

La mecanización en la Intensificación Sostenible de la Producción Agrícola (ISPA)

The role of mechanization in the Sustainable Intensification of Agricultural Production (SIAP)

Ing. Liudmila Shkiliova Ph.D.

Universidad Agraria de la Habana, Cuba,
Profesora académica invitada de la Facultad
de Ingeniería Agrícola de la Universidad
Técnica de Manabí
lshkiliova@utm.edu.ec

Ing. Ricardo Fundora Piñeyro Ph. D.

Universidad Técnica de Manabí, Profesor
Académico Invitado
Profesor académico invitado de la Facultad
de Ingeniería Agrícola de la Universidad
Técnica de Manabí
rfundora@utm.edu.ec

Ing. César Jarre Cedeño Mg.

Decano de la Facultad de Ingeniería Agrícola
de la Universidad Técnica de Manabí
cjarre@utm.edu.ec

RESUMEN

El presente artículo tuvo como objetivo resumir la información sobre el papel de la mecanización agrícola en la intensificación sostenible de la producción, tema muy poco tratado en las fuentes periódicas, pero de vital importancia para el desarrollo de la agricultura. En el artículo se entrega información sobre la visión de la intensificación sostenible de la producción agrícola; características específicas de la mecanización; enfoques tecnológicos en la agricultura y la importancia de la mecanización en la intensificación sostenible de la producción agrícola. Se destaca que la mecanización se debe desarrollar mediante un proceso de apropiación y adaptación a las condiciones donde se utilizará la maquinaria, teniendo en cuenta los enfoques tecnológicos en la agricultura, la correcta selección y uso de los equipos para evitar efectos degradantes en el medio ambiente, especialmente en el suelo, sin olvidar aspectos como la educación y la extensión.

Palabras clave: agricultura de conservación, agroecología, maquinaria agrícola, motorización de la agricultura, tipos de agricultura.

ABSTRACT

This article aims to summarize information on the role of agricultural mechanization in the sustainable intensification of agricultural production, so rarely addressed in the regular sources, but of vital importance for the development of agriculture. Article information on the approach to the sustainable intensification of agricultural production is provided; specific characteristics of agricultural mechanization; technological approaches in agriculture and the importance of agricultural mechanization in the sustainable intensification of agricultural production. It is emphasized that mechanization should be developed through a process of appropriation and adaptation to the conditions in which the equipment will be used, taking into account technological approaches in agriculture, proper selection and use of equipment to avoid degrading effects in the environment, especially in soil, not to mention aspects such as education and extension.

Key words: agricultural machinery, agroecology, conservation agriculture, motorization of agriculture, types of agriculture.



Recibido: 06 de octubre, 2014
Aceptado: 27 de octubre, 2014

1. INTRODUCCIÓN

No es casualidad que nuestro planeta se llame Tierra. Gran parte de la vida terrestre depende de la frágil y degradable corteza de suelo que recubre los continentes. Sin ella, los seres vivos nunca habrían salido de los océanos: no habría plantas, ni cosechas, ni bosques, ni animales, ni hombres.

Este manto precioso, verdadera sustancia del planeta, se forma con dolorosa lentitud y puede destruirse con rapidez aterradora. La formación natural de dos centímetros de capa superficial de suelo puede tardar más de 1 000 años y esa misma cantidad puede ser erosionada en un solo aguacero o removida y trasladada por fuertes vientos (Oe. s.f.).

Hace 12 000 años que los seres humanos abandonaron la práctica de la caza y recolección, y concibieron la idea de ahorrar y plantar semillas de una campaña a la siguiente. Crearon las comunidades y desarrollaron los sistemas agrícolas adaptados al clima del lugar. Desde entonces, la historia de la agricultura puede percibirse como un largo proceso de intensificación a medida que la sociedad intenta satisfacer sus crecientes necesidades de alimentos, pienso y fibra, mediante el incremento de la productividad de los cultivos (Pandey, 2012).

Hasta la segunda mitad del siglo XX los rendimientos de los cultivos en los sistemas agrícolas dependían de los recursos internos, el reciclaje de materia orgánica, los mecanismos de control biológico y el patrón de lluvia (Altieri, 2002). Los rendimientos agrícolas eran modestos pero estables. Desde 1950, en el siglo pasado, etapa que marca el comienzo de la Revolución Verde, se constataron cambios en las variedades de cultivos y las prácticas agrícolas empleadas en todo el mundo (Parra, 2008). El empleo de fertilizante sustituyó la gestión de la calidad del suelo, mientras que los herbicidas constituyeron una alternativa a la rotación de cultivos como medio de luchar contra las malas hierbas. Al mismo tiempo se favorecieron grandes

granjas, la especialización de la producción, el monocultivo y la mecanización (Altieri, s.f.).

Hoy en día se reconoce que mejoras considerables de la producción y la productividad agrícolas fueron acompañadas de efectos negativos en la base de los recursos naturales de la agricultura, efectos que fueron tan graves que pusieron en peligro su futuro potencial productivo (Gómez-Pompa, 2002; González, 2008). Entre las consecuencias negativas externas de la intensificación se incluyen la degradación de la tierra, la salinización de las zonas de regadío, la extracción excesiva de agua subterránea, el incremento de la resistencia a las plagas y la erosión de la biodiversidad. La agricultura también ha perjudicado al medio ambiente en términos más amplios mediante, por ejemplo, la deforestación, la emisión de gases de efecto invernadero y la contaminación por nitrato de las masas de agua (Pandey, 2012).

