

CAPÍTULO

27

.....

Base metodológica para el desarrollo de agricultura sostenible en cuencas altoandinas.

Caso: La Era y El Estafiche,
municipio Cardenal Quintero,
Mérida

POR

Wilmer A. LOZADA TORRES

Rigüey Y. VALLADARES SALINAS

Clifford D. PEÑA GUILLÉN

José D. HERNÁNDEZ

Introducción

La agricultura constituye la actividad económica primaria de las áreas rurales del estado Mérida. Su desarrollo integral depende de la combinación de un conjunto de factores biofísicos, socioeconómicos y político-institucionales, en otras palabras, su sostenibilidad está sujeta a la calidad de las tierras, capacidad para mantener los ecosistemas, disponibilidad de agua, mano de obra, precio, mercado, incentivos, tecnología, vialidad, equipamiento, servicios, participación comunitaria efectiva, asistencia técnica, planificación del desarrollo rural y ordenamiento territorial, entre otros.

La explotación intensiva de las tierras, la expansión de la frontera agrícola y el uso inadecuado de agroquímicos ha generado contaminación del agua, el aire y la degradación de suelos, en consecuencia, ha ido disminuyendo la productividad, los rendimientos y calidad de los cultivos en las cuencas altas andinas. Esta situación se agrava debido a la infestación de patógenos introducidos en semillas foráneas empleadas por los productores de la localidad.

En virtud de la preocupación manifestada en asambleas de ciudadanos por los productores de los sistemas de riego y consejos comunales que hacen vida en la Era y El Estafiche, la Compañía Anónima Nacional Teléfonos de Venezuela (CANTV), bajo el esquema de responsabilidad social empresarial contactó un equipo de profesionales de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes para atender los problemas anteriormente señalados.

En ese sentido, este trabajo constituye un avance de la evolución de esta investigación, y su propósito plantea los fundamentos metodológicos que se aplicaron para evaluar la situación actual y el aprovechamiento de las tierras agrícolas en los consejos comunales a fin de identificar e implementar estrategias consensuadas para el desarrollo de una agricultura sostenible.

Materiales y métodos

La investigación se llevó a cabo en los consejos comunales La Era y El Estafiche, los cuales forman parte de las subcuencas La Faltriquera, La Sucia y El Estafiche, afluentes de la cuenca del Río Santo Domingo, localizada en el municipio Cardenal Quintero, estado Mérida, Venezuela, en una superficie de 3.012 Ha. Estas subcuencas se emplazan en una zona montañosa con valles intramontanos conformado por amplios abanicos aluviales y terrazas donde se asienta la mayor parte de las actividades agrícolas, entre los 1.600 y 3.000 m.s.n.m. (FIGURA 1).

La unidad geológica del área está conformada por el Complejo Iglesias, constituida fundamentalmente por gneis graníticos (PDVSA, 2009). Las precipitaciones anuales oscilan entre los 1.300 y 1.500 mm presentando una estación seca y una lluviosa con temperatura media anual que fluctúa entre 15° y 17°C. La cobertura vegetal está representada por remanentes de bosques, gramíneas, frailejón y matorrales. Los suelos son poco

evolucionados (entisoles e inceptisoles), ácidos y con moderado contenido de materia orgánica y texturas que varían entre francoarenosas a franco.

La actividad económica predominante es la agricultura, y actualmente hay 183 unidades de producción (UP) dedicadas al cultivo de papa, zanahoria y hortalizas, en menor proporción. El 60% de estas UP ocupan superficies menores a 5 Ha, mientras que la explotación es llevada a cabo directamente por el propietario de la tierra a través medianería y fuerza de trabajo del grupo familiar. Los diferentes actores que forman parte de esta comunidad agrícola y sus roles se describen en el CUADRO 1.

