

# CAPÍTULO VI

## TECNOLOGÍA APROPIADA PARA LAS PEQUEÑAS EXPLOTACIONES: UNA PERSPECTIVA EUROPEA

**Prof. Luis Márquez**  
**Dr. Ing. Agrónomo**  
**Depto. Ingeniería Rural**  
**Universidad Politécnica de Madrid (España)**

### 1. INTRODUCCIÓN

En primer lugar quiero agradecer a los organizadores de este XXVI Congreso Brasileño de Ingeniería Agrícola la invitación que me han hecho para intervenir con una aportación en este tema, de tanto interés para la Región Semi-Árida: la “Tecnología apropiada para las pequeñas explotaciones”.

Durante este último años he podido conocer una gran parte de Brasil, alejada de los circuitos turísticos y desconocida para los viajeros “europeos”. He estudiado con cierto detalle algunos de los Polos del Valle del Saõ Francisco, analizando su potencial productivo a medida que se transforma con las tecnologías del riego. He podido conocer a los “gauchos” y sus estructuras para la producción agropecuaria. Me quedaba sin embargo llegar hasta el Nordeste y poder ver personalmente lo que antes me describieron los que fueron mis alumnos de doctorado procedentes de Campina Grande. Ahora tengo la ocasión de hacerlo.

En los últimos 20 años, primero como Director del Curso de Mecanización Agraria, que se ha venido impartiendo en el Depto. de Ingeniería Rural de la Universidad Politécnica de Madrid, y después asesorando a los doctorandos, que bajo mi dirección, desarrollaron su tesis en España, así como trabajando directamente en proyectos de transformación y de desarrollo en el continente americano, he tenido ocasión de conocer las particularidades de diferentes regiones de Sudamérica, e incluso colaborar para implantar las tecnologías “apropiadas” para los diferentes niveles de desarrollo en la Región.

En estas líneas me propongo dar mi visión particular de las posibilidades que tienen las tecnologías “intermedias” para incrementar el nivel de desarrollo en diferentes regiones del continente Americano, y de una manera especial en las zonas del tópico semiárido.

Ante todo quiero destacar desde el principio, que, a este respecto, no hay “modelos” europeos que se puedan seguir como referencia. Las condiciones socioeconómicas de la Europa Occidental son muy diferentes, y las regiones marginales, en las que no se puede hacer agricultura mecanizada, se han convertido, poco a poco, en “reservas naturales”, o reciben unos ingresos “extra agrícolas” que hacen que los habitantes de las mismas solo utilicen la producción agrícola como algo testimonial.

Posiblemente la rentabilidad global de los aprovechamientos agrícolas mejoraría en estas regiones si se utilizaran tecnologías “apropiadas” o “intermedias”, pero es difícil convencer a un usuario que dispone de ingresos externos suficientes, bien por su actividad en el sector de los Servicios, bien por la ayuda directa de las propias Administraciones Públicas, que vuelva la “tracción animal” cuando tiene a la puerta de su casa un pequeño tractor y, además, un automóvil o un vehículo industrial.

Por ello, solo en determinadas áreas aisladas de Europa Occidental se haya mantenido estas tecnologías intermedias, sin apenas ayudas públicas en lo que se refiere a la investigación para su mejora y a la difusión del conocimiento, aunque si se encuentran asociaciones, con cierto reconocimiento oficial, que ayudaron o incluso ayudan a su mejora y adaptación a las necesidades de cada región.

Esto hace que le tenga que dar a mi Ponencia un punto de vista algo diferente de lo inicialmente previsto, incluyendo no solo la experiencia Europea sobre las “tecnologías apropiadas” para aplicación en sus propios límites geográficos, sino de lo que ha sido el capítulo mas importante: la que han desarrollado diferentes países de Europa Occidental para aplicarla en su ayuda en diferentes regiones de La Tierra.

## **2. TECNOLOGÍA PARA LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA**

Desde que el hombre empieza a trabajar la tierra, o incluso antes, cuando es esencialmente cazador-recolector, intenta, con todos los medios a su alcance, desarrollar herramientas que faciliten su trabajo y que aumenten su productividad.

El grado de conocimiento alcanzado por las diferentes Civilizaciones se materializa en la forma de sus herramientas de trabajo, que, en su conjunto, dan lugar a lo que se conoce como “tecnología”: *conocimiento aplicado para realizar las actividades que el hombre necesita para vivir.*

En un Mundo aislado, el grado de desarrollo de cada región condiciona el nivel de tecnología disponible, aunque siempre se producen pequeños trasvases tecnológicos que se asimilan después de un periodo mas o menos largo. Ejemplos de esta asimilación se encuentran en los animales domesticados para el trabajo, en la rueda, en el arado, en el arco, en la guadaña, etc.

En la “aldea global” en la que desde hace algunos años nos movemos, el conocimiento es universal; en el país mas aislado se puede acceder a los conocimientos mas avanzados y si se disponen de medios económicos suficientes, a la tecnología mas reciente. Pero, ¿es esta tecnología avanzada la mas apropiada para las necesidades de una región determinada?

La “tecnología”, como realización sobre la base del conocimiento, cuando se aplica se convierte en “ingeniería” y para ello resulta necesario que se integre en la naturaleza socioeconómica del medio de referencia.

En ningún caso el desarrollo puede ser parcial; tiene que realizarse en todos los campos de la actividad humana y integrar de una manera especial los aspectos culturales, sociales y económicos de la región. Esto significa que, en principio, se puede transferir tecnología, pero esta transferencia solo tendrá éxito si se transforma en “ingeniería” aplicable al contexto económico y social del medio considerado.

