
LA INTEGRACIÓN DEL CONOCIMIENTO LOCAL Y CIENTÍFICO EN EL MANEJO SOSTENIBLE DE SUELOS EN AGROECOSISTEMAS DE SABANAS

ROSA MARY HERNÁNDEZ-HERNÁNDEZ, MARÍA ELENA MORROS, CARLOS BRAVO, ZENAIDA LOZANO, PABLO HERRERA, ADRIANA OJEDA, JIMMY MORALES y BEATRIZ BIRBE

RESUMEN

La seguridad alimentaria es un problema de gran magnitud en los países tropicales y cada vez depende más de la implementación de prácticas agrícolas sostenibles. En este sentido es necesaria la integración del conocimiento local de los productores con el conocimiento técnico, buscando una visión compartida de la realidad y sinergia al momento de actuar. Esta visión transdisciplinaria en los estudios agroecológicos adquiere gran importancia en las sabanas bien drenadas de los Llanos Venezolanos, con claros índices de pobreza de su población, por ser escenario para la expansión de la frontera agrícola, a pesar de la escasa calidad y fragilidad de sus recursos. Este trabajo describe dos aproximaciones en el proceso de comprender la lógica de los productores y la necesidad de mejorar la comunicación

entre el conocimiento local y el conocimiento técnico, a fin de desarrollar manejos de agroecosistemas de sabanas bien drenadas en la bioregión de los Llanos Centrales Venezolanos. La acción conjunta permitió evidenciar que existe alta coincidencia entre estos dos tipos de conocimiento al momento de definir los indicadores de calidad de suelos. Los criterios de aceptación de los productores al evaluar las nuevas prácticas agrícolas se basan en la diversidad de beneficios y en la mejora de la calidad del suelo que trae consigo su utilización. La siembra directa y el uso de leguminosas en rotación o en asociación con otros cultivos fueron los manejos más aceptados por los productores en la búsqueda de prácticas que respondan a las condiciones agroecológicas y socioeconómicas regionales.

En la agenda del desarrollo sostenible y seguridad alimentaria, el manejo agrícola debe ser considerado desde la perspectiva ecosistémica,

donde su evaluación integra los procesos dinámicos que relacionan el clima, suelo, agua, biota y los productores que manipulan estos procesos. Se busca satisfacer la producción de alimentos

que cubran las necesidades básicas de la población sin comprometer las capacidades de las futuras generaciones. En este sentido, lograr un manejo sostenible de los recursos no depende

PALABRAS CLAVE / Agroecología / Calidad del Suelo / Conocimiento Local / Llanos Venezolanos / Sabanas /

Recibido: 12/06/2009. Modificado: 17/12/2010. Aceptado: 21/12/2010.

Rosa Mary Hernández-Hernández. Licenciada en Biología y Doctora en Ecología, Universidad Central de Venezuela (UCV). Profesora, Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez (UNESR), Venezuela. Dirección: Centro de Agroecología Tropical (CEDAT), Instituto de Estudios Científicos y Tecnológicos (IDECYT), UNESR. Apartado. 47925. Caracas, Venezuela. e-mail: rosa.hernandez@unesr.edu.ve

María Elena Morros. M.Sc. en Agronomía, UCV, Venezuela. Investigadora, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Barquisimeto, Venezuela.

Carlos Alfredo Bravo Medina. Ingeniero Agrónomo, UNERG, Venezuela. M.Sc. en Ciencias del Suelo, UCV, Venezuela. Doctor en Agronomía, Universidad de Córdoba, España. Profesor, UNESR, Venezuela.

Zenaida Lozano Pérez. Ingeniero Agrónomo, M.Sc. y Doctora en Ciencia del Suelo, UCV, Venezuela. Profesora, UCV, Venezuela.

Pablo Emilio Herrera Díaz. Ingeniero Agrónomo, UCV, Venezuela. M.Sc. en Producción Animal, UCV, Venezuela. Profesor, UNESR, Venezuela.

Adriana Ojeda Hernández. Ingeniera Agrónoma y M.Sc. en Agronomía, UCV, Venezuela. Profesora, UNESR, Venezuela.

Jimmy Morales. Licenciado en Biología y M.Sc. en Ecología Tropical, Universidad de los Andes, Venezuela. Profesor, Universidad Bolivariana de Venezuela.

