

SUSTENTABILIDAD DE LA AGRICULTURA: CONCEPTOS UNIFICADORES.

AGRICULTURAL SUSTAINABILITY: UNIFYING CONCEPTS

Juan Gastó¹, René Montalba², Lorena Viel¹

¹Pontificia Universidad Católica de Chile. Av. Vicuña Mackenna 4860, Macul, Santiago de Chile. jgasto@uc.cl, lviei@uc.cl

²Universidad de la Frontera. Fransisco Salazar 01145, Temuco. mrene@ufro.cl

Conservación y sustentabilidad

La conservación ha sido definida como el mantener vivo y sin daño, pérdida, decaimiento o desperdicio la permanencia de una cosa o fenómeno, lo cual puede incluir a las costumbres y virtudes, y continuar con la práctica de ellos (DRA, 1984; Webster, 1989). El concepto incluye la supervisión oficial de la naturaleza como un todo y de sus diversos componentes tales como suelos, fauna silvestre, cobertura vegetal, ríos, bosques y praderas, lo cual se lleva a cabo por los conservacionistas, los gestores del territorio y la naturaleza y por las demás instituciones que realizan estas funciones (Colegio de Postgraduados, 1991; Suarez, 2007).

El término y concepto de conservación se introduce formalmente en el mundo occidental cuando los *conservators* británicos de la India arribaron en 1907 a los Estados Unidos y quedaron impactados por la degradación de los recursos naturales lo cual impulsó el cambio conceptual desde “economía de los recursos naturales” a lo territorial, acuñándose e institucionalizándose el concepto de “conservación” de recursos naturales en general.

La antítesis de la conservación fue la desertificación, concepto desarrollado inicialmente por Aubreville (1949) y Kassas (1970) con posteriores definiciones de Dregne (1987). En lo sustantivo, refleja la relación entre el efecto combinado de las actividades del hombre sobre el territorio y las condiciones ambientales del fenómeno de tal manera que generan un agotamiento progresivo de su entorno normal hasta una degradación considerable a causa de su intervención y gestión (Glantz y Orlovsky, 1983). Todo esto contribuyó a la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Desertificación organizada por FAO, UNESCO y OMM definiéndose como la

intensificación o extensión del deterioro, especialmente en ambientes pluviales marginales; proceso que concluye a la reducción del potencial productivo con la consiguiente disminución de la biomasa, de la capacidad de explotación de la tierra, del rendimiento de los cultivos y del bienestar humano, lo cual concluye en lo que los romanos denominaban *agri deserti*. Ello ocurre cuando los procesos de uso y artificialización de la tierra no consideran prácticas agrícolas que permitan conservar el estado ideal de los componentes más valiosos del ecotopo y de la biocenosis (Gastó, 1993).

La etapa siguiente debió ser la incorporación formal y sistemática del hombre, organizado social, cultural, laboral y políticamente como actor, desencadenador y afectado por estos dos procesos antagónicos de conservación y desertificación, y de la incorporación de la tecnología y economía al medioambiente como un todo. Es así como se gesta una primera conferencia tendiente a evolucionar desde la conservación a la sustentabilidad, para luego llegar a su aceptación formal en la Conferencia de las Naciones Unidas de Estocolmo en 1972. En ella se plantea que el medio ambiente no debe ser concebido solamente con sentido físico-natural sino que como una interacción entre el sistema natural y el social, además del medio construido y del sociocultural. Se indica además, que las sociedades avanzadas se percatan que existe un solo mundo en el cual la pobreza es la causa fundamental del deterioro de los recursos naturales, lo cual se contradice con argumentos que fundamentan este deterioro en el modelo económico y político imperante y de la existencia de límites ecológicos del planeta.

El modelo de crecimiento económico ilimitado comienza a cuestionarse en el estudio del MIT (Meadows et al., 1972) sobre los límites del crecimiento que plantea las restricciones físicas del planeta en relación a la población humana, crecimiento económico ilimitado, producción de alimentos, industrialización, recursos no renovables, y contaminación. Ello se complementa con el trabajo de “Food Production and Energy Crisis” (Pimentel et al., 1973) como respuesta a la primera crisis energética y con una serie de importantes trabajos como el de Mesarovic y Pestel (1975) y el equipo dirigido por Barney (1982), los cuales destacan en el proceso de construcción del denominado “desarrollo sustentable” (Alonso y Sevilla, 1995). Como resultante de lo anterior la CMMD (1992), conocida como Comisión Bruntland, en 1987 define formalmente el desarrollo sustentable como aquel que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades; lo

cual implica que existen tanto necesidades de la población como limitantes ambientales para satisfacerlas. La transformación de la economía y de la sociedad genera un aumento de la productividad y de la igualdad de oportunidades para todos (CMMMD, 1992). Es en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo de Río 92 donde se afianza y se acuerda llevar a la práctica las conclusiones de la Comisión Bruntland. Ningún país puede desarrollarse distanciándose de los demás, por lo cual se requiere una nueva orientación de las relaciones internacionales (Alonso y Sevilla, 1995).

La sustentabilidad, por lo tanto, se diferencia de la conservación de recursos naturales en que además incorpora en forma más específica algunas de las siguientes dimensiones: (a) conservación de las funciones y capacidad productiva ecosistémica (b) conservación de la producción de beneficios económicos, (c) conservación del ciclo hidrológico, (d) conservación del suelo, (e) conservación y desarrollo de la biodiversidad, (f) conservación y desarrollo de la calidad del paisaje, (g) conservación y desarrollo del balance de carbono, (h) diversificación de productos, (i) satisfacción de necesidades humanas, (j) desarrollo en armonía con comunidades locales, (k) distribución justa y equitativa de los beneficios entre los actores y entre las naciones y finalmente (l) derechos de los pueblos originarios (Erlwein, Lara y Pradenas, 2007; Altieri, 1999; Montalba, 2005; Lele, 1991; Lawrence, 1997).

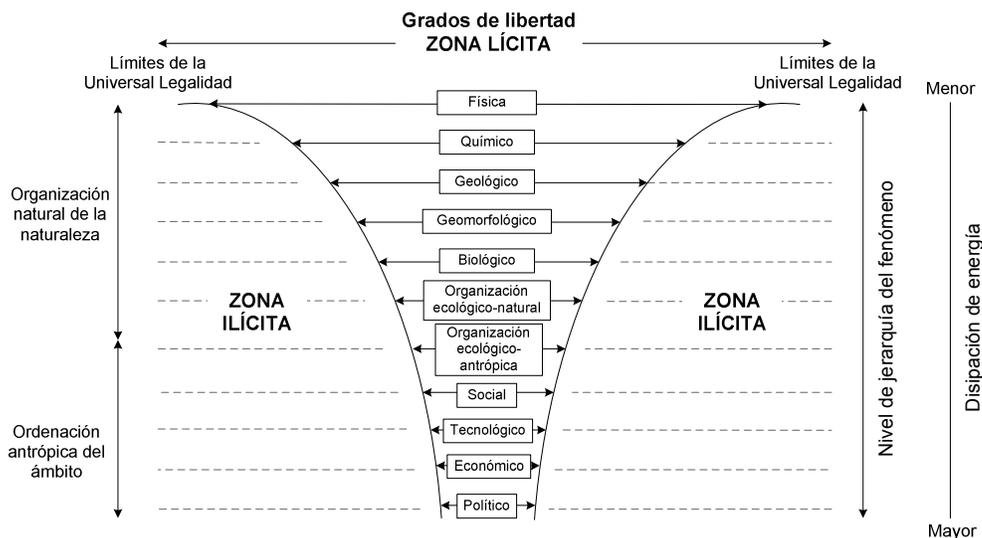
Aproximación jerárquica en la toma de decisiones

La teoría jerárquica es una expresión dialéctica de la Teoría General de Sistemas, que surge en parte como un movimiento hacia una ciencia general de la complejidad, que se aplica en todos niveles de organización y escalas de trabajo. Su énfasis está altamente centralizado en la observación del sistema, cuyas raíces se centran en el químico Prigogine, el psicólogo Piaget y el economista Herbert Simon. La jerarquía es un sistema interconectado en varios grados de comportamiento, desde donde los niveles superiores controlan a los inferiores, en función de las constantes de tiempo y espacio (Allen y Star, 1982; Haber, 1990). Ferrater (1979) indica que existen cuatro tipos de jerarquía: del poder, lógica, ontológica y axiológica. Es en estas dos últimas jerarquías donde se centra la sustentabilidad del sistema (Mesarovic, Macko y Takahara, 1971).

La creación y evolución de los sistemas, ecosistemas y organismos se plantea como una estructura disipativa de la jerarquía de la organización natural. Las actuaciones antrópicas que transforman y ordenan al sistema con propósitos económicos, sociales o naturales conducen necesariamente a estados diferentes a los previos donde la disipación energética se expresa como una constante. Energía es el combustible que torna operativo al ecosistema, pero la tasa de ocurrencia de operación del proceso, está controlada por la disponibilidad de nutrientes. El ecosistema opera de manera de gastar la energía disponible necesaria para minimizar las constricciones de tiempo y espacio emanadas por las limitantes de agua y de nutrientes (Reichle, O'Neill y Harris, 1975). En esta transformación, el estado que se logre puede ser sustentable o no, lo cual implica el estímulo o input que logre mantenerlo evitando que se alcancen estados disipativos diferentes al pretendido por la organización antrópica.

