



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE BABAHOYO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA**



Componente práctico del Examen de Grado de carácter Complexivo, presentado al H. Consejo Directivo de la Facultad, como requisito previo para obtener el título de:

**INGENIERO AGROPECUARIO**

**TEMA:**

“Mecanización para la agricultura sostenible: los enfoques tecnológicos en la agricultura y el cambio de énfasis de labranza convencional a conservacionistas”

**AUTOR:**

Lázzaro Joaquín Pinto Falconi

**TUTOR:**

Ing. Agr. Carlos Castro Arteaga, M.Sc.

Babahoyo – Los Ríos – Ecuador

2020

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes.

Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que hacen la Facultad de Ciencias Agropecuarias y en la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, al Ing. Agr. Tito Bohórquez Barros e Ing. Lorena Mestanza Segura, por confiar siempre en mí.

De igual manera mis agradecimientos a la Universidad Técnica de Babahoyo, a todas sus autoridades, a mis profesores quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional.

Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento al Ing. Agr. Mg. Sc. Carlos Castro Arteaga, principal colaborador durante todo este proceso, quien, con su dirección, conocimiento, enseñanzas y colaboración, permitió el desarrollo de este trabajo.

## DEDICATORIA

Esta tesis esta dedicada a:

A mi madre Lilian Falconi Triviño quien con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mi el ejemplo de esfuerzo y valentía.

A mi padre Hector Pinto por brindarme sus concejos y experiencias.

A mis hermanos Ing. Agr. Lilian y Lilibet por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.

A mis tios, primos y demas que contribuyeron en este esfuerzo personal.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todas mis amigos, por apoyarme cuando más lo necesite, por extender su mano en momentos, de verdad mil gracias hermanos de batalla.

## **Mecanización para la agricultura sostenible: los enfoques tecnológicos en la agricultura y el cambio de énfasis de labranza convencional a conservacionistas**

### **RESUMEN**

La agricultura se desarrolló como un proceso continuado, acorde a las tendencias tecnológicas, económicas y sociales de las diferentes épocas que se han transcurrido. 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 que existe y los planes de introducción de nuevas tecnologías, de producción, de comercialización y otros. 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. La mecanización adecuada puede mejorar la eficiencia energética en la producción agrícola, lo que a su vez mejora la sostenibilidad y la capacidad productiva y reduce los efectos perjudiciales en el medio ambiente. Dependerá de la capacidad de los agricultores de tomar las decisiones tecnológicas adecuadas teniendo en cuenta sus implicaciones tanto a corto como a largo plazo. Al pasar los años la agricultura ha ido evolucionando debido a la integración de la tecnología en los 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.

**Palabras clave:** Labranza, Suelos, Conservación, Sostenibilidad.

## **Mechanization for sustainable agriculture: technological approaches in agriculture and the shift of emphasis from conventional tillage to conservationists**

### **SUMMARY**

Agriculture developed as a continuous process, according to the technological, economic and social trends of the different times that have elapsed. Before carrying out any analysis or projection in agricultural scenarios, it is necessary to consider what is the type of agriculture or technological approach, since it is sometimes observed that there is no correspondence between the characteristics of the production system, the agricultural technology that exists and the plans for introduction of new technologies, production, marketing and others. Mechanization transforms the work factor into a productive factor. This shows one of the roles that agricultural mechanization can play as an input for production: with the proper use of appropriate technology, better performance of other inputs such as fertilizers and other chemicals, high-quality seeds and water can be ensured. Proper mechanization can improve energy efficiency in agricultural production, which in turn improves sustainability and productive capacity and reduces damaging effects on the environment. It will depend on the ability of farmers to make the right technological decisions taking into account both its short and long term implications. Over the years' agriculture has evolved due to the integration of technology in the processes. However, of all the modern agricultural technologies introduced in developing countries, mechanization is probably the most controversial. It has been attributed the exacerbation of rural unemployment and its contribution to other social ills.

**Keywords:** Tillage, Soils, Conservation, Sustainability.

## CONTENIDO

INTRODUCCIÓN .....	1
DESARROLLO. CAPÍTULO I. MARCO METODOLÓGICO.....	5
1.1. Definición del tema caso de estudio .....	5
1.2. Planteamiento del problema.....	6
1.3. Justificación .....	8
1.4. Objetivo.....	10
1.4.1. General.....	10
1.4.2. Específicos .....	10
1.5. Fundamentación teórica.....	10
1.6. Hipótesis .....	18
1.7. Metodología de la investigación .....	18
CONCLUSIONES CAPÍTULO II. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN ....	19
2.1. Situaciones detectadas (hallazgo) .....	19
2.2. Soluciones planteadas .....	20
2.3. Conclusiones .....	22
2.4. Recomendaciones (propuesta para mejorar el caso) .....	23
BIBLIOGRAFÍA.....	24

## INTRODUCCIÓN

Han pasado unos 12 000 años desde que los seres humanos abandonaron la práctica de la caza y recolección. Habían concebido la idea de ahorrar y plantar semillas de una campaña a la siguiente, lo que significaba que, en lugar de tener que andar incesantemente en busca de alimentos, podían permanecer en un lugar. Podían así centrarse en la creación de comunidades y, a la vez, en el desarrollo de sistemas agrícolas adaptados al clima del lugar que les permitieran sobrevivir e incluso prosperar en las tierras donde se asentaban (FAO 2017).

Desde entonces la historia de la agricultura puede percibirse como un largo proceso de intensificación a medida que la sociedad intentaba satisfacer sus crecientes necesidades de alimentos, pienso y fibra mediante el incremento de la productividad de los cultivos. Durante milenios los agricultores eligieron para su cultivo plantas con un rendimiento más elevado y más resistentes a la sequía y las enfermedades, construyeron bancales para conservar el suelo y canales para distribuir el agua a sus campos, sustituyeron las simples azadas por arados tirados por bueyes y emplearon el estiércol animal como fertilizante y el azufre para combatir las plagas.

La intensificación de la agricultura registrada en el siglo XX constituyó un cambio de paradigma ya que se pasó de los sistemas agrícolas tradicionales, basados principalmente en la gestión de los recursos naturales y los servicios ecosistémicos, a la aplicación de la bioquímica. e ingeniería moderna a la producción de cultivos. Siguiendo el mismo modelo que había revolucionado la fabricación, en la agricultura del mundo industrializado se adoptaron la mecanización, la normalización, técnicas de ahorro de mano de obra y el uso de productos químicos para nutrir y proteger los cultivos (Berkelaar 2008).