Beatriz Omaira Birbe Fernández. Médica Veterinaria, UCV, Venezuela. M.Sc. en Producción Animal, UCV, Venezuela. Profesora, UNESR, Venezuela.

solamente del conocimiento técnico de los procesos y funciones de los agroecosistemas, sino que es necesario desarrollar herramientas de comunicación y de aprendizaje interactivas, que por un lado incorporen entendimientos técnicos generados por la investigación científica, y por otro, incorporen el conocimiento de los productores, sus expectativas y criterios, los cuales son determinantes al momento de tomar decisiones relacionadas con las prácticas agrícolas ajustadas a su realidad agroecológica y socioeconómica.

Según Barrios *et al.* (1994) quienes diseñan y evalúan los manejos de producción agrícola tienen un creciente interés en incorporar el conocimiento local de la gente que convive día a día con su ambiente y que tiene una integración intuitiva de las respuestas al clima y al cambio de uso de la tierra de los agroecosistemas locales. En los estudios de sistemas productivos, cada vez son más importantes las consideraciones éticas relacionadas con la participación de las comunidades y la necesidad de enfocar la investigación hacia los requerimientos del productor, con el fin de lograr incrementar la adopción y difusión de nuevas prácticas agrícolas para una región particular (Walter *et al.*, 1995).

Para lograrlo, se requiere un enfoque de investigación/extensión participativo que permita combinar las percepciones de los productores sobre el manejo del suelo y agua, y de los otros recursos naturales, con el conocimiento científico, estableciendo un coaprendizaje interactivo, basado en la evaluación de indicadores de calidad de suelos y de prácticas agrícolas (Morros y Salas, 2005).

Este abordaje para el estudio de los agroecosistemas, su funcionamiento y la calidad de los recursos que los sustentan, tienen una connotada importancia en los ecosistemas de sabanas bien drenadas en los Llanos Centrales Venezolanos, puesto que es una región que a pesar de sus limitadas condiciones para el desarrollo agrícola, se ha constituido en un espacio de extensión de la frontera agrícola y pecuaria en las últimas décadas, debido al crecimiento poblacional y a los programas de estímulo a la producción por parte del Estado.

El presente estudio describe dos aproximaciones en el proceso de profundizar en la información local y establecer su relación con el conocimiento técnico desarrollado para manejos de agroecosistemas de

TABLA I
CUANTIFICACIÓN DE VARIABLES RELACIONADAS CON PROBLEMAS FUNCIONALES DE LAS SABANAS DE LOS LLANOS CENTRALES QUE INCIDEN EN SU CAPACIDAD PRODUCTIVA

Problemas funcionales	Unidades	Fuente
Pérdidas anuales de suelos por erosión hídrica	194Mg/ha*	Bravo y Florentino (1999)
Acidez de suelos	4,1	1
Contenido de P en suelos y vegetación	0,36Mg/ha; 1,1g/kg	2, 1
Contenido de N en suelos y vegetación	1,14Mg/ha; 5,7g/kg	2, 1
Contenido de K en suelos y vegetación	0,048Mg/ha; 5,4g/kg	3, 1
Contenido de Ca en suelos y vegetación	0,18cmol/kg; 1,3g/kg	2,1
Pérdidas de nutrientes por quema y pérdidas de suelo		
P	0,002Mg/ha	3
N	0,006Mg/ha; 26Mg/ha*	3
K	0,005Mg/ha	3
Pérdidas de MO del suelo*	6 - 10Mg/ha	4
Productividad vegetal	2Mg/ha	1
Producción animal		
Tasa anual de deforestación	1% anual	(FAO, 1997)
Producción de maíz	250000Mg/año	(FAO, 1997)
Carga animal en sabanas nativas	0,05 - 0,10 UA/ha/año (10-20 ha /UA)	(Tejos, 2002)
Tasa de crecimiento animal	57,2kg/UA/ha	(Herrera <i>et al.</i> , 2007)
Intervalo entre partos	20 meses	(Carrión <i>et al.</i> , 2002)
Producción de leche		
Periodo de utilización de pastos mejorados como alimento animal	6 meses	(Berroterán, 2000)
Periodo de utilización de restos de cosechas	5 meses	(Berroterán, 2000)

*En monocultivos y labranza convencional (manejos intensivos)

1: Hernández-Hernández *et al.* (2009), 2: López-Hernández *et al.* (2008), 3: Hernández-Valencia y López-Hernández (2002), 4: Hernández-Hernández y López-Hernández (2002).

sabanas bien drenadas en la bioregión de los Llanos Centrales Venezolanos. Tiene como objetivos: i. evaluar la correspondencia entre el conocimiento local y técnico, producto de la investigación participativa, para el abordaje de manejos agroecológicos de sabanas bien drenadas; ii. identificar los criterios que emplean los productores para calificar las prácticas agrícolas en esta región; y iii. Discutir, con base en la integración de ambos tipos de conocimientos, su situación agroecológica.

