

# **Del enfoque reduccionista al enfoque de sistema en la agricultura cubana: un necesario cambio de visión**

## **From the reductionist approach to the system approach in Cuban agriculture: a necessary change of vision**

Hilda Machado, A. Suset, G. J. Martín y F. R. Funes-Monzote

*Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"*

*Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba*

*E-mail: hilda.machado@indio.atenas.inf.cu*

### **Resumen**

Las transformaciones de la economía mundial en los últimos años, caracterizadas por la inestabilidad en el precio de los alimentos y los combustibles, repercuten en la economía cubana, afectada por el derrumbe del campo socialista, la inviabilidad del modelo económico implementado, el efecto devastador de los huracanes y el bloqueo de los Estados Unidos; ello ha obligado a realizar un proceso de cambios en la agricultura y en otros sectores de la sociedad, los cuales deben ir acompañados de una intensa preparación de las personas. Se necesita "cambiar a las personas que cambian las cosas, no las cosas para cambiar a las personas" con la inclusión y consideración de una alternativa que valore el mejoramiento de la cotidianidad de las localidades rurales asociadas a la producción agropecuaria. En este sentido existe una urgente necesidad de realizar acciones encaminadas a influir en un cambio de paradigma de agricultores y dirigentes, académicos e investigadores, que permita asimilar nuevos métodos de dirección y gestión del proceso productivo. Para ello se necesita una nueva visión de mundo, un nuevo modelo mental, cambiar valores, conceptos, enfoques y modelos que fundamenten un nuevo paradigma para moldear la forma de pensar y actuar de los actores sociales, económicos, políticos e institucionales relacionados con el proceso de desarrollo de la agricultura y la economía del país. En este artículo los autores pretenden realizar un acercamiento a la problemática que limita la capacidad innovadora de la empresa agropecuaria cubana, desde una perspectiva sistémica.

Palabras clave: Agricultura alternativa, enfoque de sistema

### **Abstract**

The transformations of world economy in recent years, characterized by instability in the price of food and fuels, have repercussion on Cuban economy, affected by the collapse of the socialist countries, the inviability of the implemented economic model, the devastating effect of hurricanes and the blockade by the United States; this has compelled to perform a process of changes in agriculture and other sectors of society, which should be accompanied by an intense preparation of people. It is necessary to "transform the people who change things, not the things to change people" with the inclusion and consideration of an alternative that evaluates the improvement of the conditions of the rural communities associated to livestock production. In that sense, there is an urgent need to carry out actions aimed at influencing a change of paradigm in producers and managers, academics and researchers, which would allow to assimilate new direction and management methods of the productive process. For that, a new world vision is needed, in addition to a new mental model, changing values, concepts, approaches and models that support a new paradigm to shape the way of thinking and acting of the social, economic, political and institutional stakeholders related to the process of agriculture

and economy development in the country. In this work the authors intend to approach the problems that limit the innovating capacity of the Cuban livestock production enterprise from a systemic perspective.

Key words: Alternative agriculture, system approach

## Introducción

Las transformaciones de la economía mundial en los últimos años, caracterizadas por la inestabilidad en el precio de los alimentos y los combustibles, repercuten en la economía cubana (golpeada por el derrumbe del campo socialista, la inviabilidad del modelo económico implementado, el efecto devastador de los huracanes y el bloqueo de los Estados Unidos) y han obligado a un proceso de cambios en la agricultura y en otros sectores de la sociedad. Estos cambios en la agricultura se iniciaron con ajustes en el régimen de tenencia de la tierra en 1993, que dieron origen a la creación de las Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC) y a otros cambios en las estructuras administrativas y políticas que se mantienen en evolución hasta el presente.

Además de las afectaciones que produce la inestabilidad financiera mundial, se presentan situaciones alarmantes con la degradación de los ecosistemas, lo que se refleja en la reducción de los rendimientos de los cultivos y la producción ganadera, y en la disminución perceptible de los bienes y servicios que estos prestan para la población en general y en particular para los pobladores y trabajadores del medio rural, los cuales son los ejecutores de los procesos productivos. Tal escenario sugiere la necesidad de adoptar un nuevo enfoque para la actividad agropecuaria, que priorice la restauración de los recursos naturales y los ecosistemas donde esta se desarrolla, el fomento de la economía empresarial y la gestión familiar como elemento esencial para alcanzar la soberanía alimentaria de la nación.

Sin embargo, ni los cambios de estructuras administrativas, ni los cambios de política en las altas esferas de la administración pública respecto a la agricultura, así como el desarrollo de tecnologías, serán suficientes para revertir la situación actual. La estrategia a seguir debe ir acompañada, en primer lugar, de una intensa preparación de las personas que la van a realizar. Se necesita “cambiar a las personas que cambian las cosas, no las cosas para cambiar a las personas”<sup>1</sup> con la inclusión y consideración de una alternativa que valore el mejoramiento de la cotidianidad de las localidades rurales asociadas a la producción agropecuaria. En este sentido existe una urgente necesidad de realizar acciones encaminadas a influir en un cambio de paradigma de los agricultores y los dirigentes, los académicos e investigadores, que permitan asimilar nuevos métodos de dirección y gestión del proceso productivo. Para ello se necesita una nueva visión de mundo, un nuevo modelo mental, cambiar valores, conceptos, enfoques y modelos que fundamenten un nuevo paradigma para moldear la forma de pensar y actuar de los actores sociales, económicos, políticos e institucionales relacionados con el proceso de desarrollo<sup>2</sup> de la agricultura y la economía del país. En este artículo se pretende realizar un acercamiento a la problemática que limita la capacidad innovadora de la empresa agropecuaria cubana, desde una perspectiva sistémica.

### *El enfoque reduccionista en las ciencias agrícolas*

Junto con el desarrollo de la ciencia moderna en los siglos XVI y XVII, se estableció una visión mecánica de la realidad, en el marco de la cual el mundo pasó a ser percibido mediante la metáfora de una máquina. El marco conceptual de Galileo y Descartes, consideraba una realidad objetiva gobernada por leyes matemáticas exactas, lo cual se complementó con la mecánica de Newton y la teología cristiana, para legitimar el

---

<sup>1</sup>José de Souza Silva, 2002. Investigación, sociedad y desarrollo. Los nuevos paradigmas del desarrollo científico-tecnológico en el contexto del cambio de época. Red “Nuevo Paradigma” para la Innovación Institucional en América Latina. Servicio Internacional para la Investigación Agrícola Nacional (ISNAR).

<sup>2</sup>José de Souza Silva. Trabajo presentado para la I Conferencia Interamericana de Educación Agrícola Superior y Rural, organizada por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), realizada en Panamá, 16-19 de noviembre de 1999.

mecanicismo y validar sus implicaciones: reduccionismo, determinismo, linealidad y mono-causalidad. Junto con esta visión de mundo, se consolidó el pensamiento duro, donde los hechos cuantificables, capaces de ser traducidos al lenguaje matemático, pasaron a ser los únicos hechos relevantes. Con la Revolución Industrial, en la segunda mitad del siglo XVIII, esta visión de mundo se consolidó, y hasta hoy ha prevalecido sobre otras (Matos *et al.*, 2001) y ha influido en las más importantes decisiones de la humanidad en ese período.

Es por ello que desde el surgimiento de las ciencias agrícolas en el siglo XIX, sus métodos de estudio estuvieron influenciados por un enfoque atomístico, debido a la adopción del método reduccionista o mecanicista utilizado en las ciencias físicas y biológicas en aquel momento (sus unidades de estudio las constituían el átomo y la célula). Dicho enfoque se caracterizó por dividir un fenómeno en sus partes constitutivas, suponerlas independientes y considerar que la suma de estos estudios podía explicar el fenómeno como un todo; de este modo, los fenómenos se dividieron para su estudio en partes cada vez más pequeñas y cada una se asoció a una disciplina, dando lugar a una especialización extrema (Saravia, 1985; Pérez, 1996; Suárez, 2005).

El enfoque reduccionista dominó las ciencias en general, hasta la década del cuarenta del siglo XX, y contribuyó, de manera significativa, al progreso científico-técnico de la humanidad. Sin embargo, este método enfrentó disímiles dificultades para la explicación de muchos sistemas, incluidos los de producción agropecuaria. Esta situación es aún más crítica cuando se trabaja con sistemas campesinos, donde ha resultado imposible comprender la conducta global sin considerar de manera interrelacionada los componentes constituyentes y sus complejas interacciones (Venegas y Ciau, 1994).

En ese período surge el estudio de los sistemas militares e industriales, dando paso al empleo del enfoque de sistema o expansionista, el cual se interesa en las partes y sus interacciones como componentes de un todo. El pensamiento sistémico aparece formalmente alrededor de 1930, a partir de los planteamientos que desde el campo de la biología hizo Ludwig Von Bertalanffy, quien cuestionó la aplicación del método científico en los problemas de la Biología, debido a que éste se basaba en una visión mecanicista y causal, que lo hacía débil como esquema para la explicación de los grandes problemas que ocurren en los sistemas vivos.

