, se encuentra en la parte superior y la de salida en la parte inferior, mediante este sistema las grasas y jabones que son menos densas que el agua tienden a flotar y pueden ser retiradas de la superficie.<sup>28</sup>

### ***Tratamientos secundarios o biológicos***

**Biodigestores:** Aunque no son propiamente dedicados a la purificación del agua son una herramienta auxiliar para la disposición de lodos activos procedentes de la separación de sólidos del agua negra residual. Su funcionamiento se explicó en el apartado sobre aprovechamiento de la energía.<sup>28</sup>

**Lechos de carrizos y tules:** Este proceso se instaló en Alemania desde 1974. La clave del Método de la Zona de Raíz (MZR) es que en un lecho de raíces de la gramínea *Phragmites sp* o de la Tifácea *Typha sp*, proporciona una vía o ruta hidráulica a través de la cual fluye el agua

sin tratar. Esta vía espaciosa, llamada rizósfera, es el espacio anular entre los rizomas, las raíces y el suelo circulante. El movimiento de la trama radicular en crecimiento (raíces y rizomas) abriéndose espacio en el suelo, previene la obstrucción de la rizósfera, los carrizos y tules aportan oxígeno atmosférico a la rizósfera a través de las hojas, tallos y rizomas de los vegetales. El agua residual se trata así aerobiamente por la actividad bioquímica microbiana y anaerobiamente en el suelo circundante. Las áreas próximas a las raíces son aerobias, mientras que las más alejadas son anaerobias, permitiéndose así que se desarrolle una gran variedad de microbios dentro del lecho, incluyendo no solo bacterias sino también protozoos. Las mayores ventajas sobre otros procesos son su bajo costo, fácil instalación y mantenimiento, produciendo además un efluente de buena calidad con una demanda bioquímica de oxígeno de 25 mg/l. La Organización Mundial de la Salud cita que la medida estándar no debe exceder de 10 mg/l <sup>63,98</sup>

Numerosas comunidades en México no poseen un sistema de tratamiento de aguas ya que como se indicó son costosos y demandan una considerable superficie. Desde 1993 se lleva, a escala real un sistema de este tipo en comunidades de tamaño medio de escasos recursos. <sup>63</sup>

Un lecho de raíces de carrizos y tules se construye removiendo el suelo a una profundidad de 1.5 m por debajo de donde fluirá el agua, se impermeabiliza con tierra-cemento, plástico sintético o asfalto, se construyen los muros de contención de ladrillo recubierto o concreto, posteriormente se llena con una mezcla de grava y se plantan los vegetales que deben tener una altura de 0.5 m. Se evitará compactar el suelo para no alterar la conductividad hidráulica del lecho. La entrada y salida tienen un compartimiento de llenado con piedras, granito o cascajo que ayudan a una mejor distribución del agua residual hacia el lecho. La salida del efluente se hace mediante una tubería cuyo nivel del agua del lecho pueda elevarse o bajarse, es necesario que el suelo del lecho permanezca empapado, aunque no en extremo. También es conveniente que el lecho permanezca tapado con un techo de forma semicircular para contener la humedad por la transpiración que oscila entre los 1,500 mm de agua al año. Los rizomas de carrizos y tules se plantan en un nuevo lecho, y toma cerca de tres años en Europa y de un año en México la maduración de los mismos antes de que el proceso sea completamente funcional ( Figura 23 ). <sup>63</sup>



Al principio es posible regar los lechos con agua dulce y ya maduros se puede ir regando con agua residual hasta que esta reemplaza por completo al agua dulce. El sistema es altamente eficiente para eliminar bacterias y amibas patógenas de las aguas en tratamiento, además brinda un aspecto agradable a la vista y puede constituir asimismo una reserva para la vida silvestre cuando se realiza en grandes proporciones.<sup>63</sup>

Los protozoos que habitan el lecho son organismos eucariontes unicelulares, el grupo denominado de vida libre incluye a las amibas cuyo movimiento se da por medio de pseudópodos, los flagelados con un flagelo como unidad de motilidad y los ciliados que se vales de los mismos para moverse. La mayoría de éstos se alimentan de bacterias y con ello controlan el crecimiento de las poblaciones bacterianas impidiendo su aumento desmedido, disminuyen el número de bacterias patógenas y participan en la recirculación de nutrimentos con lo que aceleran la descomposición de la materia orgánica. En el suelo son importantes en las cadenas de alimentos y en el intercambio de energía son mineralizadores de los nutrimentos y las lombrices de tierra los consumen como comida. Los factores que deben cuidarse para la existencia y actividad de éstos organismos son la estructura del espacio poroso, la cantidad de agua disponible y las interacciones intraespecíficas e interespecíficas, los poros de mayor tamaño favorecen la presencia de protozoos más grandes como ciliados y testadas, mientras que en los poros más pequeños predominan los flagelados. El género más común es el *Bodo* que resiste una gran variación de condiciones ambientales, otros flagelados heterótrofos y bacterívoros como *Copromonas subtilis* y *Helkesimastix faeciola* o *Polytoma uvella* todos ellos se alimentan de materiales orgánicos, *Trepomonas agilis* y *T. rotans* que habitan en zonas con baja tensión de oxígeno y que consumen bacterias. Dentro de los ciliados los géneros *Trithigmostoma*, *Colpoda*, *Cyclidium* y *Vorticella* que habitan en el suelo e incrementan el espacio poroso mejorando la circulación del agua a través del sustrato.<sup>62, 63, 64.</sup>

65, 66

Entre los protozoos destacan las amibas de vida libre que son potencialmente patógenas. La variedad de amibas presentes en el agua residual se engloba los géneros *Vahlkampfia* 28% que son consumidores voraces de bacterias pequeñas lo que favorece su proliferación en aguas de desecho donde las bacterias provenientes del tracto intestinal son abundantes. El género *Acanthamoeba* puede soportar condiciones ambientales extremas,

incluso de bajas concentraciones de oxígeno y presencia de ácido sulfhídrico, junto con Rosculus es una amiba muy común en condiciones de alto grado de contaminación orgánica y también es un consumidor voraz de bacterias de origen fecal. Aunque todas las amibas son potencialmente patógenas se señala que a medida que avanza el sistema y los procesos de purificación que se realizan en él, provocan que las amibas vayan desapareciendo de tal forma que en la salida estuvieron ausentes.<sup>62, 63, 64, 65, 66</sup>

**Estanque de lirios:** Similar al lecho de carrizos o tules, este sistema permite aprovechar las características de lo que comúnmente se considera una plaga. Cuando invade un lago el lirio acuático se nutre de los minerales que se encuentran en las aguas grises, su carácter de plaga se debe a que tienen una elevada tasa de reproducción y una vez invadido el lago extraen el agua de éste por transpiración. Al considerar estas características se construyeron tanques de aguas grises bien delimitados y al ser tapados por cubiertas semicirculares el agua de transpiración se puede volver a captar teniendo la certeza de que al ser únicamente vapor de agua el que se escapa de la planta, el agua que se obtiene es de excelente calidad para beber o bien para el riego de cultivos.<sup>28, 99</sup>

#### ***Tratamientos terciarios o químicos***

**Floculación o bayeta:** Una vez que el agua queda separada de la materia orgánica, pueden llegar a existir partículas muy pequeñas, los compuestos orgánicos forman iones con cargas eléctricas positivas fuertes, los cuales atraen las partículas eléctricas pequeñas y algunas bacterias que son portadoras de cargas negativas. Por ejemplo cuando se añade sulfato de aluminio a los tanques cónicos de sedimentación en los que hay agua para hacerla alcalina, reacciona químicamente con el álcali y se produce hidróxido de aluminio,  $Al(OH)_3$ , que es un precipitado floculento. Esto da origen a una bayeta que se sitúa encima y separada del fondo del tanque, el agua que entra en éste en la parte inferior pasa lentamente a través de la bayeta, que actúa de filtro y pone en estrecho contacto los iones positivos y negativos hasta hacerlos coagular.<sup>18, 28</sup>

**Mecanismos químicos:** Dentro de éstos procesos se encuentran la adición de ciertos químicos para eliminar bacterias, el cloro, el yodo y el ozono son ejemplos de éstos. Existen en el mercado un gran número de productos económicos y fáciles de conseguir. Es conveniente los

sistemas que utilizan el ozono ya que generalmente son aparatos eléctricos que operan mediante la generación de una corriente eléctrica que hace reaccionar el oxígeno del medio para convertirlo en ozono, potente bactericida. Otra forma es la exposición a los rayos ultravioleta que también tienen poder bactericida, sin embargo su costo es su principal limitante.<sup>18</sup>

**Destilación:** Este es un mecanismo muy sencillo y fácil de usar cuyo principio consiste en formar vapor de agua en el cual no podrán viajar las bacterias ni metales pesados, posteriormente se precipita ese vapor y se tiene agua potable. Este sistema es tan confiable y económico que varios ejércitos del mundo han colocado en el equipo de supervivencia de sus soldados un aditamento inflable de plástico en el cual pueden poner dentro un poco de agua de lo más contaminada y con ayuda del calor del sol dentro se forma el vapor que es atrapado en la parte superior del recipiente en forma de pirámide, aquí se condensa y va a dar a un compartimiento alejado de donde el individuo puede succionar el agua. Para la construcción de un destilador, es conveniente ocupar un área de acuerdo al consumo de agua potable estimado. Se procederá a construir una pileta de unos 3 a 5 cm de profundidad en donde llegará el agua a destilar. Después se colocará un techo de tipo semicircular que cierre herméticamente el depósito de agua. Se deberá construir a la periferia del estanque un canal impermeable por el cual correrá el agua que escurre del techo y que ha sido destilada (Figura 24).<sup>18, 28</sup>

### Nutrimientos: Producción

**Huertos verticales:** La falta de espacio es en muchos lugares el factor determinante para establecer o no el huerto familiar. En la actualidad debido al amplio desarrollo de los sistemas de cultivo este problema se resuelve con los huertos verticales ya que permite el cultivo de todo tipo de plantas. El primer paso es la adquisición de un tubo de cartón de los empleados en la construcción con una longitud de 1.5 m. Posteriormente se forra el interior con plástico negro de 1.5 m de ancho por 1.8 m de largo se amarra la parte inferior y se le hacen dos perforaciones con la finalidad de drenar eficientemente y proteger al tubo de la humedad que podría desbaratarlo rápidamente. Por otro lado, a una manguera de 1.70 m de largo y 3/4 " de diámetro, cerrada con calor por un lado. Se le hacen agujeros de 1 mm de diámetro en toda su longitud en forma de espiral, con el objeto de irrigar equitativamente todo el tubo, y se coloca en el centro de este antes de que sea llenado de tierra. Ya que el volumen de tierra necesario para un tubo de 1.5 m de largo por 25 cm de diámetro es de 74 litros, debemos contar con 36 litros de tierra de monte; 19 litros de arena de río y 19 litros de tierra de jardín. Si se cuenta con estiércol o material orgánico bien consumido se puede suplir la arena de río en la misma porción. Para fertilizar la tierra de un tubo de 1.50 m de largo por 25 cm de diámetro, prepárese una mezcla de 150 g de sulfato de amonio al 20 % (N), 60 g de superfosfato de calcio simple al 20 % (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 10 g de cloruro de potasio al 60 % (K<sub>2</sub>O), 10 g de basudín o volatón o heptacloro y 8 g de PCNB. Todos estos elementos se mezclan y se agregan a la tierra preparada, revolviéndose bien para su mejor distribución. Las sustancias fertilizantes, el basudín o alguno de sus sustitutos, servirán para controlar los parásitos como el gusano de alambre, gallina ciega y lombrices; y el PCNB, que es un fungicida para controlar las enfermedades como las producidas por *Fusarium sp.*, *Ditium sp.* y *Phitiphora sp.* Además para desinfección del suelo, cuando éste ha sido preparado se extiende y se le aplican aproximadamente 10 litros de agua con 20 g de Captán. Inmediatamente después, se comienza a llenar el tubo con la tierra preparada colocando en el centro la manguera que con anterioridad se perforó. Para lograr un óptimo llenado, preferentemente, este debe hacerse sobre una superficie plana y dónde va a quedar el tubo definitivamente. Una vez lleno, para evitar su caída, deberá sujetarse con cables que se entierran al piso y lo sostengan por varios lados en su parte superior. Si son varios los cilindros se recomienda construir dos castillos en