A partir de aquí se puede definir lo que sería la “tecnología apropiada”: *el nivel de tecnología que mejor se adapta al grado de desarrollo socioeconómico de un país o región, o aquella que utiliza principalmente los recursos naturales de un país o de una región en desarrollo, adaptándose a las disponibilidades de capital y de energía y a características de la mano de obra, tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo*, y lógicamente evolucionará con el nivel de desarrollo del país considerado.

Esto se puede aplicar tanto para zonas aisladas, con bajo nivel de desarrollo, dentro de los países considerados en el “primer mundo”, como a zonas especialmente favorecidas en países en vías de desarrollo. La “tecnología apropiada” será la que mejor se adapte a las necesidades en las circunstancias particulares de la región considerada, entendiendo como tal la que ayude a mejorar la calidad de vida de los hombres que las ocupan

Sin embargo, la mayoría de las veces se asocia el concepto de “tecnología apropiada” a herramientas manuales, empleo de la tracción animal, o utilización de equipo mecánico de bajas prestaciones, que se consideran que serían apropiados para zonas en desarrollo, lo cual, si bien puede ser cierto en la mayoría de los casos, es un punto de vista parcial de adaptación de la tecnología a las particularidades de la región que la utiliza.

Además, hay que decir desde el principio que las soluciones propuestas en este paquete, conocido como “tecnología apropiada para el desarrollo”, no se adaptan en su totalidad a las necesidades de cualquier región. Dentro de este “paquete” siempre hay que establecer niveles en función del medio natural y la población implicada, sobre todo en los aspectos cuantitativos, culturales y grado de integración en la actividad económica mundial.

Por otra parte hay que señalar que la utilización de un nivel de tecnología va unido a unas disponibilidades energéticas, y es este consumo energético el que más afecta a la calidad de vida de la población en la zona de referencia.

### **3. EVOLUCIÓN DE LA “TECNOLOGÍA APROPIADA”**

Tradicionalmente, el desarrollo colonial se basaba en aplicar la tecnología disponible en la metrópoli en las zonas de su influencia. En todos los casos, en cuanto las personas que manejaban esta tecnología regresaban a los países de origen, el nivel tecnológico de la región caía de nuevo a unos niveles incluso inferiores a los existentes antes de la llegada de los “europeos”, ya que con la llegada de una tecnología externa, no adaptada al medio, se bloqueaba el desarrollo normal de la región.

Es como consecuencia de los fracasos continuados que se venían produciendo al intentar transferir las tecnologías de uso en el “primer mundo”, dentro de los programas de ayuda al desarrollo, por lo que se inician los estudios para desarrollar lo que se ha conocido como “tecnología apropiada”. La vinculación ex-colonial de un gran número de países,

africanos y asiáticos, con el Reino Unido y con Francia, puso de manifiesto las carencias de las tecnologías avanzadas para su aplicación en zonas tropicales y subtropicales, y también en otras que por su orografía, o por las condiciones climáticas desfavorables, había que manejar de una manera especial, lo que dio paso a una mejora del conocimiento en aspectos relacionados con las tecnologías aplicables en situaciones "diferentes", adaptables a las necesidades de los países en desarrollo. Algunas de estas experiencias también se realizaron en el continente americano, concretamente en México, Centro América y Caribe, Chile y Nordeste brasileño.

Esto no quiere decir que los gobiernos de los países en desarrollo aceptaran con facilidad estas formas de acción. La mayoría seguía considerando que el subdesarrollo solo se podía vencer importando las tecnologías más avanzadas, y, así, en los programas de ayuda internacional, y de una manera especial en la que procedía de Organismos Internacionales, se exigía la entrega de las máquinas más modernas, cargadas de electrónica, aunque a las pocas horas de funcionamiento, por falta de mantenimiento, de repuestos y de experiencia de los conductores que las manejaban, se convertían en montones de chatarra inservible, esos sí, cuidadosamente vigilados por guardias fuertemente armados.

Son unos pocos europeos, con experiencia directa en los países en desarrollo, la mayoría de las veces trabajando por "libre" o dentro de organizaciones para la ayuda humanitaria extragubernamental, los que introducen y utilizan estas tecnologías apropiadas, a pesar de la resistencia que oponen muchos de los que las reciben.

Pero que puede considerarse como tecnología "apropiada"?: aquella que utiliza principalmente los recursos naturales de un país o de una región en desarrollo, adaptándose a las disponibilidades de capital y de energía y a características de la mano de obra tanto desde el punto de vista cuantitativo como cualitativo. Es por tanto un concepto válido para cualquier nivel de desarrollo, incluso dentro de lo que se denomina "Primer Mundo".

En un mismo país las condiciones agroclimáticas y socioeconómicas pueden ser muy diferentes según la región considerada. Esto significa que en cada área geográfica habrá que actuar de manera diferenciada y que las soluciones para cada una de ellas serán difícilmente extrapolables sin un conocimiento profundo de la nueva situación.

Por todo ello, se necesitan establecer unos principios básicos de actuación que permitan buscar soluciones aceptables en cada circunstancia, compatibles con los niveles de desarrollo de partida y con el medio natural y socioeconómico en el que se van a desenvolver, o lo que resulta equivalente: realizando una planificación rural apropiada para las condiciones de referencia.