Se ha conseguido incrementar notablemente la productividad a través del empleo de equipo y maquinaria agrícolas pesados que funcionan con combustibles fósiles, la labranza intensiva, las variedades de cultivo de alto

rendimiento, el riego, los insumos elaborados y el coeficiente de capital elevado, en aumento constante.

La intensificación de la producción agrícola en el mundo en desarrollo comenzó a despuntar con la Revolución Verde. El modelo productivo, centrado inicialmente en la introducción de variedades mejoradas y de mayor rendimiento de trigo, arroz y maíz en zonas de elevado potencial, promovía la homogeneidad y dependía de ella, entendida como la uniformidad genética de las variedades cultivadas con una gran cantidad de insumos complementarios como el riego, fertilizantes y plaguicidas, que a menudo sustituían el capital natural. 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 (Cortes 2000).

Sin embargo, hoy en día se reconoce que tales mejoras considerables de la producción y la productividad agrícolas fueron acompañadas de efectos negativos en la base de recursos naturales de la agricultura, efectos que fueron tan graves que pusieron en peligro su futuro potencial productivo. Entre los efectos negativos externos 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.

Resulta obvio, que la fertilidad de la tierra y la sanidad animal y vegetal no pueden ser mantenidas a costa de la contaminación del suelo, del agua y de los alimentos de los agricultores y de los consumidores. Es necesario aplicarles tecnologías, más limpias y menos dependientes de productos agroquímicos. Los suelos no pueden aún considerarse como un cuerpo físico inerte, cuya fertilidad se mantiene exclusivamente a costa de una creciente incorporación de fertilizantes sintéticos. Ya no se puede pensar que el manejo de la fertilidad

y de las plagas son sinónimos de utilización de fertilizantes sintéticos y de uso de plaguicidas (Cavatassi *et al.* 2009).

La sostenibilidad de la base productiva de la agricultura y la necesidad de aumentar su productividad se imponen ante el hecho irreversible de que existen cada vez menos productores, menor cantidad de tierra disponible -y que ésta es de menor fertilidad y calidad-, mientras crece el número de consumidores, aumenta su expectativa de vida y crece el poder adquisitivo de un porcentaje de ellos. Lo anterior significa que es necesario producir más con menos recursos, adoptar alternativas tecnológicas que mantengan o recuperen la capacidad productiva de la tierra y que preserven los recursos naturales y el medio ambiente (Twomlow y Hove 2006).

Dados los retos actuales y futuros, cada vez mayores, a los que se enfrentan la oferta de alimentos y el medio ambiente, la intensificación sostenible de la producción agrícola se está convirtiendo en una prioridad cada vez más importante para los responsables de las políticas y los asociados internacionales en el desarrollo. La intensificación sostenible 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.

La intensificación sostenible de la producción agrícola (ISPA) es el primer objetivo estratégico de la FAO. Para alcanzar dicho objetivo la FAO ha aprobado el empleo del —enfoque ecosistémico en la gestión agrícola. Básicamente, el enfoque ecosistémico emplea insumos como la tierra, el agua, las semillas y el fertilizante para complementar los procesos naturales que respaldan el crecimiento de las plantas, tales como la polinización, la depredación natural para luchar contra las plagas y la acción de la biota del suelo que permite a las plantas acceder a los nutrientes (Alexandratos y Bruinsma 2012).

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. En la mayoría de los agroecosistemas esto no es posible si el suelo es alterado mecánicamente. Por ello, 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.

Sobre las bases de lo anteriormente expresado se puede plantear el siguiente problema:

¿Será posible establecer una estrategia de manejo de las técnicas de mecanización agrícola a través de alternativas agroecológicas más beneficiosas, constantes y pertinentes?

# DESARROLLO

## CAPÍTULO I. MARCO METODOLÓGICO

### 1.1. Definición del tema caso de estudio

Los sistemas agrícolas incluyen los procesos naturales o gestionados de obtención de productos alimentarios y no alimentarios (como combustible o fibra) a partir de la agricultura, la ganadería, la pesca y la silvicultura. Los sistemas agrícolas constituyen la fuente de todos los alimentos del mundo y la principal fuente de ingresos de la mayor parte de la población pobre que padece inseguridad alimentaria.

La producción agrícola en áreas subtropicales ha sido fuertemente influenciada por los desarrollos de la agricultura europea. La introducción de equipos como el arado de vertedera ha sido hecha sin una valoración crítica y pruebas. Bajo condiciones tropicales se incrementa el potencial destructivo del arado.

La capacidad del suelo para resistir a agentes meteorológicos erosivos (viento, lluvia, agua en movimiento, entre otros) depende principalmente de la textura del suelo y del contenido de materia orgánica de éste, que determinan la capacidad de almacenamiento hídrico del suelo y su capacidad para producir agregados. En último término, la pérdida de fertilidad y de estructura del suelo acaban dando lugar a fenómenos de desertificación (Eusoils 2009).

La producción agropecuaria está conformada por un sistema permanente de procesos tecnológicos y biotecnológicos que garantizan las transformaciones necesarias sobre los objetos de trabajo con la finalidad de lograr los diferentes cultivos, su desarrollo, cosecha y beneficio, así como la producción pecuaria.

Los diferentes tipos de maquinaria agrícola, forestal, para las instalaciones pecuarias, agrícolas, para el riego y el drenaje y sus sistemas

específicos, de beneficio postcosecha y otros, que conforman los sistemas de ingeniería agrícola, constituyen las herramientas empleadas por el hombre con el auxilio de las fuentes energéticas para lograr la ejecución de los procesos tecnológicos y biotecnológicos que posibilitan la producción agropecuaria sostenible.

## **1.2. Planteamiento del problema**

La base de los conocimientos que se necesitan de los procesos tecnológicos y biotecnológicos, las propiedades físico-mecánicas, tecnológicas de los materiales y productos agrícolas, el diseño de sus principales órganos y elementos de trabajo, tanto geométricos, cinemáticos, dinámicos y energéticos, los cuales actúan sobre dichos materiales y productos, el consumo energético necesario, la correcta regulación y evaluación de la calidad del trabajo, el acoplamiento de la maquinaria con las diferentes fuentes energéticas y el diseño y explotación de los sistemas de riego y drenaje, es necesario en los sistemas para la producción agrícola sostenible.