CUADRO 1. Actores involucrados

Actores	Aspectos relevantes, prioridades y necesidades
Organizaciones comunitarias - Consejo Comunal La Era - Consejo Comunal El Estafiche - Sistema de riego La Era-El Dividivi - Sistema de riego El Estafiche	- Identifican problemas y establecen las prioridades de actuación - Organizan a los productores - Gestionan financiamiento crediticio - Controlan y administran los fondos asignados al proyecto de investigación
Instituciones públicas - Ministerio de Agricultura y Tierras - Compañía Anónima Teléfonos de Venezuela	- Formula las políticas, planes y proyectos para el fortalecimiento del sector agrícola - Ente financiador del proyecto
Empresa privada - Hotel Santo Domingo - Inversiones Restaurant Ashley - Posada El Alumbre	- Los dueños de empresas privadas también se dedican a actividades agrícolas - Prestan servicios de hospedaje y alimentación a los investigadores que participan en el proyecto
Universidades e institutos de investigación - Universidad de Los Andes - Instituto de Geografía y Conservación de Recursos - Instituto de Investigaciones Agronómicas	- Investigadores científicos dedicados a la generación de conocimientos - Formación de talento humano a través del desarrollo de trabajos especiales de grado a nivel de pregrado y maestría
Institutos de educación media - Escuela Técnica Robinsoniana Santo Domingo - Escuela Granja San Buena Aventura. San Jacinto	- Formación permanente en diferentes actividades asociadas a la captura de información en campo - Estudiantes menores de edad productores en parcelas asignadas o heredadas de sus padres

Fuente: Elaboración propia

En este trabajo se desarrolla una investigación aplicada que parte de la generación de un diagnóstico con participación directa de las comunidades agrícolas en la captura de datos y análisis de la información a través de talleres para el intercambio de saberes científicos y comunitarios en pro de la resolución de los problemas y deficiencias detectadas. Con la finalidad de incentivar al productor, ganar confianza y generar apropiación del conocimiento e intercambio de saberes, durante las jornadas de campo y en los talleres de cada área temática se dio a conocer el alcance de la investigación conducente a mejorar la productividad de los suelos y su conservación, así como se proporcionó información de las limitaciones agrológicas, y medidas adecuadas para el manejo de cultivo y riego. A partir de las reuniones se decidió en esta primera fase de trabajo abordar cuatro temas de investigación (CUADRO 2).

CUADRO 2. Temas de la investigación

Temas	Métodos y procedimientos
Diagnóstico de las prácticas agronómicas	- Muestreo de suelo en unidades de producción - Encuesta socioeconómica - Talleres participativos - Análisis de fertilidad
Diagnóstico del sistema de riego	- Inventario de la infraestructura de riego y levantamiento planialimétrico de las redes de distribución. - Aforo de caudales y medición de presiones de funcionamiento. - Evaluación de la uniformidad de aplicación y distribución del agua de riego. - Evaluación de la relación caudal-presión en el aspersor. - Determinación de la eficiencia de riego en la unidad parcelaria. - Requerimientos hídricos de los cultivos. - Balance oferta-demanda de agua - Plan de manejo y conservación de suelos - Plan de rehabilitación y reacondicionamiento del sistema
Avance de la frontera agrícola	- Interpretación multitemporal de imágenes satelitales
Clasificación de tierras por vocación de uso agrícola	- Documentación y revisión - Diagnóstico del sistema territorial - Clasificación y evaluación de tierras - Análisis, propuestas y resultados

Fuente: Elaboración propia

Diagnóstico de las prácticas agronómicas

Esta actividad consistió en identificar problemas asociados a la fertilidad de los suelos, reconocer las enfermedades frecuentes y su incidencia en los rubros.

En principio se procedió a seleccionar las parcelas para el muestreo aleatorio simple de 325 muestras tomando en consideración la pendiente, humedad del suelo y la vegetación. En cada sitio se colectaron con barreno 15 submuestras en un recorrido en zig-zag y a 0-20 cm de profundidad. A cada muestra se le determinó la textura, pH, conductividad eléctrica, fósforo aprovechable, calcio, magnesio, potasio y sodio disponible, capacidad de intercambio catiónico, nitrógeno total y carbono orgánico.

Los resultados fueron entregados al productor, junto a un programa de fertilización y manejo, según los cultivos establecidos en su parcela, quien cuenta en la actualidad con asesoría técnica para su implementación.

Posteriormente al proceso de análisis de fertilidad de los suelos se hicieron jornadas de seguimiento a las recomendaciones de manejo de suelos y fertilización de cultivos.

Diagnóstico del sistema de riego (infraestructura)

Para proporcionar las mejoras necesarias a los sistemas de riego garantizando su óptima operación y elevando la eficiencia en el uso del agua se llevaron a cabo las siguientes actividades:

- *Inventario de la infraestructura de riego y levantamiento planialtimétrico de las redes de distribución.* En conjunto con los productores se hizo el inventario de tu-

berías, conexiones, equipos y accesorios, redes de distribución de riego, obras de regulación y evaluación del funcionamiento de las tuberías.