Hay que tener en cuenta desde el principio que el desarrollo estará dirigido a satisfacer las necesidades de los habitantes de la región, y la primera necesidad, no siempre cubierta, es la de conseguir una alimentación suficiente. Por ello el desarrollo siempre suele ir unido a la mejora de la producción de alimentos y de la calidad de vida en los núcleos rurales, que son las bases socioeconómicas de las zonas en desarrollo. Pero, en cualquier caso, al igual que en las zonas de economía desarrollada, las transformaciones deben de hacerse pensando en el mantenimiento del recurso productivo, lo cual no resulta fácil, sobre todo cuando se tiene que trabajar en condiciones agroclimáticas inestables y la presión de

una población numerosa supera lo que puede ofrecer el medio natural dentro de un equilibrio relativamente estable.

Por ello, deberá realizarse un análisis profundo de cada circunstancia y actuar en consecuencia. Esta actuación que debe de estar dirigida por el ingeniero, que es el que conoce y aplica la tecnología mas apropiada, que puede ser compatible con una "ayuda humanitaria", pero que tiene un objetivo final mas ambicioso: el de que los propios habitantes de las zonas en desarrollo generen los recursos que necesitan para mejorar su calidad de vida, de manera compatible con el medio ambiente que los rodea, pero teniendo en cuenta que el respeto a la naturaleza se pierde cuando la subsistencia no está asegurada.

#### **4. ENERGÍA PARA EL DESARROLLO**

La materialización de la acción tecnológica, parte de la materia, utiliza cierta cantidad de energía, y se ejecuta sobre la base de un nivel de información. En cierto modo, materia y energía son sustituibles, y la mejora del conocimiento (información) aumenta la eficacia en el aprovechamiento de la materia y de la energía para la consecución del objetivo final.

Esto es válido para cualquier actividad "agrícola" o "industrial", aunque ha sido principalmente el incremento en el consumo de energía en formas diferentes (semillas, abonos, fitosanitarios, agua de riego, equipos mecánicos, etc.) lo que ha permitido llegar al nivel de desarrollo actual en la producción agraria.

Por ello, puede decirse que la historia de la Humanidad ha sido la del dominio de la energía. Al disponer de fuentes de energía diferentes de la muscular se ha podido multiplicar la producción de alimentos que, en el comienzo, dependía tanto en la producción como en el transporte y en la elaboración, de la energía humana y animal.

Con la energía mecánica producida por el esfuerzo del hombre, ayudado por los animales de tiro, solo se puede alcanzar un nivel de subsistencia. Contar con recursos energéticos complementarios de los aportados por el sol, relativamente baratos, incrementa notablemente la renta del agricultor.

El nivel alcanzado en el consumo de energía para la Agricultura permite establecer diferencias entre países ricos y pobres. Los parámetros de referencia son el consumo energético por persona y por unidad de superficie. Pero no siempre el ecosistema es capaz de soportar el impacto que le produce la llegada continuada de esta energía externa bajo formas diversas: labores, fertilizantes, riego, etc. y evoluciona hacia un agrosistema mas o menos estable dependiendo de la fragilidad del medio considerado. ¿Donde parar para que el equilibrio sea cuasi estable?

Además, hay que contar con los recursos disponibles de energías "no renovables", cuyo consumo puede ocasionar problemas complementarios al ambiente, aunque la producción agraria tiene escasa responsabilidad en este aspecto, ya que su consumo no llega al 5% del total anual (sin incluir las necesidades de la agroindustria), e incluso es mucho mas bajo en los países con mayor nivel

de desarrollo, ya que aunque el consumo energético en su Agricultura se eleva, resulta comparativamente inferior al que demanda el resto de la Sociedad.

Contar con energía "no renovable" de origen diverso es lo que ha permitido pasar a una producción de alimentos abundante para una población en crecimiento continuo. Del cazador-recolector que precisaba de 200 a 5000 ha para su sustento según la fertilidad del medio en el que se desenvuelve, pasando por la agricultura "nómada", de la que todavía viven 250 millones de personas, y que precisa no menos de 4 ha por persona, hasta llegar a la agricultura de alta tecnificación que permite alimentar de 20 a 25 personas/ha, ha habido una notable evolución basada en el aporte energético.

Si la puesta en cultivo de nuevas tierras resulta difícil, el abastecimiento de la población debe de hacerse intensificando la producción, lo que obliga al aumento del consumo de energía complementaria.

Para comprender como influye el aporte energético exterior en la producción pueden utilizarse dos ejemplos: uno sobre arroz y otro sobre maíz. En el Cuadro I se presenta la energía consumida para producir arroz con alta tecnificación (EE.UU) y con tecnología tradicional y de transición (Filipinas).

En el sistema de cultivo tradicional el aporte energético viene limitado a la labranza primaria (175 MJ/ha) y solo se consigue una producción de 1 250 kg/ha, lo que permite alimentar de 4 a 6 personas /ha. Con un aporte energético de 6 400 MJ/ha, 70 % en forma de fertilizante, plaguicidas y semilla y el resto en forma de energía mecánica, se duplica la producción. Con 10 veces mas de energía (65 000 MJ/ha) se consiguen 5 800 kg/ha, con lo que se multiplica por 5 el número de personas que se alimentarían con el sistema tradicional.

**Cuadro I.- Energía necesaria para la producción de arroz**

Sistema de cultivo	Moderno (EE.UU)	Transición (Filipinas)	Tradicional (Filipinas)
Energía (MJ/ha)	65000	6400	175
Distribución (%)			
maquinaria	20	30	100
agroquímicos	18	70	
riego	42		
dsecación	7		
resto	13		
Producción (kg/ha)	5 800	2 700	1 250

**Fuente: FAO**

Un análisis similar realizado para el maíz pone de manifiesto que con métodos modernos (EE.UU.) se necesitan 30 000 MJ/ha, frente a los 175 MJ/ha necesarios en el sistema tradicional (México). La diferencia con respecto al arroz es debida a que no se

considera necesario el riego (para las condiciones climáticas de la zona) lo que reduce la demanda energética a la mitad. El gasto principal de esta energía la realizan, por una parte, la maquinaria (40 %) y, por otra, los fertilizantes (37 %), consiguiéndose una producción de 5 100 kg/ha frente a los 950 kg/ha del sistema tradicional.