Según Vieira (1998) en el sistema de siembra convencional, para el sembrado del cultivo es necesario cuatro pasadas del tractor sobre el área (una aradura, dos pases de rastra y siembra), hay un mayor gasto de energía y una desagregación del suelo tornándolo susceptible a la erosión, principalmente en áreas con declives y regiones con lluvias intensas.

En los sistemas de cultivo mecanizado el uso continuo de implementos de labranza, especialmente los arados y rastras de discos, los arados de vertedera y los rotovadores durante largos períodos, frecuentemente repercuten en la formación de pisos de arado densos que contienen pocos poros grandes capaces de ser penetrados por las raíces de los cultivos. El piso de arado se desarrolla debajo de la profundidad a la cual el suelo es labrado y con frecuencia presenta superficies superiores lisas con poros sellados causados por la acción de frotación de la reja y el talón de los arados de vertederas. El grado de compactación depende de la presión ejercida por los implementos sobre el suelo.

La mecanización es uno de los elementos fundamentales en la producción

vegetal, pues de ello depende la oportuna realización de las labores, la calidad de su ejecución, el ahorro de recursos económicos, humanos y energéticos, la mejora de las condiciones de trabajo y la protección del medio (Brizuela, 2006).

El uso de tractores con motores de combustión interna brindó rápidamente un salto grande en el aumento de la productividad del trabajo, ya que incluso los primeros tractores introducidos en la agricultura poseían mucha más fuerza de tiro en comparación con los caballos, bueyes y mulos. El subsiguiente desarrollo de los órganos de trabajo, de los aperos y máquinas agrícolas, de los materiales a emplear en su construcción, así como de los procesos tecnológicos que éstos cumplen, basado en la fuente energética de los tractores -de sus motores de combustión interna-, se produce con rapidez, conllevando un aumento intensivo de la productividad del trabajo en la agricultura; desarrollo que aún continúa (García, 2000)

Actualmente, el desarrollo constructivo de la maquinaria agrícola a nivel mundial se caracteriza por el aumento de su saturación energética; su alta productividad y fiabilidad; el uso de nuevos materiales metálicos y no metálicos; el perfeccionamiento de los órganos de trabajo de las máquinas y de los procesos tecnológicos que cumplen; la disminución de los gastos por el mantenimiento y la reparación; la introducción de elementos electrónicos para la automatización de los procesos que cumplen las mismas; el mejoramiento de las condiciones de trabajo de los operadores, mecánicos y mecanizadores en el campo y los talleres.

La evolución de las máquinas agrícolas y sus órganos de trabajo determinan aceleraciones y amortiguamientos en la velocidad de crecimiento de la productividad, en función de los factores actuantes: fuente de energía (determinante en el desarrollo), tecnología empleada y la técnica agrícola. Durante esta etapa, la vieja técnica que ya agotó sus posibilidades, se transforma en un freno que impide la extensión de la nueva. En la medida en que el desgaste y la muerte paulatina de la vieja técnica y el completamiento y saturación con la nueva técnica en las empresas agrícolas ocurre, esta contradicción se debilita, aumentando el ritmo de crecimiento de la productividad (García 2000)

### **1.3. Justificación**

La mejora de los sistemas agrícolas y alimentarios es fundamental para que aumente en todo el mundo la salud de la población y los ecosistemas. No se puede llevar una vida sana y productiva a no ser que “todas las personas tengan en todo momento acceso físico, social y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana” (FAO, 1996).

Los ecosistemas sanos deben ser resistentes y productivos y facilitar los bienes y servicios necesarios para atender las necesidades y deseos actuales de la sociedad sin poner en peligro las posibilidades de las generaciones futuras de beneficiarse del abanico completo de bienes y servicios derivados de los ecosistemas terrestres, acuáticos y marinos. Existen vínculos muy estrechos entre las condiciones para alcanzar a escala universal la seguridad alimentaria y nutricional, la administración responsable de los recursos medioambientales y una gestión alimentaria más justa. Todos ellos convergen en los sistemas agrícolas y alimentarios a nivel mundial, nacional y local.

La mejora de los sistemas agrícolas y alimentarios es esencial para que aumente en todo el mundo la salud de la población y los ecosistemas. Dos de los principales elementos de la respuesta necesaria no son nuevos, si bien seguimos avanzando cada vez más en su comprensión: que la erradicación del hambre es esencial para el desarrollo sostenible y que para eliminar el hambre y proteger los ecosistemas son fundamentales sistemas de consumo y producción sostenibles. No hemos estado a la altura en relación con un tercer elemento: las dificultades relativas a la gobernanza que deben abordarse para alcanzar estas metas. Sabemos claramente lo que hay que hacer, pero todavía carecemos de un sistema de gobernanza que garantice la aplicación, el seguimiento y la evaluación de lo sabido y acordado.

En cuanto a la producción, tenemos que determinar la manera de mejorar toda la gama de sistemas agrícolas y alimentarios del mundo para reducir los

efectos negativos en el medio ambiente (incluidos el agotamiento del suelo, los recursos hídricos y los nutrientes, las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación y la degradación de los ecosistemas naturales). También tenemos que proteger y aprovechar los servicios ecosistémicos para lograr un crecimiento efectivo y resistente y generar bienes ambientales públicos mundiales como la conservación de la biodiversidad, la mitigación del cambio climático o la protección de cuencas hidrográficas.

En demasiadas ocasiones la interacción entre el ser humano y el medio ambiente ha tenido consecuencias negativas para el medio ambiente. La agricultura representa aproximadamente el 30 % de las emisiones totales de gases de efecto invernadero, y se estima que será una destacada fuente del futuro aumento de las emisiones (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, 2007).

La producción agrícola puede tener efectos negativos en los recursos hídricos, terrestres y aéreos, así como en la fauna y flora silvestres y la biodiversidad de los ecosistemas y la salud humana (Pretty *et al.* 2011). El 40 % de las tierras degradadas del planeta se encuentra en zonas con altos índices de pobreza; la principal amenaza corresponde a la pérdida de la calidad del suelo, seguida por la pérdida de biodiversidad y el agotamiento de los recursos hídricos, así como la disminución de su calidad (FAO, 2011d). Sin embargo, la agricultura también puede ser a escala mundial una importante fuente de bienes públicos ambientales como la mitigación del cambio climático, la protección de las cuencas hidrográficas y la conservación de la biodiversidad, especialmente de la biodiversidad agrícola.