El Escenario Productivo de las Sabanas Bien Drenadas

Las sabanas estacionales bien drenadas representan el 65% del territorio de los Llanos Venezolanos. Son ecosistemas con marcada biestacionalidad climática, cuya vegetación es dominada por gramíneas C4 del género *Trachypogon* sp. (Baruch, 2005), y sus suelos son ácidos, oligotróficos, con alta fijación de P (López-Hernández *et al.*, 2008) y alto porcentaje de arena que permite un buen drenaje interno (Tabla I). Estas condiciones edafoclimáticas hacen que los

contenidos de C, N y S, involucrados en la actividad de producción-descomposición, sean muy variables comparados a suelos de otros biomas (Chapuis-Lardy *et al.*, 2001). Por estas razones son ecosistemas poco productivos, con una escasa oferta forrajera, siendo su principal manejo la ganadería extensiva con una baja capacidad de carga animal (Tejos, 2002). Este manejo promueve las quemadas recurrentes para la producción de rebrotes tiernos de especies nativas, más palatables para el ganado, intensificando las pérdidas de nutrientes del suelo por volatilización, erosión y pérdida de la vegetación (Hernández-Valencia y López-Hernández, 2002). En las últimas décadas las sabanas han sufrido un intenso y acelerado incremento de la frontera agrícola con el fin de dar respuesta a la demanda de alimentos del país, específicamente en los rubros de cereales y pasturas introducidas para el ganado, afectando de forma negativa los recursos de suelo y agua. Ello ha incidido en menores rendimientos en los cultivos y una disminución de la producción de carne y leche (Colmenares *et al.*, 2005).

La Importancia del Conocimiento Local en las Propuestas de Manejo de Sabanas

Las características ecológicas, sociales, culturales y económicas de esta bioregión Llanera intensifican la necesidad de buscar otros sistemas de producción más sostenibles. El desafío que significa el cambio de paradigma en el manejo de las sabanas bien drenadas desde una agricultura muy tecnificada a una agricultura vista desde la perspectiva del ecosistema, donde el suelo es un integrador de varios procesos y funciones del agroecosistema, es el camino que debe asumirse en los próximos años. Diseñar y manejar los agroecosistemas de acuerdo con estos procesos implica necesariamente la participación de los distintos actores sociales del escenario productivo.

Experiencias en sabanas africanas han respondido a este desafío al desarrollar estudios que caracterizan el manejo de la fertilidad del suelo según la tipología de los campesinos, y además, relacionan estas prácticas alternativas con la capacidad socioeconómica de los productores, considerando su capital natural y administrativo (Palm *et al.*, 2001). Allí se le ha dado igual importancia a la difusión de estas opciones de manejo a través del aprendizaje interactivo y la evaluación entre los campesinos, extensionistas e investigadores. Los programas de difusión utilizados dirigen el esfuerzo hacia lograr un balance adecuado entre la precisión del conocimiento científico y la relevancia de la aproximación empírica del conocimiento local (Barrios y Trejo, 2003).

En el escenario de los Llanos Venezolanos, el manejo de sus recursos para la producción ha estado basado en la implementación de una tecnología de altos insumos, donde el proceso de comunicación radica en la transferencia vertical del conocimiento técnico, desde los que diseñan y elaboran las prácticas o manejos a los ejecutores, entes públicos y privados, a través de extensionistas o comunicadores que llevan el paquete tecnológico al productor. En este proceso de transferencia vertical se busca resolver los problemas del productor ignorando los factores y lógicas socioeconómicas, culturales y políticas que abarcan el proceso productivo, y obviando la heterogeneidad de los ambientes agroecológicos. Álvarez (2005) alertó sobre el uso automático de paquetes tecnológicos homogéneos que promueven la dependencia de insumos y maquinarias de alto costo

en zonas poco apropiadas, y sugiere que con trabajos en pequeñas comunidades locales, fortalecidas en su organización y en su funcionamiento, donde la relación hombre-naturaleza esté bien representada, se pudiera lograr un mayor concurso de la sostenibilidad en las sabanas e incrementar la participación del nivel de visión ecosistémica.