Se prevé que la población de la Tierra crecerá a unos 9 600 millones en 2050, aumentando de manera dramática en las regiones más pobres del mundo, lo que exige incrementar la producción agrícola y disminuir el desperdicio de alimentos en las etapas iniciales de la producción, manipulación y almacenamiento post-cosecha, así como durante el procesamiento, distribución y consumo de éstos.

La creciente demanda por alimento obliga a intensificar la producción agrícola en las condiciones actuales porque a escala mundial es muy difícil expandir el área de cultivos. También es necesario aumentar la producción agrícola por área.

La aplicación de las técnicas de la agricultura de conservación contribuye a la intensificación sostenible de la producción, mediante la reducción al mínimo de la alteración del suelo y la retención de los residuos de los cultivos en la superficie.

Para intensificar la producción agrícola también es importante tener en cuenta la función que desempeñan la energía y la mecanización,

cuya carencia en muchos países es una limitación importante para el incremento de la misma. Los seres humanos, a diferencia de las unidades productoras de potencia, son muy ineficientes, limitando su rendimiento energético a menos de 0,1 kW y llegando, en trabajo de corta duración, a 0,3 kW, variando la fuerza desde 60 N a una velocidad de 1,1 m/s, cuando utiliza una manivela, hasta 600 N a 0,15 m/s cuando opera los pedales de una noria de paletas. Es sabido que la fuerza que puede hacer un hombre equivale a la décima parte de su propio peso.

En cuanto a la energía suministrada por los animales, se puede decir que el 85 % de ésta, aplicada en la agricultura en los países en desarrollo, tiene origen animal. Entre los animales de tiro, los caballos desarrollan un mayor esfuerzo de tracción con relación a su peso (15 %), y durante breves periodos de tiempo pueden alcanzar una fuerza igual a la mitad de su peso. En consecuencia tanto el hombre como los animales proveen un valor casi nulo como fuentes primarias de potencia (Botta, 2003).

Empleando sólo su mano de obra un agricultor puede producir lo suficiente para alimentar, en promedio, a tres personas adicionales. Con la tracción animal esta cifra se duplica, y con un tractor asciende a 50 o más (Ríos, 2004; Friedrich, 2007). La mecanización adecuada puede mejorar la eficiencia energética en la producción agrícola, lo que a su vez favorece la sostenibilidad, la capacidad productiva y reduce los efectos perjudiciales de la agricultura en el medio ambiente (Ríos, 2009).

El presente artículo tiene como objetivo resumir la información sobre el papel de la mecanización en la intensificación sostenible de la producción agrícola.

Es una revisión descriptiva y proporciona al lector conceptos útiles en áreas de la agricultura sostenible y mecanización agrícola, que se encuentran en constante evolución. Para la localización de los documentos bibliográficos se

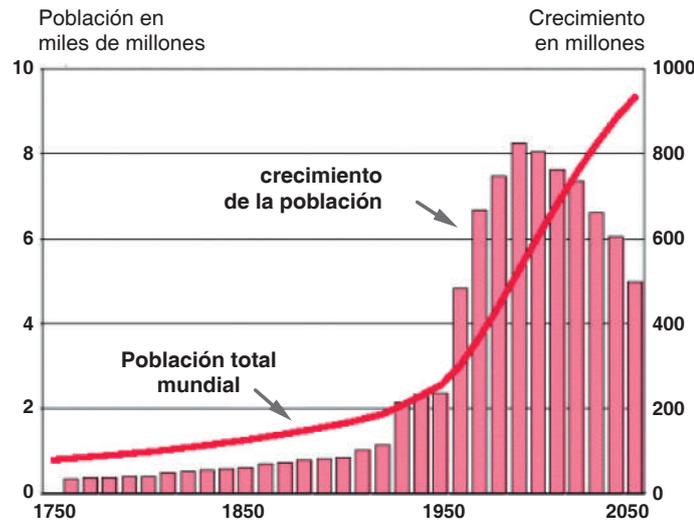
utilizaron varias fuentes de información primaria y secundaria, considerando textos académicos, publicaciones internacionales, estadísticas del Banco Mundial e informes de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

2. DESARROLLO

Necesidad de la intensificación sostenible de la producción agrícola

La población mundial creció de 5 700 millones de habitantes en 1994 a más de 7 200 millones para principios de 2014, de acuerdo con un informe de la Organización de Naciones Unidas (ONU) (figura 1). Se prevé que la población de la Tierra alcance los 9 600 millones en el año 2050. En el año 2028 la India se convertirá en el país más poblado del mundo superando a China. En total, los países en desarrollo experimentarán un crecimiento de 2 300 millones de personas hasta el año 2050, mientras que la población de las regiones desarrolladas seguirá estable. El estudio señala que está previsto que la mitad de todo el crecimiento de la población entre 2013 y 2100 se concentre en sólo ocho países: Nigeria, India, Tanzania, la República Democrática del Congo, Níger, Uganda, Etiopía y Estados Unidos.

De acuerdo con el Banco Mundial (2012), en 2050 un 70 % de la población mundial será urbana, en comparación con el 53 % en la actualidad. Si las tendencias continúan sin cambios, la urbanización y el aumento de los ingresos en los países en desarrollo fomentarán el incremento del consumo de carne, lo que a su vez ocasionará el aumento de la demanda de cereales para alimentar al ganado. El empleo de productos agrícolas en la producción de biocombustibles también continuará aumentando. En 2020, en los países industrializados, se podrían consumir 150 kg per cápita anuales de maíz en forma de etanol, cifra similar a los índices de consumo de cereales en los países en desarrollo (Pandey, 2012).