En el caso de emplear técnicas de cultivo modernas para el arroz hay que contar con 1 500 kg/ha de petróleo frente a solo 700 kg/ha para el maíz, lo que pone de manifiesto la ventaja que siempre tienen las zonas con pluviometría apropiada para un determinado cultivo.

En todos los casos se aprecia la importancia que tiene el consumo de energía en forma de fertilizantes y en maquinaria, que en cierto modo, desde el punto de vista productivo admiten parcial sustitución.

En general las técnicas de producción van buscando un equilibrio entre el coste de la tierra (abundancia o escasez) y el de la mano de obra, en comparación con los precios agrícolas. Hay tres pautas de comportamiento principales en las diferentes regiones geográficas.

Así, cuando la tierra es muy barata en comparación con la mano de obra (como puede ser el caso de Australia), se busca aumentar la productividad por trabajador, incrementando la energía proporcionada en forma de mecanización. Cuando la tierra es un bien muy escaso y la mano de obra es abundante, como puede ser el caso de Egipto, Corea, o incluso Japón, se aumentan los insumos energéticos en forma de fertilizantes y fitosanitarios, buscando la máxima productividad superficial. Por último, cuando la tierra es escasa y la mano de obra costosa se procede simultáneamente a aumentar la productividad superficial y por trabajador, aunque marcando algunas diferencias, y así, en EE.UU. y Canadá se intensifica la mecanización buscando mayor productividad en el trabajo, mientras que en los países de Europa Occidental se ha venido intensificando la fertilización buscando la mayor producción superficial.

Esta forma de actuar tiene consecuencias importantes. El aumento de productividad superficial permite suministrar mayores cantidades de alimentos, pero el aumento de la productividad por trabajador, descontando el coste de los insumos, es lo que indica el nivel de vida de las personas que trabajan en la Agricultura.

Las estimaciones del consumo de energía en las diferentes áreas geográficas de La Tierra, por ha y por trabajador, son significativas. Así en la década de los '70 la energía para la Agricultura en Norte América (EE.UU. y Canadá) era de 20.9 GJ/ha, mientras en Europa Occidental se llegaba a 27.9 GJ/ha. Sin embargo en términos de energía consumida por trabajador la de Norte América era de 556 GJ, mientras en Europa solo se llegaba a 82.4 GJ. Estos mismos valores eran para América Latina de 4.2 GJ/ha y 8.2 GJ/trabajador respectivamente.

Queda claro por tanto la necesidad de aumentar el consumo de energía comercial para obtener el suficiente aprovechamiento del potencial agrícola del medio y para salir del subdesarrollo, lo cual incrementa el riesgo para el medio ambiente considerado. Esto será

siempre una limitación para la potenciación de las “tecnologías apropiadas” cuando los países sobrepasan un determinado nivel de desarrollo.

## **5. DEFINIR LA TECNOLOGÍA APROPIADA**

Para un pequeño productor de arroz en Japón, o agricultor del altiplano boliviano, las circunstancias son muy diferentes: el primero de ellos puede conseguir sin dificultad equipos mecánicos motorizados, ya que vende su arroz a buen precio y la mano de obra es relativamente costosa, ya que encuentra ocupación, al menos a tiempo parcial, en actividades industriales y de servicios. Por el contrario, para el boliviano, la mano de obra familiar es abundante y encuentra dificultades para comercializar cualquier excedente alimentario.

En cualquier caso, hay que suponer que el agricultor desea maximizar sus beneficios, asumiendo unos riesgos aceptables, por lo que cualquier innovación, para que sea "apropiada", debe de producir un aumento de los ingresos y/o reducir los costes de producción.

La tecnología apropiada será por tanto la que le permita explotar los recursos disponibles, teniendo siempre en cuenta que mano de obra y capital son complementarios, y la disponibilidad de cada uno de ellos condicionará la mejor opción.

En todos los países se observa que el avance económico del sector "rural" no se hace en paralelo con la economía general. Se produce una transferencia de recurso de la "Agricultura" a la "Industria" apoyado por los propios Gobiernos. La "metrópoli" tiende a atraer el capital de los "satélites". enriqueciéndose cada vez mas, y esto supera el plano nacional.

Un programa de desarrollo basado en las tecnologías apropiadas para el pequeño agricultor, dentro de una economía de mercado, puede minimizar los efectos desfavorables que se vienen produciendo en la base de la pirámide económica. Dentro de este programa se tendrían que incluir:

- la adopción de innovaciones en el sector agrario;
- la fabricación, distribución y servicio de las tecnologías dentro del mismo espacio rural;
- la acumulación de capital y la creación de trabajo que, en cierto modo, independice el medio rural.

En este proyecto realizado con tecnología apropiada se necesita:

- el empleo de las actitudes y del talento local;
- los recursos, materiales y financiación obtenible en la zona considerada;
- buscar la satisfacción de las necesidades de la población local;
- compatibilizar el desarrollo con la cultura y las prácticas locales.

Solo en comunidades aisladas y/o muy marginales se puede poner en práctica, de manera total, estas bases de actuación. En otras circunstancias habrá que contar con los intercambios

con sectores industrializados, pero siempre buscando reducir en lo posible la dependencia del sector rural.