Materiales y Métodos

Historia previa del diagnóstico

El presente estudio parte de evaluaciones previas realizadas en comunidades de pequeños productores cercanas a la zona de influencia de la Estación Experimental La Iguana, Universidad Simón Rodríguez, localizadas en ecosistemas de sabanas bien drenadas en la bioregión de los Llanos Centrales al sureste del estado Guárico (8°25'N y 65°25'O). El trabajo comprendió un instrumental metodológico del sondeo rural participativo (diagramas de Venn, análisis de bienestar, mapa e historia de la comunidad, entre otros) realizado colectivamente en cada comunidad. De su aplicación se pudo conocer que las mayores dificultades manifestadas por los productores para la producción agropecuaria en la región eran: 1. el uso de semillas de maíz poco adaptadas al entorno agroecológico, 2. el uso inadecuado de fertilizantes minerales y de enmiendas, 3. escasez de alimento para el ganado en la época seca, 4. alto costo de las maquinarias para siembra de forrajes, y 5. deficiencia de minerales. Además, se señaló al maíz como cultivo prioritario, por considerar que es un cultivo tradicional que da ingresos, se adapta a la sabana, produce alimento para la gente y los animales, es apreciado como un producto que gusta mucho y da bienestar a la comunidad (Castillo *et al.*, 2006).

En vista que los productores manifestaron la necesidad de mejorar la producción y productividad del maíz y lo relacionaron con la falta de nutrientes del suelo, se planteó la utilización de dos estrategias metodológicas: la feria del suelo y la evaluación de tecnologías con productores, que permitieran la integración de los conocimientos locales y técnicos en función de promover manejos agrícolas alternativos en esta bioregión llanera.

La feria del suelo. Calidad de suelos e indicadores

La feria del suelo es una estrategia metodológica que permite conocer y diagnosticar junto con

los productores la calidad de los suelos de sus fincas o de otros sitios de interés productivo. Su objetivo es fortalecer las habilidades, destrezas y actitudes de los productores para conocer en forma práctica y sencilla algunas propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos que definen su calidad, y relacionarlas con los conocimientos de carácter local que ellos han adquirido en el manejo diario del suelo de su parcela (Morros *et al.*, 2004).

Al comienzo de su aplicación, mediante preguntas abiertas, se estableció un diálogo sobre el suelo, su importancia como recurso para la fertilidad y se sensibilizó al agricultor en la necesidad de protegerlo. Previo a la realización de la feria se socializó con los productores un método de muestreo de suelo que fuera representativo para la toma de muestras de cada una de sus parcelas, considerando criterios para determinar áreas homogéneas o no. Estos criterios fueron grado de pendiente, drenaje, tipo de cultivo presente o por sembrar, historia de manejo. En cada área homogénea de cada parcela se tomaron en zigzag 15 submuestras de suelos (0-20cm) para formar una muestra compuesta.

Los productores llevaron las muestras de suelo de su propia finca a la feria, a las cuales se le analizaron una serie de características que sirvieron como indicadores de calidad de sus suelos. Entre las características químicas analizadas estuvieron la materia orgánica (MO) estimada por la reacción del suelo al peróxido de hidrógeno (agua oxigenada 10%), la condición de acidez del suelo; midiendo el pH con tiras tornasol en una mezcla suelo:agua destilada (1:2) y la presencia de carbonatos según la reacción al ácido clorhídrico 10%. En las determinaciones de MO y de carbonatos los niveles de interpretación fueron nada (<0,5%), poco (0,5-1,5%), medio (1,5-3%), y mucho (>3%). De las características físicas se midieron el color, la consistencia en húmedo y seco, la textura estimada organolépticamente por el método de la cinta y la estructura en forma manual, clasificándola da en ninguna, granular, laminar, o blocosa. Para el análisis de la biología del suelo, los productores evaluaron la actividad biológica por presencia de grupos de la fauna del suelo (termitas, lombrices, hormigas) en un rango de apreciación que iba de nada, poco, medio a mucho.