dónde se colocarán dos alambres del No 10, formando un sostén de ambos lados para evitar la volcadura de los cilindros. Una vez colocados los tubos se procederá a la siembra o trasplantes de especies que se desea producir, para lo cual basta romper el plástico de cada ranura y sembrar la semilla a unos 2 ó 3 cm de profundidad. En el caso de un trasplante, deberá hacerse un pequeño foso con una estaca e introducir la plantita que se va a trasplantar, apretándola para que no se seque. El trasplante deberá hacerse de preferencia en las tardes. Posteriormente, hay que cuidar que la planta permanezca húmeda para que germine la semilla o arraigue la planta; por lo tanto, deberá regarse diariamente o en su defecto cada tercer día, según observemos lo que necesita. Para el control de plagas y enfermedades por insectos como la palomita blanca ( *Bemisia tabaci* ), periquito o pulgón, deberá fumigarse con folimat aplicando 2 cc por litro de agua. Cuando aparece el nombrado minador de la hoja ( *Lirionaza sp* ) cuya larva mina la hoja, debe aplicarse Diazinon empleando de 2 a 3 cc por litro de agua. Y en el caso de existir araña roja, se aplicará Akar. Dentro de las enfermedades mas peligrosas que padecen las hortalizas se encuentra el tizón temprano que se caracteriza por la deshidratación de las orillas de las hojas, por ejemplo en el jitomate, y el tizón tardío que se caracteriza por las manchas de color negro dentro de las hojas, por ejemplo en el jitomate y en la papa. En ambos casos debe aplicarse Manzate a razón de 3 g por litro de agua. Cuando se trata de la enfermedad llamada cenicilla que es común en la calabaza, puede controlarse con manzate o azufre flor. Las labores culturales que se deben realizar son entre otras, las podas; las cuales deben efectuarse según los requerimientos de las plantas. Cuando éstas han crecido y empiezan a fructificar, se corre el peligro de provocar desganamientos, por lo que es necesario establecer un sistema de espalderas para controlar la producción, la cuál consiste en poner varas e hilos al rededor del tubo para retener el enramado. Después de la producción el tubo debe vaciarse y volver a fertilizar la tierra para poder ser empleada en la siguiente siembra.<sup>100</sup>

**Labranza cero de conservación:** Es el sistema en el cual no se realiza ningún movimiento del suelo, se combate la maleza por medios químicos y para sembrar se utiliza un esqueje, coa o pala recta o bien se usa una sembradora especializada. Es la máxima expresión de conservación, pues el suelo permanece sin ser perturbado por la acción de los implementos de labranza primaria, y el residuo del cultivo anterior cubre cuando menos un 30% de la

superficie del suelo o bien con un mantillo vivo permanente o semipermanente. Este sistema tiene mayor cantidad de ventajas comparados con los otros, pues se asemeja más a lo que la naturaleza hacía antes de que el hombre llegara a perturbarla.

Las labores que se deben realizar en la labranza cero de conservación deben enfocarse a permitir que entre cada cultivo quede cuando menos un 30% a un 100 % de mantillo vivo. Para el control de malezas se aplica un herbicida desecante, la siembra se realiza con una máquina especializada o espeque, y puede realizarse la aplicación de un herbicida pre y/o postemergente. Entre las ventajas de este tipo de siembra, además de la reducción de costos de cultivos y la reducción de costos de maquinaria, equipo y combustible, tenemos el control máximo de la erosión, bajo costo de mano de obra, conserva la estructura original del suelo, reduce considerablemente la evaporación del agua, no se forma piso de arado, existe mayor infiltración de agua en el suelo, hay posibilidad de sembrar 2 ó 3 ciclos en el año, se tiene mayor oportunidad de siembra dentro de la fecha óptima, disminuye la temperatura del suelo, se aprovechan los suelos marginados, se mejora el drenaje interno, mejora la concentración de los fertilizantes en el suelo, hay posibilidad de recargar los mantos acuíferos y existe un aprovechamiento parcial de los residuos por parte de los animales. Este sistema de cultivo no se puede emplear en suelos mal drenados y requiere de un amplio conocimiento del manejo de herbicidas.<sup>34, 68, 101</sup>

**Producción de hongos comestibles:** Resulta de suma importancia conocer las demandas nutricionales de los hongos comestibles que se desea utilizar comercialmente. Todos los hongos son organismos heterótrofos y se propagan en material orgánico, por ello dependen de los organismos autótrofos fotosintéticos para el suministro del sustrato en el cual puedan desarrollarse. Muchos de ellos se encuentran en los troncos de los árboles **Pleurotusostreatus**, **Lentinus edodes**, en las pajas de cereales **Volvariella volvacea** o bien en suelos ricos en humus **Agaricus sp.** La preparación de sustratos requiere ciertas condiciones, como la humedad y homogeneidad, para lograrlo se necesita someter el sustrato a un tratamiento biológico en el que se lleva a cabo una fermentación que cambia las características físicas y químicas del sustrato. El agua no debe exceder de un 75 % ya que ello implica la formación de un ambiente anaerobio nocivo para los micelios de hongos a cultivar. Los nutrientes no están inicialmente disponibles para los hongos, el nitrógeno en forma de

amoniaco es perjudicial y favorece el desarrollo de otros hongos no comestibles. El nitrógeno es absorbido por los hongos en forma de *proteína bacteriana* o bien incorporado al complejo lignina humus. Los minerales deben presentarse en un porcentaje del 10 % en base húmeda o 30 % en base seca, estos valores se logran fácilmente al final de la fermentación del sustrato. Para la elaboración del sustrato es preciso que se someta a dos etapas. En la primera fase se somete a un calentamiento (fermentación) al aire libre que toma al rededor de 12 días para su realización, los objetivos de esta fase son: Promover el consumo de nutrientes fácilmente degradables, la conversión de todo el nitrógeno a proteína microbiana, abrir la estructura de lignina y humidificarla y dar una humedad uniforme del 73 %. En la segunda fase el producto del composteo al aire libre es sujeto a un acondicionamiento antes de que sea inoculado el micelio para la producción. El objetivo de esta es lograr la uniformidad y prevenir que se encuentren organismos dañinos. Por medio de una fermentación de tipo termofílica aerobia se logran los resultados esperados, además se promueve la formación de biomasa microbiana. En la práctica se realiza este proceso por medio de una disminución gradual de temperatura de 60 a 48 °C (2°C / día) lo que ocasiona una sucesión gradual de las poblaciones de los organismos antes mencionados, *terminando* en los hongos termofílicos. El segundo objetivo de la segunda fase es la pasteurización que se logra sometiendo el sustrato a una temperatura de 60 °C durante 4 hr o más, para ello es importante que el sustrato tenga la humedad alta, ya que muchos tipos de nemátodos en un ambiente seco se encuentran en *forma de quistes con una mayor resistencia* a influencias externas. La fase dos ha llegado a su fin cuando no se detecta mas amoniaco libre y el pH oscila entre los 7 a 7.5 además no se perciben olores rancios. Para llevar a cabo la producción, se debe coleccionar el material que se reproducirá para ser inoculado en el sustrato, para lograrlo existen dos métodos: **Cultivos de esporada ( múltiple )**: Se obtiene colocando verticalmente durante 6 a 12 hr el cuerpo fructificante seleccionado recién cortado, sobre una superficie estéril (una caja de petri o papel filtro). Durante este tiempo las esporas producidas en el cuerpo fructificante se depositarán sobre la superficie estéril. Para evitar que el cuerpo fructificante se seque durante ese tiempo, es conveniente colocar una bolsa de plástico con 20 ml de agua y tiras de papel pegadas a la pared, manteniendo la boca de la bolsa cerrada. A continuación se obtiene una suspensión ( con solución de NaOH 1% ) con las esporas depositadas y se transfiere a un medio nutritivo. **Cultivo de tejido**. Se obtiene cortando asépticamente piezas de plecténquima (tejido interior) del interior del cuerpo

fructificante y colocándolas en el medio nutritivo. Existe una relación entre el cuerpo fructificante original y los rendimientos producidos por los dos tipos de cultivo derivados del mismo, esto se aprovecha para seleccionar cepas mas productivas. Los cultivos de tejido producen un rendimiento menor que los de esporada derivados del mismo cuerpo fructificante. El origen de una cepa puede ser una especie aislada por cualquiera de las dos técnicas anteriores. Para el mantenimiento de éstas es recomendable transferirlas cada 3 a 6 meses y de ella se hacen subcultivos que serán los inóculos para el sustrato e iniciar la producción. La estabilidad de las cepas depende de los medios de cultivo usados, éstos deben ser tan complejos como sea posible y se debe evitar transferir el micelio muy seguido. Los medios de cultivo utilizados son los siguientes: Agar de trigo: Que se obtiene mezclando el agar con agua de cocimiento de granos de trigo. Agar de composta: Se mezcla el agar con los líquidos filtrados de una suspensión de composta madura al 10 %. Otros medios usados son el agar con extracto de papa, dextrosa y levadura, agar de avena y agar de extracto de malta. Cada cuerpo fructificante que se desarrolle en los medios de cultivo es el inóculo para el sustrato en que se llevará la producción. Se coloca el sustrato en bolsas plásticas se introduce el inóculo a razón de 1 por cada 150 g de sustrato y se llenan con aire se mantendrá una temperatura de entre 20 y 30 °C dependiendo de la especie y se procurará una atmósfera uniforme con CO<sub>2</sub> de entre 1 y 20 %, el pH puede ser ligeramente ácido.<sup>67, 102</sup>

**Hidroponía:** Se deriva del griego y significa labor o trabajo en agua. Consiste en la producción de plantas fuera del suelo en recipientes donde se le da a la planta los nutrientes necesarios a través de soluciones líquidas que son absorbidas por la raíz. En un principio era solo agua, a la que se le agregaban los elementos nutrientes. En el suelo tanto los componentes orgánicos como inorgánicos, deberán ser transformados en sales disponibles, éstas deberán disolverse con el agua presente en el suelo para poder ser absorbidas por las raíces. En el medio hidropónico la disponibilidad y cantidad de estos nutrientes se supera por mucho. El proceso de absorción de nutrientes puede ser en sólido, líquido o gaseoso que se refiere básicamente al tipo de sustrato sobre el que la planta se encuentra. En el caso de sólidos, se usa comúnmente una cama de arena, gravilla, escoria de carbón, ladrillo molido, vermiculita, lana de roca, etc. En el caso de sustrato líquido existe el sistema NFT que es un flujo laminar donde las raíces extendidas sobre canales reciben láminas delgadas de nutrientes varias veces



al día. El sistema Hypónico en el cual a cada planta se le provee una bandeja gigante para un amplio desarrollo de raíces. La solución nutritiva está en continuo movimiento y la cantidad de elementos nutrientes es controlado uno a uno. El sistema de potes o recipientes las raíces alcanzan su desarrollo hasta que llegan al límite del recipiente. Los sistemas de Raíz en Gaseoso, consisten en que se dejan las raíces suspendidas y son alimentadas con solución nutritiva en forma de neblina. De todas las anteriores las mas económicas y usadas son las de NFT y sólidos. Los tres factores importantes a cuidar en el cultivo hidropónicos son: La planta, el sustrato y los nutrientes. La planta deberá seleccionarse atendiendo las características de alta producción, resistencia a plagas y enfermedades, adaptabilidad al clima. En cuanto al sustrato debe ser físicamente adecuado, es decir liviano, con buena retención de humedad, correcta aireación, no debe degradarse fácilmente. Químicamente debe ser inerte y no reaccionar con ningún elemento. Biológicamente también debe ser inerte libre de microorganismos. Por último debe ser accesible y de bajo costo. La solución nutritiva debe contener agua y la mezcla apropiada de elementos mayores como el Nitrógeno, Fósforo y Potasio , además de la combinación exacta de microelementos como el Azufre, Magnesio, Boro, Zinc, Cobre, Molibdeno, Cobalto y Cloro. Al igual que se planea una ración para el ganado es conveniente elaborar la solución adecuada a cada cultivo, en el mejor de los casos por la alta producción bien vale la pena. Además de planear la solución es necesario proveerle a las raíces el oxígeno necesario, mediante un buen drenaje. Los lodos que se extraen de los digestores pueden aportar una excelente fuente de nutrientes para este tipo de cultivos, solo habrá que detectar las deficiencias de algunos minerales y corregirlas mediante la adición de suplementos que no serán mas del 30 % de los requerimientos. Con esta operación se abate cerca del 60 % de los costos.<sup>59</sup>