Para poner en práctica las tecnologías apropiadas hay que partir de unos conocimientos poco experimentados. Los estudios en el campo de las energías autóctonas o de la tracción animal son recientes y se encuentran poco desarrollados.

Algunos centros de investigación como el IRRI en Filipinas, el CIAT en Colombia, el ICRISAT en la India, el CIMMYT en México, entre otros, están dirigiendo sus esfuerzos a resolver los problemas de mecanización apropiada para el pequeño agricultor. Los Organismos Internacionales del área iberoamericana, han dado poca importancia a esta tecnología, prefiriendo utilizar sus escasos medios en otros campos, como el aprovechamiento de recursos agropecuarios, o para la importación de tecnologías mecánicas de alto coste, con tractores y equipos de recolección autopropulsados.

A pesar de ello, se han realizado proyectos piloto con tecnologías apropiadas, pero sin contar con el apoyo gubernamental que los hiciera viables.

Entre las causas que han dificultado la introducción de las tecnologías innovadoras hay que señalar:

- La falta de capacidad de los servicios de extensión agraria para dar a conocer.
- El tamaño de las parcelas agrícolas y las dificultades que presenta el medio, de manera especial en lo que se refiere a la topografía y estado de humedad.
- La situación financiera del pequeño agricultor, que no le permite invertir en maquinaria y no le gusta utilizarla de manera compartida.
- El apego a las tradiciones y la dificultad para asumir un riesgo del que no pueden asegurarse.
- El exceso de mano de obra, con lo que el aumento de la mecanización, aunque mejora la productividad de los ocupados, produce problemas sociales.
- La infraestructura rural, que dificulta el abastecimiento con oportunidad de recursos externos y la salida de las cosechas a los mercados potenciales.

En general el aislamiento entre el agricultor, el investigador y el fabricante de equipos impide desarrollar, fabricar y comercializar la tecnología que precisa y puede pagar el agricultor.

Para cambiar estas circunstancias se necesita combinar experimentación y extensión en las proximidades del agricultor, integrando globalmente todo el sistema agrario y no solamente los aspectos puntuales de la investigación, y de aquí la importancia de la presencia del ingeniero para conseguir un desarrollo equilibrado.

## **6. METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS**

Si la tecnología "apropiada" se basa en la utilización preferencias de los recursos disponibles en el medio considerado, se necesita, desde el principio, realizar una rigurosa valoración de

estos recursos, empezando por los naturales que son los que condicionan los aprovechamientos agrarios.

En la caracterización del medio se necesitan considerar los aspectos relacionados con:

- El clima: temperaturas, régimen de lluvias, estacionalidad, vientos, etc.
- Los suelos: considerando de una manera especial sus limitaciones para la producción agraria (pedregosidad, encharcamiento, pendiente, etc.)
- La tenencia de la tierra y la ocupación de la población (mano de obra familiar y asalariada, fija y de temporada), así como las posibilidades de desplazamiento de las puntas de demanda de trabajo.
- Las posibilidades para controlar el agua: riego y drenaje, captación.
- La tecnología de producción:
  1. herramientas de trabajo manual;
  2. disponibilidades de animales de trabajo o posibilidades de aceptación;
  3. servicios de labores mecanizadas (estatales, paraestatales o privadas);
  4. operaciones de cultivo potencialmente mecanizables: preparación de suelos, siembra y abonado, control de malezas y plagas, recolección.
- La tecnología para conservación y transformación de las cosechas: limitaciones específicas.
- Posibilidades de integración de la producción (agrícola, ganadera y forestal)
- Nivel de tecnología para producir equipos para la agricultura (fabricación artesanal y semitecnificada)
- Condicionantes socioculturales de la población.

En relación con el medio físico que condiciona el desarrollo, hay que considerar las dificultades para desarrollar una actividad agraria en zonas en desarrollo con suelos clasificados como "potencialmente arables".

## **7. TRABAJO MANUAL, TRACCIÓN ANIMAL Y MECANIZACIÓN INTERMEDIA**

A partir de un programa de producción agrícola se puede establecer una estimación de las necesidades totales de energía, que se cubrirán contando con diferentes fuentes: trabajo manual, tracción animal y sistemas de mecanización motorizada, que en cierto modo son sustituibles entre sí.

En relación con el aporte de trabajo manual, como unidad de medida se utiliza el hombre-jornada, de manera que todo el trabajo se puede reducir a equivalentes hombre-jornada (EHJ)

Para un trabajador de zona en desarrollo se estima en 250 días las que se dedican al trabajo, por lo que 250 EHJ corresponden al trabajo que un hombre puede realizar durante todo el año (sobre la base de una jornada de 8 horas, esto equivale a 2000 h/año).

La sustitución de parte de la energía humana por tracción animal, o por equipos motorizados, puede hacerse en grado diferente según el nivel de desarrollo y de las disponibilidades de medios de sustitución. En cualquier caso se debe de contar con un mínimo indispensable de trabajo humano, estimándose que un animal de trabajo puede sustituir entre 100 y 125 EHJ.

En cuanto a la motorización, las limitaciones generales proceden, por una parte de la disponibilidad de recursos económicos para importar un medio de producción externo a la zona, así como para su amortización, que en cualquier caso saca recursos de la zona rural a la zona industrial que se encarga de la fabricación, por otra, al nivel de tecnificación que son capaces de asimilar los utilizadores.

La potenciación de la tracción animal va unida a la posibilidad de integrar los animales en la comunidad, pero también al desarrollo de equipos mecánicos adaptados al tipo de animal, y de una manera especial en lo que se refiere a yugos y demás elementos de unión del animal con la herramienta de trabajo.