La feria consistió de distintas mesas, cada una con un técnico

que llevó una de las características de suelo a evaluar. El productor pasó con su muestra por las distintas mesas y con el apoyo del técnico analizó su suelo para cada característica señalada. Se establecieron conversaciones entre los actores; con un lenguaje que era de dominio del productor, para ayudar a fluir la comunicación con un profundo respeto por el conocimiento local, dejando expresar las inquietudes del productor y sus experiencias. Dicha información quedó registrada por los productores en planillas con niveles sencillos de evaluación por cada variable de suelo estudiada, según fue señalado. Al mismo tiempo, los técnicos que llevaban cada característica recogieron en otra planilla la información de las muestras de todos los productores. La feria del suelo fue lo suficientemente flexible para lograr la participación de la mayoría de los actores locales, de manera de obtener un escenario del ambiente agroecológico basado en la relación hombre-naturaleza, bien definida en estas comunidades de pequeños productores. Ello permitió establecer con una discusión final, basada en toda la información obtenida de los suelos de la comunidad, las necesidades del productor, su conocimiento local acerca del suelo, y la identificación de indicadores locales del suelo.

Las muestras de suelos recogidas fueron llevadas al laboratorio para el análisis cuantitativo de su fertilidad. Se secaron al aire, se homogeneizaron y se tamizaron (<2mm). En ellas se determinaron: distribución del tamaño de partícula por el método del Bouyucó y MO por oxidación húmeda con dicromato de potasio (Anderson e Ingram, 1993); macronutrientes (Ca, Mg, K) por Mehlich III (Mehlich, 1984); P disponible por el método del molibdato de amonio y N total por el método de Kjeldahl (Anderson e Ingram, 1993); y pH en una relación suelo:agua de 1:2,5.

Para comparar la información dada por los productores en la feria y la obtenida en el laboratorio se determinó el coeficiente de correlación de Pearson con una probabilidad del 95%. También se determinó el porcentaje de coincidencia entre las dos fuentes de información para cada característica según el criterio de unidades de diferencia (menos o más de 0,5 unidades) entre los valores obtenidos. En el caso de la textura se consideraron como criterios la coincidencia de todas, al menos dos de tres, al menos una de dos, o ninguna de las características texturales.

TABLE II
RESULTADOS DE PARÁMETROS DE MUESTRAS SUELOS DE LOS PRODUCTORES EVALUADOS EN FERIAS DEL SUELO Y EN EL LABORATORIO (n= 30 FINCAS)

Finca	Tex.	Estruct.	Color	Consistencia		MO %	pH	Ca	Mg	K	Pdisp	N
				H	M							
								ppm			%	
1	Fa	Blocosa	Rojo	Friable, blando NAd		Baja	5					
1*	a ¹					2,16	5,2	1	9	22	2,39	0,043
2	A	Sin	Claro	Firme	Ad	Nulo	6					
2*	FAa					2,71	4,7	1	3	27	1,54	0,053
3	A	Bloques	Marrón	Friable, blando Ad		Baja	4,5					
3*	A					2,71	5,4	1	16	27	2,22	0,036
4	A	Blocosa	Marrón	Friable	NAd	Baja	5,6					
4*	A					1,41	5,6	29	19	19	3,24	0,065
5	FAa	Blocosa,	Claro	Friable, blando NAd		Baja	5,5					
5*	Fa					2,46	5	16	5	11	1,71	0,068
6	A	Sin	Claro	Dura	Ad	Baja	6					
6*	aF					2,10	6,1	29	18	17	2,56	0,050
7	FA	Blocosa	Claro	Firme	Ad	Baja	5					
7*	FA					1,31	4,5	6	19	12	3,41	0,076
8	FA	Blocosa	Claro	Blando, friable NAd		Baja	4,5					
8*	FAa					1,21	4,9	1	14	18	5,12	0,069
9	Fa	Blocosa	Claro	Blando, friable Ad		Baja	5					
9*	Fa					1,56	5	1	10	28	4,61	0,053

En asterisco los análisis realizados en laboratorio. Tex: textura, A: arenosos, Aa: arcillo arenoso, Fa: franco arenoso, aF: areno francoso, FA: franco arcilloso, A: arcilloso. Ad: adhesivo, NAd: no adhesivo, MO: materia orgánica. Estruct.: estructura.