**Actividades ganaderas de traspatio:** Para el pequeño productor la ganadería de traspatio es una base importante de su economía, por lo tanto mejorar sus rendimientos tendrá como consecuencia directa una mejora en el nivel de vida de él y su familia. Es conveniente señalar que se ha detectado que esta actividad en forma general es un complemento de la actividad agrícola, razón por la cuál no ha aceptado los cambio tecnológicos, por que ello implicaría distraer al productor hacia esta actividad con las consecuencia de limitar la libertad de éste para buscar trabajo asalariado en otro lugar. La ganadería es pues una actividad de la mujer y e

hijos pequeños del productor. Aunque se tiene definido el sector de la población que participa en esta actividad poco se ha hecho por aumentar los rendimientos, lo mas que se a logrado es proporcionar paquetes familiares a los productores que evidentemente debido a la falta de capacitación no obtendrán el provecho máximo de los apoyos. La especie mas usada son las gallinas con un 34 a 75 %, seguida de los cerdos en las zonas tropicales y borregos o vacas en la meseta central. Se encontró además que la ganadería de traspatio es efectiva para mejorar el nivel de alimentación de las familias.<sup>3, 9, 103</sup>

Considerando la poca información obtenida y lo expuesto hasta ahora puede analizarse que las mejoras en esta actividad pueden darse aplicando primeramente mejoras en los programas de alimentación del ganado, seguidos de sus instalaciones y medicina preventiva. Los programas que se realicen deben estar enfocados a la esposa e hijos del productor para no sobrestimar sus posibilidades.<sup>33, 51, 104</sup>

**Esquilmos agropecuarios:** Aunque no es necesariamente una forma de producción se analizó en este apartado por que mediante algunas técnicas puede hacer que éstos rindan mas. Los esquilmos agrícolas pueden clasificarse por su composición nutritiva, en energéticos, proteicos, minerales y vitaminas. Por sus características físicas, en fibrosos, harinas o líquidos, aditivos, texturizadores etc. Es importante evaluar que tipo de tratamiento deben recibir para ser usados como alimentos, estos tratamientos pueden ser: Físicos; como el molido, picado, cocido, cristalizado, peletizado etc. Tratamientos biológicos; como fermentación aerobia, anaerobia, inoculación o pasteurización. Por último los tratamientos químicos como la *reacción con álcalis fuertes, ácidos o estabilización*. Al observar un recurso siempre será necesario hacer una evaluación que nos permita definir de que forma se aprovechará mas ya sea aumentando su valor nutritivo, mejorando su digestibilidad, su sabor, o simplemente sirviendo de sustrato para crear nuevos insumos.<sup>25, 33, 105</sup>

### **Nutrimentos: almacenamiento y conservación**

Cuando se cosecha una hortaliza o se sacrifica un animal como fuente de alimento, tiene lugar en éste una serie de cambios microbiológicos y químicos que limitan el tiempo en que permanece aceptable para el consumidor y se puede comer sin que produzca una enfermedad. No todos los cambios que se producen después de la muerte o de recogerlo en el

campo son indeseables; en algunos casos el hombre ha sabido aprovechar los cambios que se originaban de manera natural, preparando alimentos para uso posterior. Sin embargo la mayoría de éstos conducen al deterioro del producto. Muchas alimentos son cosechados en una temporada, es necesario transportarlos o almacenarlos, o bien es tanta la cantidad que se obtiene en un momento que no podría consumirse. Para lograr la conservación es preciso evitar que ocurran cambios. Estos son provocados por bacterias, hongos, o enzimas, de tal suerte que un proceso de conservación tiene como objetivo acabar con ellos o inactivar su actividad.<sup>59</sup>

**Secado:** En el proceso de secado se busca extraer la humedad que proporciona a los microorganismos el medio ambiente adecuado para reproducirse, al encontrarse en un medio hostil su actividad se aminora. El éxito de un buen secado es eliminar primeramente la flora presente mediante la elevación de temperatura, una vez realizado este trabajo la flora incipiente no encontrará los medios para proliferar. El secado se lleva a cabo elevando la temperatura a 40 o 55 °C para evaporar rápidamente la humedad. Posteriormente se lleva un secado lento permitiendo el paso del aire hasta lograr un contenido de humedad del 5 % en un tiempo total de 16 hr. Para esta actividad pueden construirse secadores solares que proporcionarán una alternativa viable para el productor.<sup>59</sup>

**Saturación de medios:** Cuando un microorganismo se encuentra en un medio en el cual el soluto esta a altas concentraciones, su pared celular no puede evitar que se nivele la presión osmótica dentro de él con la de el exterior y se destruirá por la salida del agua citoplásmica hasta igualar las concentraciones. Los productos usados para ello son: Acido acético (vinagre) en solución al 3.5 %, azúcar al 65 o 70 %, NaCl al 10 %. En todos los casos es conveniente eliminar la flora bacteriana a una temperatura de 121 °C por 30 minutos y después proceder con el sistema elegido.<sup>59</sup>

**Esterilización o Pasteurización:** Es un proceso de tratamiento térmico moderado a temperatura menor a 100 °C que, aun destruyendo los microorganismos patógenos, no garantiza una protección contra la putrefacción microbiológica. Se obtienen buenos resultados cuando el producto se esteriliza junto con su envase y se cierra herméticamente de forma que no se contamine. Aunque existen muchos medios mas para lograr la conservación como la irradiación, la adición de sustancias conservadoras, la ultrapasteurización, etc., su empleo para

el pequeño productor no resulta práctico por el equipo que se requiere y el costo de estos.<sup>59</sup>

**Refrigeración:** Generalmente la refrigeración requiere de equipos costos, recarga de refrigerantes y personal capacitado, sin embargo con el uso de nitrógeno se habían resuelto estos problemas y solo quedaba el problema de la recarga. Actualmente se ha diseñado una máquina capaz de producir nitrógeno a partir del aire atmosférico, cuya operación es fácil de imitar y adecuar a las necesidades de los pequeños productores. El funcionamiento consiste en comprimir el aire atmosférico en un compresor de elevada potencia, el aire extraído se pasa por un filtro de agua de cal que tiene por objetivo extraer el bióxido de carbono atmosférico y la humedad presente. Posteriormente se licúa el aire haciéndolo pasar por un serpentín sumergido en agua fría y se bombea el producto final a una cámara construida con forro de unicel u otro material aislante. Se señala que existe la planta prototipo funcionando en mas de 20 países de África y Asia meridional así como en América del sur con producciones de 5 a 45 litros por hora. La temperatura mínima alcanzada estará dada en función de la capacidad de compresión, el tamaño de la cámara y la producción de aire licuado. Este proceso es posible debido a que la atmósfera contiene un 79 % de nitrógeno. Al comprimirse se eleva su temperatura, esta se baja cuando pasa por el serpentín bajo el agua, cuando se bombea hacia la cámara se expande baja su temperatura, y absorbe la temperatura mayor del interior de la cámara, al salir vuelve a ser comprimido y se le extrae nuevamente la temperatura en un ciclo que permite bombear todo el calor del interior de la cámara hacia el exterior.<sup>106, 107</sup>

#### **Nutrientos: Reciclaje y reaprovechamiento**

El reciclaje de nutrientes representa una de las formas mas obvias para mejorar el rendimiento de cualquier explotación, en virtud de que todos los desperdicios antes de serlo tuvieron un costo equivalente en moneda, mano de obra o desgaste de energía, por esta razón el aprovecharlos es un ecuperar un poco de esa inversión que de otra forma tardaría en reingresar al sistema de producción. Los nutrientes son reciclados por la naturaleza tarde o temprano, el problema radica en que el hombre a perfeccionado las técnicas que permiten que la producción de alimentos se desarrolle a una mayor velocidad, pero se a desentendido de los sistemas que permitan integrar los desechos lo mas rápidamente al círculo de producción.<sup>39</sup>

**Biodigestores:** Los biodigestores presentan una excelente alternativa para aumentar la velocidad de incorporación de residuos a un ciclo de producción, han demostrado su éxito en países como la India, China y África, a nivel comercial de gran escala no están dando los resultados esperados pero a nivel familiar no existe mejor opción. Por ejemplo a la naturaleza le lleva en promedio un término de 25 a 40 días integrar los nutrientes de un kg. de estiércol al suelo, mediante el empleo de digestores eficientes este proceso tarda de 24 horas a 3 días. El funcionamiento se explicó en el apartado de energía, y solo se agregará que este puede ser el eslabón mas importante para cerrar el ciclo de producción de un pequeño productor al disponer de la materia orgánica de desperdicio para producción de gas combustible y del efluente para integrarlo con la producción en cultivos hidropónicos o semihidropónicos.<sup>81, 85.</sup>

108

**Silo Solar:** El silo solar es una versión del biodigestor que aunque no produce gas como fuente de energía, su función consiste en acelerar el proceso de secado del estiércol para ser integrado como fertilizante.<sup>109, 110, 111</sup>

*Consiste en un compartimiento plano rectangular de una profundidad que va de los 15 a 30 cm, impermeable y recubierto por un techo piramidal de plástico trasparente que tiene la función de captar la energía solar y elevar la temperatura para eliminar la humedad y destruir microorganismos patógenos. El tiempo de permanencia varia dependiendo de la humedad del estiércol que se introduce, la profundidad y las veces que se voltee el producto pudiendo variar de 5 a 15 días.*<sup>36, 112, 113</sup>