Desafortunadamente no existe ningún implemento mecánico que crea una estructura estable del suelo. La labranza mecanizada solo puede destruirla. Por lo tanto, necesitamos un nuevo concepto de la labranza y sobretodo conocimientos profundos sobre la forma de intervención que estamos ejerciendo con cada uno de los equipos. Naturalmente existen diferencias entre diferentes tipos de suelo con respecto a la susceptibilidad a una pérdida de estructura. Pero una estructura estable y óptima tanto para el crecimiento de las plantas como

para asegurar una buena infiltración de agua minimizando así pérdidas de suelo por erosión se logra solo por procesos biológicos como la creación de humus en el edáfono.

Para el agricultor mecanizado el concepto de una labranza más dirigida dentro de una agricultura conservacionista significa la necesidad de tener acceso a implementos de acción más específica, es decir, en la mayoría de los casos, que necesita más implementos. Solo agricultores en situaciones especiales, que cultivan solamente un rango muy limitado de cultivos, pueden en algunos casos salir con un rango muy reducido de equipos, limitándose básicamente a sembradoras, aplicadoras de fertilizante y otros agroquímicos y cosechadoras. Otros agricultores siempre van a querer o necesitar algún equipo de labranza. En este caso también hay que ver el aspecto de seguridad. El agricultor en situaciones de tiempo adverso u otras ocasiones debería estar preparado para hacer la intervención necesaria.

#### **1.4. Objetivo**

##### **1.4.1. General**

Generar estrategias agroecológicas que contemple las acciones necesarias a desarrollar, para el manejo agroecológico de suelos a través de la mecanización agrícola.

##### **1.4.2. Específicos**

1. Conocer a través de un diagnóstico las diferentes formas de mecanización de suelos usadas en el cantón Babahoyo y su repercusión en la productividad de cultivos de ciclo corto.
2. Caracterizar los equipos y herramientas utilizados sados en la labranza conservacionista.
3. Describir los efectos de la labranza conservacionista sobre los suelos.

#### **3.1. Fundamentación teórica**

Aplicar la Agricultura Conservacionista, significa realizan un conjunto de operaciones de laboreo, los cuales ahorran entre el 30 y el 40 % de los costes de tiempo, se reduce la erosión del suelo en más de un 60 %, se reduce la compactación, conservando la humedad con cobertura del suelo desde un 35

hasta un 100 % y se reduce en un 69 % las pérdidas de agua por escurrimiento, respecto a las formas de Labranza Convencional (Leyva 2007 a),

Navarro (2008) refiere que la idea de que el cultivo sin laboreo reduce los costes de insumos, beneficia la calidad del terreno, disminuye la erosión y la contaminación ambiental, está empezando a abrirse paso entre los campesinos en todo el mundo.

Leyva (2007 b) refiere que “la preparación de suelo para la siembra tiene una importancia capital en el orden ecológico, energético, agrotécnico y económico, para lo cual, en Cuba, a tono con las tendencias mundiales, se han venido introduciendo las tecnologías de laboreo mínimo y de conservación con órganos de trabajo pasivos y algunas basadas en máquinas combinadas con órganos activos, dadas sus ventajas, reduciéndose paulatinamente el uso de arados y gradas de discos con sus desfavorables efectos.

De acuerdo con referencias obtenidas de la FAO (2017), las cero labranzas reducen el consumo de combustible hasta un 40 – 50 % debido al número limitado de operaciones: sólo una pasada para la preparación y la siembra.

La Labranza Conservacionista (LC) se basa en conservar los recursos naturales del entorno agrario (suelo, agua, aire, biodiversidad) mediante la preparación del suelo y una supresión o minimización de las labores del suelo. Esta labor protege la capa superficial del calor, del viento y la lluvia, mantiene el suelo más fresco y reduce la pérdida de humedad debida a la evaporación. La quema de rastrojos es contraria a la LC, tanto por su contaminación atmosférica, como por la eliminación de vida y restos vegetales en la capa superficial del suelo. En LC se trata de producir conservando.

La labranza de Conservación es la combinación del uso de medidas agronómicas, biológicas y mecánicas que mejoran la calidad del suelo a través de tres principios técnicos cruciales: no alterar el suelo de forma mecánica (se planta o siembra directamente); cobertura permanente del suelo; especialmente

con el uso de rastrojos y cultivos de cobertura; selección juiciosa para las rotaciones de los cultivos y cultivos múltiples, agroforestería e integración pecuaria. Estos sistemas muestran que cuando la calidad del suelo mejora, aumenta la producción agrícola y disminuye la erosión del suelo (Hernández *et al.* 2010).

Una agricultura basada en la tecnología manual difícilmente sobrepasa el nivel de subsistencia; excepción con algunos cultivos orgánicos, quienes tienen ya una demanda y mejores precios. La superficie que puede cultivar una familia, es limitada por la mano de obra disponible y carencia de recursos (más área, insumos, crédito, entre otros); normalmente, no más de dos hectáreas. La única fuerza disponible es la familia y todo su esfuerzo se necesita para producir sus alimentos (Ossa 2005).

La mecanización no es la única tecnología aplicable al desarrollo de la agricultura. Pero suele ser la forma de cambio más visible y fácil de reconocer en las zonas rurales de los países en desarrollo. El cuadro del pequeño productor ecuatoriano se sintetiza en una producción de alimento, concentradas en zonas de ladera y pequeñas áreas; en una cultura del café agotada por los altos costos de producción y bajos precios. Todo lo anterior ha posibilitado una nueva generación agricultores de cultivos ilícitos, los cuales es conveniente sustituir. No existiendo para ellos opciones de modelos integrales de producción (Cortes 2000).

La extensión de las explotaciones, las condiciones agroecológicas y el tipo de cultivo, determinan un alto grado de diferenciación y heterogeneidad de los procesos de trabajo agrícola en Ecuador. Las necesidades y el tipo de problema que se tiene que resolver en cada uno de ellos, mediante la aplicación de técnicas de mecanización resultan ampliamente diferenciadas y muy específicas a situaciones particulares de producción (Misión Rural 2008).

La mecanización es un proceso de desarrollo que hay que determinar, movilizar, asignar y apoyar de acuerdo a las condiciones técnicas, económicas, sociales, políticas y en consonancia con los objetivos nacionales de desarrollo.