Evaluación de tecnologías con productores

En parcelas de los productores y en parcelas experimentales de la E.E. La Iguana, UR, se realizaron las evaluaciones abiertas de prácticas agrícolas, con la participación de los productores de la zona. El propósito fue captar sus reacciones, buscando identificar y entender los criterios que manejan al momento de seleccionar o descartar una determinada tecnología (Ashby, 1993). Las prácticas evaluadas fueron: 1) Asociación de maíz variedad criolla, bajo siembra directa, con *Brachiaria humidicola*, usando tres pases de rastra para su establecimiento, y fertilización inorgánica con NPK. 2) Monocultivo de maíz híbrido Imeca 3005 bajo labranza convencional desde hace 8 años, usando tres pases de rastra y fertilización inorgánica con NPK. 3) Asociación de maíz variedad criolla bajo siembra directa con *Brachiaria dyctioneura* y fertilización inorgánica NPK. 4) Cultivo de maíz híbrido Imeca 3005 bajo siembra directa asociado con la leguminosa (*Centrosema macrocarpum*), usando roca fosfórica como fuente de P. 5) Maíz híbrido Imeca 3005 bajo siembra directa asociado con *Brachiaria dyctioneura*, usando roca fosfórica como fuente de P. 6) Ensayo de rotación frijol-maíz

usando siembra directa y roca fosfórica como fuente de P. 7) Ensayo de asociación de frijol con pasto pangola, usando NPK como fertilizante. 8) Ensayo de frijol para forraje.

Durante la evaluación abierta se llevó registro, en planillas sencillas diseñadas para tal fin, de las opiniones positivas y negativas señaladas por los productores en relación a cada una de las prácticas agrícolas, para su posterior análisis basado en la frecuencia de opiniones. Se solicitó a los productores ubicar cada una de las prácticas de acuerdo a un orden de preferencia, representando el primer lugar la práctica de mayor aceptación y el último lugar la de menor probabilidad de aceptación. Se utilizó el método de regresión logística para el análisis de preferencia de tecnologías, que simuló la selección de prácticas con alta probabilidad de aceptación por parte de los usuarios (Hernández, 1998).

Resultados

Calidad de suelos e indicadores

En cuanto a las propiedades físicas, según los productores el 77% de los suelos analizados en la feria (n= 30) eran de texturas gruesas arenosas (a), franco arenosas (Fa) o areno francosas (aF). Un 67% de los

suelos tenían estructura blocosa y eran de color claro. En relación a la fertilidad química, los suelos fueron calificados por los productores como pobres en fertilidad, con contenido de materia orgánica de bajo a medio, puesto que ~90% de los suelos no mostraron o presentaron poca o una reacción intermedia al peróxido de hidrógeno (Tabla II). Cuando se le asignaron los intervalos de porcentajes de MO, según la escala FONAIAP (1999), a cada nivel cualitativo usado por los productores, el promedio de MO fue de $1,87 \pm 0,72\%$, que es un valor intermedio para suelos de texturas gruesas. Por otra parte, los suelos resultaron ser ácidos con pH comprendido entre 4,5 y 6 (Tabla II).

El análisis de fertilidad de los suelos en el laboratorio muestra que sus texturas variaron entre arenosos, franco arenoso, franco arcillo arenosos, franco arcilloso y arcilloso, obteniéndose más categorías de textura que en el caso de las estimaciones hechas por los productores en la feria. Los valores de pH estuvieron entre 4,5 y 6,1, evidenciando la condición ácida del suelo. Los contenidos de MO presentaron un promedio de $1,88 \pm 0,51\%$ (Tabla III), considerándose estos valores como bajos a medios según FONAIAP (1999). Los análisis de macronutrientes mostraron contenidos deficientes de Ca, Mg, K, P disponible (1,54-5,12ppm) y bajos de N total (0,04-0,08%).

Se evidenció una significativa correlación entre los resultados obtenidos por ambas vías (conocimiento local y conocimiento técnico) para características de suelos tales como pH y MO, teniendo un índice de correlación de Pearson ($<0,05$) de 0,71 y 0,67 y $r^2 = 0,50$ y $0,44$ respectivamente (Tabla III). En el caso de MO se encontró, según el criterio de comparación establecido de menos o más de 0,5 unidades de diferencia entre el valor dado por los productores y por los técnicos, un 77% de los suelos con menos de 0,5 unidades de diferencia para MO y un 93% para pH (Tabla III). La apreciación de la textura por los productores también mostró relación estrecha a la categorización obtenida por el método del Bouyuco; 40% de los suelos mostraron coincidencia total, y solamente 4% de los suelos presentó diferencias en la valoración entre las dos fuentes de conocimiento. Cabe destacar la tendencia a que con el método de laboratorio se detecta mejor la diferen-

TABLA III
COMPARACIÓN ENTRE RESULTADOS DE VARIABLES DE SUELO PROVENIENTES DEL CONOCIMIENTO LOCAL (FERIA DEL SUELO) Y EL CONOCIMIENTO TÉCNICO (ANÁLISIS DE LABORATORIOS)