Fuente: Organización de las Naciones Unidas.
Figura 1. Crecimiento de la población mundial.

Tales cambios en la demanda motivarán la necesidad de aumentar notablemente la producción de todos los principales cultivos para la alimentación de las personas y los animales. Las proyecciones de la FAO sugieren que hasta 2050 la producción agrícola debe aumentar un 70 % mundialmente -y cerca del 100 % en los países en desarrollo- solamente para satisfacer las necesidades alimentarias, excluyendo la demanda adicional de productos agrícolas como materia prima para la producción de biocombustibles. Dicha cifra equivale a una producción anual de 1 000 millones de toneladas adicionales de cereales y 200 millones de toneladas adicionales de carne para el 2050, en comparación con la producción registrada entre 2005 y 2007 (Bruinsma, 2009).

La producción actual de alimentos sería suficiente para nutrir toda la población mundial. Un primer hecho a notar es que el hambre crónica que se padece en el mundo no se debe a una escasez en la producción de alimentos. Cada persona requiere ingerir unas 2 200 kilocalorías por día, para lo cual se necesita producir unos 200 kg de cereales por habitante por año, o su equivalente en forma de papa, yuca, o similares. La producción mundial actual es de 330 kg por habitante, o sea que hay una sobreproducción de comida,

suficiente para alimentar a 9 600 millones de personas, la cifra de población mundial estimada para el año 2050. El hecho que todavía el 15 % de la población padece de hambre es *menos un problema de producción sino más de distribución por diferentes motivos* (Bush, 2013).

Según un estudio de la FAO, publicado en 2013, 1 300 millones de toneladas de alimentos se desperdician anualmente, lo que no solo provoca grandes pérdidas económicas, sino también un grave daño a los recursos naturales de los que la humanidad depende para alimentarse. El 54% de desperdicio de alimentos en el mundo se produce en las etapas iniciales de la producción, manipulación y almacenamiento postcosecha y el 46 % restante ocurre en las etapas de procesamiento, distribución y consumo (FAO, 2013).

En los países en desarrollo, las importantes pérdidas postcosecha en la fase inicial de la cadena de suministro son un problema importante, que ocurre como consecuencia de las limitaciones financieras y estructurales en técnicas de recolección y en infraestructura de transporte y almacenamiento, junto a condiciones climáticas que favorecen el deterioro de los alimentos. Pérdidas y desperdicio de alimentos

per cápita en las fases de consumo y anteriores al consumo en diferentes regiones se demuestran en la figura 2.

Una siempre creciente demanda por alimento ha obligado a intensificar la producción agrícola, para cuyo incremento existen básicamente *dos opciones: aumentar el área bajo cultivos y/o aumentar la producción por área* (Friedrich, 2007; Pandey, 2012).

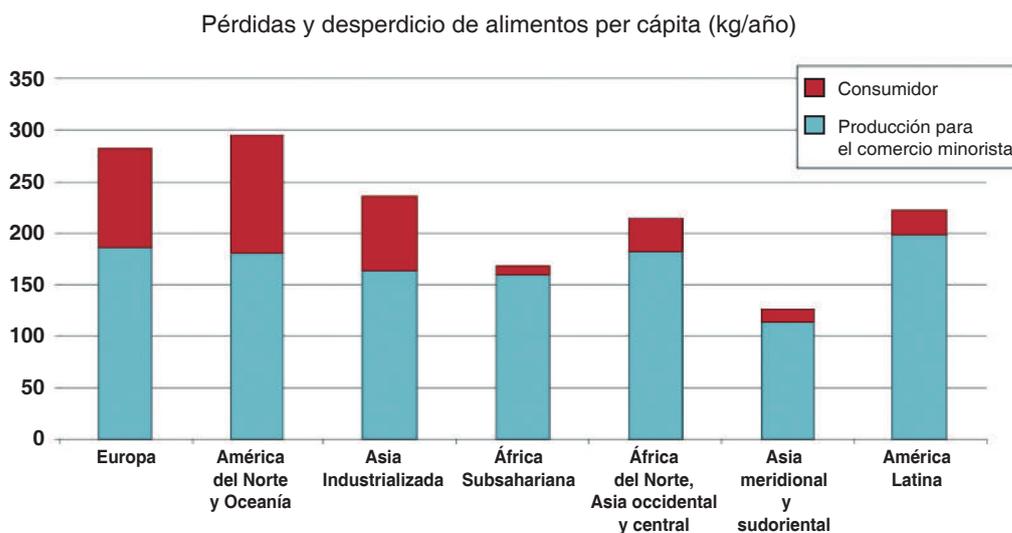
Las posibilidades para expandir el área agrícola son muy limitadas. En la mayoría de los países en desarrollo existe poco margen para ampliar las tierras cultivables. Las tierras sin cultivar disponibles en Asia meridional, en el Cercano Oriente y África del Norte son prácticamente inexistentes. En el África subsahariana y en América Latina sí existen tierras disponibles, pero más del 70 % sufre limitaciones relativas al suelo y al terreno. En el ámbito mundial se cuenta con más de 1 900 millones hectáreas degradadas. Cada año, según las estimaciones del Instituto de Vigilancia Mundial, los continentes pierden 24 000 millones de toneladas de capa cultivable (Unesco, s.f.).