Este cuestionamiento lo llevó a plantear un rediseño global en el paradigma intelectual para entender mejor el mundo que nos rodea, surgiendo formalmente el paradigma de sistemas. El pensamiento sistémico es integrador, tanto en el análisis de las situaciones como en las conclusiones que nacen a partir de ello, proponiendo soluciones en las cuales se tienen que considerar diversos elementos y relaciones que conforman la estructura de lo que se define como «sistema», así como también de todo aquello que conforma su entorno. La base filosófica que sustenta esta posición es el holismo (del griego holos = entero)<sup>3</sup>, según la cual el mundo es un sistema complejo y dinámico, con múltiples dimensiones y funciones interconectadas (espacial, temporal, ecológica, social, económica, política, institucional, ética, estética), y habitado por diversas entidades vivas interrelacionadas, entre ellas la especie humana organizada en sociedades (Salazar *et al.*, 2001). Sin embargo, sólo en la década del sesenta las ciencias agrícolas iniciaron la adopción del enfoque de sistema (Charlton y Thompson, 1970), cuando Bertalanffy (1968) lo desarrolló como teoría en relación con esas ciencias.

### *Reduccionismo y holismo en las ciencias agrícolas en Cuba*

En los años sesenta, como es conocido, el pueblo cubano se enfrascaba en una profunda lucha de clases, por un lado, y en la búsqueda de un nuevo modelo de sociedad, por otro, con el apoyo de los países socialistas europeos que desarrollaban un modelo de agricultura basado en el alto uso de insumos externos. Además, en el momento del salto cuantitativo de las ciencias agrícolas en Cuba, protagonizado por la triunfante Revolución, tomaba auge en todo el mundo la Revolución Verde. La relevancia que tomó esta revolución tecnológica de la agricultura mundial, radicó en que mostraba perspectivas muy prometedoras con respecto a la erradicación del hambre y la desnutrición en los países del Sur (López y López, citados por Griffon, 2008).

---

<sup>3</sup>Alvarado, T. *et al.* Teoría general de sistemas. Exposiciones Sección 5N3IS. Martes 19 de mayo de 2009. <http://teoriageneraldesistemasunefa.blogspot.com/2009/05/exposiciones-seccion-5n4is.html>. Consulta: 22-05-09.

Los resultados en cuanto al aumento de la productividad fueron, en principio, espectaculares. En México, el rendimiento del trigo (el primer cultivo beneficiado) aumentó desde 0,75 a 8 t/ha (López, 2005). Toda una generación de agrónomos del Sur comenzó a implementar masivamente las técnicas de la Revolución Verde en sus respectivos países (Griffon, 2008), entre ellos los agrónomos y los decisores de la política agrícola en Cuba.

Si a ello se suma la cultura de latifundio, monocultivo y agroexportación prevalecientes en el país en 1958 la burguesía agraria y su capa élite (la gran burguesía terrateniente) monopolizaban, con el 9,4% de los propietarios, el 73,4% de las tierras del país y un total de 13 corporaciones azucareras norteamericanas y 40 grandes ganaderos dominaban alrededor de 2,2 millones de ha; mientras que alrededor de cien mil campesinos estaban arrinconados en pequeñas parcelas, sin ser sus legítimos propietarios y generalmente insuficientes para garantizar la reproducción de la familia (Figuroa, 2006) – así como el atraso de las fuerzas productivas heredadas de la penetración capitalista en la agricultura de la primera mitad del siglo XX, era imposible, en la práctica social de aquel momento, adoptar un modelo de desarrollo agrícola con enfoque sistémico, que aunque estaba surgiendo en la teoría, era refutado por toda la propaganda referente a la Revolución Verde y sus primeros resultados en aquella etapa. Como plantean Salazar *et al.* (2001), la historia es relevante para la comprensión de los fenómenos.

De esta forma, con una visión mecánica del mundo que dominaba las ciencias, el modelo de desarrollo agrícola aplicado en Cuba con el surgimiento de la Revolución, priorizó los aspectos técnico-productivos (insumos y tecnología) por sobre los aspectos socioeconómicos, a lo cual se sumó el modelo racionalista (“fordista”) de gestión, cuya principal premisa es la separación entre el pensamiento y la acción y se rige por los dictámenes de la racionalización: eficiencia, predicción, cuantificación y control (Matos *et al.*, 2001), por lo que se utilizó, además, un sistema vertical y autoritario de dirección. Los aspectos sociales del desarrollo rural emprendido por la Revolución eran atendidos por otros organismos centrales, tales como los Ministerios de Educación y Salud. Se desarrollaron grandes programas agrícolas que incluían el desarrollo de la infraestructura comunitaria y de los servicios básicos, pero se adoptó una organización industrial (ocho horas de jornada laboral), los trabajadores agrícolas no tenían participación en las decisiones del proceso productivo, y todo ello condujo a un alto grado de urbanización del campo y a la descampesinización (Figuroa, 1998).

Asimismo, las organizaciones involucradas con el desarrollo agrícola, tales como el Sistema de Ciencia y Tecnología, el Ministerio de la Agricultura y el Sistema de Educación Agrícola, respondían de forma general al enfoque reduccionista. Era lógico, si se tiene en cuenta que estas instancias fueron creadas acorde con el modelo de desarrollo agrícola adoptado, con la Revolución Verde como paradigma y con el suministro de maquinaria y otros insumos agrícolas importados a precios preferenciales del campo socialista.

A pesar de ello, este modelo de desarrollo agrícola causó un gran impacto social positivo en un corto período de tiempo. La reorganización del proceso productivo, acompañada de programas de educación, salud e infraestructura, modificaron ostensiblemente la vida en el campo en la dimensión socio-cultural, política y económica del desarrollo.

En la dimensión socio-cultural se lograron cambios espectaculares en cuanto a la eliminación de la pobreza extrema y el analfabetismo; el establecimiento de redes eléctricas, viales, centros educacionales y de salud; la urbanización del entorno rural (creación de poblados con condiciones urbanas) y una considerable formación de capacidades que tributaron a la lógica de desarrollo mencionada, las cuales acercaron las condiciones de vida del campo a la ciudad, con la consecuente formación de un sujeto con aspiraciones ciudadanas.

En la dimensión política, de acuerdo con las características de la sociedad socialista que se iniciaba, la población rural se incorporó a la vida política del país, se crearon organizaciones de masas de la misma forma que en la ciudad. Un papel fundamental lo desempeñó la Federación de Mujeres Cubanas (FMC), que ayudó de forma contundente a la incorporación de la mujer campesina a la vida política, social y laboral, y la Asociación Nacional de Agricultores Pequeños (ANAP), que tuvo un importante papel en la organización del campesinado, entre otras. Durante todo este período el Estado mantuvo una alta presencia en las zonas rurales mediante los gobiernos locales y también a través de la creación de unidades productivas empresariales

estatales, que fueron predominantes hasta 1993, año en que se realiza una reorganización de la tenencia de la tierra. La política del Estado cubano respecto a las áreas rurales fue la transformación hacia formas de vida dignas, según el programa de la Revolución enunciado en La Historia me Absolverá<sup>4</sup>.

En lo económico, como consecuencia de las medidas aplicadas por el Gobierno Revolucionario encaminadas al logro del desarrollo rural, hubo un gran auge de la infraestructura física, las carreteras, las obras hidráulicas, la electricidad y las comunicaciones, así como un desarrollo agrícola basado en altos insumos técnicos y materiales, representativos de la Revolución Verde. Con la aplicación de la Reforma Agraria en los años 60, las empresas estatales, que ocupaban grandes extensiones, representaron la principal fuente de bienestar y empleo rural. La modernización agrícola tuvo como objetivos directos el incremento de la producción y de los rendimientos agrícolas y la humanización del trabajo. Sin embargo, este modelo de desarrollo comienza a dar signos de agotamiento a finales de los años setenta pasando a ser irrentable a partir de 1985 (Nova, 2008). Entre los principales problemas que presentaba se pueden citar:

- No se consideraron las variables de tipo sociocultural, la importancia de la participación de los propios productores y campesinos en las decisiones, ni la cultura campesina en relación con la tierra. Además, la clase campesina comienza a decrecer a causa del envejecimiento, la emigración a la ciudad y la proletarización ocasionada por las formas socialistas de producción.
- No se particularizaron las atenciones a las necesidades de cada localidad al no diferenciar sus características, ni las consecuencias que ha ocasionado en los ecosistemas la aplicación de las tecnologías intensivas.
- Se estableció un sistema de organización del trabajo similar al de la industria (ocho horas de trabajo y el mismo horario), contrario a la tradición campesina que adapta su horario a las condiciones climáticas y astrológicas, lo que afectó la productividad por trabajador y acertó cada vez más la jornada de trabajo real.
- Se estableció un sistema centralizado en la distribución de los recursos y la toma de decisiones, que atentó contra la iniciativa y creó una cultura de la espera en el sector y en el medio rural, en detrimento de la eficiencia.
- La subvaloración de las formas de vida y trabajo campesino y la creación de expectativas de vida superiores en otras ramas de la economía, produjo un éxodo hacia la ciudad que redujo la población del campo de 50 a 25% entre 1959 y 1989.
- La modernización agrícola acarrió el uso de tecnologías de altos insumos importados de la Unión Soviética que respondía a la Revolución Verde, las cuales a la larga dañaron los suelos y disminuyeron la biodiversidad en perjuicio del medio ambiente.<sup>5</sup>

Esta última situación se hace evidente con el derrumbe del campo socialista que dejó al descubierto la verdadera capacidad de producción de los ecosistemas cubanos, tanto en la ganadería como en los cultivos varios y la agricultura cañera. La falta de un enfoque integral en la planificación del desarrollo y el manejo inadecuado de los ecosistemas en el proceso de desarrollo rural, unido a la situación económica actual, se manifiestan de forma negativa en el bienestar de la familia rural y en el estancamiento de la economía rural,

---

<sup>4</sup>Castro, F. *La Historia me Absolverá*. Editorial Ciencias Sociales, La Habana, 2001.