En lo que respecta a la mecanización intermedia utilizando motores térmicos, hay que marcar algunos aspectos que condicionan la elección de los equipos:

- Los combustibles necesarios para su funcionamiento no suelen mantener unas especificaciones de uniformidad y calidad, por lo que los motores robustos, de ciclo diesel e inyección indirecta (precámara), con régimen de funcionamiento limitado, constituyen una de las opciones mas apropiadas, teniendo en cuenta las necesidades particulares relacionadas con filtración del aire y refrigeración del motor en climas cálidos y húmedos.
- Se suelen producir problemas de todo tipo en las instalaciones eléctricas, por lo que se deben de diseñar de manera cuidadosa y simplificarlas en todo lo posible: Contar con sistemas de arranque manual, fáciles de manejar, es una garantía cuando fallan los dispositivos de acumulación de energía eléctrica.
- La hidráulica, tan útil en la maquinaria agrícola de las zonas desarrolladas, ocasiona numerosos problemas, tanto por calentamiento como cuando hay que realizar el mantenimiento y la reparación en talleres escasamente equipados y en condiciones de limpieza insuficientes. A pesar de esto se han desarrollado tractores con transmisiones hidrostáticas (con el apoyo de organismos internacionales) que han sido un fracaso.

Por otra parte, la motorización intermedia se adapta, en cierto modo, a las zonas con pocos recursos para la producción agrícola, en las que los animales de trabajo entrarían en competencia con el hombre en el consumo de alimentos, así como en las zonas sin cultura integrada con los animales, por ser considerados ancestralmente como peligrosos, o por que constituyen un punto en la cadena de transmisión de enfermedades que afectan al hombre.

Hay que tener en cuenta que los "tractores" para zonas en desarrollo deben de sustituir en muchos casos a los animales de tiro o al hombre en sus funciones mas pesadas (trabajo del suelo y transporte), por lo que es aconsejable la utilización de tractores "portadores", aunque las ofertas disponibles en el mercado no suelen competir con los tractores convencionales equipados con remolques.

Posiblemente sea el de la motorización intermedia uno de los campos de ayuda al desarrollo en los que haya que trabajar mas en los próximos años, contando con que la fabricación de estos equipos pueda hacerse en las áreas geográficas que los demandan.

Volviendo al principio, en la tecnología apropiada para el desarrollo no se puede olvidar la importancia del estudio del trabajo humano y del diseño de herramientas que lo hacen mas fácil y seguro.

La Ergonomía como ciencia del trabajo puede ayudar en este sentido, e involucra el conocimiento anatómico, fisiológico y psicológico del individuo con la metodología para evaluar y mejorar la realización del trabajo humano, de manera que se realice sin que afecte a la seguridad y a la salud de las personas.

El punto de partida es el conocimiento de las características dimensionales del cuerpo humano, así como de su capacidad de resistencia mecánica y sus posibilidades para realizar un trabajo tanto de manera continua como discontinua. A este respecto hay que tener en cuenta las diferencias interraciales, de sexo y de edad, que limitan el empleo de determinadas herramientas manuales en circunstancias particulares.

A continuación se incluye una información las variaciones que aparecen en le metabolismo y la respiración en trabajo continuado de diferente intensidad. Todo ello viene condicionado por el ambiente: temperatura, humedad, calidad del aire, ruido, vibraciones, etc., y va unido a aspectos de seguridad y comodidad en el trabajo que necesita estudios cuidadosos y de larga duración.

#### **Metabolismo, respiración, temperatura y ritmo cardiaco en función de la dureza del trabajo (Grandjean, 1980)**

<b>Dureza del trabajo</b>	<b>Ritmo cardiaco (pulsos/min)</b>	<b>Consumo de oxígeno (L/min)</b>	<b>Ventilación pulmonar (L/min)</b>	<b>Temperatura rectal (°C)</b>
"muy baja"	60-70	0.25-0.30	6-7	37.5
"baja"	75-100	0.5-1.0	11-20	37.5
"moderada"	100-125	1.0-1.5	20-31	37.5-38.0
"alta"	125-150	1.5-2.0	43-45	38.5-39.0
"muy alta"	150-175	2.0-2.5	43-45	38.5-39.0
"extrema"	mas de 175	2.5-4.0	60-100	mas de 39.0

**Notas:**

- un litro de oxígeno equivale a 20.7 kJ de energía metabolizable
- El hombre dispone de una potencia de 70 W, aunque no se puede considerar mas de 40 W para países en desarrollo (Dibbits, 1993)
- La potencia disponible proporcionada por el hombre varía según el tiempo durante el que se aplica. Así, se pueden disponer:
  - de 3 kW de manera instantánea
  - de 1 kW durante 1 minuto
  - de 400 W durante 1 hora.

Evaluando el consumo energético durante el manejo de equipos accionados manualmente, como pueden ser los pulverizadores de mochila, se encuentran condiciones de trabajo que superan los límites aceptables y que limitan la utilización del equipo a cortos periodos de tiempo.

## **8. LA “TECNOLOGÍA APROPIADA” EN EUROPA**

En los países de la Unión Europea se encuentran regiones en las que el nivel de desarrollo alcanzado se encuentra por debajo de lo que habitualmente se considera como el promedio en estos países.

Esto suele ser una consecuencia de su aislamiento inducido sobre todo por condiciones geográficas y agroclimáticas adversas: una orografía que dificulta o impide la mecanización convencional, o condiciones de suelo y clima que limitan la agricultura productiva.

La población en estas regiones “desfavorecidas”, como se denominan en la legislación “Europea” se ha envejecido considerablemente como consecuencia de la emigración de los jóvenes, manteniendo una agricultura de subsistencia basada en la producción con tecnología tradicional con una fuerte componente ganadera.