En los últimos dos decenios se ha perdido en todo el mundo el equivalente de la capa que recubre la totalidad de las tierras cultivables

de los Estados Unidos de América. Debido a lo anterior, la *primera meta debe ser cambiar la agricultura hacia un uso sostenible de la tierra para, por lo menos mantener en producción el área agrícola actual, antes de pensar en extender el área en cuanto sea ecológicamente justificable* (Pandey, 2012).

Por lo tanto, entre 2015 y 2030 aproximadamente el 80 % del incremento necesario de la producción de alimentos tendrá que proceder de la intensificación en forma de aumento del rendimiento y la intensidad del cultivo. No obstante, el índice de incremento y del rendimiento de los principales cultivos alimenticios (arroz, trigo y maíz) está disminuyendo. El incremento anual del rendimiento del trigo descendió desde un 5% anual en 1980 hasta el 2 % en 2005, mientras que el incremento del rendimiento del arroz y el maíz se redujo desde más del 3 % hasta cerca del 1 % en el mismo período (Banco Mundial, 2012).

La decreciente calidad de los recursos de la tierra y el agua disponibles para la producción agrícola tiene importantes implicaciones para el futuro (Comision Europea, 2009). El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) ha calculado que las prácticas insostenibles de uso de la tierra resultan, en



Fuente: FAO, 2012

Figura 2. Pérdidas y desperdicio de alimentos per cápita en las fases de consumo y anteriores al consumo en diferentes regiones.

promedio, en unas pérdidas netas mundiales de productividad de las tierras cultivadas del 0,2 % anual. La degradación de los recursos reduce la productividad de insumos tales como el fertilizante y el riego. En los próximos años la intensificación de la producción agrícola será necesaria de manera creciente en zonas de producción más marginales con unas condiciones productivas menos fiables, como menor calidad del suelo, menor acceso a agua y climas menos favorables (Pandey, 2012).

Los esfuerzos dirigidos a aumentar la producción agrícola se llevarán a cabo en unas condiciones ambientales y socioeconómicas en rápida evolución y, a menudo, impredecibles. Uno de los retos más importantes es la necesaria adaptación al cambio climático, el cual, mediante la alteración de la temperatura, las precipitaciones y la incidencia de las plagas, determinará qué cultivos se pueden producir y cuándo, además de su rendimiento potencial (Pandey, 2012). A corto plazo, se prevé que aumenten la variabilidad climática y los episodios meteorológicos extremos en todas las regiones del planeta y que tengan efectos negativos en el incremento del rendimiento y en la seguridad alimentaria. La agricultura (incluida la deforestación) produce cerca de una tercera parte de las emisiones de gases de efecto invernadero, por lo que debe contribuir notablemente a la mitigación del cambio climático. Si bien los cultivos se pueden adaptar a entornos cambiantes, la necesidad de reducir las emisiones supondrá un reto cada vez mayor para los sistemas agrícolas convencionales que requieren una gran cantidad de recursos (Quesada et.al., 2010).

Dados los retos actuales y futuros, la FAO define como su primer objetivo estratégico la *Intensificación Sostenible de la Producción Agrícola (ISPA)*, que se ha definido como el incremento de la producción a partir de la misma área de tierra al tiempo que se reducen los efectos negativos para el medio ambiente y se

aumenta la contribución al capital natural y el flujo de servicios ambientales.

Para alcanzar dicho objetivo, la FAO aprobó el empleo del “enfoque ecosistémico” en la gestión agrícola. Para conseguir la sostenibilidad a largo plazo, la pérdida de materia orgánica en cualquier sistema agrícola nunca debe superar el índice de formación del suelo. Un punto de partida importante para la intensificación sostenible de la producción -y un pilar de la ISPA- es la *conservación de la estructura del suelo* y de su contenido de materia orgánica, mediante la *limitación de la alteración mecánica del suelo* en el proceso de arraigo del cultivo y de su posterior gestión (Pandey, 2012).

Una de las maneras de contribuir a la intensificación sostenible de la producción es reducir al mínimo la alteración del suelo y retener los residuos de los cultivos en su totalidad en la superficie (Derpsch, 2002). Los métodos de producción con labranza mínima o sin labranza, tal y como se practican en la *agricultura de conservación* (Ferrer, 2007; Gifford, 1993; Derpsch, 2005; González, 2008) contribuyen al mejoramiento de las condiciones del suelo, reducen la degradación e incrementan la productividad¹.

Otra consideración relativa a la gestión pertinente para la ISPA es la función desempeñada por la *energía agrícola y la mecanización*. En muchos países, la carencia de energía agrícola es una limitación importante para la intensificación de la producción. Empleando solo mano de obra manual un agricultor puede producir alimentos suficientes para alimentar, en promedio, a tres personas adicionales. Con la tracción animal esta cifra se duplica, y con un tractor asciende hasta 50-130 (Ríos, 2009; Friedrich, 2007; García de la Figal, 2008). La mecanización adecuada puede mejorar la eficiencia energética en la producción agrícola, lo que a su vez favorece la sostenibilidad y la capacidad productiva, además de reducir los efectos perjudiciales en el medio ambiente.

¹ La información mas ampliada sobre la agricultura de conservación se puede consultar en el sitio www.fao.org/ag/ca.