**Elaboración de compostas y abonos orgánicos:** Con la palabra composteo se denomina a la degradación microbiana de sólidos orgánicos por medio de una respiración aerobia y termofílica cuyos objetivos son la reducción de masa y volumen por medio de la volatilización de parte del carbono orgánico como CO<sub>2</sub>, la higiene pública y eliminación de lugares donde se produzcan insectos, plagas y patógenos, así como el aprovechamiento de recursos que de otra forma serán desperdiciados. *El proceso de composteo empieza con una colección heterogénea de material orgánico, que contiene una población grande de hongos y bacterias. Estos microorganismos se desarrollan e inician el proceso de descomposición en el momento que se presentan condiciones favorables de humedad, temperatura y aireación. Esta actividad microbiana producirá un aumento en la temperatura a consecuencia de las*

oxidaciones biológicas exotérmicas y dado que la materia orgánica posee muy mala conductividad térmica ésta actúa como aislante térmico, causando que la mayor parte del calor producido permanezca dentro de la pila de material orgánico. La pila se enfriará posteriormente al disminuir su descomposición. La temperatura aumentará en las pilas de mayor tamaño puesto que la pérdida de calor es proporcional a la superficie y la generación de calor al volumen de la misma. El comportamiento de la pila se da con un estancamiento a 40 °C mientras que los microorganismos son sustituidos por bacterias termofílicas quienes elevarán nuevamente la temperatura hasta los 70 °C. La fase termofílica presenta una descomposición más rápida, la temperatura óptima es de 50 a 60 °C, sin embargo el calor puede llegar a 76 °C y 80 °C representa el límite del autocalentamiento de masas orgánicas por causas biológicas. A estas temperaturas se realizan reacciones químicas exotérmicas. La humedad óptima para la fermentación es de 50 a 70 % dependiendo de la naturaleza de la misma, para las pajas es de 70 % mientras que para basura municipal de 50 a 60 %. El valor mínimo posible para la reacción es de 40 %, si se presenta exceso de humedad origina una fermentación anaeróbica. La aireación es importante ya que de ello depende el aporte de oxígeno que representa el combustible para la reacción. Se realiza por volteo periódico cuando la temperatura alcanza 70 °C o la humedad excede el 60 %, es necesario hacer 3 volteos por semana. La relación carbono nitrógeno es probablemente lo más importante ya que los microorganismos usan 30 partes en peso de carbono por cada parte de nitrógeno, aunque se han reportado procesos de composteo eficientes con una relación carbono nitrógeno de 26 a 35: 1. Los cambios que se suceden durante el composteo se derivan de que los microorganismos utilizan los carbohidratos simples y lípidos muy rápidamente, mientras que las celulosas y hemicelulosas se detienen un poco más y la lignina suele resistir la degradación. El pH inicial es de 6, disminuye al principio y finalmente se estabiliza ligeramente alcalino. Las formas solubles de nitrógeno son asimiladas de inmediato, las formas insolubles cambian antes de ser usadas por las bacterias o bien se pierden como amoníaco por la deaminación oxidativa de aminoácidos. La mayor parte del nitrógeno se procura detener como proteína microbiana. Se ha encontrado que la adición de calcio  $\text{CaCO}_3$  acelera por mucho la descomposición inicial de materia orgánica, sin embargo se observan grandes pérdidas de nitrógeno como amoníaco. En cuanto a la flora, inicialmente predominan bacterias productoras de ácidos, por encima de los 40 °C se sustituyen por bacterias y hongos

## CONCLUSIONES

- La existencia del hombre es efímera y no escapa a las leyes de selección natural
- Los pequeños productores y familias rurales son el resultado de una selección y segregación, basada en principios económicos y políticos generados por las clases dominantes.
- Los Pequeños Productores y familias rurales poseen el potencial necesario para sobrevivir en sus localidades, si encaminan sus sistemas de producción hacia un enfoque más integral y eficiente, sin menoscabo del entorno social, cultural y ecológico.
- La sociedad se basa en la familia, por ello los sistemas de producción deben planearse a partir del beneficio familiar y no de grandes masas
- Las necesidades se satisfacen estrictamente por niveles, atendiendo primeramente los más bajos ( Supervivencia, Permanencia, Pertinencia y Autorrealización )
- Tanto la ciencia como la tecnología son herramientas que sirven al hombre en su lucha por sobrevivir, sin embargo también se han usado como instrumentos para manipular y dominar a las masas.
- Es necesario dotar a los pequeños productores con tecnologías de bajo costo, que sean viables técnicamente y fáciles de aplicar, y sobre todo que no provoquen alteraciones al entorno social, cultural, económico, político y ecológico.
- En relación al aprovechamiento y reciclaje de energía en un sistema, pueden copiarse de la naturaleza varios mecanismos para ser aplicados en los sistemas de producción.
- Los sistemas de producción naturales deben su eficiencia a la capacidad que tienen para captar energía, la facilidad para almacenarla y mantenerla disponible, a los mecanismos de retroalimentación positiva y negativa que mantienen el equilibrio entre las entradas y salidas de agua, energía y nutrientes del ecosistema, y por último a la diversidad de individuos con funciones específicas que componen el ecosistema.

- Los sistemas de producción integral que sean creados por el hombre deben cumplir con algunas condiciones para mantenerlos funcionando.
  1. Seleccionar los componentes del sistema, atendiendo las necesidades específicas de cada productor o familia. Estos componentes son: los elementos ( Agua, Energía y nutrientes), los individuos ( animales y plantas ) y los procesos ( Fotosíntesis y respiración ), entre ellos debe planearse un equilibrio.
    - a) Para los elementos: Es necesario calcular un inventario disponible y un inventario potencial
    - b) Para los individuos: Se debe calcular el porcentaje de participación en función a la velocidad de movimiento de los elementos
    - c) Para los procesos: Se debe calcular la velocidad con que deben transformarse los elementos disponibles y solo debe permitirse la salida de elementos convertidos en productos de alto valor nutritivo o comercial
  2. Mantener en equilibrio la funcionalidad del sistema atendiendo los mecanismos de captación, producción y reciclaje así como de eliminación o salida de elementos del sistema.
  3. Lograr un control de inventario sobre los elementos que componen el sistema para detectar fugas de energía, agua o nutrientes



**LITERATURA CITADA**

1. Carl S Cosmos. 5ta. ed México: Planeta, 1993.
2. Beaty G.; Gutiérrez R. Evolución de las relaciones naturales-hombre y ecología-economía en el mundo occidental durante el siglo XX. Rev Ciencia 1994;45(1):35-42.
3. Granillo VS La ganadería hoy. Inf Cient Tecnol. 1985;7:17-19.
4. Bunders J Biotechnology and appropriate farming systems In: Biotechnology revolution and the third world : Challenges and Policy options 1a de New Delhi, BIDS 1988.
5. Jequier N Editor Tecnología apropiada : problemas y promesas 1a de. París, Francia: CDOCDE, 1985.
6. Talancon EJ Técnica y cultura en América Latina: Bosquejo sobre la identidad cultural y la tradición de la tecnología apropiada (Tesis de Maestría). México, D.F. México: Facultad de Ciencias Políticas y Sociales UNAM, 1992.
7. Korner H; Prebie H Problems of rural development in the third world. Schriftenreihe des Vereins fur Sozialpolitik. Gesellschaft fur wirtschafs un sozialwissenschaften, Berlin 1989:173:241.
8. Mossman AS Appropriate technology for rural development. Cambridge studies in applied ecology and resource management 1989; 23:446-457.
9. Brandolini A Family in developing countries: Analysis and prospects for development cooperation. Rivista di Agricoltura Subtropicale e Tropicale.1989, 83:477-480.
10. Plowman RD Alternative crops and products. Proceedings outlook Agricultural Conference. Washington, D.C: Departament of Agriculture, 1990.
11. Leyva JA La universidad tiene una biblioteca en el campo. Inf Cient Tecnol 1985;7:24-27.
12. Preston TR Future strategies for livestock production in tropical third world. Ambio 1990;19:390-393.

13. Stinner DH; Paoletti MG; Stinner BR In search of traditional far wisdom for a more sustainable agriculture: a study of Amish farming and society. *Agric Ecosis Environ* 1989; 27:77-90.
14. Carrol CR, editor. *The interfase between natural areas and agroecosystems. Agroecology*. 1a ed. New York: McGraw-Hill, 1990.
15. García CG *Lecturas universitarias: Antología de textos de historia universal*, México, D.F.:UNAM, 1994.
16. Kim DS; Chung MN Increasing the productivity of small farmers through appropriate tecnology and other measures in Korea. *Research Reports of the Rural Development administration, Farm Products Utilization and Mycology*. Swon, Korea Republic: BLDSC.. 1990: 1-13.
17. Ramakrisnnan PS Sustainable rural development and weaker sections of society, where do we stand?. *Indian J Public Admon* 1993;39(3):488-497.
18. Rodríguez GF *La colectivización del medio rural mediante técnicas psicosociales como factor de mejoramiento en el desarrollo social del campesino*. (Tesis de licenciatura) México, D.F. México: Facultad de Psicología, UNAM, 1985.
19. Barrantes R *Desarrollo: sostenido, sustentable o simplemente desarrollo?*. *Debate Agrario* 1992, (17):1-12.
20. Climent BJ *Extensionismo para el desarrollo rural y de la comunidad*. 3a ed. México, D.F.: Limusa, 1987.
21. Dickson D *Tecnología alternativa*. 2da ed. Barcelona, España: Orbis, 1985.
22. Duran D *El desarrollo sostenido: Un nuevo modelo?*. *Realidad Económica* 1993; (113):31-39.
23. Casas PVM *La importancia del pastoreo de alta densidad y la alimentación complementaria el modelo de ganadería integral*. *Memorias del XVIII Congreso Nacional de Buiatría*, México, D.F. 1993, Agosto 24-26; México, (D.F.)Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos A.C. 1993:110-115.

24. González RB El desarrollo rural y su papel estratégico en el desarrollo económico Nacional, Análisis y perspectivas en el momento actual. (Tesis de licenciatura) México, D.F. México: Facultad . de Economía, UNAM, 1980.
25. CNG.: *La ecología es la base de una ganadería rentable.* México Ganadero 1995; (396):6-8.
26. Neri OF El deterioro ecológico en la agricultura, ganadería y pesca y acciones de FIRA para su prevención. FIRA 1991; 231(24):3-40.
27. Sutton B; Harmon P Fundamentos de ecología. 1a ed. México, D.F.: Edit Limusa, 1991.
28. Deffis CA La casa ecológica autosuficiente. 1a ed. México, D.F.: Concepto, 1991.
29. Porras SI Implementación de una metodología de desarrollo rural integrado en el trópico húmedo Mexicano. (Tesis de licenciatura) México, D.F. México: Facultad. de Economía, UNAM, 1984.
30. Blanco ME El manejo holístico de los recursos, una ruta al éxito de las empresas ganaderas. México Ganadero. 1994; (386):4-12.
31. Delgado SJH Economía campesina y desarrollo rural, el caso de la sierra de Nayarit. (Tesis de licenciatura) México, D.F. México: Facultad. de Ciencias Políticas y Sociales. UNAM, 1986.
32. Speedy AW Information technology fir rural development. Agric Progress 1991; 66:44-51.
33. Viniegra GG; Munguía A; Ramírez G Aspectos microeconómicos de la integración agrícola y pecuaria En : Biotecnología para el aprovechamiento de desperdicios orgánicos México, D.F.: AGT Editor, 1981.
34. Kocher F Labranza de conservación.. FIRA 1990; 221(23):2-60.
35. Villar BR Un reto para la administración pública la organización colectiva de los pequeños productores agropecuarios (tesis de licenciatura). México, D.F. México: Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM, 1988.