La mecanización hace parte de la estrategia para lograr los objetivos del desarrollo, y no debe confundirse con una política nacional de desarrollo. La solución de la problemática rural no puede ser una simple lista, en la cual los gobiernos se proponen invertir unos recursos financieros (Ossa 2005).

Ante el acelerado crecimiento e innovación tecnológica en algunas actividades del sector agropecuario, y ante la necesidad de buscar otras alternativas para otros segmentos y sistemas, se hace necesario evaluar, adaptar y difundir las tecnologías disponibles de manera sistemática, lo cual permitirá asimilar y seleccionar las tecnologías mecánicas más adecuadas a nuestro medio. Es necesario generar disponibilidad tecnológica de acuerdo con los problemas, necesidades y recursos de los productores y las características agroecológicas de las regiones. No se trata entonces de seguir universalizando las opciones tecnológicas dominantes en las agriculturas de los países industrializados. Lo que se plantea es que, al seleccionar una técnica, se busque siempre obtener el mismo producto aplicando métodos diferentes y eficientes (Cortes 2011).

Dentro de los conceptos de una agricultura sostenible la agricultura de conservación tiene el potencial de llevar a una nueva revolución verde. Aprovechando de las sinergias de varias tecnologías consideradas como buenas prácticas o de carácter conservacionista la agricultura de conservación está combinando un manejo sostenible de los recursos naturales con alta producción agrícola y buena rentabilidad económica de la misma (Labrada 2006).

La idea de reducir la intensidad de la labranza más que nada por motivos económicos llevando a un laboreo mínimo no es nada nuevo. Durante las últimas décadas el laboreo mínimo y también la labranza cero han tenido sus altos y bajos. Fueron introducidos como técnicas dentro del concepto de la agricultura convencional y el éxito dependía mucho de las condiciones actuales. En general la labranza cero fue considerada como una práctica que en algunos casos especiales podría dar éxito pero que no sería aplicable en forma generalizada. Sin embargo, existe una evidencia creciente que la labranza cero puede ser incorporada exitosamente en un nuevo concepto de una agricultura sostenible

como la AC. El concepto de no remover el suelo llega a ser un principio fundamental de un concepto nuevo de la agricultura (Derpsch 2005).

Mientras en la LC se niega el concepto de labranza periódica para estructurar el suelo, esto no significa que se elimina cualquier tipo de labranza. Antes de comenzar con la LC es necesario asegurarse que el suelo no tenga compactaciones y que la superficie del suelo sea plana o tenga el perfil deseado, por ejemplo, surcos y camellones o una pendiente controlada para riego superficial. Para lograr esto hasta una aradura puede ser necesaria, solo que después ya no se repite más (Baker *et al.* 2007).

El principal aspecto negativo en el sector agropecuario se desprende del manejo inadecuado del suelo y del desperdicio de los recursos naturales. Tanto las empresas agrícolas y, en menor medida los campesinos, han erosionado de manera importante los suelos agrícolas, convirtiéndolos, en pobres, desérticos e improductivos. Además, se ha llegado a la conclusión de que no es suficiente que el Estado y sus organizaciones ejerzan todo su poder en la aplicación de los principios y normas del desarrollo sostenible, sino que es indispensable que dentro de la sociedad se generen procesos de cambio, en los que se comprometan de manera solidaria, tanto los miembros de la comunidad, como los cuadros que la dirigen (Gómez 2014).

En el caso de la agricultura, la sostenibilidad está llamada a generar sistemas de producción que sean económicamente viables, culturalmente adecuados y ambientalmente respetuosos. La producción agrícola sostenible genera una oferta de productos que alimentan a las familias campesinas y produce excedentes que son canalizados a los mercados locales y regionales para el consumo de la población urbana. a producción sostenible preserva los recursos naturales permitiendo que las familias puedan seguir cultivando sus predios sin sufrir problemas de contaminación, escasez del agua, erosión y pérdida de fertilidad de los suelos (Andrade 2009).

El uso y manejo de los suelos está limitado por las características naturales de los mismos, el clima y por las condiciones socioeconómicas

prevalcientes. Para el desarrollo y manejo de los suelos disponibles es indispensable conocer y entender sus potencialidades y limitaciones a nivel local y regional. Muchas de las áreas ya explotadas agrícolamente y, en especial, las de posible expansión futura, presentan una combinación de limitaciones climáticas, de suelos y topografía que afectan su potencial para producción agrícola sustentable y dificultan su desarrollo. Además, estimaciones recientes han puesto de manifiesto las grandes y a veces insuperables dificultades para el mantenimiento de la productividad de muchos de los suelos de reserva con las tecnologías actualmente disponibles (Pla 2005).

Las prácticas actuales de manejo de suelos y aguas se han creado sobre la base de observaciones empíricas de campo de la respuesta a diferentes clases y frecuencias de aplicación de fertilizantes o riego. Sin embargo, estas prácticas deberían fundamentarse en la identificación de características específicas del medio ambiente total. Esto implica necesariamente conocer por completo, las relaciones suelo-planta-agua-atmósfera y las diversas prácticas de manejo (Gavande 2013).

La labranza mínima es cualquier sistema de labranza que reduce la pérdida de suelo y conserva su humedad al compararla con la labranza convencional o limpia. Con este sistema, los residuos no incorporados de la planta, se dejan en el suelo y su superficie permanece, así, lo más áspera posible. La mayoría de los investigadores consideran que la labranza de conservación es como cualquier sistema que deja un 30 % o más de cobertura de residuos después de sembrar. Los diferentes tipos incluyen labranza mínima, arado con cincel, cero labranza, surco de plantas y la labranza de conversión. Cuando estos sistemas se aplican exitosamente pueden reducir el consumo de energía y controlar eficazmente la erosión.

La producción de cultivos que usan métodos de no labranza, han demostrado que disminuyen los insumos de energía y material y, quizás lo más importante, reducen la erosión del suelo. Los sistemas de no labranza también mejoran el itinerario y planificación de las operaciones sirviendo como paliativo ante varias restricciones de tipo meteorológico. La labranza de conservación

tiene desventajas de rendimiento en suelos escasamente drenados. Aparentemente la humedad del suelo es el factor único más importante que restringe la adopción de la labranza de conservación.