Criterio de comparación	pH	MO	Textura
Menos de 0,5 unidades de diferencia	93%	60%	
Más de 0,5 unidades de diferencia	7%	40%	
Coinciden en al menos dos características texturales de tres			13%
Coinciden en al menos una característica textural de dos			43%
No coinciden			4%
Coefficiente correlación de Pearson	0,71	0,67	
r^2	0,50	0,44	
Promedio de datos obtenidos del conocimiento local	5.17 ± 0.45	1.87 ± 0.72	
Promedio de datos obtenidos producto del conocimiento técnico	5.09 ± 0.35	1.88 ± 0.51	

*Expresado en porcentaje de coincidencias según los criterios de comparación establecidos. Entre paréntesis, el valor asignado en la comparación de los resultados obtenidos por las dos fuentes de conocimiento. $p < 0,05$ para las pruebas de correlación, $n = 30$.

TABLA IV
CRITERIOS MANEJADOS POR LOS AGRICULTORES AL MOMENTO DE REALIZAR LA EVALUACIÓN ABIERTA DE LAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS

Criterios positivos relacionados con:	Nº de veces señalados por los productores	Prioridad	Criterios negativos relacionados con:	Nº de veces señalados por los productores	Prioridad
Sirve para doble propósito (alimentación humana y animal)	59	1	Bajo rendimiento y productividad	34	1
Protección y mejora de los suelos	55	2	Dificultad para el manejo	22	2
Rendimiento y productividad	46		Desconocimiento, poca experiencia	9	
Manejo de la parcela	7		Poca protección y mejora de los suelos	8	
Tradición y nuevos conocimientos	3				

cia entre un suelo arenoso y uno franco arenoso (Tabla III). La correlación entre MO y el contenido de N y P disponible mostró índices negativos, ya sea con la obtenida con el conocimiento local ($-0,58$ N y $-0,81$ P) como en el provisto por el análisis técnico ($-0,65$ N y $-0,86$ P). De la integración de ambas fuentes de conocimiento sobre la calidad del suelo se verifica con los resultados que son suelos de baja fertilidad química y buena condición textural para el cultivo.

Evaluación de tecnologías con los productores

Al analizar los resultados de las evaluaciones participativas de las tecnologías, los criterios de mayor peso al momento de seleccionar una práctica, resultaron ser la utilidad de la misma con fines de alimentación humana y animal (doble propósito), y la posibilidad de protección y mejora de los suelos, al ser señalados durante las evaluaciones 59 y 55 veces, res-

pectivamente. Los criterios relacionados con el rendimiento quedaron en tercer lugar, lo que determina que no siempre el criterio de mayor peso es el rendimiento (Tabla IV). En cuanto a los criterios negativos manejados por los productores durante la evaluación, se encuentra que el bajo rendimiento y la baja productividad de la parcelas son determinantes para descartar una práctica, seguido por los criterios relacionados con las dificultades para el manejo (engoroso, mucho trabajo, peligro).

Los resultados de la evaluación de las prácticas por orden de preferencia muestra que las prácticas agrícolas que presentaron una probabilidad $\geq 50\%$ de quedar en los primeros tres lugares de aceptación fueron la asociación pasto leguminosa, pangola con el frijol (77%), seguido por el de otra asociación de plantas, la de maíz con una leguminosa como la *C. macrocarpum* (59%). Una demostración de que la asociación de gramíneas con leguminosas es de la preferencia de los