36. Penala GG Reciclaje de excretas de crido en la alimentación de hembras gestantes. (tesis de licenciatura) México, D.F. México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM.,1981.
37. Sánchez AA El impacto de los programas de desarrollo rural en una región de economía campesina: El caso del distrito de Huajuapán, Oaxaca. (tesis de licenciatura) México, D.F. México: Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM, 1981.
38. Bingham S; Savory A Holistic resource management. Washington, D.C.: Island press, 1990.
39. Blanco ME Conceptos clave y metodología para el manejo holístico de recursos. México Ganadero 1994; (391):41-11.
40. Kachuru RP; Srivastava PK Diversification of agri-based activities for rural develment. Agricultural Situation in India. New Delhi: OQEH. 1988, 45:319-325.
41. Novoa B; Andres R Seminario Latinoamericano sobre mejoramiento de la producción y productividad del pequeño productor en el desarrollo rural. San José de Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1982.
42. FIRA.: Las comunidades indígenas en México. FIRA 1996; 279(28):3-40.
43. Serrano ER Informe del servicio social en las selvas del sureste. (tesis de licenciatura) México, D.F. México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 1992.
44. Boswell J; Reiger G Manual de supervivencia. México, D.F.: Roca, 1990.
45. Rüdiger N Manual del aventurero. México, D.F : Roca, 1990.
46. Barredo PL; Berdugo RJ; Velázquez MP Estudio de la ganadería de traspatio en el municipio de Mocoohá, Yucatán. Vet Méx 1991; 22(1):29-34.
47. Mendoza AM La ganadería de doble propósito, su explotación en México: Estudio recapitulativo. (tesis de licenciatura) México, D.F. México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 1994.

48. Angel Del PAL La ganadería como un mecanismo de sobrevivencia en productores ejidales. Memorias del XVI Congreso Nacional de Buiatría, 1991 agosto 24-26; Veracruz, (Veracruz) México. México, (DF):. Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos A.C. 1991: 68-74.
49. Galina MJ; Guerrero M Impacto de la apertura comercial 1988-1992 sobre la ganadería mexicana. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Buiatría, México, (D.F). México, D.F. Asociación de Médicos Veterinarios Especialistas en Bovinos A.C., 1993: 56-62.
50. INEGI.: XI Censo General de Población y Vivienda, México : INEGI Boletín informativo, 1994.
51. Monrroy VM Costos de producción de un corral de engorda en Querétaro. (tesis de licenciatura), México:Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 1991.
52. Amrita P; Patel A Technological innovations in animal feed industry. Indian Dairyman 1992; 44(2):57-60.
53. Hernández MS Estudio del tequio como un sistema de organización para el desarrollo agropecuario en la mixteca oaxaqueña. Vet Méx. 1981;12:42.
54. Tarfa SB Developing appropriate technology to meet the needs of the Nigerian rural women: The Kenyan experience. Noma 1990; 8:33-35.
55. Sakai J The history of japanese agriculture and the current research activities in agricultural machinery for the 21st century. Agric Eng Rural Develop 1992; 1:64-70.
56. Quazi AR; Iqbal M The relationship between personal characteristics and adoption of recommended farm practiques. J Rural Develop.Admon. 1991; 23:126-129.
57. USA. Illinois Agricultural Experiment Station.:Agricultural Engieneering. Champing, Illinois, USA : Urbana 1988:17-29.
58. Chemineau P Medio ambiente y reproducción animal. Rev. Mund. Zoot 1987; 64:11-22.
59. Salvat Enciclopedia Salvat de la Técnica. México, D.F.: Salvat, 1979.

60. CNG Perspectivas para el aumento de la biodiversidad en el manejo de los agostaderos. México Ganadero 1994; (389):17-20.
61. Rajarajeswari P Alimentos energía y vacunos. Rev Mund Zoot 1987; 64:40-49.
62. Martínez PL Nuevo tratamiento de aguas residuales, una opción agroindustrial y ecológica. México Ganadero 1994; (383):9-16.
63. Rivera AF; Calderón VA Biotratamiento de aguas negras. Inf Cient Tecnol 1993;15(203):12-15.
64. Sánchez MR; Lugo A Protozoos en lechos de raíces. Inf Cient. Tecnol 1993; 15(203):18-21.
65. Bonilla LP; Ramirez FE Las amebas de vida libre. Inf Cient Tecnol 1993; 15(203):22-25.
66. Robles E; Gallegos EM; Calderón A Remoción de materia orgánica. Inf Cient Tecnol 1993; 15(203):26-28.
67. Angelidaki I *Thermophilic anaerobic digestion of livestock waste: The effect of amonia.* Appl Microbiol Biotech 1993; 38(4):560-564.
68. Edwards CA; Lal R; Madden P; Miller RH, King ND editors Soil nutrient management in the United States In: Sustainable agricultural systems. 3a ed. Ankey, Iowa: Sciece Departament press, 1990: 89-106.
69. Guerrero AF Utilización del nitrógeno y disponibilidad del cobre ante el reciclaje de excretas porcinas en ratas y borregos. (tesis de licenciatura) México, D.F. México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 1985.
70. Boissonnet F Energía solar: la revancha del fotón sobre el electrón. Cienc Des 1982; (46):60-66.
71. Morales A Celdas solares. Cien Des 1984; (57):70-78.
72. Cadiz DJ La energía eólica. México, D.F.: Blume, 1989.
73. García GM Energía eólica. México, D.F.: Progensa, 1990.
74. Puig J; Corominas J Las otras energías. México, D.F.: Provenemex, 1993: 35-82.

75. Aguilera BA Condiciones óptimas para incrementar la digestibilidad de la paja de trigo en ovinos mediante tratamientos con amoníaco anhidro e hidróxido de calcio. *Vet Méx* 1990; 21:9-16.
76. González ER; Ticianelli EA; Tanaka AA A project for the electrochemical production and utilization of hydrogen in Brazil. *Energy Source* 1989; 11(1):53-58.
77. Habermann W; Pommer EH Biological fuel cell with sulphide storage capacity. *Applied Microb Biotech* 1991; 35(1):128-133.
78. Martínez SJ Aprovechamiento de las celdas de combustible. (tesis licenciatura) México, D.F. México: Universidad La Salle, 1992.
79. Rodríguez D Vehículos eléctricos para el futuro. *Rev Nat* 1982; 5:232-238.
80. Rodríguez DO Las celdas de combustible. *Rev Nat* 1982; 1:31-37.
81. Amaya R Diseño de un sistema experimental para la obtención de gas metano a partir de desechos agrícolas. En : *Biotecnología para el aprovechamiento de desperdicios orgánicos*. AGT Editor. S.A. México, D.F., 1981.
82. Strauch M Producción de biogas. *Inf Cient Tecnol* 1993; 14(196):50-52.
83. Werner U; Stohr U; Hees N *Biogas plants in animal husbandry. Germany.* Friedr, 1980.
84. Butron SJ Reformado del metano. (tesis de licenciatura) México, D.F. México: Facultad de Química, UNAM, 1960.
85. Félix A; Sánchez S *Tecnología para el aprovechamiento del biogas*. En : *Biotecnología para el aprovechamiento de desperdicios orgánicos*. AGT Editor, México, D.F., 1981.
86. Soto M; Méndez R; Lema JM: Methanogenic and non methanogenic activity test: Theoretical basis and experimental set up. *Water Research* 1993; 27(8):1361-1376.
87. Umetsu K; Takahata H; Kawamoto T Effect of temperature on mesophilic anaerobic digestion of dairy cow slurry. *Research Bulletin of Obihiro University Series* 1992; 14(4):401-408.
88. Bodet P *Energía animal: Notas preliminares*. *Rev Mund Zoot* 1987; 63:2-6.

89. Kemp DC Tracción animal: Algunos trabajos recientes y actuales. Rev Mund Zoot 1987; 63:7-14.
90. Arul PAR: Sistema de arcos de tres puntos de enganche para carros y aperos tirados por un animal. Rev Mund Zoot 1987, 63:20-22.
91. Gupta PK; Soni R Energy use from different power source in Punjab agriculture. In: Proceedings of the international Agricultural Engineering Salokne VM; Ilangantileke SG editors 1393-1405, Bangkok, Thailand: Asian Institute of Technology press, 1990.
92. Singh MP; Thakur TC Investigations on utilization of animal power for operating various rotary powered machines. In: Proceedings of the international Agricultural Engineering Salokne VM; Ilangantileke SG editors. Bangkok, Thailand: Asian Institute of Technology press, 1990:107-115.
93. Paus A Continuous measurement of dissolved H<sub>2</sub> in a anaerobic reactor using a new hydrogen/air fuel cell detector. Biotech Bioengineering 1990; 35(5):492-501.
94. Espinoza IC Tecnología para enfrentar la sequía. México Ganadero 1995, (403):6-11.
95. Avila LF Algunos aspectos sobre drenaje agrícola. :FIRA, Boletín Informativo. México, 1970.
96. Lama GM El aprovechamiento intensivo del agua en los asentamientos humanos mediante su reciclaje. (tesis de licenciatura) México, D.F. México: Facultad de Arquitectura., UNAM, 1994.
97. Dasel EH Presas pequeñas de concreto. México, D.F.: limusa, 1982.
98. Luftenegger G; Foisner W Investigations on the soil fauna in organically and conventionally managed vineyards. Landwirtschaftliche Forschung 1989; 42:105-113.
99. Parras V Horticultura biológica. México, D.F.: El Pais, 1991.
100. Sebastián CG El huerto familiar. FIRA Boletín Informativo. México, 1982:17:12-21.
101. González RL Labranza de conservación una alternativa para aumentar la producción y productividad del agro mexicano. FIRA Boletín Informativo. México, 1990:23:3-43.



102. Leal LH Producción de hongos comestibles. En : Biotecnología para el aprovechamiento de desperdicios orgánicos. AGT Editor . México, 1981.
103. Gutiérrez ZC Evaluación de un sistema de cría y engorda de patos mediante el reciclaje de desechos porcinos. (tesis de licenciatura) México, D.F. México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 1981.
104. Ramón GJ El centro de cunicultura y especies menores contribuye a enriquecer la dieta del mexicano. *México Ganadero* 1994; (394):17-24.
105. Stuart M Alimentación de rumiantes con residuos fibrosos. *México Ganadero* 1995; (398):22-26.
106. Childs BE Nueva técnica de producción de nitrógeno en pequeña escala. *Rev Mund Zoot* 1986; 59:40-41.
107. Méndez PL Obtención de nitrógeno líquido y otros gases industriales. *México Ganadero* 1994; (385):37-38.
108. Nuñez ER Principios de fertilización agrícola con abono orgánico En: Biotecnología para el aprovechamiento de desperdicios orgánicos. AGT Editor, S.A. México, D.F. , 1981: 25-32.
109. Daroch PR, Gomez PG, Niessen MJ Fertilización de una pradera con efluentes de biodigestor provenientes de fecas de ovinos. *Agro Sur* 1989; 17(2):87-94.
110. Esteban BJ Reciclaje de excretas de cerdo: Estudio recapitulativo. (tesis de licenciatura) México, D.F. México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM, 1983.
111. Heres BF Reciclaje del excremento de bovino ensilado en la alimentación de toretes. (tesis de licenciatura) México, D.F. México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM,. 1982.
112. Maglorie MMC Manejo del estiércol en un silo solar y calidad del producto final. (tesis licenciatura) México, D.F. México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, 1986.

113. Roldán SJL Efecto de la adición de paja de avena sobre la calidad nutritiva y fermentativa del estiércol en silo solar. (tesis de licenciatura) México, D.F. México: Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNAM, 1988.
114. Leal LH Principios de composteo. En : Biotecnología para el aprovechamiento de desperdicios orgánicos. AGT Editor, México, 1981.
115. Claverán A Sistema de captación de agua para abrevar ganado en pastoreo. FIRA Boletín Informativo. México, 1970.