La jerarquía ocurre en sistemas físicos, químicos, biológicos, ecológicos, sociales, tecnológicos, económicos, y político, por lo cual se hace necesario contar con una teoría jerárquica que permita interactuar en sistemas multidimensionales de comportamientos y de estructuras complejas. En la naturaleza ocurren simultáneamente diversos procesos de organización, que se expresan en escalas de tiempo y espacio diferentes (Figura 1). En las jerarquías mayores se tienen los procesos físicos que conducen a la organización de la materia en átomos. Bajo ésta se tiene a la organización química en moléculas de diversos compuestos, lo cual está necesariamente subordinado a las leyes de la organización física y además, de la química, por lo cual se expresa en menores grados de libertad. El proceso geológico permite su organización en rocas, minerales y sus derivados, y el geomorfológico en geoformas determinadas por las jerarquías superiores además de las condicionantes propias de la geomorfología. La generación de la vida en el planeta ocurre sólo cuando de hábitat y nichos permiten su generación. Al igual que en las jerarquías superiores se rige por todos esos niveles además de los propios de la biología. La integración de lo inerte con lo biológico permite un nuevo nivel de organización, el ecológico, dado por los ecosistemas a través del proceso de sistemogénesis, el cual al ser de mayor organización es a la vez más disipativo; al estar subordinado a todas las jerarquías superiores, además de las propias de la ecología, sus grados de libertad son menores (Wy y Qi, 2000; Brady, 1994).

FIGURA 1. Esquema generalizado de los diversos niveles jerárquicos y de sus grados de libertad dados por la universal legalidad del fenómeno. El traspaso de estos límites de la universal legalidad es el fundamento de insustentabilidad.



La generación de la naturaleza es a la vez la generación del escenario del hombre, sin lo cual sería impensable su existencia. Haber (1990) relaciona la artificialización de los ecosistemas a los tipos de uso del territorio en bioecosistemas, ecosistemas casi naturales, ecosistemas seminaturales, ecosistemas antropogénicos y en tecnecosistemas. Al igual que en el caso anterior se tiene como una jerarquía superior la organización social, que conduce al desarrollo de una cultura que se inserta en un contexto ecológico superior el cual le permite adaptarse y a su vez modifica. Surge así la tecnología como un producto de la interacción de la naturaleza y la sociedad lo cual corresponde a un nuevo orden de la materia, energía e información en otras dimensiones espacio-temporales. La tecnología a su vez permite interactuar con la organización de la naturaleza y con la ordenación de los niveles antrópicos superiores. La economía regula y restringe las transacciones que ocurren en los niveles jerárquicos superiores. La política, conjuntamente con la economía, son los niveles más restrictivos de la jerarquía; es donde se toman las decisiones de la sociedad organizada, por lo cual deben estar subordinadas a todos los niveles superiores. Su accionar está centrado en los límites de la universal legalidad de cada uno de los niveles jerárquicos. A manera de ejemplo, podría darse el caso que los legisladores de una

nación decidieran que el agua que se congela a nivel del mar a cero grados y ebulle a cien, lo hiciera a veinte grados y a doscientos respectivamente. Sería esto una decisión ilícita pues las leyes de la física no están subordinadas a las leyes políticas ni a las económicas. Algo similar ocurre cuando se toman decisiones de políticas económicas, tecnológicas o sociales que transgreden los límites de la universal legalidad de la ecología, tal como cuando se sobrepasa la capacidad de uso de los suelos o con la cosecha indiscriminada de los bosques, del mar o la expansión de las ciudades, más allá de las funciones de transferencia que sobrepasan los umbrales de equilibrio. Ejemplos de este tipo de transgresiones no son exclusivas de la identidad cultural cristiano occidental ni de nuestros tiempos, siendo dignos de mencionar los casos del colapso ambiental de Isla de Pascua (*Rapa Nui*), la degradación de la Araucanía (Montalba, 2004) y la extinción de los fueguinos (Erlwein, 2001). El problema de fondo de la sustentabilidad está dado por no respetar los niveles jerárquicos superiores, al traspasar los límites de la universal legalidad de cada uno. Una buena decisión debe ser lícita en todos y cada uno de los niveles jerárquicos.

Dimensiones y actuaciones

Son escasas las temáticas que pueden competir con el creciente reconocimiento de la dependencia e impactos humanos medioambientales sobre la biósfera, que se expresará como el componente clave de nuestra época y espíritu, cuando se escriba la historia del período actual (Nisbet, 1982; Rosa, 2000), todo lo cual está estrechamente ligado con sustentabilidad (Turner, 1973).

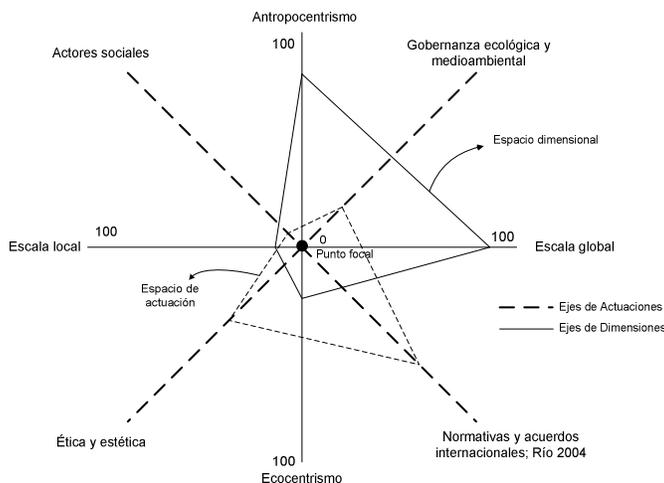
La sustentabilidad puede ser una herramienta analítica para insertar los impactos humanos en el ambiente, los cuales son inseparables de las diversas dimensiones jerárquicas, a saber: (a) antropocéntrica, que plantea al hombre como eje central del problema, (b) ecocéntrica, la cual establece que el eje central del fenómeno es el escenario del hombre, es decir, su entorno, (c) local, plantea que el problema se localiza en su escala directa de actuación y (d) global, donde las conexiones se establecen en escala de la totalidad de la ecósfera (Figura 2).

El espíritu de época (*Zeitgeist*) está dado por las dimensiones y actuaciones y sus relaciones con la sustentabilidad del sistema, es una herramienta esencial para su análisis. Según Rosa (2000), además de las condicionantes específicas ya indicadas se tiene a: Hegel, que establece que cada período histórico tiene sus propias temáticas; Mill, quien introduce la

tradicción utilitaria y empirista; Comte, que desarrolla la idea que la historia es gobernada por leyes que claramente definen las diferentes épocas tales como la época de la Fe, de la Razón, de la Ciencia Positiva y actualmente la del Ambientalismo, donde se localiza la sustentabilidad; Giddens y Beck incorporan el riesgo como una dimensión del ambientalismo; y Kant que plantea la huella seguida para alcanzar una época y las acciones que se requieren para llevarlas a cabo.

Klijn y Udo de Haes (1994) plantean un enfoque jerárquico de aproximación territorial, que permita transitar gradualmente desde lo local a lo global. El planeta se presenta como una ecósfera con un conjunto de esferas jerarquizadas desde el clima hasta la vegetación y fauna, y desde lo local a lo global a través de estructuras y procesos. Entre éstos últimos se tiene el transporte de energía, de materia, génesis del sistema, existencia de componentes inferiores y de otros componentes dependientes. El sistema propuesto de clasificación jerárquica va desde ecozonas a escalas muy pequeñas hasta ecoelementos en escalas locales detalladas.

Figura 2. Punto focal de las cuatro dimensiones jerárquicas fundamentales que describen la sustentabilidad fenomenológica. Se generan entre ellos intervenciones de actuación. Se presenta a manera de ejemplo dos espacios: uno que expresa las dimensiones de la focalización del problema y el otro las actuaciones que se ejercen sobre el sistema. Debiera existir una relación entre las dimensiones del problema y las actuaciones.



En la cultura occidental, que se presenta como estrechamente relacionada con las tradiciones judeo-cristiana, se establece el origen del hombre como una creación divina, la cual a su vez recibe el mandato de crecer y multiplicarse, simultáneamente con dominar la tierra y las aves del cielo y los peces del mar. La naturaleza existe para servir al hombre el cual recibe el

mandato de utilizarla y dominarla, con la sola restricción de no utilizar el árbol del fruto prohibido. No es posible en la actualidad actuar independientemente y aislando los sistemas ecológicos de los sociales (Low et al., 1999; Redman, 1999; Grove y Kuby, 2000).

El crecimiento demográfico descontrolado, que se logra al finalizar el siglo, sobrepasa la capacidad de carga del planeta, lo cual conduce a afectar su sustentabilidad articulándolas entre sí. Se logra en esta forma relacionar los pares contiguos de actuación (Figura 2) de manera que entre lo local y lo antropocéntrico se tienen los actores sociales o sociedad civil que operan directamente dirigiendo al fenómeno (Queron, 2002). Entre lo antropocéntrico y la globalización emerge la gobernanza del territorio lo cual establece las funciones generales que deben considerarse tales como la mantención de zonas destinadas al control de gases de efecto invernadero, a la regulación de las aguas y a la conservación de la cultura (Costanza et al., 1997). La mantención y aplicación de acuerdos globales internacionales se localiza en la articulación ecocéntrica de las actuaciones (Naess, 1993; Kavaloy, 1993). Cualquiera que sea la naturaleza de las actuaciones debe estar condicionada por restricciones de naturaleza ética y estética, las cuales al no cumplirse deterioran la sustentabilidad del sistema (Mansvelt y Stobelaar, 1995).