<sup>5</sup>Los recursos naturales en Cuba han sufrido una intensa agresión, fundamentalmente durante la primera mitad del siglo pasado, por cuanto la deforestación, que se inició con la llegada de los españoles, se aceleró a partir de 1900, reduciendo la cubierta arbórea de 54% a 14% en el período 1900-1959. A partir de 1959, a pesar de todos los esfuerzos realizados, el área boscosa creció solamente en un 11% (González y García, 1998) y debe tenerse en cuenta que se deforestaron en ese tiempo muchas áreas en el llano para dedicarlas al monocultivo de pastizales, a cultivos varios y a la caña de azúcar, donde se aplicaron tecnologías convencionales de alto uso de maquinaria, fertilizantes y agrotóxicos. Todo ello ha causado que la desertificación haya alcanzado el 14% del territorio nacional, la salinidad el 53,8%, la erosión el 23,9%, y ambos factores el 14,5%. El 7,7% de la cubierta vegetal está en proceso de degradación. El 54% de las áreas tienen características potenciales de erosión, mientras que el 40% ya está erosionado en mayor o menor intensidad. El 4,11% de los suelos en Cuba tiene un pH inferior a 4 (Hernández *et al.*, 1994); 41% es de baja fertilidad y el 64% tiene insuficiente contenido de materia orgánica. A pesar de los esfuerzos realizados por el Estado en la construcción de embalses, la sequía ya es un azote para la agricultura cubana.

con un consiguiente y paulatino proceso de “desagriculturación” del sector agropecuario estatal provocado por la escasez de mano de obra, una notable migración laboral, la existencia de actividades productivas alternativas, las desventajas económicas de los trabajadores y la baja reproducción de la fuerza de trabajo, entre otras (Suset *et al.*, 1999).

Nova (2008) resumió un grupo de indicadores económicos globales, que ayudan a sintetizar cómo el desarrollo de las fuerzas productivas del sector agropecuario se encontraba detenido a finales de los años ochenta y principio de los noventa, donde el modelo agrícola industrial sustentado sobre altos insumos y con una gran dependencia externa mostraba signos de agotamiento y se requerían importantes transformaciones en las relaciones de producción del sector. Así, mientras el rendimiento de los fondos básicos disminuyó a 48%, se incrementó la inversión por peso producido a 143% y disminuye la productividad del trabajo a un 77% en 1989 respecto a 1976. Esto ocurrió en el 80% de las tierras que constituían fondos estatales en 1990, año en el cual solamente el 27% de las empresas eran rentables, según refiere el propio autor. Otros autores han abundado en los resultados de aquel modelo (Figueroa, 1998; Pérez *et al.*, 1999).

En la actualidad se hacen ingentes esfuerzos en las inversiones, las estructuras administrativas y la distribución de tierras ociosas, para el mejoramiento de la seguridad alimentaria, pero “las principales razones que han impulsado este cambio en las prácticas agrícolas son de índole económica (la escasez de capital y de insumos externos para continuar desarrollándose siguiendo el paradigma de la revolución verde), es decir, no han sido fomentadas por el deseo consciente de conservar el medio ambiente o desarrollar tecnologías sostenibles basadas en planteamientos científicos” (Funes Monzote *et al.*, 2009); mientras prevalece aún en la tecnoburocracia agrícola el pensamiento racionalista (reduccionista) y no se ha definido una política, que se refleje más allá del discurso, respecto al proceso de innovación en la esfera agropecuaria dirigida al “desarrollo de sistemas agrícolas sostenibles que combinan la factibilidad técnica, la viabilidad económica, la sustentabilidad ecológica y la aceptación social”, es decir la aplicación de un nuevo paradigma para el cambio, ya que “no es posible solucionar problemas con los mismos modelos mentales que los generaron” (op cit.), por lo cual es necesario cambiar nuestra visión de mundo. “Una visión de mundo es una ventana conceptual, mediante la cual percibimos e interpretamos el mundo, tanto para comprenderlo como para transformarlo” (Souza Silva *et al.*, 2001).

Las fórmulas y las recetas son apropiadas para la replicación o la reproducción de productos que no dependen de la historia ni del contexto, lo que no es el caso del desarrollo. Por incluir a las personas en su proceso, el desarrollo incluye valores, creencias, intereses, principios, hipótesis, premisas, teorías, aspiraciones, compromisos, contradicciones y, por lo tanto, no ocurre de forma idéntica en contextos diferentes. Al contrario, la complejidad y la diversidad son sus marcas registradas (Salazar *et al.*, 2001). Para profundizar en este aspecto se recomienda la consulta de la serie Innovación para la Sostenibilidad Institucional<sup>6</sup>.

### *El concepto de sistema*

El concepto de sistema más generalizado en la literatura es el enunciado en 1974 por Becht (citado por Hart, 1985): “Sistema es un aneglo de componentes físicos, un conjunto o colección de cosas, unidas o relacionadas de tal manera que forman y actúan como una unidad”; tiene una estructura que se relaciona con el número de los componentes, el tipo y el arreglo entre ellos, y una función relacionada con la forma en que actúa el sistema; se define en términos de los procesos que ocurren en el sistema al recibir entradas y emitir salidas.

### *Ecosistema*

Según Odum (1966), ‘ecosistema o sistema ecológico’ define una “unidad básica de la naturaleza compuesta por un conjunto de organismos (comunidad biótica) y el ambiente no viviente, cada uno influenciando las

---

<sup>6</sup>Publicado por el ISNAR - Proyecto “Nuevo Paradigma”, San José, Costa Rica, en colaboración con la Universidad Agrícola de Wageningen (Países Bajos), el Ministerio de Agricultura de Cuba (MINAG) y el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de Venezuela (INIA), con el apoyo financiero de COSUDE y el MINREX de los Países Bajos.

propiedades del otro y ambos necesarios para el mantenimiento de la vida tal como la tenemos sobre la tierra.”

La ley del “mínimo” de Liebig establece que la proporción de crecimiento es dependiente del nutrimento o de otras condiciones presentes en cantidad mínima, en términos de necesidad y disponibilidad. Cualquier condición que se aproxime o exceda al límite de tolerancia para el organismo o grupo en cuestión, es un factor limitante.

### *El agroecosistema*

Los agroecosistemas son sistemas ecológicos modificados por los seres humanos para producir alimentos, fibras y otros productos y servicios (Conway, 1987). Es un ecosistema donde el hombre toma decisiones para favorecer el crecimiento de unos organismos sobre otros, en función de satisfacer sus necesidades humanas. Las decisiones que se toman pueden favorecer el ecosistema o dañarlo, de manera que, en algún momento, uno u otro de sus componentes ponen un límite al crecimiento, según lo establece la mencionada ley de Liebig. Es importante destacar que un agroecosistema tiene entradas y salidas; estas últimas están en dependencia de su capacidad de producir en función del flujo de energía y materiales que circulan; asimismo los seres humanos son una parte inseparable del ecosistema, por lo que la satisfacción de sus necesidades también depende de su capacidad de producción (fig. 1).

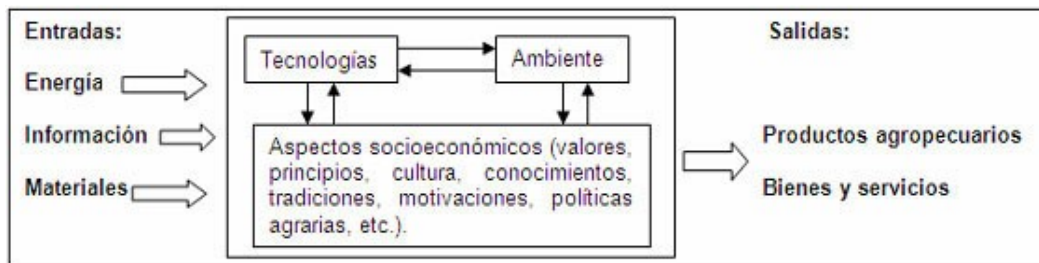


Fig. 1. Representación esquemática de un ecosistema agropecuario

Fig. 1. Schematic representation of a farming ecosystem.