- *Aforo de caudales y medición de presiones de funcionamiento.* Se ejecutaron aforos de caudales a nivel de las fuentes de agua, en los almacenamientos y en la entrada de la parcela para determinar el caudal de oferta. Por otra parte se midieron las presiones de funcionamiento en nodos y puntos críticos sobre los ramales de distribución, así como a la entrada de la parcela, presiones hidrostáticas e hidrodinámicas.
- *Evaluación de la uniformidad de aplicación del agua de riego.* Consistió en evaluar a nivel de parcela y la uniformidad del riego mediante los aspersores sobre la superficie del suelo. El parámetro utilizado para cuantificar la uniformidad de aplicación es el coeficiente de uniformidad (CU) propuesto por (Christiansen, 1942):

$$CUc = \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^n |x_j - \bar{x}|}{n\bar{x}} \right]$$

Donde: CUc = Coeficiente de uniformidad de Christiansen;
Xj = Valor de cada una de las observaciones; \bar{X} = Promedio de todas las observaciones

$\left[\frac{\sum_{i=1}^n |x_j - \bar{x}|}{n} \right]$ = Promedio de la desviación absoluta de las medias;
n = Número de observaciones

- *Evaluación de la uniformidad de distribución del agua de riego,* entendiéndose que la uniformidad de distribución viene a ser la relación entre el promedio del 25 % del total de láminas recogidas por 25%, pero tomando solo los valores más bajos, entre la lámina promedio:

$$UD = \frac{X_{25\%}}{\bar{X}} \cdot 100$$

Donde: UD = Uniformidad de distribución; $X_{25\%}$ = Promedio del 25% de las láminas más bajas; \bar{X} = Lámina promedio

- *Evaluación de la relación caudal-presión en el aspersor.* Comprende evaluar el efecto de la presión de operación sobre el caudal de descarga empleando la ecuación:

$$q = C.A (2gh)^{1/2}$$

Donde: q = Caudal del aspersor; C = Coeficiente de descarga; A = área de la sección de descarga de la boquilla; g = Aceleración de la gravedad; h = Presión de operación

- *Determinación de la eficiencia de riego en la unidad parcelaria.* Se describió el funcionamiento del sistema a nivel de la parcela mediante la siguiente ecuación:

$$\frac{ARUB}{ARA} \cdot 100$$

Donde: Efr = Eficiencia de riego; ARUB = Agua de riego usada beneficiosamente; ARA = Agua de riego aplicada

- *Requerimientos hídricos de los cultivos.* Se aplicó el modelo de simulación CRO-PWAT, FAO (1989) para explicar las condiciones de abastecimiento de agua de riego y el cálculo de los requerimientos hídricos de los cultivos.
- *Balance oferta-demanda de agua.* Consideró los resultados de la oferta de agua y la demanda de riego para proponer medidas correctivas ante las deficiencias detectadas.
- *Plan de manejo y conservación de suelos.* Dirigido a prevenir y corregir su degradación de tierras mediante prácticas que garanticen el manejo óptimo del agua de riego, control de erosión y rotación de cultivos, entre otros.
- *Plan de rehabilitación y reacondicionamiento del sistema.* A partir del diagnóstico del sistema de riego se priorizaron actuaciones para rehabilitar la infraestructura y los equipos. El programa consistió en efectuar a mediano plazo: reemplazo de tuberías de conducción y distribución, instalación de dispositivos de protección, control, regulación, filtrado e inyección de fertilizantes, instalación a punto de la toma parcelaria, evaluación de caudales y presiones en campo.

Avance de la frontera agrícola

Consistió en un estudio multitemporal por periodo de 20 años de imágenes satelitales mediante clasificación supervisada, validación en campo, generación de matrices de cambio en un sistema de información geográfico.