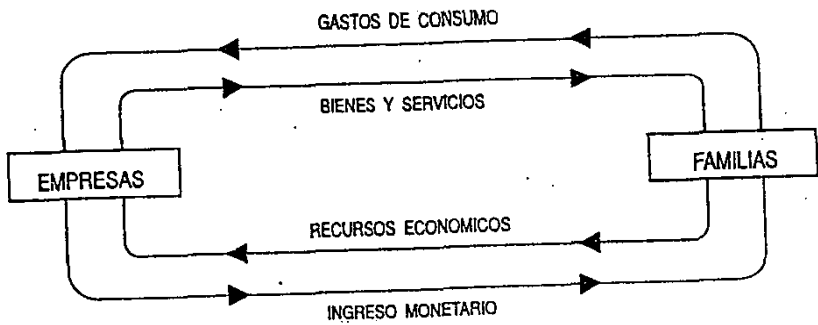


Figura 1. Sistema de producción desde el punto de vista económico

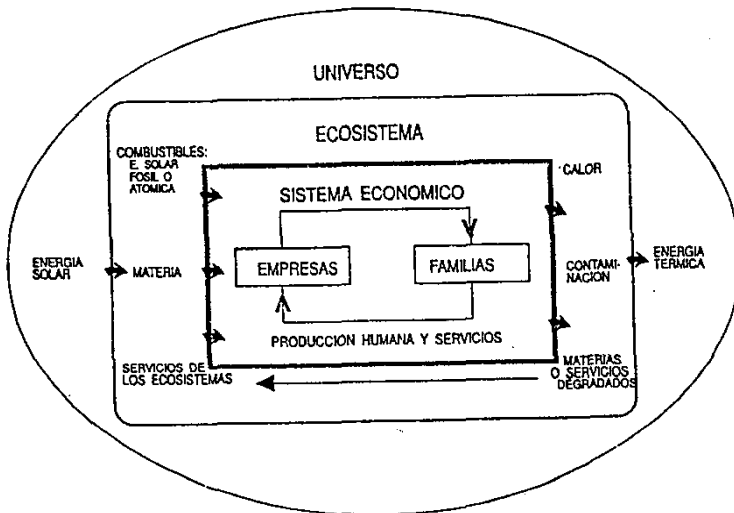


Figura 2. Sistema de producción desde el punto de vista biofísico



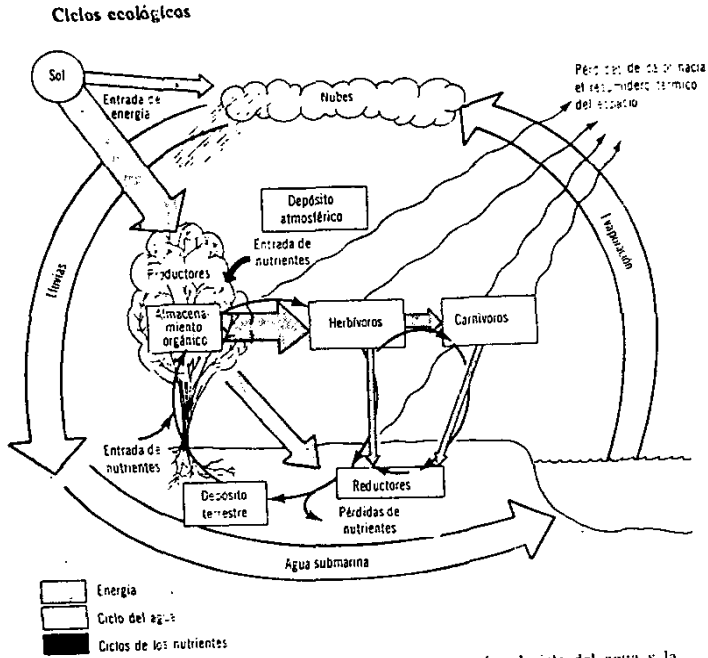
**fisiológicas**

**permanencia**

**pertenencia**

**autorrealización**

Figura 3. Clasificación de las necesidades en el ser humano



Modelo que muestra el flujo de la energía, el ciclo del agua y la asociación que tienen ambos con los ciclos biogeoquímicos.

Figura 4. Elementos que componen un ecosistema

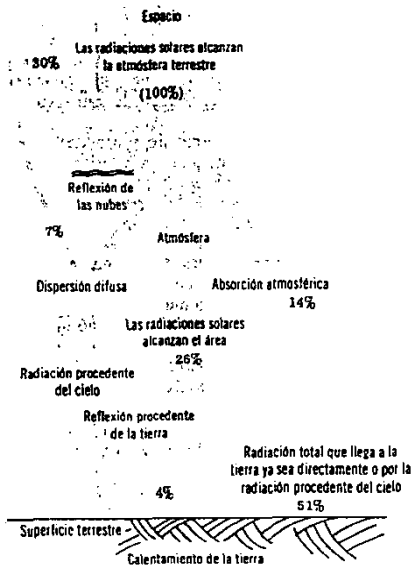


Figura 5. Entrada de energía solar a la superficie terrestre al medio día

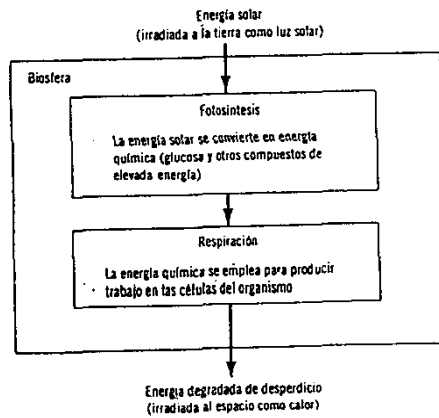


Figura 6. Destino de la energía solar que se absorbe en un ecosistema



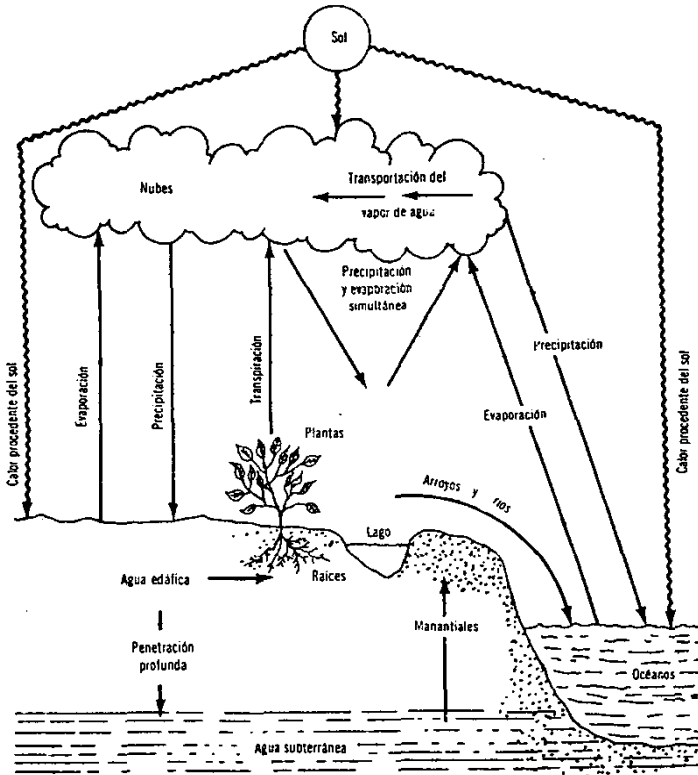


Figura 7. El ciclo del agua en un ecosistema

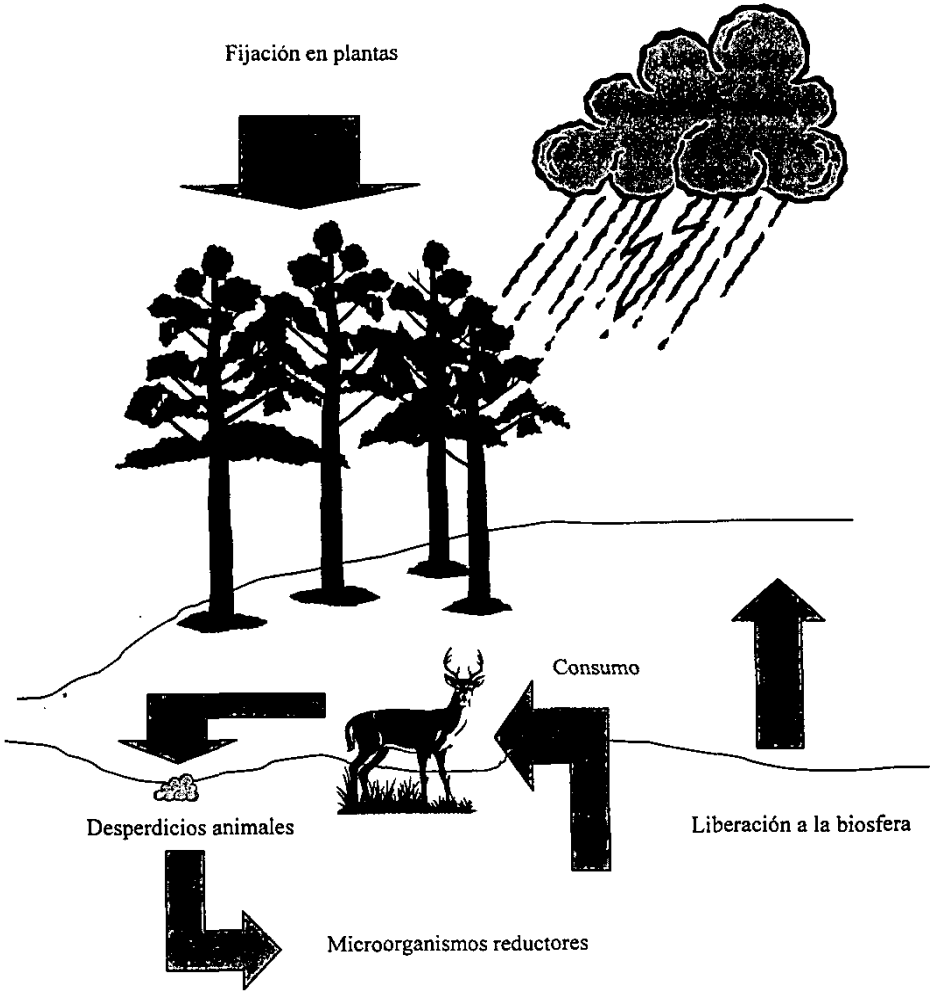


Figura 8. Dinámica de los nutrientes en un ecosistema

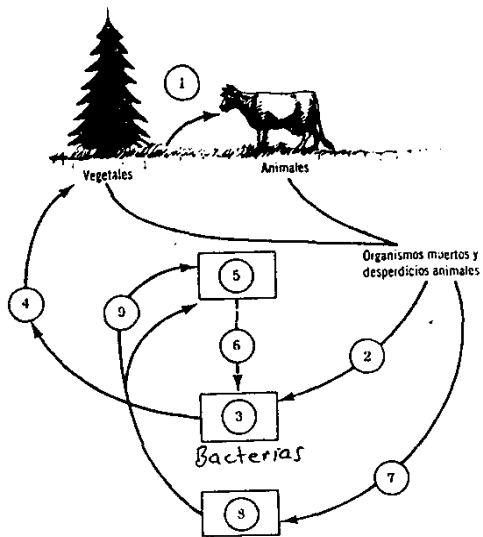


Figura 9. Ciclo del Carbono en un ecosistema

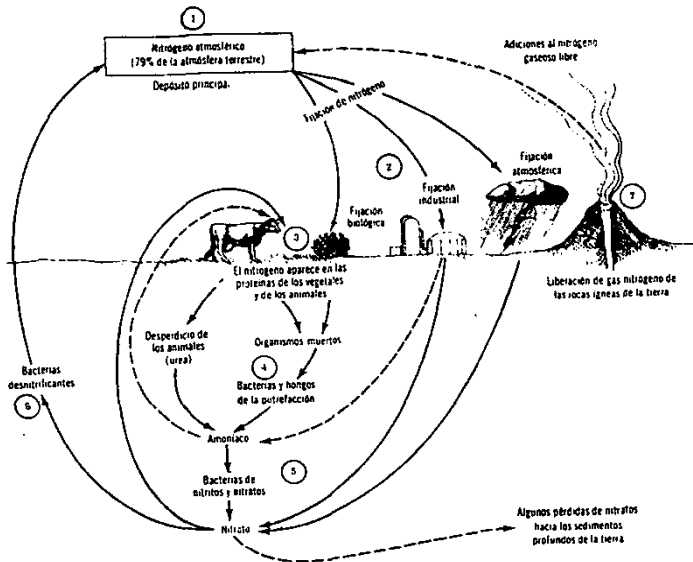


Figura 7.1 Ciclo del nitrógeno.