Es importante señalar que como la energía circula sólo en una dirección, cualquier ineficiencia del hombre en su aprovechamiento (pérdidas) va en detrimento de la productividad del sistema. La energía está disponible para los agroecosistemas a través de dos fuentes fundamentales: la energía ecológica y la energía cultural (Gliessman, 2001). La energía ecológica es aquella proveniente directamente del sol y que interviene de manera constante a través de los organismos fotosintéticos en la producción de biomasa. La energía cultural es la proporcionada por los seres humanos para optimizar la producción de biomasa en los agroecosistemas. A su vez se identifican dos fuentes de energía cultural: la biológica y la industrial. La energía biológica puede ser de origen animal o humano, por ejemplo: trabajo animal o humano, estiércol o la energía de la biomasa. La energía industrial es la que proviene de fuentes no biológicas, como por ejemplo: la electricidad, la gasolina, el diesel, el gas natural, los fertilizantes y la maquinaria. El aspecto clave de los agroecosistemas está en cómo utilizar mejor la energía cultural para la conversión más eficiente de la energía ecológica en biomasa.

Como planteó Altieri (1990), la agricultura es esencialmente una actividad ambiental, un proceso de artificialización del ecosistema natural para canalizar la energía en forma de alimentos para las personas, lo cual se realiza modificando el medio ambiente mediante la adición de energía y recursos. Al diseñar los sistemas agropecuarios se artificializa el ecosistema con el objetivo de aprovechar muchos de sus atributos básicos y su funcionamiento, o sea, se redistribuyen las funciones y productos del medio ambiente natural, lo que en muchos casos exige un subsidio energético. La complejidad ambiental de la agricultura consiste en cómo especializar el ecosistema, interviniéndolo de tal forma que genere productos socialmente útiles, al mínimo costo ecológico posible (CEPAL/PNUMA, 1985). Varios centros de investigación en el país y relevantes científicos, han propuesto este tipo de sistema productivo sostenible (Averhoff y Figueroa, 1999; Monzote *et al.*, 1999; Simón, 2005; Funes-Monzote, 2008; Martín *et al.*, 2009); sin embargo, no existe una estrategia nacional en este sentido.

El primer problema de los empresarios y productores agrícolas en general, e incluso de muchos investigadores y decisores, es que no tienen implícito en su cultura que la empresa es un ecosistema, y que su eficiencia y eficacia dependen del proceso de circulación de la energía y de los materiales, así como de su sistema sociotécnico. Si un ecosistema no se maneja de manera que pueda mantener su capacidad de producir a través del tiempo, se plantea que ese tipo de manejo no es sostenible. La tecnología debe ser vista como un medio con fines sociales.

#### *La empresa agrícola vista como un ecosistema*

Una empresa es un sistema sociotécnico, compuesto de cierto número de subsistemas que se interrelacionan de diferentes formas y a distintos niveles de complejidad, y donde lo social y lo tecnológico tienen igualmente gran importancia. La empresa es la estructuración de las actividades humanas alrededor de distintas tecnologías, las cuales afectan el tipo de insumo requerido, la naturaleza de los procesos de transformación y los productos obtenidos. El subsistema social determina la efectividad y eficiencia de la utilización de la tecnología y está condicionado por el subsistema cultural; es allí donde se generan las interacciones entre las capacidades y las habilidades del individuo, sus valores, motivaciones y creencias, con las creencias, exigencias y metas de la organización (Gomez, 1995). Por ello Covey (1998) planteó que si se quieren cambios pequeños, se trabaja con la conducta; si se quieren cambios significativos, se debe trabajar en los paradigmas, considerando que una empresa agropecuaria (ej. finca, cooperativa, granja) se asienta en un ecosistema donde los empresarios toman las decisiones que afectan tanto a las personas que trabajan o viven en él, como a sus componentes naturales. Estas decisiones van a beneficiar o a perjudicar el ecosistema en función del nivel de conocimientos y conciencia ambiental, es decir el paradigma que tengan en mente los decisores.

Los ecosistemas de uso agropecuario en Cuba, a finales de los ochenta, estaban soportando niveles de productividad sólo posibles a causa del alto subsidio energético que se les suministraba, a través de recursos externos tales como los combustibles, el alimento animal, las maquinarias, los fertilizantes, etc. Al faltar estos recursos se evidenció la acción de la ley de Liebig, debido a que estos ecosistemas por sí mismos no podían sostener las necesidades de alimentos en cantidad y calidad correspondiente a la carga animal y su calidad racial, ni mantener la producción de biomasa. Los animales sobrantes murieron, las tierras fueron abandonadas por falta de otros recursos, la naturaleza comenzó su labor de restauración de los daños ambientales y grandes áreas se cubrieron de la planta heliófita efímera *Dichrostachys cinerea*, más conocida como marabú. No obstante, esta situación que mejora la sostenibilidad ambiental, perjudica la sostenibilidad económica de la empresa y, por tanto, la sostenibilidad social.

#### *¿Debemos regresar al viejo modelo de desarrollo agrícola cuando el país finalmente supere la crisis económica?*

Regresar al viejo modelo sería un suicidio, tanto económico como ecológico, por lo que es imprescindible adoptar un nuevo modelo para nuestra agricultura que, de hecho, ya ha dado resultados tangibles (Funes-Monzote, 2008). De acuerdo con lo planteado por De Souza Silva (1993), todo modelo de desarrollo necesita de una matriz institucional para implementarlo y cuando un nuevo modelo reemplaza al anterior, una nueva matriz institucional se gesta para implementarlo. Es en este momento cuando las instituciones del modelo anterior desaparecen, son cambiadas desde afuera o se transforman a sí mismas desde adentro, al percibir la necesidad de cambio para ser útiles al nuevo entorno.<sup>7</sup> Pero las instituciones no cambian, lo que cambia son las personas, partiendo de que el cambio social es una sucesión de diferencias en el tiempo en una entidad

---

<sup>7</sup> “Si las sociedades están redefiniendo varios de los fines que les interesan, se espera que sus organizaciones cambien para viabilizar los nuevos fines. Sin embargo, en este contexto los cambios que las sociedades esperan de sus organizaciones no son cambios comunes, son innovaciones profundas en su forma de pensar y actuar. En conclusión, las organizaciones están frente a un contexto en que para cambiar tendrán que innovar. Si las “reglas del juego” del desarrollo están cambiando, las organizaciones de desarrollo igualmente tendrán que transformar sus “reglas del juego”. De otra forma perderán sintonía con su contexto y, por lo tanto, perderán sostenibilidad institucional: no habrá correspondencia entre las reglas del juego del desarrollo del entorno y las reglas del juego de las organizaciones de desarrollo” (Salazar *et al.*, 2001).



persistente (Nisbet, 1979); existe un segundo problema limitante para el desarrollo de una nueva empresa agropecuaria: en general los técnicos y cuadros de la agricultura dedican muy poco tiempo a su capacitación, a pesar de que se conoce que en el mundo las empresas de éxito dedican hasta el 25-30 % de su presupuesto a la formación de los recursos humanos.

Esto implica, en primer lugar, la necesidad de un cambio de paradigma en el Ministerio de la Agricultura que abarque todo el sistema, desde la alta dirección hasta la empresa (cooperativa, granja, finca). La empresa agropecuaria debe cambiar sus métodos, prácticas y concepciones, no solo para adaptarse a las nuevas necesidades tecnológicas, sino también al nuevo modelo de desarrollo económico que se implanta en el país. Los estudios disponibles acerca del papel de las ciencias y la tecnología en la sociedad, son relevantes para una mejor comprensión.

Así, dos premisas se deben destacar en cualquier intervención en función del desarrollo rural: i) la necesidad de cambiar valores, conceptos, enfoques, modelos y paradigmas como principios orientadores para moldear la forma de pensar y actuar de los actores sociales, económicos, políticos e institucionales que aportan al proceso de desarrollo y a la conservación del patrimonio natural; y ii) la necesidad de priorizar el cambio relativo en las personas para que cambien las cosas como preconiza el enfoque contextual del desarrollo, y no el cambio de las cosas para cambiar a las personas, propias de los viejos sistemas de gestión y la ciencia positivista<sup>8</sup>.

Los resultados en cuanto a la sostenibilidad económica y social de las empresas agropecuarias dependerán de su capacidad para innovar, considerando este concepto tanto en el sentido de difusión y adopción de nuevas tecnologías más acordes con la situación económica y ambiental del país, como los cambios en los procesos productivos y los métodos de gestión, lo cual requiere la definición de políticas al respecto.

Callejón (1993) realizó una revisión sobre la innovación tecnológica y los sistemas productivos locales, la cual contiene un grupo de conceptos generales que contribuyen a explicar la situación de las empresas agrícolas cubanas respecto a su baja capacidad de innovación:

- La tecnología no es algo que puede asimilarse inmediatamente por cualquier empresa, sino que resulta de los procesos acumulativos de conocimiento, en los que intervienen los conocimientos específicos desarrollados por la empresa a lo largo de su experiencia productiva acumulada y además tienen gran importancia los procesos de aprendizaje.
- El proceso de innovación no es más que el proceso de adopción de técnicas preestablecidas y dominadas completamente; por tanto, la innovación no puede ser un proceso lineal desde la I+D, hasta la empresa, sino que es un proceso interactivo y complejo donde tiene gran influencia la experiencia empresarial. Las empresas buscan tecnologías o procesos cercanos a su acervo de conocimientos, por eso tienen que aprender a innovar.
- Las empresas se encuentran siempre limitadas en sus posibilidades innovadoras por lo que han hecho en el pasado, ya que su mejora y diversificación parte de su propia base de conocimientos.
- La capacidad de innovar está unida a la capacidad de aprender y es el principal resultado de la acumulación de capital humano.