Clasificación de las tierras por vocación de uso agrícola

La noción de vocación de uso de la tierra se refiere a la preferencia o inclinación de una tierra hacia un uso particular en un tiempo determinado, dada por factores físico-naturales y socioeconómicos (Delgado, 2009). Este objetivo permitió identificar el uso actual y potencial mediante la evaluación de las tierras según su aptitud física y vocación de uso. Para el estudio de caso se trabajó con adaptación y combinación de metodologías existentes, como los procedimientos empleados en las directrices de la FAO (1976), particularmente el Sistema de Evaluación de Tierras para la Agricultura en regadío (FAO, 1990, 2007), la (Ley de Tierras y Desarrollo Agrario, 2005) de la República Bolivariana de Venezuela, específicamente el (Reglamento de la Ley de Tierras y Desarrollo Agrario (RLTDA), 2005), así como metodologías generadas para determinar capacidad de uso (Comerma y Arias, 1971), vocación agrícola (Delgado, 2009) y (Comerma, 2012). Por otra parte se empleó la clasificación de unidades del paisaje (Elizalde, 1983) para sectorizar unidades pedogeomorfológicas (FIGURA 2).

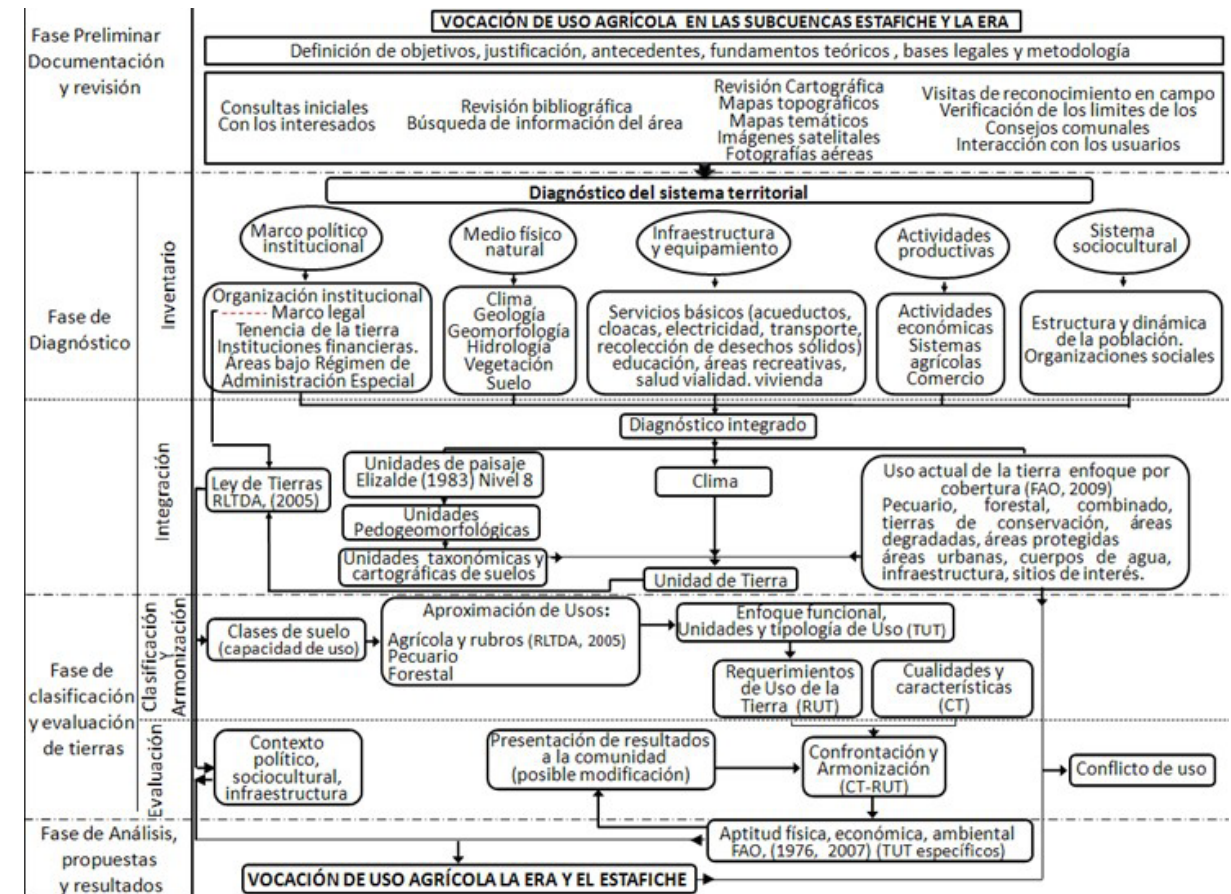


FIGURA 2

Modelo metodológico para determinar la vocación de uso de la tierra. Fuente: Modificado de (Comerma y Arias, 1971), (Elizalde, 1983), (FAO, 1976, 1990, 2007), (RLTDA, 2005) (Delgado, 2009), (Comerma, 2012)