Características específicas de la mecanización agrícola

Por mecanización se entiende la utilización de las herramientas y aperos manuales, de tracción animal y tracción mecánica usados con el fin de reducir el esfuerzo humano, mejorar la calidad del trabajo, efectuar operaciones que no pueden realizarse por otros medios y mejorar la articulación (el acoplamiento) de varias faenas agrícolas, aumentando así los rendimientos, la calidad de los productos y la eficiencia general (Garrido, 2008; Ríos, 2009).

En mecanización agrícola se pueden distinguir **dos formas** de realización de las labores:

1. Las que se realizan de **manera estacionaria** (procesamiento de cosechas, extracción y conducción de agua, etc.), figura 3.
2. **Las no estacionarias**, en las cuales la maquinaria se traslada (figura 4).

El sector de la mecanización agraria comprende todas las máquinas móviles autopropulsadas, remolcadas, suspendidas y semisuspendidas que se utilizan de manera generalizada en la agricultura, ganadería, selvicultura, jardinería y espacios verdes. La utilización de máquinas y equipos modernos y eficientes representa un factor importante en la agricultura porque genera un aumento en el rendimiento.

La mecanización agrícola tiene lugar bajo especiales condiciones, donde el hombre no puede controlar algunos de sus factores. Ello constituye una limitante que la deferencia de la industria.

Las labores agrícolas no se pueden distribuir en el tiempo, ni a voluntad, ni uniformemente, sino que es necesario realizarlas en tiempos determinados, en dependencia de la estación del año, de las condiciones climatológicas y del suelo, factores que incidirán sobre la economía de la explotación y que no pueden ser controlados plenamente por el hombre (Garrido, 2008).

La mecanización no es un proceso que se produce en forma aislada, existe una estrecha relación



Fuente: Facultad de Ingeniería Agrícola de la UTM.
Figura 3. Máquina estacionaria: molino de forraje usado con remolque.



Fuente: Facultad de Ingeniería Agrícola de la UTM.
Figura 4. Tractor prepara el terreno previo a la siembra de pasto.

entre el proceso como tal y las características de los diferentes cultivos, ya que no presentan iguales requisitos. Éstas poseen diferentes especificidades, así como distintas variedades de plantas dentro de las mismas especies tampoco manifiestan el mismo comportamiento, lo que incide de una u otra forma sobre la mecanización (Negrete, 2006).

En el proceso interno de la mecanización es muy importante lograr la concatenación armónica entre las diferentes fases operacionales de la tecnología compleja de un cultivo dado, es decir que exista una adecuada y satisfactoria relación,

por ejemplo, entre las máquinas que realizan la preparación del suelo y las de siembra, entre éstas y las de defensa y protección del cultivo, y entre las anteriores y las de cosecha, el transporte y otros procesos.

Enfoques tecnológicos en la agricultura

Antes de realizar cualquier análisis o proyección en los escenarios agrícolas, hay que considerar cuál es el tipo de agricultura o enfoque tecnológico, pues en ocasiones se observa que no hay correspondencia entre las características del sistema de producción, la tecnología agrícola y los planes de introducción de nuevas tecnologías de producción, de comercialización y otros.

Básicamente son los siguientes tipos de agricultura (Vázquez, 2008):

- **Agricultura intensiva o convencional (productivista, industrial):**

Se caracteriza por el cultivo para la producción en grandes extensiones, para facilitar la mecanización, la aplicación de agrotóxicos y la cosecha, entre otros aspectos. Los recursos se planifican y se adquieren, pues se aprovecha muy poco lo que genera el sistema natural. Es la agricultura que favorece el monocultivo y el centro de atención es el campo cultivado. Es la que más se diferencia de los ecosistemas naturales. Las tecnologías son transferidas verticalmente.

La agricultura industrial solamente produce el 30% de los alimentos con el 80 % del área agrícola, pero es una agricultura cuya energía primaria depende del petróleo en un 90 %. La mayor parte de los tractores utiliza diésel o gasolina. Las bombas de riego usan en su mayor parte gasóleo, gas natural o electricidad procedente de centrales térmicas. La producción de fertilizantes también depende en gran medida de la energía. Se utiliza gas natural para sintetizar el amoníaco de los fertilizantes basados en nitrógeno. El transporte de éstos también depende de los combustibles fósiles. Por eso, se suele decir que “comemos petróleo” (Rosalux, 2013).

- **Agricultura campesina (indígena, tradicional):**

Es propia de los pequeños y medianos agricultores. Los campos son de diversas dimensiones y formas; el manejo se realiza básicamente a nivel de la finca o sistema de producción, con una mayor integralidad en el aprovechamiento de los recursos que genera el propio sistema. Es una agricultura diversificada que desarrolla procesos muy similares a los que suceden en los ecosistemas naturales. Las tecnologías son básicamente adaptadas y tradicionales.

En el mundo hay aproximadamente 1 500 millones de campesinos que ocupan unas 380 millones de fincas, lo que representa el 20 % de las tierras, pero ellos producen el 50 % de los alimentos que se están consumiendo en este momento en el mundo (Op. Cit.).

En el Ecuador, según el Ministerio de Agricultura, alrededor del 64 % de la alimentación del pueblo ecuatoriano proviene de la producción de pequeños agricultores. Algunos datos básicos muestran que el 80 % de las papas, el 45 % de la leche y el 60 % del maíz, aproximadamente, proceden de estos cultivos. A pesar de todas las políticas que promueven la agricultura empresarial, la alimentación sigue en manos de las mujeres y hombres del campo (figura 5) que están dedicados a la pequeña agricultura (Op. Cit.).