Por otra parte, de acuerdo con lo planteado por Zimmermann (1998) a casi nadie le gusta un cambio si no comprende su finalidad y si no cree que le reditúa una ganancia en forma de reconocimiento, responsabilidad, poder o mejores condiciones de trabajo y de vida. Sin embargo, la resistencia es un fenómeno natural ligado al proceso de cambio. Para este autor “no hay cambio a fondo sin resistencia ya que ésta aparece como una sensación percibida por el propio sujeto; el cambio provoca inseguridad, pérdida de control y causa temor porque el futuro se ve incierto. Es una manifestación de la preocupación de que no se podrá dominar lo nuevo con la experiencia propia y con las estrategias de acción de que se dispone”.

---

<sup>8</sup>José de Souza Silva. Trabajo presentado en la “I Conferencia Interamericana de Educación Agrícola Superior y Rural”, organizada por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), realizada en Panamá, del 16-19 de noviembre de 1999.

Todo ello explica el alto nivel de resistencia a los cambios en la empresa agropecuaria y en el sistema de la agricultura en general, donde estos cambios han sido más en las estructuras administrativas que en la mentalidad de las personas. Para que haya cambios en las empresas agropecuarias tiene que cambiar la mente de los hombres y mujeres que conforman su subsistema social, mediante un fuerte proceso de aprendizaje. Algunos enfoques tradicionales presuponen que los cambios en las organizaciones provocan necesariamente cambios en los individuos; sin embargo, en la práctica no ocurre así, sino todo lo contrario: el cambio relativo en las personas provoca cambios en las organizaciones.

La agricultura cubana necesita, con toda urgencia, un cambio de paradigma que parta de una nueva visión del entorno empresarial y que considere el enfoque de sistema, teniendo en cuenta los aspectos socioeconómicos y ambientales de forma combinada (integral). Para ello será imprescindible enriquecer el acervo de conocimientos de técnicos y directivos, aprovechando, de una forma más eficaz, las oportunidades que brinda el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, así como la amplia red de centros del Sistema de Educación.

Teniendo en cuenta los aspectos antes analizados se considera oportuno realizar algunas propuestas que pueden ayudar al cambio de visión y también a la eficiencia:

- El Sistema de la Agricultura en Cuba debe instrumentar, desde la base y hasta el nivel nacional, la planificación estratégica participativa como instrumento de planificación y gestión del desarrollo de sus organizaciones; así como aplicar métodos sencillos y ágiles en las organizaciones de base (UBPC, CPA, CCS, UEB).
- La misión de las entidades debe tener al ser humano como centro de los objetivos de desarrollo, por lo cual deben atenderse de forma priorizada todos los aspectos que tienen que ver con el sistema productivo y que lo afecten directa o indirectamente. Se hace imprescindible un programa que permita el mejoramiento de las condiciones de vida y de trabajo, como una condición indispensable para el rescate de la fuerza necesaria en el medio rural y la vida social en el campo cubano; ello incluye necesariamente la valoración adecuada de los recursos naturales disponibles y su estado de conservación como garantía de la continuidad generacional.
- Lo anterior exige que las unidades productoras de base (UEB, UBPC, CPA, CCS) conciban la diversificación de la producción y la capacitación cultural, técnico-productiva y ambiental en todos los niveles de su accionar, como requisitos indispensables para lograr su desarrollo sostenible.
- El MINAGRI debería evaluar, al menos a escala piloto en cada provincia, la aplicación de la experiencia de la colaboración internacional para los proyectos de inversión y de transferencia de tecnologías que se ejecutan con fondos propios. Ello permitirá que el financiamiento disponible sea entregado a las unidades productivas (UEB, UBPC, CPA, CCS) sobre la base de un proyecto en el que se reflejen claramente los objetivos y los resultados a alcanzar en el orden económico\_ incluyendo cálculo de VAN (valor actual neto), TIR (tasa interna de retorno), períodos de recuperación de la inversión y relación beneficio costo”, así como los objetivos y los resultados sociales y ambientales, lo cual evitaría, además, el malgasto de los exiguos recursos disponibles.

#### **Referencias bibliográficas**

- Altieri, M. 1990. La relación entre agricultores y medio ambiente. Proyectos agrícolas en pequeña escala en armonía con el medio ambiente. CETAL, Ediciones Valparaíso, Chile.
- Averhoff, A. & Figueroa, V.M. 1999. Sostenibilidad y desarrollo. Su viabilidad en el modelo agropecuario. En: Participación y desarrollo agrícola en Cuba. Ediciones Universitarias. Universidad de La Habana, Cuba. p. 1
- Bertalanffy, L. von. 1968. General Systems Theory. George Braziller, New York. 295 p.
- Callejón, María. 1993. Innovación tecnológica y sistemas productivos locales. Cooperación entre empresas y sistemas productivos locales. IMPI, Madrid.

- CEPAL/PNUMA. 1985. Avances en la interpretación ambiental del desarrollo agrícola de América Latina. ONU, Santiago de Chile. 236 p.
- Charlton, N.P. & Thompson, S.C. 1970. Simulation of agriculture systems. *Agric. Econ.* 21:373
- Conway, R.E. 1987. The propertier of agroecosystem. *Agric. Systems.* 24:95
- Covey, S. 1998. Los Siete hábitos de las personas altamente efectivas. Editorial Paídos. Buenos Aires, Argentina. 379 p.
- De Sousa Silva, J. 1993. Instituciones públicas sustentables, estudios prospectivos para una construcción del futuro. *Revista Telebras.* 17 (57):57
- De Souza Silva, J. *et al.* 2001. La dimensión de estrategia en la construcción de la sostenibilidad institucional. Serie Innovación para la Sostenibilidad Institucional. San José, Costa Rica: Proyecto ISNAR “Nuevo Paradigma”.
- Figueroa, V.M. 1998. El nuevo modelo agrario en Cuba bajo los marcos de la reforma económica. En: UBPC: Desarrollo rural y participación. (Eds. Niurka Pérez, E. González y Miriam García). Universidad de La Habana, Cuba. p. 1-45
- Figueroa, V.M. 2006. Los campesinos en el proyecto social cubano. En: La Economía política de la construcción del socialismo. (Eds. Figueroa, V.M. *et al.*). <http://www.eumed.net/libros/2006b/vmfa/>. Consulta: 10/05/09
- Funes-Monzote, F.R. 2008. Farming like we're here to stay. The mixed farming alternative for Cuba. Wageningen University, The Netherlands. 211 p.
- Funes-Monzote, F.R. *et al.* 2009. Evidencias científicas sobre intensificación ecológica para la producción de alimentos en Cuba. Memorias. II Simposio Internacional “Extensionismo, transferencias de tecnologías, aspectos socioeconómicos y desarrollo agrario sostenible” Agrodesarrollo '09. Varadero, Cuba, p. 20
- Gliessman, S.R. 2001. *Agroecology: ecological processes in sustainable agriculture.* ERC Lewis Publishers. Boca Raton, USA
- Gómez, D. 1995. Gestión de la calidad. En: Gestión tecnológica y competitividad. Editorial Academia. La Habana, Cuba. p. 48
- González, Teresita & García, I. 1998. Cuba, su medio ambiente después de medio milenio. Editorial Científico-Técnica. La Habana. Cuba. 210 p.
- Griffon, D. 2008. Agricultura orgánica: la trampa presente en la sustitución de insumos. Biodiversidad en América Latina y el Caribe. <http://www.biodiversidadla.org/content/view/full/43274>. Consulta: 15/06/09.
- Hart, R. 1985. Conceptos básicos sobre agrosistemas. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 159 p.
- Hernández, A. *et al.* 1994. Soil science in Cuba and challenge of the Agenda 21. En: Volume 9: Supplement. 15º Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo. Acapulco, México. p. 421
- López, D. 2005. Agroecología y Revolución Verde. [Curso/www.wikilearning.com/articulo/agroecologia\\_y\\_revolucion\\_verde\\_discusion\\_y\\_conclusiones/17669-3](http://www.wikilearning.com/articulo/agroecologia_y_revolucion_verde_discusion_y_conclusiones/17669-3), extraído de <http://bah.ourproject.org/article=64>. Consulta: 25/05/2009.
- Martín, G.J. *et al.* 2009. Evolución del modelo de gestión positivista de la ciencia a un modelo de gestión contexto céntrico, en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Memorias. II Simposio Internacional “Extensionismo, transferencias de tecnologías, aspectos socioeconómicos y desarrollo agrario sostenible ” Agrodesarrollo '09. Varadero, Cuba. p. 52