Resultados y discusión

Con base en la metodología diseñada y el diagnóstico participativo con los diferentes actores involucrados se detectaron fortalezas y debilidades presentes en estas comunidades que deben ser atendidas en las fases posteriores del proyecto mediante la implementación de medidas estratégicas con indicadores de seguimiento y control que permitan evaluar la efectividad y eficacia en función de los objetivos del desarrollo sostenible en el medio rural (CUADRO 3).

CUADRO 3. Fortalezas y debilidades de actividades agrícolas de los consejos comunales La Era y El Estafiche

FACTOR	Fortalezas	Debilidades
Planificación	- Existencia de instituciones en el estado con experiencia en planificación del desarrollo rural y vocación de uso de las tierras. - Presencia de organizaciones comunitarias y sistemas de riego.	- No existen planes de desarrollo rural. - Ausencia de estudios para la valoración de vocación de uso de las tierras.
Manejo de cultivos	- Suelos de alta fertilidad. - Tradición agrícola. - Disposición de los productores a introducir nuevos cultivos, nuevas tecnologías y prácticas conservacionistas.	- Sólo cultivan papa y zanahoria. - Cultivos en zonas de alta pendiente. - Inadecuado uso de tecnología agrícola.
Insumos agrícolas	- Existe disposición de los agricultores a aceptar asesoría en el manejo de insumos agrícolas.	- Dificultad para acceder a los insumos agrícolas. - Inadecuado manejo de agroquímicos. - Ausencia de asesoramiento técnico sostenido en el tiempo.
Sistema de riego	- Interés de los comités de riego en mejorar su organización, mantenimiento y distribución del agua para riego.	- Sistema de riego obsoleto. - Inadecuado mantenimiento del sistema de riego. - Deficiencias en el manejo del agua para riego acorde a los requerimientos de cada cultivo.
Producción	Abastecimiento del mercado regional	Bajos rendimientos (kg/ha) en relación a la producción parroquial.
Comercialización	- Venta directa a puerta de finca	- Carecen de medios de transporte para trasladar la producción al mercado local o regional. - No cuentan con centros de acopio. - Frecuentemente se produce sobreoferta del producto porque no existe planificación en los rubros a producir. - Se registra pérdida de cosechas por bajas en los precios del producto, el cual no compensa las labores de la recogida de la cosecha.
Ambiente	- Suelos con aptitudes para diferentes cultivos. - Buena fertilidad de los suelos.	- Pérdida de la biodiversidad a causa de la deforestación. - Disminución de los caudales. - Destrucción de humedales. - Contaminación de aguas y suelos por el uso de agroquímicos. - Alteración de la calidad de los suelos. - Pérdida de suelo por erosión. - Activación de movimientos de masa. - Pocas prácticas para la conservación de suelo y agua.

Fuente: Elaboración propia

Conclusiones

La aplicación de los diferentes procedimientos metodológicos cualitativos y cuantitativos permitió conocer los principales problemas y fortalezas que afectan el potencial socioproductivo de los consejos comunales La Era y El Estafiche. Ciertamente, el estudio consistió en la generación de información básica conducente al mejoramiento de la productividad de la tierra y la metodología se puede replicar en otras cuencas altas andinas con ciertas modificaciones acordes con las particularidades de cada lugar.

En el terreno metodológico resultan escasos los estudios a escala de detalle (>1:10.000) para evaluar el potencial socioproductivo en los Andes venezolanos. Generalmente, las evaluaciones existentes se presentan a escalas medianas (1:25.000 – 1:100.000) y la participación comunitaria queda prácticamente exceptuada, por cuyo motivo el modelo metodológico empleado puede constituir una herramienta holística que contribuya con la planificación del uso de la tierra en las zonas andinas.