Fuente: Facultad de Ingeniería Agrícola de la UTM.
Figura 5. Cultivo de arroz en San Eloy de Charapotó, Manabí.

• **Agricultura agroecológica (sostenible):**

Tiene como base científica la Agroecología, que se fundamenta en el conocimiento tradicional campesino y utiliza también avances de la ciencia agrícola moderna (salvo la biotecnología transgénica y los pesticidas, por supuesto), los cuales tienen que ver con ecología, la biología del suelo y el control biológico de plagas. La agroecología crea un diálogo de saberes.

Se favorece el máximo aprovechamiento de los recursos locales y la sinergia de los procesos a nivel del agroecosistema (Gliessman, 2007), (Figura 6). Es una agricultura contextualizada, que propicia la innovación local y el diálogo entre agricultores. Su estrategia es el manejo del sistema de producción o la finca, mediante prácticas que favorezcan su complejidad (agroforestería, silvopastoriles, policultivos). Adopta el control biológico y la nutrición orgánica de manera óptima.



Fuente: <http://www.ciflorestas.com.br/conteudo.php?id=3571>
Figura 6. Producción agroecológica.

Existe un interés creciente, no solo en el mundo rural sino también en la población urbana, por la agricultura ecológica, debido a su potencial para asegurar una alimentación sana y con menor impacto ambiental. De 1 500 millones de campesinos, 50 % practica la agroecología. O sea, están produciendo el 25 % de la comida del mundo, en un 10 % de las tierras agrarias (Rosalux, 2013).

En cualquier país o región se encuentran sistemas agrarios donde coexisten productores

que utilizan sistemas de cultivo que se sustentan en cualquiera de los enfoques antes referidos; incluso dentro de un mismo sistema de producción (finca, granja, lote, etc.) se puede apreciar la práctica de diferentes tecnologías agrarias.

Conocer los diferentes enfoques tecnológicos es muy importante para la generación de nuevas tecnologías, es decir son el fundamento para los procesos de investigación e innovación, y para que las tecnologías a introducir sean compatibles en la escala del sistema de producción. Igualmente es necesario considerar dichas diferencias en los planes de capacitación.

Importancia de la mecanización agrícola

La mecanización transforma el factor trabajo a un factor productivo. Esto demuestra uno de los papeles que la mecanización agrícola puede jugar como insumo para la producción. Con el uso adecuado de una tecnología apropiada se puede asegurar un mejor rendimiento de los otros insumos como fertilizantes y otros productos químicos, semillas de alta calidad y agua.

Cerca del 20 % de la superficie cultivada del mundo es de regadío y produce aproximadamente el 40 % de la producción agrícola total (Banco Mundial, 2012).

Mediante el control de la cantidad y del ciclo del agua suministrada a los cultivos, el riego facilita la concentración de insumos para impulsar la productividad de la tierra. Los agricultores riegan los cultivos para estabilizar e incrementar el rendimiento y para aumentar el número de cultivos producidos cada año (Fernández, s.f.). En general, la producción de regadío es de dos a tres veces mayor que la de secano. Por ello, un suministro fiable y flexible de agua es vital para los sistemas agrícolas de valor elevado y que exigen un gran volumen de insumos.

La uniformidad de la distribución y la eficiencia de aplicación del riego varían según la técnica empleada para suministrar agua, el tipo y la inclinación del suelo (y, lo que es más importante, su capacidad de infiltración) y calidad de gestión. El riego de precisión y la aplicación

de fertilizante de precisión a través del agua constituyen posibilidades futuras para los cultivos y la horticultura, pero conllevan problemas potenciales. Las recientes simulaciones realizadas por ordenador indican que, en la horticultura, la gestión de las sales es un factor crítico para la sostenibilidad.

Tecnologías como los microaspersores o el riego por goteo -que ahorran agua y consumen menos energía- señalan la evolución futura de formas de irrigación respetuosas con el medio ambiente.

Al pasar los años, la agricultura ha evolucionado debido a la integración de la tecnología en sus procesos. Sin embargo, de todas las modernas tecnologías agrícolas introducidas en los países en desarrollo, probablemente la mecanización sea la más polémica. Se le ha atribuido la agudización del desempleo rural y su contribución a otros males sociales. Muchas de las polémicas resultan de *una idea equivocada de la mecanización, confundiendo mecanización con motorización o automatización* (Friedrich, 2007; Gifford, 1993). Estos son dos componentes de la mecanización pero no representan toda la mecanización. Actualmente alrededor del 80 % de los agricultores en el ámbito mundial está trabajando al nivel manual de mecanización. Se admite que *motorización y automatización* son dos componentes que están creando problemas particularmente serios relacionados con la degradación de los suelos, gran consumo energético, generalmente de combustibles fósiles, y contaminación del medio ambiente, pero es importante acotar que la mecanización en sí misma no es la que genera impactos ambientales, es el mal manejo de estos equipos en los sistemas productivos.