- Matos, M. *et al.* 2001. La dimensión de gestión en la construcción de la sostenibilidad institucional. Serie Innovación para la Sostenibilidad Institucional. San José, Costa Rica: Proyecto ISNAR “Nuevo Paradigma”.
- Monzote, M. *et al.* 1999. Diseños para la integración ganadería-agricultura a pequeña y mediana escala. Reporte Final, Proyecto CITMA 0800058. La Habana, Cuba
- Nisbet, R. 1979. El problema del cambio social. En: El cambio social. Alianza Universitaria, Madrid. p. 12
- Nova, A. 2008. El Modelo de desarrollo agrícola cubano en el período 1959-1990. Cuba Siglo XXI. Economía. Número XC. Agosto 2008. <http://www.nodo50.org/cubasigloXXI/economia.htm>. Consultado: 10/05/09
- Odum, E.P. 1966. Ecología; estructura y función de la naturaleza. Los modernos principios del flujo de energía y ciclos biogeoquímicos.. Edición Revolución, La Habana. 201 p.
- Pérez, N. *et al.* 1999. Transformaciones en el agro cubano durante la década de los años '90. En: Cambios tecnológicos, sustentabilidad y participación. Ediciones Universitarias. Universidad de La Habana. p. 142.
- Pérez, R. 1996. Acerca de Minerva. Fondo de Cultura Económica. México, D.F. [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/40/htm/sec\\_2.html](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen1/ciencia2/40/htm/sec_2.html). Consulta: 22/05/09
- Salazar, L. *et al.* 2001. La dimensión de participación en la construcción de la sostenibilidad institucional. Serie Innovación para la Sostenibilidad Institucional. San José, Costa Rica: Proyecto ISNAR “Nuevo Paradigma”.
- Saravia, A. 1985. Un enfoque de sistema para el desarrollo agrícola. Editorial IICA. San José, Costa Rica
- Simón, L. (Ed.). 2005. El silvopastoreo: un nuevo concepto de pastizal. Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”, Matanzas, Cuba\_ Editorial Universitaria, Guatemala. 214 p.
- postgenómica. Ciencias. No. 79, julio-septiembre. [www.ejournal.unam.mx/cns/no79/CNS07906.pdf](http://www.ejournal.unam.mx/cns/no79/CNS07906.pdf). Consulta: 22/05/09
- Suset, A. *et al.* 1999. Algunas reflexiones sobre el proceso de transferencia de tecnologías en la ganadería cubana. Pastos y Forrajes. 22 (3):275
- Venegas, R. & Siau, G. 1994. Conceptos, principios y fundamentos para el diseño de sistemas sustentables de producción. Revista CLADES, No. 7. <http://www.clades.cl/revistas/7/rev7art3.htm>. Consulta: 21/05/09
- Zimmermann, A. 1998. Gestión de cambio organizacional. Caminos y herramientas. Ediciones Abya-Yala, Ecuador. 227 p.

Recibido el 15 de mayo de 2009

Aceptado el 10 de junio de 2009

## **From the reductionist approach to the system approach in Cuban agriculture: a necessary change of vision**

### **Abstract**

The transformations of world economy in recent years, characterized by instability in the price of food and fuels, have repercussion on Cuban economy, affected by the collapse of the socialist countries, the inviability of the implemented economic model, the devastating effect of hurricanes and the blockade by the United States; this has compelled to perform a process of changes in agriculture and other sectors of society, which should be accompanied by an intense preparation of people. It is necessary to “transform the people who change things, not the things to change people”<sup>1</sup> with the inclusion and consideration of an alternative that evaluates the improvement of the conditions of the rural communities associated to livestock production. In that sense, there is an urgent need to carry out actions aimed at influencing a change of paradigm in producers and managers, academics and researchers, which would allow to assimilate new direction and management methods of the productive process. For that, a new world vision is needed, in addition to a new mental model, changing values, concepts, approaches and models that support a new paradigm to shape the way of thinking and acting of the social, economic, political and institutional stakeholders related to the process of agriculture and economy development in the country. In this work the authors intend to approach the problems that limit the innovating capacity of the Cuban livestock production enterprise from a systemic perspective.

Key words: Alternative agriculture, system approach

### **Introduction**

The transformations of world economy in recent years, characterized by instability in the price of food and fuels, have repercussion on Cuban economy, (affected by the collapse of the socialist countries, the inviability of the implemented economic model, the devastating effect of hurricanes and the blockade by the United States) and have compelled a process of changes in agriculture and other sectors of society. These changes in agriculture began with adjustments in the land tenancy regime in 1993, which originated the creation of the Basic Units of Cooperative Production (UBPC) and other changes in the administrative and political structures which remain evolving until nowadays.

In addition to the problems caused by the world financial instability, alarming situations occur with the degradation of ecosystems, which is reflected on the reduction of crop yield and livestock production, and the perceptible decrease of the goods and services they provide for the population in general and particularly for the dwellers and workers of rural areas, who are the executors of the productive processes. Such scenario suggests the need to adopt a new approach for the livestock production activity, which gives priority to the restoration of natural resources and ecosystems where it is developed, the promotion of entrepreneurial economy and family management as essential element to reach the food sovereignty of the nation.

However, neither changes of administrative structures, nor policy changes in the high echelons of public administration regarding agriculture, nor technology development, will be enough to revert the current situation. The strategy to be followed should be accompanied, firstly, by an intense preparation of the persons that are going to carry it out. It is necessary to “transform the people who change things, not the things to change people”<sup>1</sup> with the inclusion and consideration of an alternative that evaluates the improvement of the situation of the rural communities associated to livestock production.

In this sense, there is an urgent need to carry out actions aimed at influencing a change of paradigm in producers and managers, academics and researchers, which would allow to assimilate new direction and management methods of the productive process. For that, a new world vision is needed, a new mental model, changing values, concepts, approaches and models that support a new paradigm to shape the way of thinking and acting of the social, economic, political and institutional stakeholders related to the process of agriculture and economy development<sup>2</sup> in the country.

In this work the authors intend to approach the problems that limit the innovating capacity of the Cuban livestock production enterprise, from a systemic perspective.

#### *The reductionist approach in agricultural sciences*

Together with the development of modern science in the 16th and 17th centuries, a mechanical vision of reality was established, within which the world began to be perceived through the metaphor of a machine. The conceptual framework of Galileo and Descartes, considered an objective reality ruled by exact mathematical laws, which was complemented with Newton's mechanics and the Christian theology, to legitimate mechanicism and validate its implications: reductionism, determinism, linearity and mono-causality. Together with this world vision, pure thought was consolidated, where the quantifiable facts, capable of being translated into mathematical language, became the only relevant facts. With Industrial Revolution, in the second half of the 18th century, this world vision was consolidated, and it has prevailed over others until now (Matos *et al.*, 2001) and has influenced the most important decisions of mankind in that period.

That is why, since the emergence of agricultural sciences in the 19th century, its methods of study were influenced by an atomistic approach, due to the adoption of the reductionist or mechanistic method used in physical and biological sciences at that time (its study units were the atom and cell). Such approach was characterized by dividing a phenomenon into its constituting parts, supposing them to be independent and considering that the sum of these studies could explain the phenomenon as a whole; thus, phenomena were divided into increasingly smaller parts for their study and each part was associated to a discipline, originating extreme specialization (Saravia, 1985; Pérez, 1996; Suárez, 2005).

The reductionist approach dominated sciences in general until the 40's in the 20th century, and contributed, significantly, to the scientific-technical progress of mankind. Nevertheless, this method faced different difficulties for the explanation of many systems, including those of livestock production. This situation is even more critical when working with farmer systems, where it has been impossible to understand the global behavior without considering in an interrelated way the constituting components and their complex interactions (Venegas and Ciau, 1994).

In this period, the study of military and industrial systems emerges, giving way to the use of the system or expansionist approach, which is interested in the parts and their interactions as components of a whole. The systemic thought appears formally around 1930, from the statements made in the field of biology by Ludwig Von Bertalanffy, who questioned the application of the scientific method in the problems of Biology, because it was based on a mechanistic and causal vision, which made it weak as scheme for the explanation of the great problems that occur in living systems.

This questioning led him to present a global redesign in the intellectual paradigm to understand better the world that surround us, formally emerging the system paradigm. The systemic thought is integrating, in the analysis of situations, as well as in the conclusions that emerge from them, proposing solutions in which different elements and relationships that form the structure of what is defined as «system» and of all that conforming its surroundings, should be considered. The philosophical basis that supports this position is holism (from the Greek *holos* = whole)<sup>3</sup>, according to which the world is a complex and dynamic system, with multiple dimensions and interconnected functions (spatial, temporal, ecological, social, economic, political, institutional, ethical and aesthetic), and inhabited by different interrelated living entities, among them the human species organized in societies (Salazar *et al.*, 2001). However, only in the 60's did the agricultural sciences begin the adoption of the system approach (Charlton and Thompson, 1970), when Bertalanffy (1968) developed it as a theory regarding those sciences.

#### *Reductionism and holism in Cuban agricultural sciences*

In the sixties, as it is known, the Cuban people was involved in a profound class struggle, on the one hand, and the search for a new model of society, on the other hand, with the support of the European socialist countries that developed a model of agriculture based on high external input use. In addition, at the moment of the quantitative leap of agricultural sciences in Cuba, performed by the triumphant Revolution, the Green

Revolution was booming throughout the world. The relevance taken by that technological revolution of world agriculture lied on the fact that it showed highly promising perspectives regarding the eradication of hunger and malnutrition in Southern countries (López and López, cited by Griffon, 2008).