La articulación que se genera entre las cuatro dimensiones del paradigma de actuación están dadas por dos virtudes, *techné* y *phronesis*; la primera de las cuales es la tecnología que puede ser un utensilio o artefacto correspondiente a un medio para alcanzar un fin, siendo la otra la prudencia (Vial, 1981) las cuales se deterioran en la medida que los requerimientos y las tasas de extracción son cada vez mayores. En esta forma surgen corrientes de pensamiento centradas en la ecología natural conocida como “ecocentrismo” o “ecología profunda”, con fuertes raíces en la ecofilosofía y ecosofía (Naess, 1993; Kvaloy, 1993).

La escala espacial local plantea que el desarrollo debe ser en escala humana, integrándose tanto el corto y el largo plazo como los espacios inmediatos de acoplamiento, tal como ha ocurrido y ocurre con numerosas culturas originarias (Gómez, 1981). El cambio global está dado por ligamientos cada vez más fuertes entre espacios distantes lo cual a su vez privilegia el presente y el futuro, y la presencia humana constituye una parte integral de todos los ecosistemas, siendo sus actuaciones relevantes en el impacto global (Vitovsek et al., 1997; McDonnell y Pickett, 1993).

El punto focal es el centro de divergencia desde donde se establece la posición de confluencia de los diversos ejes jerárquicos que intervienen en las actuaciones y en la toma de decisiones del actor social. En esta forma se tiene que se integran las restricciones genéricas naturales y culturales como así mismo las restricciones territoriales. Se generan por lo tanto nuevos espacios ilícitos, por cuanto la solución puede estar contenida al interior del espacio lícito de uno de los sistemas pero fuera de otros.

Las acciones que se llevan a cabo en el fenómeno afectan el grado de sustentabilidad del sistema. Su naturaleza e intensidad derivan del marco teórico aceptado por la comunidad, de acuerdo al espíritu de época (Rosa, 2000), dado por sus cuatro ejes y jerarquías establecidas. La resultante de todo esto afecta necesariamente la sustentabilidad del fenómeno y a la agricultura en general. En el contexto ambiental las actuaciones en el sistema son siempre relevantes en relación a la sustentabilidad, lo cual ha sido planteado desde hace un largo tiempo.

Capacidad sustentadora

El origen del concepto, según Fernández (1995), se remonta a los siglos XVII y XVIII, a raíz de los debates surgidos en Europa en torno al crecimiento de la población y suministro de alimentos (Bartel, Norton y Perrier, 1993), entre los que se presenta Malthus en 1798, quien desarrolla una ecuación que relaciona el crecimiento de la población con el número de organismos presentes. Verhulst, en 1830, propuso la ecuación logística del crecimiento, en que éste es función de los recursos presentes (Freedman, 1980). En 1953, Odum introdujo el concepto de la asíntota de la curva logística y lo relaciona con la capacidad sustentadora K del ecosistema (Dhonhot, 1989). El concepto se introdujo en la ganadería intensiva a comienzos del siglo XX, aplicado a las praderas, haciéndose gradualmente equivalente al concepto de K , de la curva logística. En la década de 1930 el concepto fue aplicado a la fauna silvestre.

A fines del siglo XIX se acuña el concepto de producción sustentable del bosque, que es equivalente a la capacidad sustentadora (Braklacich, Bryant y Smith, 1991) cuya definición establece que la cosecha no exceda el crecimiento del volumen del bosque, e incluso asegurándose la estabilidad de la población dependiente. A partir de la década de 1960 se incorpora la recreación al aire libre. Green (1985) introduce el concepto de capacidad ecológica, con el nivel de uso consistente con el no declive de los atributos ecológicos del sistema, por lo

cual es una aproximación formal al relacionar la capacidad sustentadora con la sustentabilidad, pues en caso de que ésta se rebase se genera un proceso que se torna insustentable. También se ha aplicado el concepto a la capacidad sustentadora humana o antropogénica (Brown et al, 1987; Fernández, 1995). En este caso se relaciona directamente con conservación ecosistémica y la dimensión sustentable complementaria relativa a la capacidad antrópica. Constituyen por lo tanto, un ligamiento formal relativo a la sustentabilidad entre lo antropogénico y lo ecocéntrico.

En 1977, Nieswand y Pizar introducen y desarrollan el concepto de capacidad de planificación del uso de la tierra, como una medida de la aptitud de un territorio para dar cabida al crecimiento y desarrollo dentro de los límites definidos por la infraestructura y recursos existentes. Representan, según Goldshochalt (1977), el umbral de las funciones de transferencia de los sistemas naturales y artificiales, por encima de lo cual los impactos del desarrollo pueden causar una degradación ambiental o social. Actualmente, Fernández (1995) indica que algunos autores, en relación con los debates sobre la sustentabilidad global y producción sustentable, consideran a la capacidad sustentadora en un contexto más amplio, el de sustentabilidad (Brown et al., 1987; Brklacich et al., 1991). Es así como Naredo (2004) plantea y asocia a la especie humana como una patología terrestre que concluye por hacerla insustentable. Al violar los límites establecidos para el hombre por la naturaleza y la historia, la sociedad industrial engendró incapacidad y sufrimiento en haras de eliminar la incapacidad y sufrimiento (Ilich, 1996).

Los aportes al concepto y metodología de cálculo de la capacidad sustentadora, emanados a partir de la gestión ganadera y faunística, han sido de gran valor y han contribuido al desarrollo global del área (COTECOCA, 1979). Dasman (1945) la define como el número de animales a pastoreo, de una clase dada, que puede mantenerse en buenas condiciones, año tras año, en una unidad de pastoreo, sin perjuicio para las reservas de forraje o el suelo. Posteriormente, Mott (1960), desde otra perspectiva, lo define como la carga ganadera que soporta a la óptima presión de pastoreo. Scharnecchia (1990) introduce dos conceptos no considerados en las definiciones: el de gestión y el de objetivos específicos, pero no incluye el de sustentabilidad ecosistémica. Lo anterior puede hacerse extensivo a la sustentabilidad genérica si en lugar de carga ganadera se reemplaza por carga humana y la pradera se reemplaza por ecósfera.

Fernández (1995), le da una connotación genérica al concepto después de llevar a cabo una detallada revisión de los antecedentes y de su evolución y aplicabilidad. La capacidad

sustentadora del ecosistema se define como la intensidad de utilización que puede soportar el ecosistema, sometido a una acción determinada y a la vez mantener su estado.

$$CS = f(\Sigma, \pi, E_j, \sigma_r)$$

Donde:

- Σ representa al ecosistema y sus características
- π es la acción que el hombre a través de su tecnología ejerce sobre el ecosistema (es el operador de artificialización)
- E_j es el estado del ecosistema
- σ_r es el conjunto de recursos del ecosistema

En términos generales debe introducirse: (a) la carga del usuario (CG) que representa a la población humana y sus necesidades, (b) el factor uso (FU) que es la relación entre la carga humana (CG) y la capacidad sustentadora (CS) del sistema. Cuando ambos son equivalentes se tiene el factor adecuado, pero si CG es mayor que CS se tiene sobre utilización y por consiguiente una pérdida de sustentabilidad del sistema, lo cual no ocurre si es igual o menor (Gastó, Cosio y Aránguiz, 2002).

Organización y ordenación

La información ha sido definida en ecología como una función del cociente de probabilidades. El método de la información se utiliza para evaluar la organización o el desorden del sistema. La información y la diversidad en orden de los componentes, al menos desde un punto de vista práctico, deben ser considerados como iguales. La información es igual al producto de una constante K por el logaritmo del número de posibles casos desde donde se seleccionan. La noción de diversidad en ecología tiene sus raíces en la riqueza de especies o de componentes en general y depende de la capacidad del sistema de discriminar entre ellos. El desarrollo de una cuenca hidrográfica o de un ecosistema en particular hasta alcanzar estados de mayor madurez o desarrollo son mecanismos de acumulación de energía organizada al igual que lo son los sistemas genéticos. Todos estos sistemas son de naturaleza cibernética por su capacidad

de autoorganizarse. La información se expresa por un mecanismo y el almacenamiento de información significa aumento de la complejidad del mecanismo. La eficiencia del mecanismo aumenta en la medida que la complejidad organizada aumenta (Margalef, 1969).

La selección natural aporta información al sistema. Los sistemas mejor conformados son capaces de seleccionar la información de manera de retener la información pertinente y rechazar la impertinente. Se puede deducir de la teoría cibernética general que cualquier sistema que puede adoptar diversos estados automáticamente permanece en el más estable. Se puede considerar que cualquier especie animal o vegetal contiene información, la cual al ingresar al sistema aumenta su complejidad e información total. También contienen información los elementos inorgánicos tales como las partículas del suelo o una gota de agua. El principio del orden desde el orden establece, según Wilson (1968), que el orden alcanzado por un sistema tiende a extenderse y, a través de la selección natural, se prolonga hacia un sistema más simple. La selección natural y los mecanismos de selección de orden desde el orden opera acumulando la cantidad de información hasta alcanzar un límite, por ejemplo en el clímax.