En algunos países, como Francia, se ha intentado mejorar las condiciones de vida de estas áreas geográficas introduciendo una “tecnología apropiada”, que recibió un fuerte impulso en la década de los ’80, apoyándose en los conocidos como CEP (Comité d’Etudes et de Propositions pour le Développement des activités paysannes) que incluían “Grupos de Tracción Animal”.

Para dar una idea del estado de evolución de los países de la U. E. en relación con el cambio tecnológico de la agricultura basta señalar que en 1940 había en Francia 20 millones de caballos y 400 000 tractores ; en 1980 los tractores habían llegado a 1.4 millones y los caballos descendidos a 100 000. En la actualidad se puede considerar que en muchas regiones europeas el caballo ha pasado de ser un medio de producción a convertirse en un artículo de lujo.

Si se exceptúan las investigaciones realizadas para su aplicación en países en vías de desarrollo no se ha realizado ninguna experiencia dirigida a mejorar los equipos y las técnicas tradicionales aplicadas en Europa. Los fabricantes de aperos y los artesanos

relacionados con la tracción animal han desaparecido en su casi totalidad. Los jóvenes agricultores nunca han conocido la utilización del caballo en la explotación familiar.

A pesar de esto en algunos periodos y para determinadas circunstancias regionales han resurgido las técnicas tradicionales. Los incondicionales del caballo, que han transmitido su experiencia hasta nuestros días; los “marginales” que en los años ’70 se han lanzado “volviendo a la tierra” con motivaciones de autonomía o de ecología.

En la década de los ’90 el cambio de la Política Agrícola Común (PAC) en los países de la Unión Europea, con ayudas importantes al abandono de la producción, intensificadas en las zonas marginales para que cambiaran su dedicación y se convirtieran en “conservadores” de la naturaleza, o fomentando el turismo rural, puede decirse que han bloqueado las escasas iniciativas para la difusión de las tecnologías apropiadas en las regiones deprimidas de Europa.

Fue a finales de la década de los ’80 cuando cobran mayor auge estas actividades en zonas alpinas de Francia. Las experiencias estaban coordinadas por los CEP, formados por la asociación de campesinos, técnicos. Investigadores y “animadores”, utilizando el “Liceo” agrícola local.

Se analizaron aspectos relacionados con el estudio económico de la utilización de los caballos (alimentación y selección de razas), así como sobre las dificultades que se encontraban para encontrar aperos y arneses eficaces. Simultáneamente se daba formación a los más jóvenes en el manejo de los animales.

Los resultados se pusieron de manifiesto en el diseño de arneses más eficaces, con la mitad de peso que los tradicionales, con una notable reducción de los costes de fabricación y concebidos de manera que pudieran ser construidos por el propio utilizador.

Considerando que la tracción animal en Europa debería de ser complementaria del tractor, se desarrolló un avantren porta-útiles universal (ATSOU) que permitiera utilizar la mayoría de los aperos existentes en las exportaciones, con enganche en tres puntos normalizado, asiento apropiado, un sistema de frenos y ajuste de la vía para poder actuar sobre cultivos en línea. Se da una particular atención a todo lo relacionado con la Ergonomía y seguridad en el trabajo, así como a la construcción recurriendo al empleo de materiales de recuperación procedente de la mecánica automóvil.

En la misma línea se desarrollaron diferentes tractores de cadenas para montaña, como el “YETI” que posteriormente se convirtió en el denominado “MOUFLON”.

La difusión de estos equipos se consideró que tendría que estar asociada a una fabricación en común, fuera de los canales comerciales de las empresas de máquinas agrícolas.

Se estudiaron varias fórmulas :

- Autocostrucción del equipo comprando los planos y eventualmente las piezas, sobre la base de un precio especial conseguido por la compra en grupo.
- Compra a un artesano local trabajando en la red de los CEP

- Fabricando una parte del equipo, dejando los elementos mas complejos a un artesano local.

Esto podría aumentar la actividad económica de los usuarios, valorizando el tiempo disponible no ocupado en los trabajos agrícolas.

Lo que en un determinado momento se llegó a considerar como una alternativa interesante potenciada desde algunas instancias administrativas, en estos momentos ha dejado de tener interés, ya que, como ya se ha señalado, las ayudas que otorga la PAC ha cambiado totalmente el panorama de lo que son las regiones desfavorecidas.

Se puede decir que en estos momento los trabajos sobre tecnología apropiada que se realizan en Europa, van encaminado a la ayuda al desarrollo, y de una manera especial a todo lo que se refiere a herramientas manuales diseñadas con criterios ergonómicos, en una gran parte realizados en empresas que comercializan esta tecnología en todos los continentes.

Por otra parte, hay que señalar, que dentro de la tecnología de los tractores y máquinas agrícolas, la mayoría de las empresas pequeñas ubicada en el sector rural han evolucionado convirtiéndose en reparadores o trasformándose en fabricantes de máquinas agrícolas de tecnología sencilla, que compiten con los grandes fabricantes en los “nichos” de mercado, saliendo de sus propia región y expandiéndose en el ámbito nacional e internacional.

## 9. UN DESARROLLO EQUILIBRADO

Para finalizar, quiero hacer unas consideraciones sobre lo que tiene que ser un desarrollo equilibrado.

El desarrollo de las zonas rurales va unido al del sector industrial de bienes de equipo, y de manera especial a la de los países y zonas económicas en las que se encuentran ubicadas. No se puede conseguir un adecuado desarrollo agrícola independiente del desarrollo industrial.