Durante siglos la labranza ha sido fundamental para la producción agrícola, para preparar la cama de semillas y para controlar las malezas. Ahora se está cambiando la historia, pero no siempre se omite la labranza (si bien es un objetivo loable); sin embargo, en forma significativa, se alternan las razones y los procesos involucrados. Muchas personas interpretan la labranza como un proceso de manipulación física del suelo para llegar a controlar las malezas, afinar la tierra, darle suavidad, aireación, porosidad artificial, friabilidad y contenido óptimo de humedad, para facilitar la siembra y la cobertura de las semillas (Ribeiro 2004).

La sobreexplotación de la capacidad de uso de las tierras y las prácticas de manejo inadecuadas de la Agricultura Convencional han acelerado su degradación, afectado su fertilidad natural y puesto en peligro su productividad, lo que tiene su origen en factores socioeconómicos. Por lo que el manejo integrado del sistema de cultivo es el preludio o condición esencial para el establecimiento de una Agricultura Sostenible, donde el uso, manejo y conservación del suelo juegan un papel fundamental para su éxito (Paneque, Haroldo y Elidi 2002).

Los métodos de producción con labranza mínima o sin labranza, tal y como se practican en la agricultura de conservación, han mejorado considerablemente las condiciones del suelo, reducido la degradación e incrementado la productividad en muchas partes del mundo. La mayoría de las tierras agrícolas siguen arándose, rastrillándose o sachándose antes de plantar los cultivos y durante el crecimiento de los mismos. Estas prácticas tienen como fin destruir las malas hierbas y facilitar la infiltración de agua y la plantación de cultivos. No obstante, la alteración recurrente de la capa superficial entierra la cubierta del suelo y podría desestabilizar la estructura del mismo. Un efecto adicional es la compactación del suelo, lo que reduce la productividad (Ríos 2009).

Una de las maneras en que la agricultura de conservación contribuye a la intensificación sostenible de la producción es la reducción al mínimo de la alteración del suelo y la retención de los residuos de los cultivos en su totalidad en la superficie del suelo. La agricultura de conservación incluye la labranza mínima (o en franjas), que altera solamente la porción del suelo que va a contener la fila de semillas, y el cultivo sin labranza (denominado también siembra sin labranza o directa), en el que se elimina la alteración mecánica del suelo y los cultivos se plantan directamente en un lecho de semillas que no ha sido labrado desde el cultivo anterior (Gómez 2002).

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, así como requiere la formulación de una estrategia nacional de mecanización agrícola. La estrategia formulada puede servir para preparar un plan de acción para mejorar la producción agrícola y la seguridad alimentaria a través de medidas normativas, inversiones e intervenciones de orden agrícola y/o técnico (Friedrich 2010).

La mecanización se debe desarrollar mediante un proceso de apropiación y adaptación a las condiciones en donde se utilizará la maquinaria. 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. Es por esto hay que tener en cuenta la importancia del ambiente, natural y humano, en el cual funciona la mecanización. La mecanización agrícola no es una actividad aislada, sino que forma parte de un complejo conjunto de interacciones entre numerosos participantes (FAO 2011).

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 necesario 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 (Gonzales 2008).

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, ya que deberá contribuir también a una agricultura que sea sostenible para el medio ambiente. La implantación de la intensificación sostenible de la producción agrícola (ISPA) exige que el diseño de la maquinaria agrícola también evolucione. La maquinaria agrícola tiene que ser inteligente, robusta, precisa y eficiente con el fin de minimizar el impacto sobre el suelo y el paisaje. Dos de las actividades agrícolas que tienen mayor impacto en el medio ambiente son la labranza del suelo y la aplicación de plaguicidas. La labranza de conservación se basa en reducir o eliminar la labranza del suelo y el uso de plaguicidas (Georges 2006).

### **Hipótesis**

Ho: La materia orgánica no es parte sustantiva del recurso suelos, por lo tanto, su importancia es relativa dentro del proceso productivo, así como en la calidad de este y su sostenibilidad.

Ha: La materia orgánica no es parte sustantiva del recurso suelos, por lo tanto, su importancia es relativa dentro del proceso productivo, así como en la calidad de este y su sostenibilidad.

### **3.2. Metodología de la investigación**

Para la realización de este trabajo se efectuó el método de trabajo de reporte y recapitulación. En este proceso se eligió la información bibliográfica, filmográfica e histórica, misma que correspondía a las suficientes referencias técnicas para su validación. Fue necesario el uso de libros, revistas, artículos científicos y páginas web debidamente certificadas. La información entró en un proceso de evaluación por su importancia y fue compendiada para su uso.

# CONCLUSIONES

## CAPÍTULO II. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

### 2.1. Situaciones detectadas

La Aplicación de procesos de mecanización en la producción agrícola ha sido un factor decisivo para la modernización y obtención de los logros hasta ahora alcanzados (aumento de las áreas de producción, exportaciones, de la productividad y reducción de costos, etc.). Es evidente, ante la progresiva internacionalización de los mercados, la necesidad de un modelo de desarrollo económico, a mediano plazo, que promueva procesos más intensivos de mecanización e industrialización del sector agropecuario. Lo anterior, es independiente si, dicha producción está o no destinada al mercado externo; ya que la seguridad y abastecimiento alimentarlo, en calidad y cantidad, debe ser prioritario en las políticas del estado.

Una selección adecuada de modelos tecnológicos para los procesos de mecanización, sería una primera etapa en la perspectiva de adaptación, modificación y diseño para la producción y particularidades socio-económicas y culturales. En el país, la Mecanización Agrícola ha tenido un amplio desarrollo para la agricultura comercial de las zonas planas. Esta producción está destinada a las exportaciones y como materias primas para la industria nacional. Al contrario, la producción de alimentos está dispersa; no cuenta con muchas alternativas mecánicas adecuada a sus condiciones agroclimáticas y económico-sociales; lo cual, ha generado economías de subsistencia que no generan excedentes, que puedan incrementar los ingresos y con ello el nivel de vida de las comunidades rurales.

Se requiere un esfuerzo especial de desarrollo investigativo, para presentar opciones mecanizadas que contribuyan a redimir la difícil situación de los pequeños productores. Una de las técnicas más conocidas y utilizada, a este nivel, está representada por la fuerza de tiro animal; y sí bien es cierto, ha

permitido algunos incrementos de la productividad y eficiencia, aún siguen presentándose serias limitaciones que no la hacen aplicable a las muy diferenciadas economías rurales; diferenciación expresada en términos de: tamaño de la explotación, pendiente, ubicación geográfica, calidad del suelo, cultivo, infraestructura rural, acceso al crédito y otros insumos (semillas, fertilizantes, riego, entre otros).