El proceso de cambio sistemogénico es ordenado, direccionado hacia un estado de mayor organización y gradual, hasta alcanzar el estado de equilibrio en el clímax, y se rige por leyes y principios conocidos. La organización natural del sistema es genéricamente alterada por las actividades humanas de artificialización del sistema lo cual implica necesariamente la aplicación de insumos de materia, energía e información provenientes de otros ecosistemas de la ecósfera y el cambio de sus atributos fundamentales propios de la ordenación antrópica del sistema.

La transformación de los ecosistemas naturales en artificiales implica numerosos cambios en sus atributos, al cambiar desde estados naturales maduros hacia estados antrópicos iniciales, tal como ocurre con la agricultura (Odum, 1969; Margalef, 1963; Cooke, 1967 y otros). Se modifican sus estructuras y procesos fundamentales, los cuales pueden agruparse en: energía de la comunidad, ciclos de nutrientes, eficiencia, homeostasis, agua, historia vital y estructura. Los aportes de insumos externos al sistema y el control antrópico que se haga son fundamentales para mantener la sustentabilidad de la ordenación antrópica de su complejidad en un estado de equilibrio dinámico.

D'Angelo (2002) plantea en este contexto el contraste entre el paradigma de equilibrio del sistema que establece el balance de la naturaleza con el de no equilibrio. Este último considera la

existencia de discontinuidades y sorpresas en el entorno del sistema y el hecho que éstas funcionen lejos del equilibrio (Costanza, Daly y Bartolomew, 1991). La aplicación de la perspectiva evolutiva de los sistemas termodinámicos marca un punto crucial para el desarrollo de un paradigma alternativo al del equilibrio, tal como el trabajo pionero de Prigogine y Stengar (1984) sobre termodinámica del no equilibrio. El Sistema Complejo Adaptativo (Gell-Mann, 1995) es un modelo apropiado para los fenómenos ecológicos y sociales comprendidos en el paradigma del no-equilibrio, tales como los de la agricultura y ruralidad y los de la sustentabilidad.

El modelo general de la dinámica de sistemas complejos de Holling propuesto en 1987 enfatiza en la dimensión temporal del problema. Este modelo describe la dinámica del sistema en cuatro a fases fundamentales, explotación, maduración, liberación y reorganización, las cuales se ordenan en dos ejes uno de los cuales se refiere al capital acumulado y el otro a conectividad. El ciclo refleja los cambios de magnitud del capital acumulado tales como nutrientes, carbono y energía y las conexiones expresadas como transporte de materia, energía e información que ocurren en cada cambio de estado. Las conexiones externas a través el aporte y extracción de insumos deben ser consideradas en este proceso donde la reorganización del sistema corresponde a la restauración del grado de sustentabilidad para alcanzar un nuevo equilibrio.

D'Angelo incorpora además las etapas de desarrollo del sistema complejo a partir de las propiedades formales de los sistemas cibernéticos de von Bertalanffy (1975). Su modelo relaciona el grado de organización con el tiempo y los ritmos. A partir de ello, en el contexto del paradigma de no-equilibrio se puede puntualizar lo siguiente: (a) en la dinámica de todo sistema complejo, incluyendo el sistema predial, rural y comarcal y en escala comunal, regional o mundial, se alternan períodos de estabilidad relativa en las condiciones del entorno con períodos de inestabilidad, (b) durante el período de estabilidad, la continuidad del sistema exige un ajuste progresivo a través de tres etapas a partir de la total indiferencia de los componentes que son segregados progresivamente para concluir en una mecanización y centralización. Durante el período de reajuste depende de la flexibilidad de adecuación a las nuevas circunstancias, de manera de mantenerse permanentemente en un estado sustentable. De esta forma, es posible plantear que la sustentabilidad depende en parte de la flexibilidad o capacidad de adaptación del sistema.

El orden de un sistema agrícola sustentable cualquiera, incluyendo el predial, rural y comarcal, se vincula con la continuidad en el tiempo. Tal continuidad requiere de un balance entre las actuaciones ejercidas sobre el sistema en escala local o regional que pueden generar un estado sustentable o insustentable, por lo cual es necesario un ajuste creciente a las condiciones del entorno. Cuando éste se modifica, debe expresar la flexibilidad necesaria para pasar de una modalidad de organización a otra.

Dado que el escenario natural expresado a través del clima, geoforma, sitio, vegetación, uso, cultura y otros, difiere de un lugar a otro la flexibilidad y el orden de un sistema sustentable debe adecuarse a su entorno, lo cual puede representarse como la Capacidad de Uso del Ecosistema y sus relaciones con el Sistema Complejo Adaptativo; la desertificación, la erosión, la contaminación, la degradación de culturas locales, los ruidos molestos, son sólo algunos de los ejemplos de deterioro de la sustentabilidad, cuando ésta no es contrarrestada con acciones compensatorias (Gastó, 1993). En los entornos más frágiles, se requiere incorporar mayor cantidad de insumos provenientes de otros ecosistemas y lugares para mantener el estado sustentable del sistema generando una huella ecológica, mochila ecológica y distancia de transporte (cero kilómetro). En los de menor fragilidad, la estabilidad natural permite un mayor grado de artificialización sin que sus sustentabilidad se deteriore (Gastó, Vélez y D'Angelo, 2002).

Determinantes de orden

La ordenación territorial consiste en la organización de los componentes, estructuras, y funciones de un sistema ecológico en un arreglo topológico de la matriz de fondo basado en la ecología del paisaje, donde se inserta un conjunto de parches interconectados entre sí a través de corredores, de manera que constituyen una unidad o un todo (Forman y Godron, 1986). Se trata de una nueva disciplina que establece las bases de actuación y las dimensiones y las metas de los actores sociales que ocupan y utilizan un territorio y de su articulación entre estos dos.

En la medida que los países se desarrollan y crecen en una magnitud nunca antes vista de acuerdo al planteamiento malthusiano, las necesidades de ordenación son cada vez mayores al incrementarse el crecimiento poblacional y el crecimiento de la demanda como resultante de las mayores necesidades y funciones de los recursos provenientes de la tierra. El desarrollo masivo

de la ciencia, ecología y economía como producto de la investigación y desarrollo cultural han incidido en actuaciones sobre el territorio que están reñidas con la sustentabilidad de la agricultura y la ruralidad y con las condiciones necesarias para el desarrollo de la vida de calidad. Los objetivos y las actuaciones que se llevan a cabo no son neutras; son el producto de una cultura que al actuar sobre la ordenación natural genera nuevos escenarios para la vida, lo cual a la vez afecta la vida misma. La desertificación es un caso relevante de actuaciones deteriorantes, que conducen a través de la desertificación al desarrollo de *agri deserti*, el cual a su vez determina el desarrollo humano, insertándose por tanto en el proceso genérico de degradación del sistema que lo torna insustentable.

En la ordenación del territorio donde se integra lo urbano con lo rural y natural se tienen tres objetivos y metas que determinan su ordenación: económicos de producción, ecológicos de la naturaleza y sociales de los actores (Nijkamp, 1990). El determinante de orden puede ser sólo uno o bien una combinación ponderada de los tres, lo cual requiere de la determinación del espacio de solución que establezca la mejor combinación de las tres (Figura 3). De acuerdo a las limitantes y potencialidades de cada sitio en particular el espacio de solución cambia de posición (Figura 4).

Las determinantes económicas de la ordenación territorial para la agricultura establecen sus objetivos y actuaciones en base a aquello que produzca los mayores beneficios económicos. En el fondo se trata de tomar decisiones que conduzcan a transformar el territorio en una industria productiva de bienes y servicios de valor comercial (Costanza, Daly y Bathalomew, 1991; Martínez-Alier y Roca, 2000). Es equivalente a su transformación en una fábrica de productos agrícolas, tales como cultivos, madera, ganado o pescado. Para ello se sustentan en principios tales como la economía de escala que busca aumentar la eficiencia al desarrollar operaciones de mayor magnitud y simpleza. Esto hace reducir al mínimo la diversidad del sistema para lo cual se entra en conflicto con los otros determinantes de orden. Se establece además la eficiencia en el uso de la mano de obra, lo cual incide en una drástica reducción del empleo y de la vida rural. No se introducen limitantes a la utilización de energía fósil para hacer al sistema productivo y sostenible. Tampoco se limita el uso de pesticidas ni fertilizantes de ningún tipo salvo los establecidos por la ley. El capital debe utilizarse con la mayor eficiencia y eficacia, por lo cual se privilegia el corto plazo sobre el largo plazo, y las medidas de conservación de la naturaleza se reducen a un mínimo dado por aquellas que no tienen ningún

efecto en los beneficios económicos (Subercaseaux, 2007; Erlwein, Lara y Pradenas, 2007). Se plantea sin embargo que esta situación tiende a cambiar (Barber, 2006).

Las determinantes naturales de ordenación territorial se centran en la conservación de la naturaleza en su nivel máximo posible. Se privilegian los atributos armonía que deben existir entre los diversos componentes del ecosistema y los ritmos naturales relacionados con la biología de las especies y de las cadenas tróficas naturales y los ciclos biogeoquímicos relativos a la recirculación de desechos naturales y artificiales del ecosistema. Se desarrolla la biodiversidad en todas sus dimensiones. El sistema debe funcionar sólo en base a energía solar. No se incorporan pesticidas que puedan afectar el usual funcionamiento del ecosistema, por lo cual sólo se permiten sustancias orgánicas inocuas. Se valoran los sonidos y aromas propios de la naturaleza. La conservación natural del sistema es uno de los objetivos primarios, por lo cual el largo plazo es una condición esencial.