A este respecto, el Prof. Gasparetto, de la Universidad de Milán, presentaba en la 24ª Conferencia Internacional de Mecanización Agraria (FIMA, Zaragoza 1992), unas propuestas de colaboración técnica para ayuda al desarrollo industrial que marcan los problemas mas significativos y las posibles formas de actuación.

Sus propuestas se pueden resumir como sigue:

En relación con las **Organizaciones Internacionales** hay que señalar que, de acuerdo con los gobiernos, mandan, programan y deciden los proyectos de ayuda, aunque no siempre tienen en cuenta dos parámetros prioritarios:

- la duración de los proyectos debe ser adecuada a las necesidades del desarrollo; por lo tanto, muy larga. Este principio contrasta con la demagogia nacional e internacional. Hay que elegir, según los casos. Pero, es necesario que las dos contrapartes conozcan claramente el resultado de sus decisiones;

- en cada proyecto, la prioridad absoluta debe ser asignada a la capacitación. Se necesita una selección adecuada de expertos y contrapartes, que sepan capacitar y ser capacitadas. A corto plazo, los proyectos no aparecerán tangibles, sin muchas fábricas/equipos/máquinas herramientas/instrumentos. A largo plazo, la situación dará la vuelta, con posibilidades reales de desarrollo industrial.

Los **Gobiernos** constituyen la aguja de la balanza del desarrollo industrial. Deben convencerse de que aranceles demasiado elevados y/o prohibiciones de importación son dañinas para la industria nacional y para el país. Cierta protección puede a veces ser necesaria, pero siempre limitada. Las medidas oportunas se resumen brevemente:

- disminución y control de la inflación;
- política constante de desarrollo, sin cambios bruscos de objetivos y métodos; acuerdos internacionales (mercados comunes, etc.) de industrialización, comercialización, etc.;
- política arancelaria adecuada, que no cree situaciones de monopolio, anulación de la competencia y decaimiento cualitativo de los productos;
- burocracia limitada, racional y eficiente;
- normalización de materiales, productos, exigencias.

En relación con las **Empresas** se pone de manifiesto que la colaboración tecnológica empresa-empresa, entre entidades de dos países en desarrollo y desarrollado, es difícil. De los dos lados, los empresarios quieren vender, y ganar. La colaboración resulta posible sólo cuando exista un interés recíproco.

La enorme ventaja de la industria de los países en desarrollo consiste en el costo limitado de la mano de obra (4 o 5, hasta 10 veces menos), con precios de la materia prima y del producto final equivalentes a los de los países industrializados. Para colaborar con éxito con el mundo desarrollado, la industria para el caso de Iberoamericana debe tomar las medidas siguientes:

- incrementar la calidad de los productos; asegurar los plazos de entrega; facilitar las relaciones empresa-empresa;
- promover y seguir normas. A menudo, empresarios y oficinas técnicas tampoco conocen la existencia de normas. Contrariamente sus contrapartes de los países desarrollados están obligados a pasar más tiempo en seguir normas (nacionales, ISO, OCDE, directivas CEE, CEN) que en el trabajo habitual de diseño y desarrollo;
- emplear materias primas y componentes de alta calidad. Frecuentemente, la falta de este principio impide acuerdos, colaboraciones y exportación;
- por último, limitar su beneficio de manera razonable. Un empresario europeo o norteamericano, acostumbrado a ganancias que difícilmente superan el 20%, no comprende las exigencias de su contraparte, que considera exiguo un provecho del 100% (debido, de acuerdo, a la inflación, a la inestabilidad de los gobiernos, a las incógnitas de la política industrial y arancelaria; pero, con este factor y con los parámetros técnicos mencionados arriba se anula muchas veces la ventaja del bajo costo de la mano de obra).

Espero que estas ideas sirvan para clarificar no solo lo que cabe esperar de la utilización de la Tecnología Apropiada, sino también como se puede buscar soluciones para mejorar la calidad de vida de las zonas con un nivel de desarrollo menor.

## 10. BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Cazorla, C. (1996) Fabricación casera de herramientas e implementos para la huerta.- INTA. Argentina.

Gifford, R.C. (1985) *Mécanisation agricole et développement. Directives pour l'élaboration d'une stratégie*. Boletín de los Servicios Agrícolas n° 45. FAO.

Hopfen, H.J. (1970) *Aperos de labranza para regiones áridas y tropicales*.- Cuadernos de fomento agropecuario. FAO.

Le Thiec, G. (1996) *Agriculture africaine et traction animale*.- CIRAD.- Ministerio de Cooperación. Francia.

Márquez, L. (1995) *Tecnología "apropiada": Introducción y objetivos*. Jornadas sobre Tecnología Apropiada. Ingenieros Sin Fronteras. Universidad Politécnica de Madrid. España

Mery Grez, J. (1987) *Metodología para la evaluación de porta-aperos para tracción animal utilizados en países en desarrollo*.- Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Madrid. España

Morin J.P. (1985). *Rehabilitation de la traction animale en France*.- Jornadas de Estudio sobre el cultivo con tracción animal.- CEEMAT - CIRAD.- París (Francia)

Nolle J. (1986) *Machines modernes a traction animale*. Editios L'Harmattan. París

Smith D.; Sims, B. (1993) *Evaluación técnica de equipos para pequeños productores*.- Silsoe Research Institute. Inglaterra.

Varios autores (1984) *Energie animale en agriculture en Afrique et en Asie*. Boletín de los Servicios Agrícolas n° 42. FAO.

Varios autores (1993) *Human and draught animal power in crop production*. Workshop Proceedings. Zimbabwe.- Silsoe Research Institute, Comisión CE. FAO.