Figura 10. El ciclo del Nitrógeno en un ecosistema

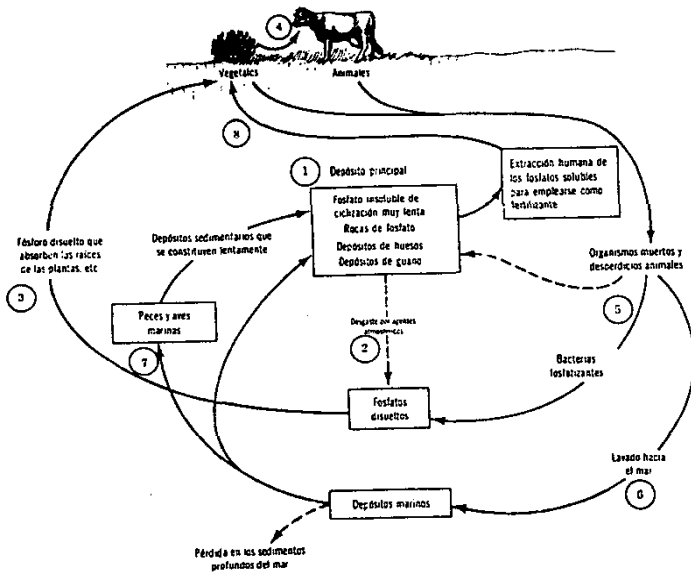
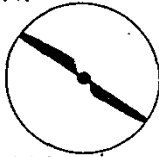


Figura 11. El ciclo del fósforo en un ecosistema

**PRINCIPALES ROTORES EÓLICOS**

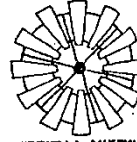
**ROTORES EÓLICOS DE EJE HORIZONTAL.**



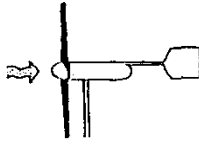
BIPALA



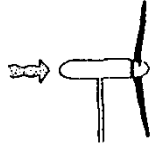
TRIPALA



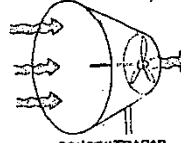
MULTIPALA AMERICANA



ROTOR A DARRIEUS



ROTOR A SAVONIUS

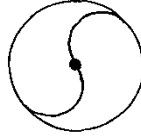


CONCENTRADOR

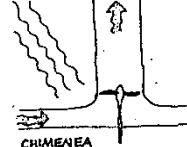
**ROTORES EÓLICOS DE EJE VERTICAL.**



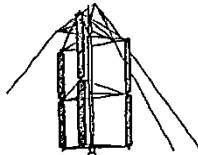
TIPO FOKKER



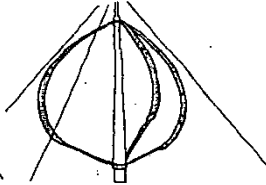
SAVONIUS



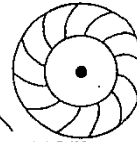
CHIMENEA



GUARDMILL



DARRIEUS



TURBINA

Figura 13. aprovechamiento de la energía eólica

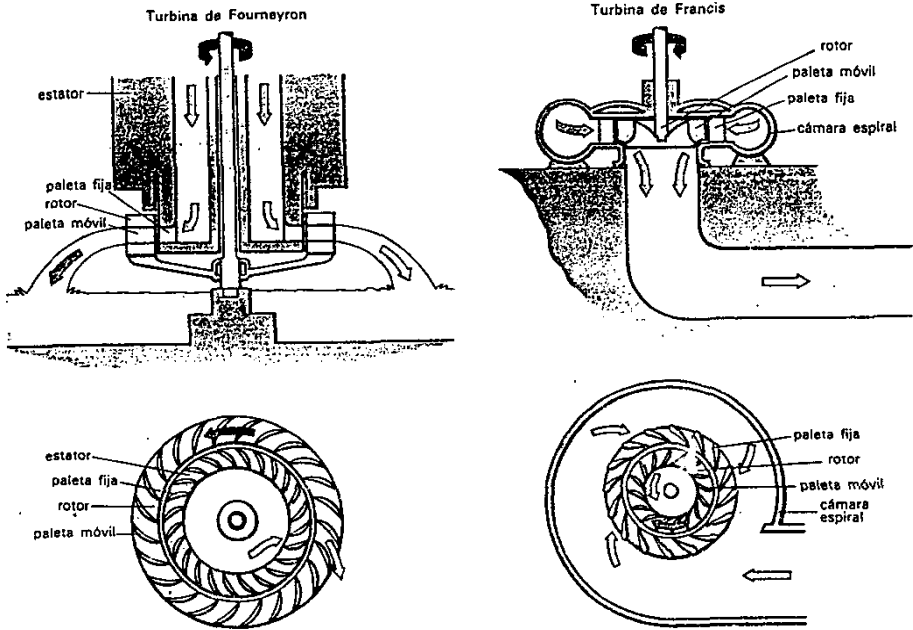


Figura 14. Aprovechamiento de la energía cinética

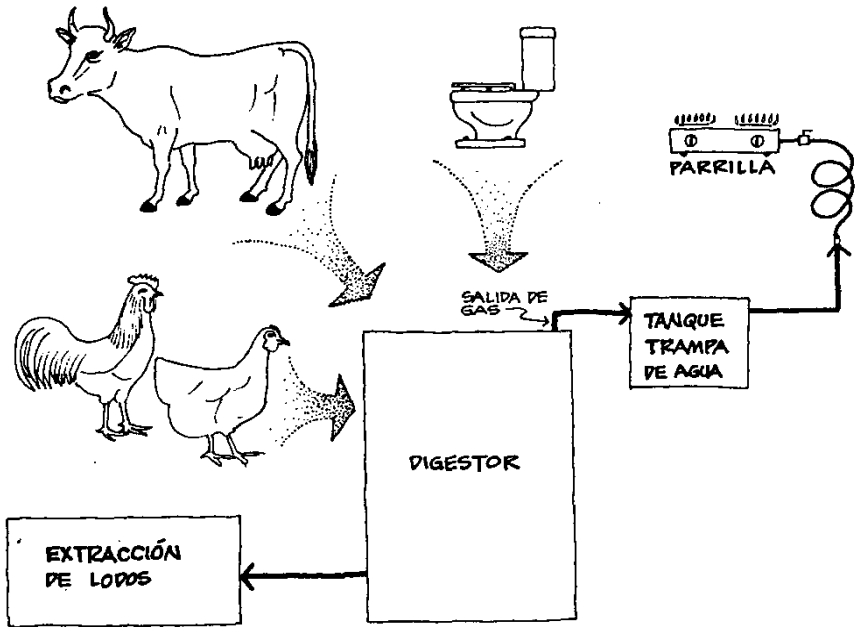


Figura 15. Aprovechamiento de la energía química de la biomasa



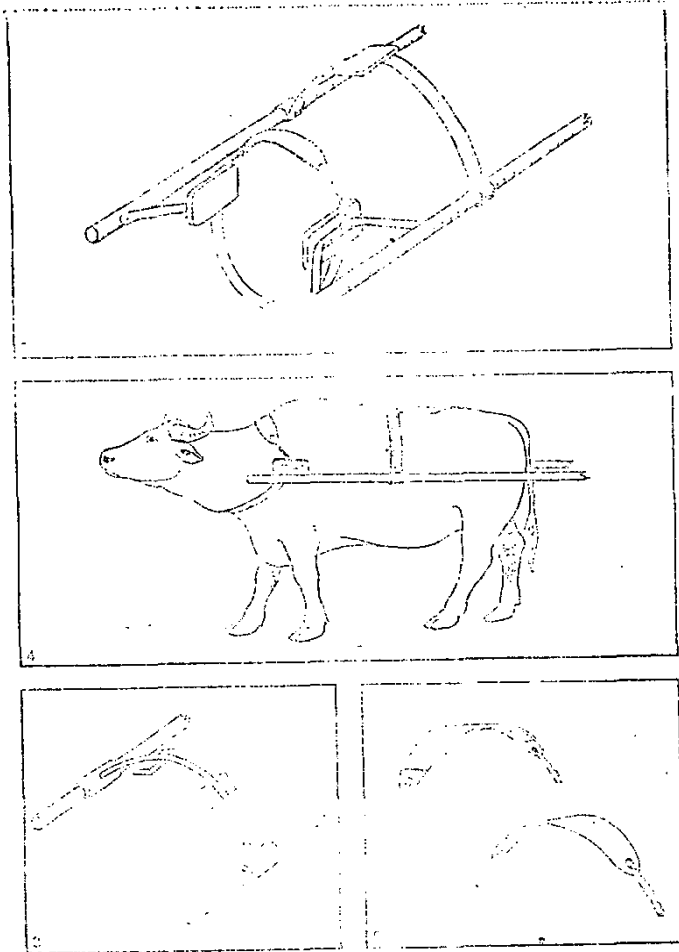


Figura 16. Aprovechamiento de la energía animal

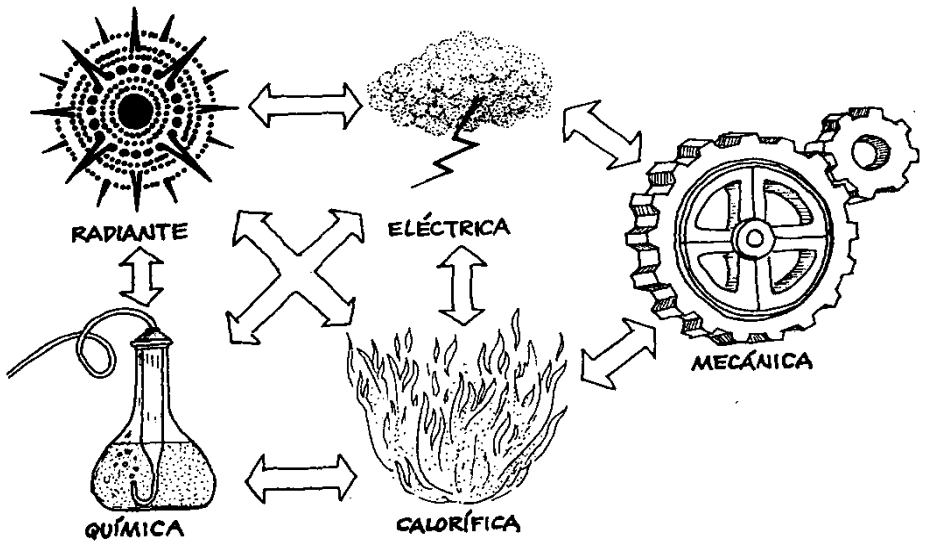


Figura 17. Formas intercambiables de energía

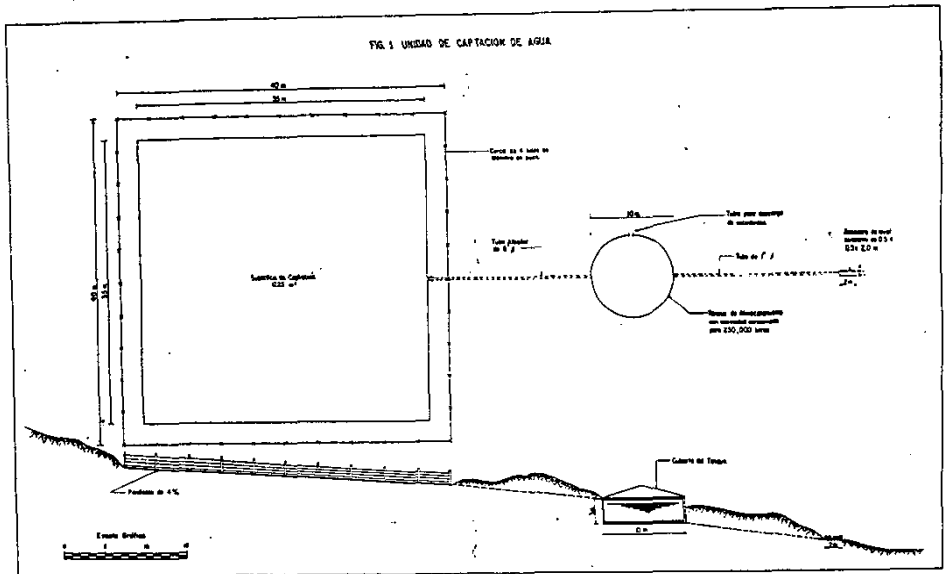
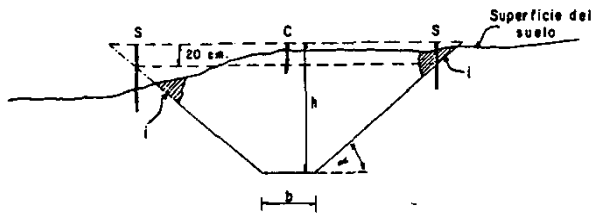