Las condicionantes sociales de ordenación territorial restringen el uso del territorio de manera de estructurarlos en función de los requerimientos de los actores sociales. Se toman decisiones relativas a localizar los asentamientos humanos en los mejores lugares para la vida de calidad, tal como aquellos en los cuales las condiciones climáticas y geomorfológicas sean ideales. Además las condiciones sanitarias sean adecuadas para la vida y existan los recursos necesarios para su sustento material.

Una baja biodiversidad, tal como lo que ocurre en los sistemas agrícolas de alta productividad en agricultura comercial, es óptima en sistemas altamente subsidiados por flujos de energía auxiliar de alta calidad, tal como la proveniente de combustibles fósiles, y por un alto consumo de nutrientes, en tanto que una alta diversidad está asociada a un bajo nivel de insumos externos, siendo además dependiente del reciclaje interno de nutrientes (Odum, 1975). Los costos de ordenación territorial y de gestión de los sistemas se incrementan, siendo el precio que debe pagar al desarrollar ecosistemas agrícolas-comerciales de alto potencial. La revolución verde está asociada a este proceso de incremento productivo (Winkelmann, 1993).

Está claro que estas tres dimensiones individuales no pueden coexistir, pues son en un alto grado mutuamente excluyentes. Es por ello que debe establecerse en cada caso umbrales que permitan condicionar las funciones de transferencia hagan posible establecer el espacio ideal de solución, de acuerdo a lo indicado en las Figuras 3 y 4. En la búsqueda de la solución se requiere una

primera aproximación ontológica al problema, la cual permite contar con un conocimiento cabal *ad hoc* del escenario dónde se llevan a cabo las acciones de ordenación del territorio. El análisis consiguiente debe plantearse incorporando las cuatro dimensiones axiológicas fundamentales del problema, a saber: funcionalidad, estética, ecológica y vital. El resultado de este análisis debe permitir lograr la localización del espacio y punto de solución que determine la posición armónica de integración y compatibilidad de las tres dimensiones de orden (Ohrens, Alcalde y Gastó, 2007).

Figura 3. Esquema de la ubicación en función de las tres diferentes determinantes de orden; económico, ecológico y social, las cuales generan como resultante el paisaje cultural, que puede ser sustentable si se establece la mejor combinación entre ellas. En caso contrario existe un grado de insustentabilidad dado por la distancia topológica que existe entre ellas (Gastó, Vélez y D'Angelo, 1997).

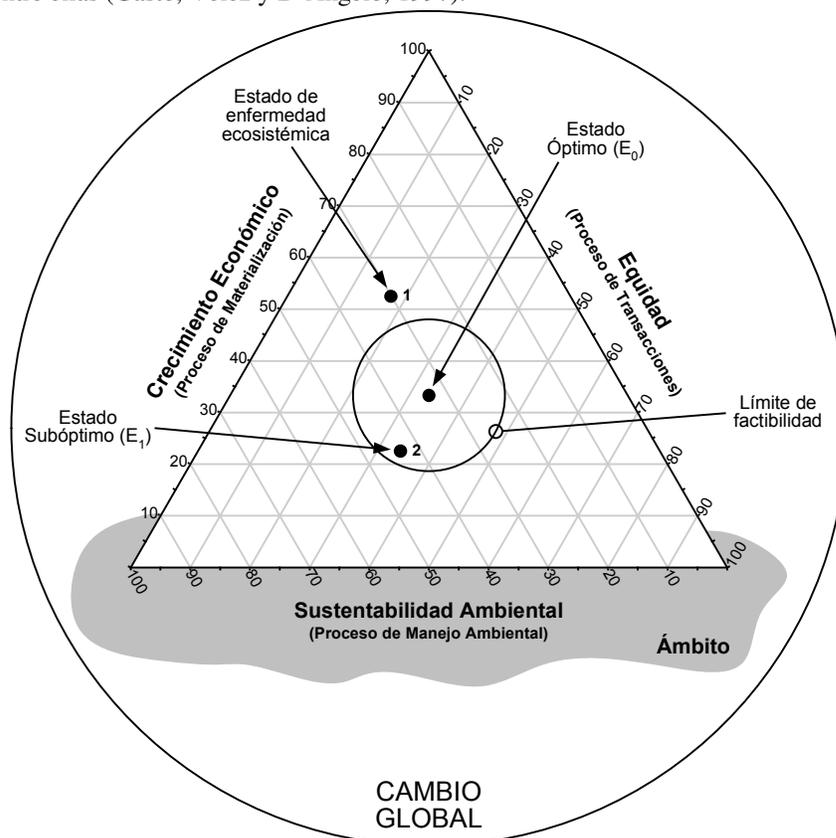
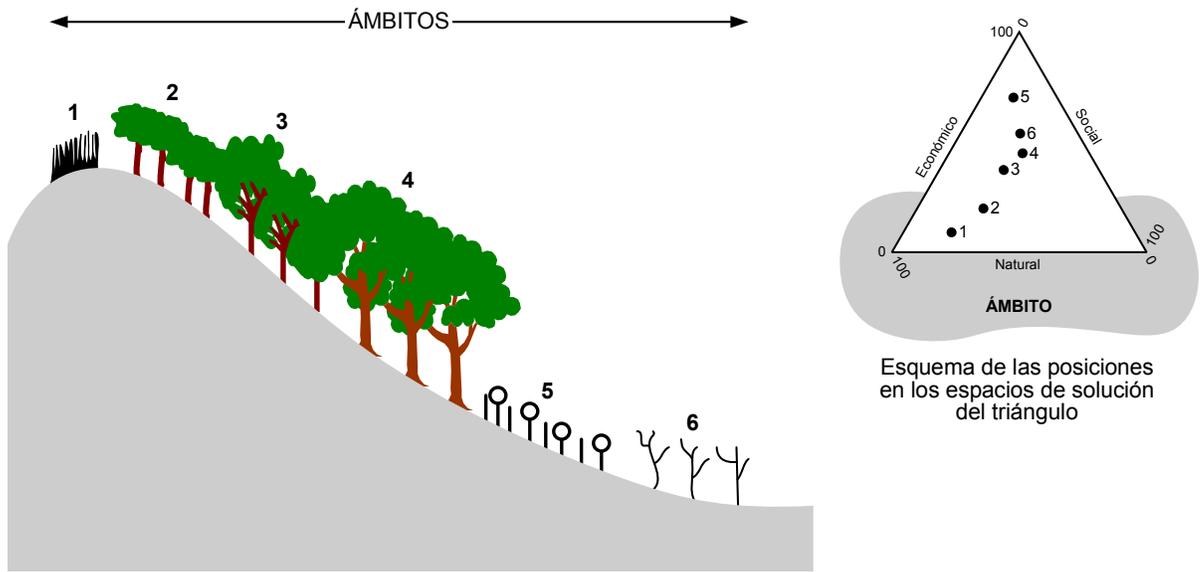


Figura 4. Determinantes de orden económico, ecológico y social y esquema de su posición relativa de acuerdo a las características de la geomorfa y del sitio (Gastó, Vélez y D'Angelo, 1997).



Paisaje cultural

Cataldi, un matemático y diseñador de Bologna, planteaba en el siglo XVI que el hombre modifica la naturaleza hasta que la transforma gradualmente en su paisaje cultural. Con ello genera un escenario sustentable, cuando las acciones llevadas a cabo generan un entorno compatible con su calidad de vida, conservación y demás atributos sociales de interacción entre ambos. En caso contrario, tal como ocurre cuando se desencadenan procesos de desertificación, el sistema se torna insustentable (Gastó, 1993).

Paisaje puede ser definido como lo que queda después de haber actuado sobre el territorio (Bolos, 1992; Gastó, Vieli y Vera, 2007). El paisaje es por lo tanto un producto de la actividad antrópica sobre la naturaleza, proceso que se modifica de acuerdo a la cultura del actor social. Las actuaciones antrópicas ocurren en todos los niveles jerárquicos desde los mayores de la naturaleza tales como el químico, salinizando y perdiendo fertilidad, el geomorfológico erosionando, el biológico reduciendo la biodiversidad y el ecológico afectando los ritmos y la armonía del ecosistema agrícola y rural. Su mayor impacto, sin embargo, ocurre en las jerarquías inferiores de naturaleza antrópica donde se altera la organización natural generando un nuevo orden territorial. En lo social se tiene la localización de los asentamientos humanos y en lo

tecnológicos actividades y artefactos tales como viales, industriales, laboreo del suelo, insumos de fertilizantes y de pesticidas, además del efecto generado por la extracción a menudo indiscriminada de componentes naturales del ecosistema. La jerarquía económica, al darle valor a los diversos productos y servicios del sistema, distorciona aún más su cambio de estado. La política, siendo la jerarquía inferior del sistema, pero la con mayor poder fáctico, legisla e impone acciones sobre las jerarquías superiores, las cuales frecuentemente traspasan los límites de la universal legalidad, por lo cual el paisaje cultural puede tornarse insustentable.