La economía campesina afronta el problema de carencia de desarrollo o adopción tecnológica, y los responsables de su asistencia técnica, reproducen y perpetúan con sus recomendaciones paquetes tecnológicos inadecuados (inducidos). Se ha pretendido que las condiciones socioculturales y biofísicas del sector agropecuario respondan o se adapten a un modelo modernizante de la agricultura, fundamentado en la utilización intensiva de insumos para alcanzar altos niveles de producción por unidad de superficie y por jornada laboral.

No existen elementos o estudios de soporte que cuantifiquen la relación entre la extensión de los predios y la dinámica del cambio tecnológico. En todo caso, se sugiere, no existe una relación sistemática. En algunos cultivos la dinámica de intensificación estuvo directamente relacionada con el tamaño de las explotaciones, pero en otras la relación es inversa.

De ahí la importancia de desarrollar un enfoque más integral y diferente para manejo de los suelos y poner en marcha un proceso de cambio en el uso de la tierra con la introducción de prácticas de labranza de conservación, acompañada por acciones de fortalecimiento de las organizaciones productivas, basado fundamentalmente en experiencias positivas. La FAO ha sido el organismo Internacional que ha venido promoviendo el concepto de LC en los países.

## **2.2. Soluciones planteadas**

Dentro de las estrategias del Estado, para conseguir un Desarrollo sostenible se halla la modernización de las instituciones públicas, las leyes e instrumentos de control y de promoción.

De la misma manera que los postulados del Ordenamiento territorial tienen su basamento en el Desarrollo sostenible, concebido con la participación de la comunidad, las normas y leyes referentes a la organización local y regional han sido elaboradas tomando en consideración, la historia y la cultura del pueblo ecuatoriano, así como sus aspiraciones sociales.

Estos dos ejes transversales, permiten estructurar una nueva forma de funcionamiento del Estado, con objetivos nuevos, como el desarrollo científico y tecnológico de la sociedad, el bienestar de todo el pueblo, aunque en diferente escala y un puesto respetable en el concierto de las Naciones. Para conseguir estos objetivos nacionales, es importante la educación y la capacitación de los cuadros de la sociedad y de las instituciones académicas, cuyo papel multiplicador debe ser tomado muy en cuenta.

Sin desconocer que, dentro del Estado, todas las instituciones públicas deben desempeñar diferentes actividades complementarias y coordinadas armónicamente, sin embargo, podemos señalar que las actividades del Ministerio de Agricultura y Ganadería tienen un papel privilegiado en el ordenamiento territorial, el cuidado del medio ambiente y el desarrollo sostenible. Por eso es importante destacar que después de 30 años, en el MAGAP se haya creado la Dirección de Mecanización Agrícola, mediante Acuerdo Ministerial 281, del 29 de julio del 2011. Responsabilidad que deberán asumirla con mucho criterio técnico y acciones concretas que impulsen la mecanización agrícola del Ecuador.

La mecanización se debe desarrollar mediante un proceso de apropiación y adaptación a las condiciones en donde se utilizará la maquinaria. 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.

La industria mundial de maquinaria agrícola debe dar más apoyo a los pequeños agricultores, diseñando equipos y modelos que se adapten mejor a

sus necesidades y las de los proveedores de servicios. Sin este cambio en el sector de la maquinaria, no es posible atender las necesidades de los países en desarrollo en materia de seguridad alimentaria, mitigación de la pobreza, crecimiento económico y protección del medio ambiente. El diseño de la maquinaria agrícola debe evolucionar en paralelo con la implantación de la intensificación sostenible de la producción agrícola, lo cual implica una menor cantidad de productos químicos y un uso más eficiente del agua y de los equipos mecanizados.

### **2.3. Conclusiones**

- A. La utilización de maquinarias, de manera adecuada, mejora la eficiencia operacional, aumenta la capacidad efectiva del trabajo, facilita las tareas del hombre del campo, posibilita la expansión del área de siembra, proporciona mejores productividades y permite atender el cronograma de actividades en un tiempo predeterminado.
  
- B. La adopción del sistema de Labranza Conservacionista reduce el uso de máquinas y de combustible, debido al menor tamaño del tractor, ya que la siembra requiere menor fuente de potencia, liberando así al agricultor para desarrollar otras actividades y crea un ambiente favorable al restablecimiento de la fauna nativa. Estos factores hacen de la labranza cero un sistema deseable, que tiende a dominar el escenario de la agricultura en los próximos años.
  
- C. Con la aplicación de las Tecnologías Conservacionistas en la preparación de suelos, se logra atenuar la degradación de los mismos, la contaminación de las aguas y del medio ambiente, en comparación con las prácticas de la Agricultura Tradicional.
  
- D. Al aplicar la Agricultura Conservacionista se logra que los trabajadores agrícolas estén sensibilizados con una cultura ambiental, haciendo clara resistencia hacia las prácticas agrícolas dañinas al medio ambiente y adquiriendo conciencia de los costos ecológicos y sociales que esto trae consigo.