The results regarding the increase of productivity were, in principle, spectacular. In Mexico, the yield of wheat (the first benefitted crop) increased from 0,75 t/ha to 8 t/ha (López, 2005). A whole generation of agronomists from the South began to massively implement the techniques of the Green Revolution in their respective countries (Griffon, 2008), among them agronomists and decision-makers of agricultural policy in Cuba. Adding to this the latifundium, monocropping and agroexporting culture prevailing in the country – in 1958 the agricultural bourgeoisie and its elite layer, the large landowning bourgeoisie, monopolized, with 9,4% of the owners, 73,4% of the lands in the country and a total of 13 American sugarcane corporations and 40 cattle owners dominated about 2,2 million ha; while around one hundred thousand farmers were cornered in small plots, without being their legitimate owners and generally insufficient to guarantee the reproduction of the family (Figuroa, 2006) – as well as the backwardness of the productive forces inherited from the capitalist penetration in agriculture during the first half of the 20th century, it was impossible, in the social practice of that moment, to adopt a model of agricultural development with systemic approach, which although emerging in theory was refuted by all the propaganda concerning the Green Revolution and its first results at that time. As stated by Salazar *et al.* (2001), history is relevant to understand the facts.

Thus, with a mechanical vision of the world dominating sciences, the agricultural model applied in Cuba after the Revolution, gave priority to the technical-productive aspects (inputs and technology) over the socioeconomic aspects, in addition to the rationalist model (“Fordist”) of management, which main premise is the separation between thought and action and it is ruled by the norms of rationalization: efficiency, prediction, quantification and control (Matos *et al.*, 2001), for which a vertical and authoritative management system was also used. The social aspects of the rural development undertaken by the Revolution were taken care of by other central organizations, such as the Ministries of Education and Health. Large agricultural programs were implemented including the development of community and basic service infrastructure, but an industrial organization was adopted (eight working hours per day), the agricultural workers did not participate in the decisions of the productive process, which led to a high degree of urbanization in the countryside and de-farming (Figuroa, 1998).

Likewise, the organizations involved in agricultural development, such as the System of Science and Technology, the Ministry of Agriculture and the System of Agricultural Education, responded in general to the reductionist approach. It was logical, if it is considered that these organizations were created according to the adopted model of agricultural development, with the Green Revolution as paradigm and the supply of machinery and other agricultural inputs imported at preferential prices from socialist countries.

Nevertheless, this agricultural development model caused a high positive social impact in a short period of time. The reorganization of the productive process, accompanied by education, health and infrastructure programs, remarkably modified life in the countryside in the socio-cultural, political and economic dimension of development.

In the socio-cultural dimension, spectacular changes were achieved regarding the elimination of extreme poverty and illiteracy; the establishment of electrical networks, roads, educational and health centers; the urbanization of rural areas (creation of towns with urban conditions) and considerable capacity-building that contributed to the above-mentioned development logic, which approached the living conditions of the countryside to the city, with the subsequent formation of a subject with city aspirations.

In the political dimension, according to the characteristics of the emerging socialist society, the rural population was incorporated to the political life of the country; mass organizations were created in the same way as in the city. A main role was played by the Federation of Cuban Women (FMC), which helped strongly in the incorporation of farmer women to the political, social and working life and the National Association of Small Farmers (ANAP), which had an important role in the organization of farmers, among others. Throughout that period, the State maintained a high presence in rural areas by means of local governments and also through the creation of state entrepreneurial productive units, which were predominant until 1993,

when a reorganization of land tenancy occurs. The policy of the Cuban State regarding rural areas was the transformation towards dignified ways of life, according to the Revolution program announced in *La Historia me Absolverá* (Fidel Castro's allegation of defense)<sup>4</sup>.

In the economic aspect, as consequence of the measures applied by the Revolutionary Government aimed at achieving rural development, there was a boom in physical infrastructure, roads, hydraulic works, electricity and communications, as well as agricultural development based on high technical and material inputs, representative of the Green Revolution. With the application of the Agrarian Reform in the 60's, the state enterprises, which occupied large extensions, represented the main source of rural welfare and employment. The direct objectives of agricultural modernization were the increase of production and agricultural yields and the humanization of work. However, this development model begins to show signs of depletion by the end of the seventies, being cost-ineffective since 1985 (Nova, 2008). Among its main problems are:

- The sociocultural values, the importance of the participation of producers and farmers in decision-making and the farmer culture regarding land were not considered. In addition, the farmer class begins to decrease due to ageing, emigration to the city and the proletarianization caused by the socialist forms of production.
- The needs of each community were not particularly attended, not differentiating their characteristics or the consequences caused in ecosystems by the application of intensive technologies.
- A work organization system was established similar to that of industry (eight working hours and the same schedule), contrary to the farmers' tradition that adapts their schedule to climatic and astrological conditions, which affected productivity per worker and increasingly shortened the real working hours.
- A centralized system was established in resource distribution and decision-making, which attempted against initiative and created a culture of waiting in the sector and rural areas, in detriment of efficiency.
- The undervaluation of the farmers' way of life and work and the creation of higher life expectations in other branches of economy produced an exodus towards the city that reduced the population in the countryside from 50 to 25% between 1959 and 1989.
- Agricultural modernization brought about the use of high input technologies imported from the Soviet Union, responding to the Green Revolution, which in the long term damaged the soils and decreased biodiversity, harming the environment.<sup>5</sup>

This last situation becomes evident with the collapse of the socialist countries which showed the real production capacity of Cuban ecosystems, in livestock production, as well as in mixed crops and sugarcane agriculture. The lack of an integral approach in development planning and the inadequate management of ecosystems in the rural development process, together with the current economic situation, are negatively reflected on the rural family's welfare and the stagnation of rural economy, with a subsequent and progressive process of "de-agriculturation" of the state farming sector caused by the scarcity of labor, a remarkable labor migration, the existence of alternative productive activities, the economic disadvantages of workers and the low reproduction of the labor force, among others (Suset *et al.*, 1999).

Nova (2008) summarized a group of global economic indicators, which help to synthesize how the development of the productive forces in the farming sector was detained by the late eighties and early nineties, when the industrial agricultural model based on high inputs and with high external dependence showed signs of depletion and important transformations were required in the production relationships of the sector. Thus, while the yield of the basic stock decreased to 48%, the investment per peso produced increased to 143% and the work productivity decreased to 77% in 1989 as compared to 1976. This occurred in 80% of the lands that constituted state stock in 1990, year in which only 27% of the enterprises were cost-effective, according to this author. Other authors have further explained the results of that model (Figueroa, 1998; Pérez *et al.*, 1999).



Nowadays, great efforts are made in investments, administrative structures and distribution of unused lands, for the improvement of food security, but “the main reasons that have encouraged this change in agricultural practices are economic (scarcity of capital and external inputs to continue developing following the green revolution paradigm), that is, they have not been promoted by the conscious desire to preserve the environment or develop sustainable technologies based on scientific approaches” (Funes Monzote *et al.*, 2009); while in the agricultural techno-bureaucracy the rationalist (reductionist) thought still prevails and a policy has not been defined, which is reflected beyond speech, regarding the innovation process in farming aiming at “the development of sustainable agricultural systems that combine technical feasibility, economic viability, ecological sustainability and social acceptance”, that is, the application of a new paradigm for change, because, “it is not possible to solve problems with the same mental models that generated them” (op cit.), for which it is necessary to change our world vision. “A world vision is like a conceptual window, by means of which we perceive and interpret the world, to understand it as well as to transform it” (de Souza Silva *et al.*, 2001).

Formulas and recipes are appropriate for the replication or reproduction of products that do not depend on history or context, which is not the case of development. By including people in its process, development includes values, beliefs, interests, principles, hypotheses, premises, theories, aspirations, commitments, contradictions and thus, it does not occur identically in different contexts. On the contrary, complexity and diversity are its trademarks (Salazar *et al.*, 2001). To further study this aspect, to consult the series Innovación para la Sostenibilidad Institucional<sup>6</sup> is recommended.

#### *The concept of system*

The most generalized concept of system in literature is the one stated in 1974 by Becht (cited by Hart, 1985): “System is an arrangement of physical components, a set or selection of things, joint or related in such a way that they form and act as a unit”; it has a structure that is related to the number of components, type and arrangement among them, and a function related to the way in which the system acts; it is defined in terms of the processes that occur in the system when receiving inputs and producing outputs.

#### *Ecosystem*

According to Odum (1966), ‘ecosystem or ecological system’ defines a “basic unit of nature composed by a set of organisms (biotic community) and the non living environment, each one influencing the properties of the other and both necessary for the maintenance of life as we have it on Earth.”

Liebig’s “minimum” law establishes that the proportion of growth is dependent on the nutrient or other conditions present in minimum quantity, in terms of need and availability. Any condition that approaches or exceeds the tolerance limit for the organism or group is a limiting factor.

#### *The agroecosystem*

Agroecosystems are ecological systems modified by human beings to produce food, fibers and other products and services (Conway, 1987). It is an ecosystem where men make decisions to favor the growth of some organisms over others, in function of satisfying human needs. The decisions made can favor the ecosystem or damage it, so that, at any moment, one or another of its components place a limit to growth, according to the above-mentioned Liebig’s law. It is important to emphasize that an agroecosystem has inputs and outputs; the latter depend on its capacity of producing regarding the flow of energy and materials that circulate; likewise, human beings are an inseparable part of the ecosystem, for which the satisfaction of their needs also depends on its production capacity (fig. 1).