A raíz del estudio se lograron establecer usos y prácticas conservacionistas en cuanto a detalles del recurso agua, suelo y vegetación. Estas prácticas pueden ser adoptadas fácilmente por los agricultores; no obstante, es necesario continuar incentivando, divulgando y transfiriendo estas prácticas a los productores en mesas de trabajo en asambleas de ciudadanos junto al equipo técnico para obtener su aprobación, apropiación y seguimiento en su ejecución.

Entre las recomendaciones o propuestas que se derivaron del estudio se encuentran:

- Establecimiento de parcelas experimentales en fincas ofrecidas por los productores.
- Asesoramiento técnico para el establecimiento de nuevos rubros.
- Propuestas para controlar problemas debido al mal drenaje en algunas unidades de tierra.
- Acondicionamiento y modernización del sistema de riego.
- Estrategias de organización y planificación de cultivos.
- Prácticas de conservación de suelos y aguas.
- Manejo y disposición final de desechos de agroquímicos.
- Preparación y aplicación de abonos orgánicos.
- Seguimiento sistemático de prevención y control de plagas y enfermedades que deprimen la eficiencia productiva de los sistemas agrícolas.
- Reforestación de áreas críticas con especies autóctonas.

En síntesis, la inserción de la metodología propuesta en las cuencas altas andinas conducirá progresivamente al fortalecimiento de los mecanismos de participación comunitaria en la formulación y solución de los problemas vinculados al desarrollo agrícola sostenible. Desde el punto de vista económico, el conjunto de medidas propuestas, una vez aplicado generará el aumento de la producción, incrementará los rendimientos por hectárea con menores costos de producción, lo cual favorecerá el crecimiento económico

del sector. Asimismo, las buenas prácticas ambientales para la conservación de suelos y aguas, considerando la vocación de uso en la planificación del medio rural, minimizarán su impacto en la biodiversidad, reducirán la degradación de las tierras, el consumo de agua y energía con sistemas de riego adecuados a los requerimientos de los cultivos, controlando la contaminación por el uso excesivo de agroquímicos y mejorará significativamente la salud pública y ocupacional de las comunidades, así como de los consumidores de los productos agrícolas.

■ Referencias

- Christiansen, J. (1942). *Irrigation by sprinkling*. California Agricultural Experimental Station Bulletin 670. California: Univ. California.
- Comerma, J. y Arias, I. (1971). *Un sistema para evaluar las capacidades de uso agropecuario en Venezuela. Seminario de clasificación interpretativa con fines agropecuarios*. Maracay: Universidad Central de Venezuela.
- Comerma, J. (2012). *Desde la capacidad de uso a la vocación de las tierras*. XLVII aniversario del Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial (CIDIAT). Mérida: Universidad de Los Andes (inédita).
- Delgado, F. (2009). *Propuesta metodológica para evaluar y asignar la vocación de uso agrario de las tierras rurales*. Mérida: Centro Interamericano de Desarrollo e Investigación Ambiental y Territorial, Universidad de Los Andes, Instituto Nacional de Tierras (inédita).
- Instituto Geográfico de Venezuela Simón Bolívar (2014). *Cartografía base 1:100.000*. Caracas: IGVS
- Elizalde, G. (1983). *Ensayo de clasificación sistemática de categorías de paisajes. Primera aproximación*. Maracay: Instituto de Edafología. Facultad de Agronomía. UCV.
- FAO (1976). *Esquema para evaluación de tierras*. Boletín de suelos 32. Roma: FAO
- FAO (1989). *Guidelines for using CROPWAT in Planning. Design and Management of irrigation Projects. Land and water development Division*. Rome: FAO
- FAO (1990). *Evaluación de tierras para agricultura en regadío*. Boletín de suelos 55. Roma: FAO
- FAO (2007). *Land evaluation, toward a revised framework*. Rome: FAO.
- República Bolivariana de Venezuela (2005). *Ley de tierras y Desarrollo Agrario*. Gaceta Oficial de N° 5771 extraordinaria de fecha 18 de mayo 2005. Caracas, Venezuela
- República Bolivariana de Venezuela (2005). *Reglamento Parcial del Decreto con fuerza de Ley de Tierras y Desarrollo Agrario para determinar la Vocación de uso de la tierra rural*. Caracas, Venezuela.
- Petróleos de Venezuela (PDVSA) (2009). *Código estratigráfico de las cuencas petroleras de Venezuela* (2009), recuperado el el 13 de Julio 2016, de <http://www.pdv.com/lexico/l38w.htm>.