#### **2.4. Recomendaciones**

- A. Capacitar en el uso de tecnología de conservación de suelos y labranza conservacionista.
- B. Implementar acciones con énfasis en la sostenibilidad del recurso suelo y la capacidad productiva de los suelos degradados.
- C. Establecer técnicas de manejo de suelo acorde con cada sector productivo y zonas agrícolas de la región y el país.
- D. Realizar mayor cantidad de investigación en temáticas relacionadas con labranza conservacionistas en suelos de zonas bajas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alexandratos, N; Bruinsma, J. 2012. World agriculture towards 2030/50: the 2012 revisión. Documento de trabajo de la División de Economía del Desarrollo Agrícola. Roma, FAO. n.º 12-09.
- Andrade, D. 2009. Producción y consumo sustentable: medidas aplicables para frenar la crisis alimentaria. Letras Verdes, Revista FLACSO-Ecuador. 4:08-2009. ISSN 1390-4280
- Baker CJ; Saxton, KE; Ritchie, WR; Chamen, WC; Reicosky, DC; Ribeiro, MF; Justice, SE; Hobbs, P. 2007. No-tillage seeding in conservation agricultura. 2nd edition. CABI-FAO. 326 pp.
- Berkelaar, D. 2008. Un enfoque exitoso para el cultivo en el campo en el Sur de África. Echo Notas de Desarrollo, Numero 98.
- Brizuela, M. 2006. Tecnologías para las producciones agrícolas en Cuba. Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria. La Habana. Cuba. Universidad de la Habana. 125p.
- Cavatassi, R; González, M; Winters, P.C; Andrade-Piedra, J; Thiele, G.; Espinosa, P. 2009. Vinculando a los Pequeños Productores a la Nueva Economía Agrícola: Una Evaluación del Programa Plataformas en el Ecuador. Documento de trabajo de la División de Economía del Desarrollo Agrícola n.º 09-06.
- Cortes, E. 2011. Alternativas de mecanización para pequeñas unidades de producción agrícola. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, 2011. 14 p.
- Cortes, E. 2000. Desarrollo Rural y Sector Agropecuario. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. 18 p.
- 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
- Eusoils. 2009. Erosión hídrica y compactación. In: Agricultura sostenible y conservación de los suelos: Procesos de degradación del suelo. Ficha informativa nº 2. Institute for Environment and sustainability, Comisión Europea: agricultura y desarrollo. 4p.

- FAO (Food and Agriculture Organization). 2017. Sistema global FAO para información y alerta Rápida, sobre alimentación y agricultura. Programa Alimentar Mundial. Roma. 156p.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2017 Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Nigeria. 180p.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2011d. El estado de los recursos de tierras y aguas del mundo para la alimentación y la agricultura: cómo gestionar los sistemas en peligro. Roma. 230p.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2010. Conservación de los recursos naturales para una Agricultura sostenible. Soluciones para la compactación del suelo. [www.fao.org/ag/ca/ Training\\_Materials/CD27.../.pdf](http://www.fao.org/ag/ca/Training_Materials/CD27.../.pdf). Consultado 01-02-2020.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 1996. Plan de Acción de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación. Disponible en <http://www.fao.org/>
- Friedrich, T. 2010. FAO: Mecanización Agrícola: Su papel en la intensificación de la agricultura y la protección de los recursos. Roma. 215p.
- García, Armando. 2000. Mecanización Agropecuaria. Universidad Agraria de La Habana. Departamento de mecanización agrícola. 78p.
- Gavande, S. 2013. Física de suelos. Principios y aplicaciones. México. Ed Limusa-Willey S.A. 351p.
- Georges,O. 2006. Breve visión histórica de la erosión en el Ecuador. Universidad Central del Ecuador. Proyecto de Investigación. Reporte de resultados. 2366. Quito. 135p.0.
- Gómez, N. 2014. La agricultura, medio ambiente y desarrollo sostenible, en el Ecuador, políticas y postulados. Quito, Ecuador, 9p.
- Gómez, A. 2002. La crisis de la agricultura convencional, la sustitución de insumos y el enfoque agroecológico. Consulta 30.01.2020. Disponible <http://www.clades.org/r11-art1.htm>
- González, F. 2008. Manejo ecológico de suelos y cuencas hidrográficas. Disponible en: <http://www.cubasolar.cu/biblioteca/energia/HTML/articulo02.htm>. Pdf. Consultado 4-01.2020.
- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. 2007. Cambio Climático 2007: Mitigación. Contribución del Grupo de trabajo III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de

- Expertos sobre el Cambio Climático. Editado por B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave y L.A. Meyer. Cambridge (Reino Unido)-Nueva York (Estados Unidos), Cambridge University Press. 250p.
- Hernández, O; Arenciabria, M; Alfonso, C; Sánchez, I; Rodríguez, Y; Collazo, R; López, N; Linares, T; Ceballos, D; San Lois, D; Velásquez, C. 2010. Manual de Agricultura de Conservación. proyecto TCP/CUB/3002. Instituto de Suelos del MINAG de Cuba. 58p.
- Labrada, R., 2006: Recommendations for improved weed management; 50 pp., FAO, Rome/Italy
- Leyva, O. 2007a. Máquina combinada para laboreo mínimo localizado en caña de azúcar y otras plantaciones en hileras. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. Volumen 16, Número 2. Cuba. pp. 69-72.
- Leyva, O. 2007b. Efectos de seis tecnologías de laboreo de conservación sobre suelo aluvial. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias. Volumen 16/ ISSN 1010 – 2760, No. 1. Cuba. pp. 77-80.
- Misión Rural. 2008. Transición, Convivencia y Sostenibilidad. Limnusa, Bogotá. 32p.
- Navarro, E. 2008. Asociación Española de Agricultura de Conservación-Suelos Vivos. Disponible en: [www.aeac-sv.org](http://www.aeac-sv.org). Consultado enero 22, 2020.
- Ossa, C. 2005. Análisis de la Problemática de los usos Agropecuarios del suelo recomendaciones. En: Seminario Ecológico y del Medio Ambiente. Bogotá. (2): 2005. p. 113-134.
- Paneque, R; Haroldo, C; Rafull, E. 2002. Agricultura conservacionista-camino para una agricultura sustentable. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias, Vol. 11. No 1. 1- 5 pp.
- Pla, I. 2005. Efecto de los sistemas de labranza en la degradación y productividad de los suelos. Guanare, Ven. Memorias de la II Reunión de la Red Latinoamericana de Labranza Conservacionista. 366 p.
- Pretty, J; Toulmin, C; Williams, S. 2011. Sustainable intensification in African agriculture. International Journal of Agricultural Sustainability. 9(1): 5–24.
- Ribeiro, M. 2004. Farmer perception, impacts and dissemination issues of conservation agricultura/ labour saving technologies. Report IFAD/FAO/DMC. Case study in Tanzania. 61p.
- Ríos, A. 2009. Máquinas agrícolas, tracción animal y labores manuales Primera

Edición. Instituto de Investigaciones de Mecanización Agropecuaria. Libro.  
© IAgric. La Habana, Cuba. 250p. ISBN 978-959-285-008-8

Twomlow, S; Hove, L. 2006. Is Conservation Agriculture an Option for Vulnerable Households?. Department for International Development. ICRISAT. Briefing Note No. 4.

Vieira, L. 1998. Mecanização agrícola no sistema de plantio direto. Ação Ambiental. Ano 1, n.2, p.32. DOCREP/003/W3613S/W3613S00.HTM. Consultado 20-02-2020.