Varios países están tratando de elevar el nivel de mecanización agrícola mediante compras consolidadas y distribución de cosechadoras mecánicas y/o tractores. Para introducir estos medios, hay que tener presente la situación y analizar las necesidades de los agricultores, los acuerdos institucionales que hay en el país y la disponibilidad de servicios para satisfacer esas necesidades. También se requiere la formulación

de una estrategia nacional de mecanización agrícola, la cual servirá para preparar un plan de acción que permita mejorar la producción agrícola y la seguridad alimentaria, a través de medidas normativas, inversiones e intervenciones de orden agrícola y/o técnico (FAO, 2012).

Hay que tener en cuenta que la maquinaria agrícola moderna es compleja y existe opinión que a nivel mecánico se ha alcanzado el límite condicionado por las materias primas utilizadas, pero el desarrollo electrónico acaba de empezar, y la comunicación entre máquinas llevará a la auténtica agricultura de precisión, lo que reclama una gran calificación del personal encargado de la explotación y mantenimiento de la capacidad de trabajo de las máquinas, capaz de conciliar todos los factores que determinan el éxito del trabajo de las mismas.

La mecanización se debe desarrollar mediante un proceso de apropiación y adaptación a las condiciones donde se utilizará la maquinaria, teniendo en cuenta los enfoques tecnológicos en la agricultura. Es importante realizar una correcta selección y uso de los equipos para evitar efectos degradantes en el medio ambiente, especialmente en el suelo. Es necesario que se realice investigación en el uso de maquinaria con prácticas agrícolas apropiadas (Vázquez, 2008).

En este contexto se debe tener en cuenta la importancia del ambiente natural y humano en el cual funciona la mecanización agrícola que no es una actividad aislada, sino que forma parte de un complejo conjunto de interacciones entre numerosos participantes. Además de los aspectos agronómicos, técnicos y sociales, también hay una importante función institucional de aspectos como la educación, la extensión y la investigación agrícola. Para que exista un aumento de la productividad de las tierras es necesaria la aplicación de tecnología y de un mayor nivel de conocimientos, mejores sistemas de gestión agrícola, capacitación y motivación de los agricultores a través de incentivos.

La maquinaria agrícola ha revolucionado la agricultura y aliviado la ardua labor de millones

de familias y trabajadores agrícolas, pero la maquinaria de mañana tendrá que aportar algo más, pues también debe contribuir a una agricultura que sea sostenible para el medio ambiente (Pretty, J. et al. 2011).

La implantación de la Intensificación Sostenible de la Producción Agrícola exige que el diseño de la maquinaria también evolucione, la cual debe ser inteligente, robusta, precisa y eficiente con el fin de minimizar el impacto sobre el suelo y el paisaje (Pandey, 2012).

3. CONCLUSIONES

El incremento de la producción agrícola a partir de la misma área de tierra, al tiempo que reduce los efectos negativos para el medio ambiente y se aumenta la contribución al capital natural y el flujo

de servicios ambientales, se ha convertido en el primer objetivo estratégico de la intensificación sostenible de la producción agrícola (ISPA).

El logro de este objetivo está condicionado por la aplicación de las técnicas de la agricultura de conservación y la función que desempeñan la energía agrícola y la mecanización. La mecanización agrícola no es una actividad aislada, sino que forma parte de un complejo conjunto de interacciones entre numerosos participantes. Para su correcta aplicación se requiere un mayor nivel de conocimientos, mejores sistemas de gestión agrícola y capacitación. La maquinaria agrícola ha revolucionado la agricultura y aliviado la ardua labor de millones de familias y trabajadores agrícolas, sin embargo la maquinaria del mañana tendrá que ser más eficiente y considerar la sustentabilidad de la producción y la protección del ambiente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Altieri, M. (2002) Agroecología: principios y estrategias para diseñar una agricultura que conserva recursos naturales y asegura la soberanía alimentaria. Recuperado el 12 de septiembre de 2014. En <http://agrobolivia.files.wordpress.com/2011/04/15altieri-2.pdf>.

Altieri, M. (s.f.) La Agricultura Moderna: Impactos Ecológicos y la Posibilidad de una Verdadera Agricultura sustentable. Recuperado el día 15 de septiembre de 2014. En: <http://www.motril.es/fileadmin/areas/medioambiente/ae/presentacion/documentos.../IOAgriculturaModerna.pdf>.

Botta, G. (2003). Guía de clases Maquinaria agrícola. Recuperado el día 12 de septiembre de 2014. En: <http://www.agro.unlpam.edu.ar/licenciatura/maquinariaag/Manual%20Lic.%20Adm.%20Costos%20Agropecuarios.pdf>.

Banco Mundial (2012). Datos. Recuperado el 30 de septiembre de 2014. En <http://datos.bancomundial.org/indicador/>.

Bruinsma, J. (2009). The resource outlook to 2050: By how much do land, water and crop yields need to increase by 2050? Documento presentado en el Foro de Expertos de Alto Nivel de la FAO sobre como alimentar al mundo en 2050, 24–26 de junio de 2009. Roma, FAO.

Bush, S. (2013). Agroecología, agronegocio, y crisis alimentaria. Diálogo con Migel Altieri y Marc Dufumier. Recuperado el 25 de agosto del 2014.

Comisión Europea. (2009). Agricultura sostenible y conservación de los suelos. Procesos de degradación del suelo. Recuperado el 1 de abril del 2014. En <http://soco.jrc.ec.europa.eu/documents/ESFactSheet-02.pdf>.

Derpsch, R. (2002). Recent Innovations in Conservation Agriculture, paper presented at International Workshop on Sustainable Agriculture, Tashkent, Uzbekistan, October, 13-18.