It is important to state that as energy circulates in only one direction, any inefficiency of man in its utilization (losses) is detrimental for the productivity of the system. Energy is available for agroecosystems through two main sources: ecological energy and cultural energy (Gliessman, 2001). Ecological energy is the one obtained directly from the sun and which participates constantly through photosynthetic organisms in biomass production. Cultural energy is the one provided by human beings to optimize biomass production in agroecosystems. In turn, two sources of cultural energy are identified: biological and industrial. Biological

energy can be from animal or human origin, for example: animal or human labor, manure or biomass energy. Industrial energy is the one originated from non biological sources, for example: electricity, gasoline, diesel, natural gas, fertilizers and machinery. The key aspect of agroecosystems is in the way cultural energy is best utilized for the most efficient conversion of ecological energy into biomass.

According to Altieri (1990), agriculture is essentially an environmental activity, a process of artificialization of the natural ecosystem to channel energy as food for people, which is done modifying the environment by means of the addition of energy and resources. When designing farming systems the ecosystem is artificialized with the objective of utilizing many of its basic attributes and their functioning, that is, the functions and products of the natural environment are redistributed, which in many cases demands an energy subsidy. The environmental complexity of agriculture consists in how to specialize the ecosystem, intervening it so that it generates socially useful products, with the minimum possible ecological cost (CEPAL/PNUMA, 1985). Several research centers in the country and relevant scientists, have proposed this type of sustainable productive system (Averhoff and Figueroa, 1999; Monzote et al, 1999; Simón, 2005; Funes Monzote, 2008; Martín *et al.*, 2009); however, there is not a national strategy in this sense. The first problem of agricultural entrepreneurs and producers in general, and even of many researchers and decision-makers, is that they do not have implicit in their culture that the enterprise is an ecosystem, and that its efficiency and efficacy depend on the process of energy and material circulation, as well as on its socio-technical system. If an ecosystem is not managed so that it can maintain its production capacity in time, this type of management is said to be unsustainable. Technology should be seen as a means with social purposes.

#### *The agricultural enterprise seen as an ecosystem*

An enterprise is a socio-technical system, composed by a certain number of subsystems that interrelate in different ways and at different complexity levels, and where the social and technological aspects have equally high importance. The enterprise is the structuration of human activities around different technologies, which affect the type of input required, the nature of transformation processes and the obtained products. The social subsystem determines the effectiveness and efficiency of the technology utilization and it is conditioned by the cultural subsystem; it is there where the interactions among the capacities and abilities of the individual, his/her values, motivations and beliefs, with the beliefs, demands and goals of the organization are generated (Gomez, 1995). For such reason, Covey (1998) stated that if small changes are wanted, work is done with the behavior; if significant changes are wanted, work must be done with paradigms, considering that a livestock production enterprise (e.g. farm, cooperative, state farm) is settled on an ecosystem where entrepreneurs make decisions that affect the people that work or live in it, as well as its natural components. These decisions are going to benefit or damage the ecosystem regarding the level of knowledge and environmental awareness, that is, the paradigm the decision-makers have in mind.

The livestock production ecosystems in Cuba, by the end of the eighties, were supporting productivity levels only possible due to the high energy subsidy that was supplied to them, through external resources such as fuels, feed, machinery, fertilizers, etc. When these resources went missing, the action of Liebig's law was shown, because these ecosystems by themselves could not sustain the food needs in quantity and quality corresponding to the stocking rate and breed quality, or maintain the biomass production. The exceeding animals died, the lands were abandoned for the lack of other resources, nature began its restoration work of the environmental damage and large areas were covered by the ephemeral heliophilous plant *Dichrostachys cinerea*. Nevertheless, this situation that improves the environmental sustainability, damages the economic sustainability of the enterprise and, thus, social sustainability.

#### *Should we go back to the old model of agricultural development when the country finally overcomes the economic crisis?*

Returning to the old model would be suicide, economic as well as ecological for which it is essential to adopt a new model for our agriculture which, in fact, has already provided tangible results (Funes-Monzote, 2008). According to De Souza Silva (1993), every development model needs an institutional matrix to be implemented and when a new model replaces the previous one, a new institutional matrix is managed to implement it. It is at that moment when the institutions of the previous model disappear, are changed from the

outside or transform themselves from within, perceiving the need to change in order to be useful to the new surroundings<sup>7</sup>. But institutions do not change, people do change, based on the fact that the social change is a succession of differences in time in a persisting entity (Nisbet, 1979); there is a second limiting problem for the development of a new livestock production enterprise: in general, agriculture technicians and managers dedicate very little time to their training, although it is known that throughout the world successful enterprises dedicate up to 25-30% of their budget to the preparation of human resources.

This implies, firstly, the need for a paradigm change in the Ministry of Agriculture that comprises the whole system, from the top management to the enterprise (cooperative unit, state farm, farm). The livestock production enterprise should change its methods, practices and conceptions, in order to be adapted not only to the new technological needs, but also to the new economic development model that is being implemented in the country. The available studies regarding the role of science and technology in society are relevant for a better understanding.

Thus, two premises should be emphasized in any intervention regarding rural development: i) the need to change values, concepts, approaches, models and paradigms as leading principles to shape the way of thinking and acting of the social, economic, political and institutional stakeholders that contribute to the development process and the conservation of the natural patrimony; and ii) the need to give priority to the relative change in the people to transform things as claimed by the contextual approach of development, and not the change of things to transform people, as stated by the old management systems and positivist science<sup>8</sup>.

The results regarding the economic and social sustainability of livestock production enterprises will depend on their capacity to innovate, considering this concept in the sense of the diffusion and adoption of new technologies more in accordance with the economic and environmental situation of the country, as well as the changes in productive processes and management methods, which requires the definition of respective policies.

Callejón (1993) made a review about technological innovation and local productive systems, which contains a group of general concepts that contribute to explain the situation of Cuban agricultural enterprises regarding their low innovation capacity:

- Technology is not something that can be immediately assimilated by any enterprise, instead, it results from cumulative knowledge processes, in which the specific knowledge developed by the enterprise alongside its accumulated productive experience intervenes and learning processes are also very important.
- The innovation process is the adoption process of pre-established and completely dominated techniques; hence, innovation can not be a lineal process from R + D to the enterprise, but it is an interactive and complex process where entrepreneurial experience has great influence. The enterprises look for technologies or processes close to their knowledge patrimony; that is why they need to learn to innovate.
- The enterprises are always limited in their innovating possibilities by what they have done in the past, because their improvement and diversification derive from their own knowledge basis.
- The innovation capacity is linked to the learning capacity and it is the main result of the accumulation of human capital.

On the other hand, according to Zimmermann (1998) almost no one likes a change without understanding its purpose and without believing it will grant some gain in the form of acknowledgement, responsibility, power or better living and working conditions. However, resistance is a natural phenomenon related to the process of change. For this author «there is no deep change without resistance, because it appears as a sensation perceived by the subject; change causes insecurity, loss of control and it causes fear because the future looks uncertain. It is a manifestation of the concern for not being able to dominate the new with the proper experience and the available action strategies».

All this explains the high level of resistance to changes in the livestock production enterprise and in the agriculture system in general, where these changes have occurred in the management structures rather than the mentality of people. For changes to occur in livestock production enterprises, the mind of the men and women that form their social subsystem must change, by means of a strong learning process. Some traditional approaches presuppose that the changes in organizations necessarily cause changes in the individuals; however, in practice it is not like that, on the contrary: relative change in people leads to changes in the organizations.

Cuban agriculture needs, urgently, a paradigm change that emerges from a new vision of the entrepreneurial environment and which considers the system approach, taking into account the socioeconomic aspects in a combined (integral) way. For such purpose it will be essential to enrich the knowledge of technicians and management staff, utilizing, more efficaciously, the opportunities provided by the National System of Science, Technology and Innovation, as well as the wide network of centers from the Education System.

- Taking into consideration the above-analyzed aspects, it is opportune to make some proposals that can contribute to the change of vision and also to efficiency:
- The Agriculture System in Cuba should implement from the base and to national level, the participatory strategic planning as instrument for the planning and management of the development of its organizations; as well as apply simple and quick methods in the base organizations (UBPC, CPA, CCS, UEB).
- The mission of the entities must have the human being as center of the development objectives, for which priority must be given to all the aspects related to the productive system and which affect it directly or indirectly. A program that allows the improvement of the living and working conditions becomes essential, as an indispensable condition for the rescue of the necessary force in rural areas and social life in the Cuban countryside; it necessarily includes the adequate evaluation of the available natural resources and their conservation status as warranty of generational continuity.
- The above – explained demands that the base production units (UEB, UBPC, CPA, CCS) conceive production diversification and cultural technical – productive and environmental training in all their action levels, as essential requisites to achieve their sustainable development.
- The Ministry of Agriculture should evaluate, at least at pilot scale in each province, the application of the experience of international collaboration for the investment and technology transference projects that are executed with proper funds. This will allow the available financing to be delivered to the productive units (UEB, UBPC, CPA, CCS) based on a project in which the objectives and results to be attained in the economic order are clearly reflected – including calculation of NCV (net current value), IRR (internal return rate), investment recovery periods and benefit – cost relationship -, as well as the social and environmental objectives and results, which would also avoid the waste of the meager available resources.