Cultura, puede ser definido según Flores (2007) como el estilo con el cual las comunidades humanas interpretan, simbolizan y transforman su entorno. Al interpretar su entorno como concepto límite local o global, le da sentido a sus actuaciones con el fin de lograr una nueva configuración general ordenada del sistema como unidad y unicidad. En una expresión más simple, cultura es la forma de relacionarse con el mundo, lo cual incluye necesariamente la ciencia, tecnología, religión, mitos, arte, costumbres, lenguajes, belleza y sentido de pertenencia. El paisaje es por lo tanto una creación antrópica que en último término es cultural, a través de sus múltiples actuaciones tales como: vivienda, urbanismo, industria, cultivos, forestería, ganadería, acuicultura, obras públicas, transporte, pesca, minería y otros, que concluyen como paisajes diseñados o como paisajes residuales. En este contexto, el concepto de naturaleza ha evolucionado a partir de la época de Darwin, desde el determinismo ambiental, pasando por determinaciones mutuas y posibilismo hasta llegar al paisaje cultural. Con posterioridad se ha evolucionado hacia otros contextos tales como espacio abstracto, tecnocéntrico, ecocéntrico, naturaleza explotada y segunda naturaleza (Vargas, 2005). Cualquiera que sea su aproximación y planteamiento, está estrechamente relacionada con agricultura y sustentabilidad.

La racionalidad última de los actores sociales como agentes cognitivos es mantener el acoplamiento estructural con su dominio de existencia (Röling, 2000). El esquema de este sistema está dado fundamentalmente por la emoción que el entorno ejerce sobre el actor como observador que percibe un fenómeno, lo cual introduce una retroalimentación de actuación generadora del paisaje (Capra, 1996). Las relaciones mutuas de este acoplamiento entre actor civil y su escenario de actuación es de naturaleza emocional en la cual el paisaje cultural recíprocamente modela al hombre (Plutchik, 2001), lo transforma en actor dentro de un contexto coevolutivo de determinaciones mutuas, de acoplamiento estructural.

Agricultura, ruralidad, predio y comarca

La agricultura *sensu lato* abarca numerosas actividades relacionadas con el uso múltiple de la tierra con propósitos de producción (cerealicultura, chacarería, fruticultura, forestería, acuicultura, cosecha de agua, ganadería, entre otros), protección (suelos, control de erosión, de fauna, de riberas, de paisajes, entre otros) y de recreación (cabalgadura, canotaje, senderismo, paisajismo, observación de fauna, pesca deportiva, entre otros), en cada una de las cuales la sociedad civil participa en numerosas actividades, generando cambios en el paisaje agrícola (Meews, Ploeg y Winjermans, 1988). La agricultura puede ser definida en diversas formas. Lawes (1847) la define como el proceso de artificialización de la naturaleza. Se agrega además que tiene algún objetivo determinado tal como producir alimento, fibras, cuero, madera y paisaje. Incluye por lo tanto un proceso de transformación, un actor social y un objetivo dado.

Según Röling (2000), el soporte de la agricultura se dimensiona en cuatro componentes: lo valórico, la teoría, el contexto y la acción. Según esta definición lo valórico debe basarse en una racionalidad ecológica dada por principios, leyes y estructuras ecosistémicas que lo fundamentan. Es por ello que, cualquiera que sea el estilo de agricultura debe cumplir con todos los atributos de sustentabilidad y operatividad. En lo teórico el modelo debe ser constructivista, por lo cual debe generar un marco epistemológico subjetivo, que lo fundamente en base al desarrollo de un paradigma de actuación. El contexto de la agricultura se centra en el hombre como la mayor fuerza de la naturaleza que genera un paisaje cultural en su entorno, por lo cual el futuro es un artefacto humano. Por último se tiene que la acción deliberada y colectiva de los actores sociales ocurre de acuerdo a su cultura y a las condicionantes propias de la naturaleza. Nos hemos convertido, por lo tanto, y dado además por la alta concentración demográfica y al uso imprudente que hacemos usualmente de la tecnología, en una de las mayores fuerzas de la naturaleza, pero carecemos del instrumento intelectual que nos permita entendernos con esta fuerza (Lubchenco, 1998). Si en lugar de la definición de Lawes, se empea una definición que plantee la agricultura con un enfoque productivista, las cuatro dimensiones del problema se modifican fundamentalmente. Dado el riesgo de este postulado definitorio, las acciones emergentes de este planteamiento son más proclives a generar situaciones de insustentabilidad territorial.

Figura 5. Esquema del soporte de la agricultura en función de la definición de Lawes (1847) como la artificialización de la naturaleza (basado en Röling 2000).



Desde el punto de vista ontológico del lenguaje, agricultura en castellano tiene más bien un significado restringido al laboreo de la tierra y cultivo de terrenos de labor. En idioma inglés, en cambio, existe una diferencia sustantiva entre *cropping* y *husbandry*, que se analogan con agricultura en castellano, con *farming* y *ranching* que tienen claramente una connotación territorial. En castellano sería equivalente a acuñar un verbo, que no se utiliza tal como “prediar” derivado de predio o “fincar” derivado de finca. Expresiones inglesas tales como *Farming and the fate of wild nature* (Imhoff y Baumgartner, 2006) sólo se justifican en un contexto de ordenación, gestión y administración territorial, predial o comarcal. Desde el punto de vista operativo, el predio (hacienda, rancho, fundo, ejido, comunidd, quinta, parela, finca parque nacional o cualquier otro) puede ser definido como una unidad territorial organizada de toma de decisiones, un espacio de recursos naturales renovables, conectados interiormente y limitado exteriormente, cuyo fin es hacer agricultura (Gastó, Armijo y Nava, 1984; Ruthenberg, 1980). La artificialización de la naturaleza contenida en el predio es la resultante de la aplicación de operadores de transformación sobre los recursos contenidos en el espacio-tiempo predial, el cual es diversificado en ambas dimensiones, lo cual genera un paisaje cultural predial, que puede ser sustentable o no.

Etimológicamente, rural en diversos idiomas originales europeos (améstico, islandés, avvis, tocario, latín, escocés y galés) significa espacio abierto. La esencia de la ruralidad es la apertura de tierras originalmente forestales o pratenses donde se insertan numerosos actores sociales que cumplen las más variadas funciones. Agricultura en cambio es de acuñación más reciente (en 1440) cuando comienza la era de la especialización y de la masificación tecnológica con fines productivos pero sin una connotación territorial. Aparentemente, como resulta conveniente plantear, que tanto agricultura como ruralidad son expresiones abstractas sin una connotación territorial, en cambio predio y comarca tienen respectivamente, con las dos anteriores, una connotación de ordenación territorial. Tanto en el contexto predial como en el comarcal, corresponde a las acciones emprendidas después de la toma de decisiones de la sociedad civil, con el fin de lograr alguna respuesta dada u output del sistema, el cual corresponde al ecosistema-origen. En una primera aproximación se establecen relaciones potenciales y de flujo entre los elementos internos (biogeoestructura, socioestructura y tecnoestructura) y los externos (entorno y sistemas incidentes).

La agricultura se integra necesariamente con lo urbano y con lo salvaje, por lo cual la economía tradicional produce una retroalimentación, que la afecta en todas sus dimensiones, especialmente en las escalas de actuación, en el comercio y en la alimentación de la población, especialmente la urbana. Comer bien, en la actualidad, significa que debe ser de calidad tanto para la población como para la tierra en que vivimos. Significa además que sea sustentable por lo cual se estimula la producción local, de bajos insumos, de alta biodiversidad, de mínimos impactos ambientales y con mínimo costo de transporte y de elaboración (Boco et al., 2006).

Reflexiones finales

La sustentabilidad de la agricultura y de la ruralidad del siglo XXI requiere de la búsqueda de un nuevo paradigma centrado en la escala espacio-temporal dada por el territorio predial y comarcal o en cualquiera de las escalas pertinentes de tiempo y espacio, desde lo local a lo global, en sus respectivos ritmos y flujos de las actuaciones sectoriales individuales. El producto final debe ser la calidad total del trabajo, paisaje cultural, producción, conservación y obviamente sustentabilidad, en lugar de lo tradicional que se ha centrado en lo político, económico y tecnológico.

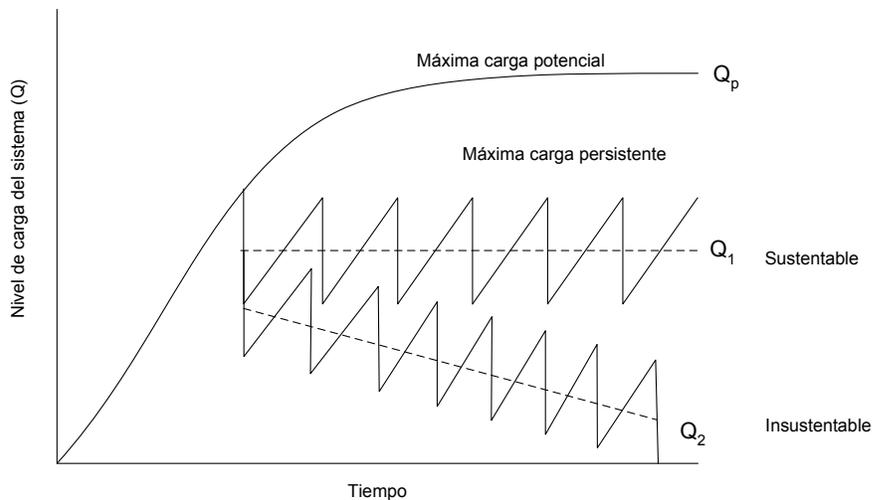
La sustentabilidad de la agricultura y ruralidad se expresa en una multiplicidad de tipos y niveles dados por las dimensiones de los objetivos y metas establecidas por lo antropocéntrico, ecocéntrico, local y global, debiendo en cada caso determinarse el punto focal que corresponda al área específica del tipo de sustentabilidad perseguida lo cual se expresa en grados de intensidad y escala. La magnitud del grado de sustentabilidad, en cambio, está dada por las actuaciones de la sociedad civil, de las determinantes de la gobernanza de los acuerdos locales y globales y de las restricciones éticas y estéticas impuestas al sistema por la sociedad.