Derpsch, R. (2005). The extent of Conservation Agriculture adoption worldwide: Implications and impact, Proceedings of the 3rd world congress on Conservation Agriculture, Nairobi, Kenya, 3-7 October 2005; ACT, Harare.

Garrido, J. (2008). Implementos, máquinas agrícolas y fundamentos para su explotación. Editorial Félix Varela. La Habana, Cuba.

García de la Figal, A. (2008). Mecanización agropecuaria. Editorial Félix Varela. La Habana. Cuba.

FAO (2012). Conservación de los recursos naturales

para una Agricultura Sostenible. Soluciones para la compactación del suelo. Recuperado el 1 de abril del 2012, en http://www.fao.org/ag/ca/training_materials/cd27-spanish/sc/soil_compaction.pdf.

FAO (2013) el desperdicio de alimentos daña el clima, el agua, la tierra y la biodiversidad. Recuperado el 12 de abril del 2014. En <http://www.fao.org/news/story/es/item/186368/icode>.

FAO. AGP - Estrategia de mecanización agrícola (EMA). Recuperado el día 20 de septiembre de 2014. En: <http://www.fao.org/agriculture/crops/mapa-tematica-del-sitio/theme/spi/mecanizacion-agricola/estrategia-de-mecanizacion-agricola-ema/es/>.

Fernández, J. (s.f.). Agua y agricultura sostenible. Recuperado el día 11 de febrero del 2014. En http://www.energiasostenible.net/agricult_sostenible_01.htm.

Ferrer, V. (2007). Tecnología de labranza para el manejo de los suelos degradados dedicados a la producción de arroz en el Sur de la provincia cubana de Granma. Tesis doctoral inédita. Tutor Víctor Sánchez Girón. Universidad Politécnica de Madrid.

Friedrich, T. (2007). Mecanización Agrícola: Su papel en la intensificación de la agricultura y la protección de los recursos. Seminario Internacional de Ingeniería Agrícola de la Universidad Técnica de Manabí. Portoviejo, Ecuador.

Gifford, R. (1993). La ingeniería agrícola en el desarrollo: formulación de una estrategia para la mecanización. Boletín FAO 99/1 Vol 1. FAO. ISBN 92-5 - :IO.1175-1 Roma, 105 pág.

Gliessman, S.R. et al. (2007) Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. Recuperado el 10 de mayo del 2014. En http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers08-01/23660.pdf.

Gómez-Pompa, A. (2002). La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos y el enfoque agroecológico. Recuperado el 30 de marzo del 2011 En <http://www.clades.org/r11-art1.htm> (consulta 30.03. 2011).

González, F. (2008) Manejo ecológico de suelos y cuencas hidrográficas. Recuperado el 4 de julio del 2011. En <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/Energia23/HTML/>.

Negrete, J. (2006). Mecanización agrícola en México. ISBN 970950307. 124 páginas, México.

Oe Noni, G. (s.f.). Breve visión histórica de la erosión

en Ecuador. Recuperado el 15 de agosto de 2013. En http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers08-01/23660.pdf

Pandey, S. (2012). Ahorrar para crecer. Recuperado el 24 de febrero del 2014. En <http://www.fao.org/ag>.

Parra, L. (2008). Influencia de cuatro sistemas de laboreo en las propiedades físicas de un Fluvisol y en el balance energético en cultivos de raíces y tubérculos. Tesis Doctoral. Tutor: José Luis Hernanz Martos. Universidad Politécnica de Madrid.

Pretty, J. (2011). Las 100 preguntas más importantes para el futuro de la agricultura global. International Journal of Agricultural Sustainability (9)1 Paginas 1-20 ISSN: 1473-5903 (print).

Quesada, R. et al. (2010). Mecanización, Transporte y Medio Ambiente. Libro digital. UDG. Cuba.

Ríos, A. (2004). Mecanización con tracción animal RECTA. Red Cubana de Tracción Animal. IIMA. La Habana, Cuba.

Ríos, A. (2009). Máquinas agrícolas, tracción animal y labores manuales Primera Edición. Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria. Libro. ISBN 978-959-285-008-8, La Habana, Cuba.

ONU: La población de la Tierra superó los 9 600 millones en 40 años. Recuperado el 15 de septiembre de 2014. En http://actualidad.rt.com/actualidad/view/97314-poblacion-guion_mundial-crecimiento-onu.

Fundación Rosa Luxembur, Rosalux (s.f.) Una nueva política para el campo. La agricultura orgánica y campesina; saludable, sustentable y generadora de empleo. Entrevista a Luis Andrango y José Cueva. Recuperado 2 de febrero de 2014. En <http://www.rosalux.org.ec/es/análisis-ecuador-movimientos-sociales/item/254-agriculturacueva.html>.

UNESCO (2014) Sombrías perspectivas para la biodiversidad. Recuperado el día 15 de septiembre 2014 en: www.unesco.org/es/a-world-of-science

Vázquez, L. (2008). Preguntas y respuestas sobre la agricultura Recuperado el día 12 de febrero de 2014. En: sostenible.www.inisav.cu/publicaciones/otras.

Sombrías perspectivas para la biodiversidad. Boletín trimestral de información sobre las ciencias exactas y naturales. Vol. 8, No. 3 Julio–septiembre 2010. Recuperado 15 de septiembre de 2014. En <http://www.unesco.org/es/a-world-of-science>.