Figura 18. Aprovechamiento del agua: Captación



**Fig. 3 TRAZO DE CAMPO PARA LA EXCAVACION DE DRENES ABIERTOS**

Figura 19 Aprovechamiento del agua: Conducción

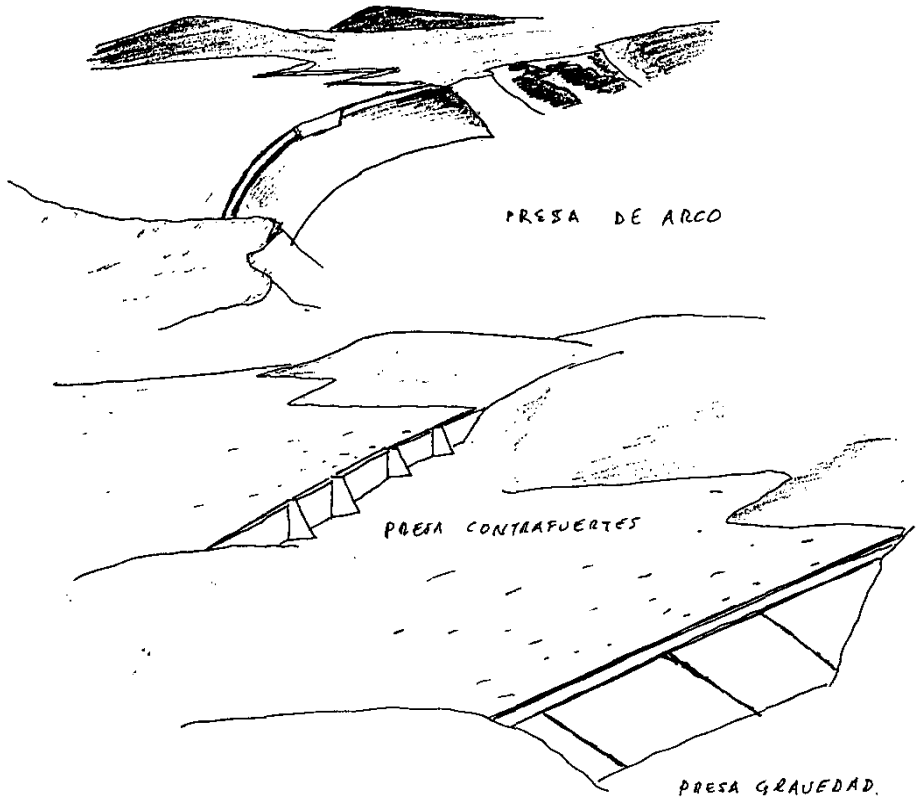
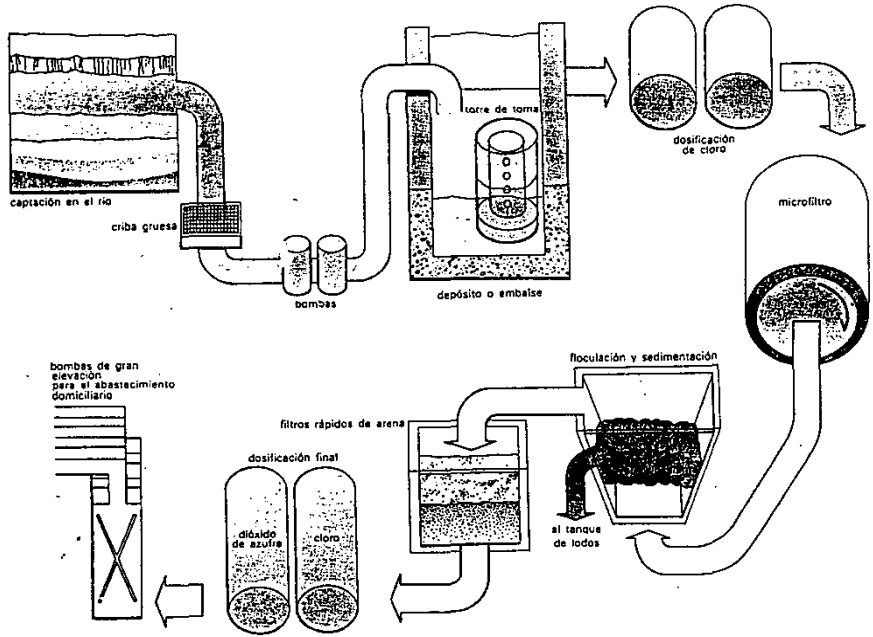


Figura 20. Aprovechamiento del agua: Almacenamiento en represas



*Proceso del abastecimiento de agua desde que se capta en origen hasta que llega al usuario. El agua llega a algunas ciudades desde lagos o ríos muy lejanos conducida en grandes canales cerrados.*

Figura 21. Aprovechamiento del agua: Purificación

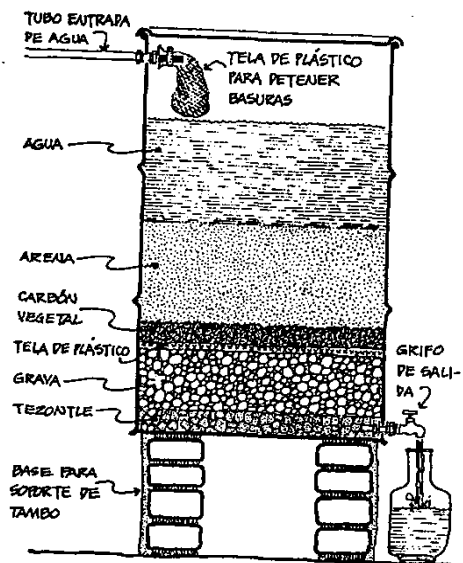


Figura 22. Aprovechamiento del agua: Tratamiento primario de purificación

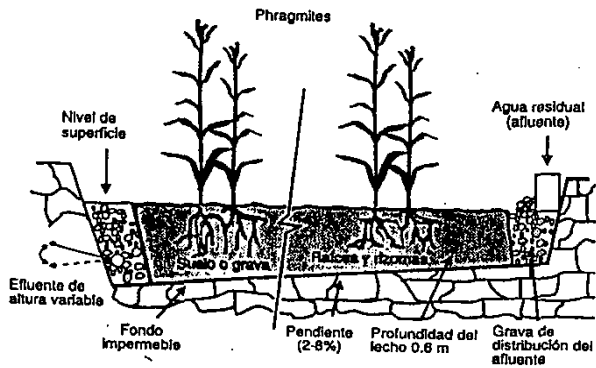


Figura 23. Aprovechamiento del agua: Tratamiento secundario de purificación



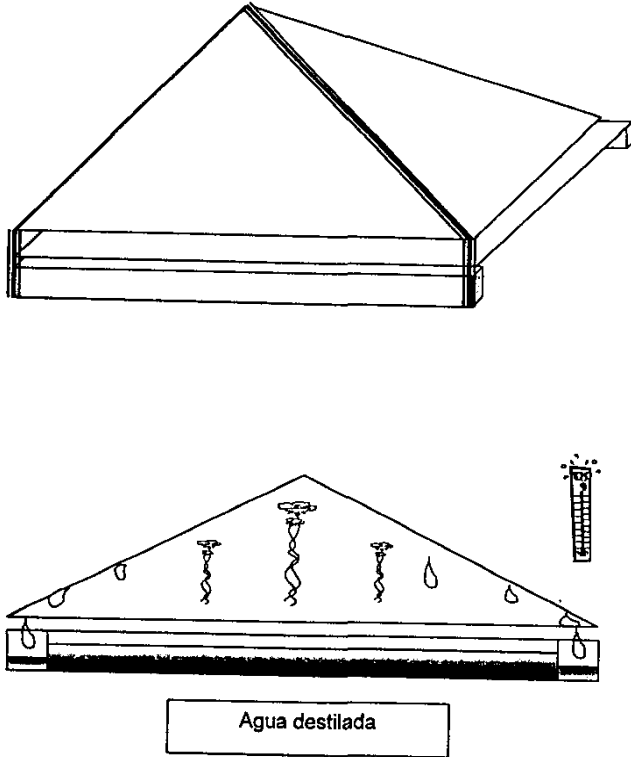


Figura 24. Aprovechamiento del agua: Tratamiento terciario de purificación

Cuadro 1. Condición socioeconómica de los municipios en donde mas del 75% de la población habla alguna lengua indígena

Entidad	Nivel de bienestar	Vivienda y población	Actividad Productiva	Problema particular
Quintana Roo	Medio y bajo. Bajo ingreso de la PEA y analfabetismo.	Sin agua entubada y drenaje insuficiente en mayor proporción que el promedio del estado.	Deficiente desarrollo de la actividad agropecuaria y falta de infraestructura y servicios.	Flujos migratorios hacia Chetumal y Cancún en busca de mejores condiciones.
Hidalgo	Medio y Bajo, elevado grado de pobreza y bajo desarrollo económico.	Baja disponibilidad de agua entubada y drenaje. El 50-80% de la PEA con menos del salario mínimo.	Concentrada en las actividades agropecuarias (68% de la PEA).	Las comunidades se encuentran Inaccessibles. Emigración en busca de bienestar.
Campeche	Medio a nivel estatal. Analfabetismo mayor a 70% de la población.	58% sin disponibilidad de agua entubada y drenaje. El 50% de la PEA con ingresos menores a un salario mínimo.	50% de la población dedicada a actividades agropecuarias.	Caminos poco accesible a algunas comunidades.
Veracruz	Mayor pobreza del estado. Analfabetismo mayor a 70%.	Elevada tasa de viviendas sin agua entubada y drenaje. El 74% de la PEA con ingresos inferiores al salario mínimo.	Concentrada en el sector primario, con el 78% de la población en labores agropecuarias.	Deficientes vías de comunicación. Problemas políticos, religiosos en algunas zonas.

FUENTE: INEGI varios; FIRA. Reporte de las Subdirecciones Regionales.

Cuadro 1. Condicion socioeconómica en donde mas del 75 % habla lengua indígena