La ordenación del territorio campestre se centra en tres condicionantes diferentes que respaldan las actuaciones del hombre dadas por: la *praxis*, que son aquellas que se justifican a sí mismas, tal como la ruralidad; la *poiesis*, que son aquellas que se justifican para otros fines tal como las “fábricas de alimento”; y por el *saltus* correspondiente a territorios que escapan a la intervención humana tal como áreas salvajes.

La organización natural de los sistemas ecológicos ocurre en múltiples jerarquías, donde cada una se rige por principios y leyes definidas y se expresan en estados diferentes, sin traspasar los límites de la universal legalidad y con costos de energía, materia e información, autosustentables. El ordenamiento dado por el hombre en cambio se ajusta en cada caso a las necesidades y funciones autoimpuestas por la sociedad civil, que pueden ser caprichosas o imprudentes, sobrepasando con frecuencia la capacidad sustentadora del sistema. La mantención del nuevo orden del sistema, impuesto por la sociedad civil, requiere de la aplicación de insumos de materia, energía e información, provenientes de otros lugares y épocas lo cual se expresa a través de la huella ecológica, mochila ecológica y cero kilómetro. En la sociedad actual todos ellos tienen en común un costo energético adicional, proveniente de transformaciones que implican un gasto elevado de energía fósil, que puede ser menor en los sistemas naturales, medio en los rurales y elevado en los urbanos e industriales. El cambio de estado generado por la artificialización de los sistemas naturales a antropizados de naturaleza agrícola y rural implica actuaciones impuestas por las determinantes de orden económico, social o natural, que conduce a un nuevo paisaje cultural, el cual lleva implícito un costo adicional de sustentabilidad que varía de acuerdo a los objetivos y metas establecidas y las restricciones y capacidades de carga y descarga de los sistemas (Figura 6). El tema de fondo es la distancia topológica que se establece entre la organización natural del sistema y la ordenación antrópica. La cultura y las

condicionantes naturales es el tema medular del problema, por ello “la tierra será como sean los hombres”.

Figura 6. Esquema representativo de la generalizado de la máxima carga potencial de un sistema cualquiera y de su variación dependiendo de los objetivos y manejo. (Basado en Reichle, O’Neil y Harris 1975).



Bibliografía

- Allen, T.F.H. y T.B.Star.1982. Hierarchy: perspectives for ecological complexity. University of Chicago Press. Chicago.
- Alonso, A. y E. Sevilla, 1995. El discurso ecotecnocrático de la sostenibilidad. En: Agricultura y desarrollo sostenible. A. Cadenas (ed.). MAPA, Madrid. Pp. 93-119.
- Altieri, M., 1999. Agroecología, bases científicas para una agricultura sustentable. Editorial Nordan-Comunidad. Montevideo. Uruguay. 338 pág.
- Aubreville, A. 1949. Climats, forest at desertification de de l’Afrique Tropicale. Societé des Editions Geographiques. Paris.
- Barber, D. 2006. Will agricultural economics change in time: 210-213. En: D. Imhoff y J.A. Baumgartner. Farming and the fate of wild nature. Watershed Media. Healdsburg, California.
- Barney. G.O., 1982. El mundo en el año 2000. En los albores del Siglo XXI. Informe técnico. Tecnos. Madrid.
- Bartel, G.B., B.E. Norton y G. K. Perrier. 1993. An examination of the carrying capacity concept. En: R. Behnke, Jr, I. Scooness y C. Kerven (ed.). Range Ecology of disequilibrium.
- Bertalanffy, L. Von. 1975. Perspectives in general system theory. Springer Verlag. 253 p. N.Y.
- Boco, J., A. Jabine, G. Schueller y D. Seidman. 2006. A taste for conservation: 214-223. En: D. Imhoff, y J.A. Baumgartner. Farming and the fate of wild nature. Watershed Media. Healdsburg, California.

- Bolos et al. 199c. Manual de ciencia del paisaje. Teoría, Métodos y Aplicaciones. Editorial Masson. Barcelona, España.
- Brady, R.H. 1994. Pattern description, process explanation, and history of morphological sciences: 7-31. En: Grand, L. Y O. Rieppel. Interpreting the hierarchy of nature: transsystemic patterns to evolutionary process theories. Academic Press. San Diego. California.
- Braklacich, M., C. Bryant y B. Smith. 1991. Review and appraisal of concept of sustainable food production sustems. *Environmental Management* 15: 1-14.
- Brown, B., M. Hanson, D. Liverman y R. Maredith. 1987. Global sustainability: toward a definition. *Environmental Management* 11: 713-719.
- Capra, F. 1996. The web of life. Chor Books. N.Y.
- CMMD (Comisión Mundial Para el Medioambiente y el Desarrollo), 1992. Nuestro Futuro Común Alianza Editorial. Madrid, España.
- Colegio de Postgraduados. 1991. Manual de conservación del suelo y del agua. Tercera Edición, SARH, SPP. Chapingo. México.
- Cooke, G.D. 1967. The pattern of autotrophic sucesion in laboratory microcosm. *Bioscience* 17: 717-721.
- Costanza, R., D'Arge, R., Groot, R.d., et al. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature [London]* 387 (6630) : 253-260.
- Ccostanza, R., H. Daly y H. A. Bartholomew. 1991. Goals, Agenda, and Policy Recommendations for Ecological Economics. In: Costanza, R. (Ed.). *Ecological Economics. The Science and Management of Sustainability*. Columbia University Press; New York EUA); p. 1–20
- COTECOCA. 1979. Coahuila. Secretaría de Agrgricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaría de Ganadería. Comisión Técnico Consultora para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. México. D.F.
- D'Angelo, C. 2002. Marco conceptual para la ordenación de predios rurales. En: Gastó, J., P. Rodrigo y I. Aránguiz (ed.). *Ordenación Territorial, desarrollo de predios y comunas rurales*. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontifica Universidad Católica de Chile. LOM Ediciones. Santiago, Chile.
- Dasman, W. 1945. A method for estimating carrrying capacity of rangelands. *J. Forestry* 43: 400-402.
- Dhonhot, A.A. 1989. Carryng capacity: a confusing concept. *Acta Oecologica* 9: 337-346.
- DRA. Dirección de la Real Academia de la Lengua. Madrid.
- Dregne, . 1978. Desertification: man's abuse of the land. *Journal Soil and Water Conservation* 33: 11-14.
- Erlwein, A. 2001. The extinción of the fuegians, an example of the western crisis of perception. Ensayo MSc. En ciencias holísticas. Schumacher College. 15 pp.
- Erlwein, A., Lara, A. Y A. Pradenas M. 2007. Introducción de la celulosa en Chile. Un modelo de desarrollo no sustentable (En proceso, Argentina).
- Fernández, P. 1995. Metodología para determinar la capacidad sustentadora animal en un contexto de uso múltiple. Aplicación al ecosistema mediterráneo. Tesis Doctoral. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Universidad de Cordoba, Cordoba, España.
- Ferrater, J. 1979. Diccionario de filosofía. Alianza Editorial.
- Flores, I. 2007. Clases Filosofía de las Ciencis. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. P. Universidad Católica de Chile.
- Forman , R. y M. Godron. 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley and Sons. 618 p. N.Y.
- Freedman, H.I. 1980. *Deterministic mathematical models in population ecology*. Marcel Dekkar Inc. N.Y.

- Gastó J., R. Armijo y R. Nava. 1984. Bases heurísticas del diseño predial. Sistemas en Agricultura. IISA 8407. Departamento de Zootecnia. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Gastó, J. 1993. La desertificación: los posibles elementos de lucha; 47-77. En: Cubero, J.I. y M.T. Morero (ed.) La agricultura del siglo XXI. Mundi-Prensa. Madrid.
- Gastó, J., F.Cosio e I. Aránguiz. 2002. Método holístico–emprírico de cálculo de la capacidad sustentadora y de la productividad ganadera potencial de los sitios. Provincia Esteparia Muy Fría Tendencia Secoestival o Patagonia Occidental. En: Gastó, J., P. Rodrigo e I. Aránguiz. Ordenación Territorial, Desarrollo de Predios y Comunas Rurales. Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago, Chile.
- Gastó, J., L.D. Vélez y C.H. D'Angelo. 1997. Gestión de recursos vulnerables y degradados. En: Viglizzo, E. Elementos para una política agroambiental en el Cono Sur, Montevideo. PROCISUR del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICH. Libro Verde.
- Gastó, J., Vieli, L. Y L. Vera. 2006. Paisaje Cultural. De la Silva al Ager. Revista Agronomía y Forestal UC N° 28, pp. 29-33.
- Gell-Mann, M. 1995. El quark y el jaguar. Aventuras en lo simple y en lo complejo. Tusquets Editores S.A. Barcelona.
- Glanzt, M.H. y N.S. Orvlovsky. 1983. Desertification: a review of the concepts. Desertification Control Bulletin. Diciembre.
- Goldschalk, D.R. 1977. Carrying capacity: a promising growth management tool. Environmental Comment: 10-11. The Urban Land Institute, Washington, DC.
- Gómez, J.(ed.) 1981. El tiempo en las ciencias. Problemas fundamentales del hombre. Enfoque interdisciplinario. Editorial Univesitaria. 216 p. Santiago de Chile.
- Green, B. 1985. Countryside conservation. The protection and management of amenity ecosystem. The Resource Management 11: 713-719.
- Haber, W. 1990. Using landscape ecology in planning and management: 217-232. En: I.S. Zonneveldt y R.T.T. Forman. Changing Landscapes: An Ecological Perspective. Springer-Verlag, New York.
- Ilich, I. 1996. La sombra que arroja nuestro futuro: 69-81. N.P. Gardels. Fin de siglo. McGraw-Hill. México.
- Imhoff, D. y J.A. Baumgartner. Farming and the fate of wild nature. Watershed Media. Healdsburg, California.
- Kassas, M. 1987. Seven paths to desertification. Desertification Control Bulletin 15: 24-26.
- Kavaloy, S. 1993. Sigmund Kavaloy: 113-152. En: Reed, P. Y D. Rothenberg (ed.) Wisdom in the open air. University Minnesota Pres. Minneapolis.
- Klijn, F. y M. A. Udo de Haes. 1994. A hierachical approach to ecosystems and its implications for ecological land classification. Landscape ecology 9: 89-104. SPB Academic Publishing. The Hague.
- Lawes J. 1847. On agricultural chemistry. J. Roy. Agric. Soc. England. 8 (1847) 226–260.
- Lawrence, D. 1997. Integrating sustainability and environmental impact assesment. Environmental Management 21: 23-42.
- Lele, S. 1991. Sustainable development: a critical review. World Development 19: 607-621.
- Low, B. et al. 1999. Human ecosystems interaction: a dinamic integrated model. Ecological economics 31: 227-242.
- Lubchenco J. 1998. Entering the Century of the Environment: A New Social Contract for Science. Science 279 (1998) 491– 496.

- Mansvelt, J.D. van y D.J. Stobbelaar (ed). 1995. Proceedings of the second plenary meeting of the EU-concerted action: "The landscape and nature production capacity of organic/sustainable types of agriculture". Department of Ecological Agriculture. Agricultural University Wageningen.
- Margalef, R. 1963. On certain unifying principles ecology. *Am. Naturalist* 97: 357-374.
- Margalef, R. 1969. Diversity and stability: a practical proposal and a model of interdependence. En: *Diversity and stability in ecological systems*. Brookhaven symposia in Biology, 22: 25-37
- Martinez-Alier J. y J. Roca, 2000. Economía ecológica y política ambiental. PNUMA, Fondo de Cultura Económica. Méjico. 493 págs.
- McDonnell, M.J. y S. Pickett (eds.) 1993. Humans as components of ecosystems: the ecology of subtle effects and populated areas. Springer-Verlag. N.Y.
- Meadows, D.H., Meadows, D.I., L. Randors y W.W. Behrens. 1972. The limits of growth: a report for the Club of Rome's project in the predicament of mankind. Universe Books. N.Y.
- Meews, J., J.D. van der Ploeg y M. Winjermans. 1988. Changing landscape in Europe: continuity, determination or rupture? IFLA Conference. Rotterdam. 102 p.
- Mesarovic, M. y E. Pastel, 1975. La humanidad en la encrucijada. Fondo de Cultura Económica, Méjico.
- Mesarovic, M., Macko, M. y T. Takahara. 1971. Theory of hierarchical multilevel systems. Academia Press. N.Y.
- Montalba, R. 2004. Historia de la transformación del sistema hombre en el medioambiente en el secano interior de la IX Región de Chile. Una Aproximación agroecológica. *Revista CUHUSO*. Volumen 8. pp 18-38.
- Montalba, R. 2005. Agroecología como desarrollo rural sostenible en contextos indígenas, una aproximación crítica a partir de la realidad e historia de los mapuche de Chile. Tesis para optar al grado de Doctor en agroecología y desarrollo rural sostenible. Universidad de Córdoba. 450 pp.
- Montalba, R. 2007. Cambio agrario, ciencia, desarrollo y sustentabilidad. Universidad de la Frontera. Documento de Trabajo. Temuco. Chile.
- Mott, G.O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. En: *Proceeding of the VIII International Grassland Congress*. Reading. Inglaterra. Pp:606-611.
- Naess, A. 1993. Arne Naess:65-111. En: Reed, P. Y D. Rothenberg (ed.) *Wisdom in the open air*. University Minnesota Pres. Minneapolis.
- Naredo, J.M. 2004. Diagnóstico sobre la sostenibilidad: la especie humana como patología terrestre. Jornadas sobre la sostenibilidad en el proyecto arquitectónico y urbanístico. Escuela Técnica superior de Arquitectura de Madrid. 11p.
- Nieswand, G.H. y P. Pizar. 1977. How to apply carrying capacity análisis. *Environmental Comment*: 10-11. The Urban Land Institute. Washington, D.C.
- Nijkamp P. 1990. Regional sustainable development and natural resource use. World Bank Annual Conference and Development Economics. Washington, D.C.
- Nisbet, R. 1982. *Prejudices. A philosophical dictionary*. Harvard University Press. Cambridge, MA.
- Odum, E. P. 1975. Diversity as a functioning of energy flow:11-14. En: W. H. Van Dobbar y R. H. Lowe-McConnell (eds.). *Unifying concepts in ecology*. Report of the plenary sessions of the First International Congress of Ecology. The Hague. Holanda.
- Odum, E.P.1969. The strategy of ecosystem development. *Science* 164: 262-270.
- Ohrens, O., J.A. Alcalde y J. Gastó. 2007. Orkestike. P. Universidad Católica de Chile. Fac. de Agronomía e Ingeniería Forestal. Santiago. Chile. *Agronomía y Forestal UC* 31: 22-25.
- Pimentel, D.H., L.E. Hurd, A.C. Bellotti, I.N. Oka, O.D. Sholes, R.J. Whitman. 1973. Food production and energy crisis. *Science* 182: 443-449

- Plutchik, R. 2001. The nature of emotions. *American Scientist* 89 (4): 344-350.
- Prigogine, I. e I. Stengar. 1984. Order out of chaos. Mans new dialoge with nature. Bantam book. N.Y.
- Queron, C. 2002. Relaciones entre actores sociales y territorio rural. El caso de la comuna de Santo Domingo: 717-751. En: Gastó, J., P. Rodrigo e I. Aránguiz. Ordenación Territorial: desarrollo de predios y comunas rurales. 995 p. LOM Ediciones. Santiago, Chile.
- Redman, C.L., M.J. Grove y L.H. Kuby. 2000. Toward a unified understanding of human ecosystems: interpreting social sciences in long-term ecological research. *Unified Theory of Human Ecosystems*.
- Reichle, D.E., R.V. O'Neill y W.F. Harris. 1975. Principles of energy and material exchange in ecosystems: 27-43. En: W.H. van Dobben y R.H. Lowe-McConnell (eds.). *Unifying concepts in ecology. Report of the plenary sessions of the First international congress of ecology, The Hague, the Holanda*.
- Röling N. 2000. Gateway to the Global Garden: Beta/Gamma Science for dealing with Ecological Rationality. University of Guelph. Canada.
- Rosa, E.A. 2000. Modern theories of society and the environment: the risk society: 73-101. En: G. Spaargaren, A.P.J. Mol y F.H. Buttel. *Environment and global modernity*. SAGE. International Sociological Association. SAGE Publication. Londres.
- Ruthenberg, H. 1980. *Farming Systems in the Tropics*. Clarendon Press. Oxford, Inglaterra.
- Scharnecchia, D.L. 1990. Concepts of carrying capacity and substitution ratios, a system viewpoint. *Journal of Range Management* 43: 553-555.
- Suarez, D.A. 2007. Sustentabilidad de sistemas agroforestales en predios del Dominio Estepario y Secoestival. Facultad de Agronomía. Universidad Católica de Valparaíso. Taller de licenciatura. Quillota, Chile.
- Subercaseaux, D. 2007. Determinantes económicos en la ordenación territorial. Tesis M.Sc. P. Universidad Católica de Chile. Fac. de Agronomía e Ingeniería Forestal. Santiago. Chile.
- Turner, T.H.D. 1973. *Landscape planning: a linguistic and historical annalysis*
- Vargas, G.M. 2005. Naturaleza y medio ambiente: una visión geográfica. *Revista Geográfica Venezolana* 46: 289-304.
- Vial, J. 1981. El tiempo, cuestión de la filosofía. En: Gómez, J. *El tiempo en las ciencias. Problemas fundamentales del hombre. Enfoque interdisciplinario*. Editorial Universitaria. 216 p. Santiago, Chile.
- Vitousek P., H. Mooney, J. Lubchenco y J. Melillo. 1997. Human domination on Earth's systems. *Science* 277 (1997) 494-499.
- Von Bertalanffy, L. 1975. *Perspectives of general system theory*. Springer Verlag; New York. 253 p.
- Webster. *Diccionario Webster*. N.Y.
- Wilson, J.A. 1969. Increasing entropy of biological systems. *Nature* 219: 534.
- Winkelmann, D.L. 1993. La revolución verde: sus orígenes, repercusiones, críticas y evolución. En: Cubero, J.I. and M.T. Moreno. Eds. *La agricultura del siglo XXI. : 35-45*. Mundi-Prensa. Madrid.
- Wy, J. y Y. Qi. 2000. Dealing with scale in landscape annalysis: an overview. *Geographic Information Systems*. 6:1-5.