TABLA V
DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DE ACEPTACIÓN DE LAS PRÁCTICAS EVALUADAS

	Orden de preferencia								Pruebas	Total % de quedar en los tres primeros puestos
	1	2	3	4	5	6	7	8		
Siembra directa de maíz y <i>Brachiaria humidicola</i>	2 (8,70)*	5 (21,74)	2 (8,70)	4 (17,39)	4 (17,39)	2 (8,70)	2 (8,70)	2 (8,70)	23	39,14
Siembra directa de maíz y <i>Brachiaria dictioneura</i>	1 (4,55)	0 (0)	3 (13,64)	3 (13,64)	5 (22,73)	5 (22,73)	3 (13,64)	2 (9,09)	22	18,19
Asociación de pasto con leguminosa (frijol+pangola)	7 (31,82)	4 (18,18)	6 (27,27)	2 (9,09)	2 (9,09)	0 (0)	1 (4,55)	0 (0)	22	77,27
Maíz monocultivo con labranza convencional	0 (0)	0 (0)	0 (0)	2 (9,52)	3 (14,29)	4 (19,05)	9 (42,86)	3 (14,29)	21	0,00
Siembra directa maíz en <i>Brachiaria dictioneura</i> y roca fosfórica	1 (4,55)	5 (22,73)	2 (9,09)	4 (18,18)	3 (13,64)	5 (22,73)	1 (4,55)	1 (4,55)	22	36,37
Siembra directa maíz en <i>Centrosema macrocarpum</i> y roca fosfórica	6 (27,27)	2 (9,09)	5 (22,73)	3 (13,64)	2 (9,09)	0 (0)	3 (13,64)	1 (4,55)	22	59,09
Rotación maíz-frijol	4 (18,18)	5 (22,73)	2 (9,09)	2 (9,09)	2 (9,09)	3 (13,64)	1 (4,55)	3 (13,64)	22	50,00
Frijol	1 (7,14)	1 (7,14)	2 (14,29)	2 (14,29)	2 (14,29)	3 (21,43)	2 (14,29)	1 (7,14)	14	28,57
Totales	22	22	22	22	23	22	22	13	168	

*Valores entre paréntesis indican el porcentaje de haber sido escogida la práctica en cada orden de preferencia, según el número total de pruebas hechas.

productores, es que la práctica rotación de maíz con frijol registró una probabilidad del 50% de quedar en los primeros lugares (Tabla V).

Los resultados expresan la preferencia de los productores por las asociaciones de maíz con leguminosas y la preferencia por la asociación de cultivos frente al monocultivo como práctica agrícola. A su vez, corroboran la racionalidad de los productores sobre los criterios más señalados por ellos para aceptar una práctica, como el beneficio de doble propósito para la alimentación humana y animal, y la protección y mejora de los suelos. La labranza convencional para el monocultivo de maíz, registro un 76% de probabilidad de quedar ubicada en los últimos lugares, lo cual indica que a pesar de que esta práctica ha sido y es muy usada en los Llanos Centrales, los productores están dispuestos a cambiar su uso por sistemas más conservacionistas, como la siembra directa y la asociación. Otra práctica que registró una probabilidad del

TABLA VI
ANÁLISIS DE VARIANZA COMPARANDO EL GRADO DE ACEPTACIÓN DE LAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS POR PARTE DE LOS PRODUCTORES

Tecnología	Parámetro estimado b (intercepto)	Error estándar Sb	Wald χ^2	χ^2	Significancia de diferencias estadísticas basada aceptación hasta del 15%
SD-maíz-BH-NPK	0,28	0,09	3,26	0,07	**
SD-maíz-BD-NPK	0,07	0,10	0,73	0,39	
Pasto-leguminosa (frijol+pangola)	0,59	0,08	7,21	0,01	**
LC-Maíz	0,25	0,25	0,97	0,32	
SD-maíz-BD-RF	0,25	0,10	2,65	0,10	**
SD-maíz-CM-RF	0,44	0,07	5,93	0,01	**
Rotación maíz-frijol	0,35	0,07	5,06	0,02	**
frijol	0,16	0,09	1,71	0,19	

**Difiere estadísticamente

SD: Siembra directa, BH: *Brachiaria humidicola*, BD: *Brachiaria dictioneura*, LC: Labranza convencional, CM: *Centrosema macrocarpum*, RF: roca fosfórica, NPK: nitrógeno, fósforo y potasio.

45% de quedar en los últimos lugares fue la siembra directa de maíz y *Brachiaria dictioneura*.

Los análisis de variancia de acuerdo a los valores de χ^2 (Tabla VI) muestran que la aceptación es significativa para las tres prácticas señaladas, las que involucran el uso de leguminosas con gramíneas (cereales), ya sea en asociación o en rotación. Las prácticas con menor aceptación no presentaron diferencias significativas entre ellas, pero sí con el resto de las prácticas evaluadas.

Discusión

El conocimiento local, aún en su condición empírica, muestra gran relevancia en la toma de decisiones del agricultor, y es el que ha prevalecido a lo largo de la historia de manejo de la región de los Llanos Centrales, en ausencia de una información científica más precisa. Ello quedó demostrado con los resultados de ambas estrategias metodológicas participativas utilizadas en la investigación. Con la feria del suelo se logró evidenciar la gran concordancia entre el conocimiento técnico y el del productor, constituyéndose en una herramienta participativa muy valiosa para diagnosticar en comunidades de pequeños productores la calidad de los suelos de sus parcelas y acercar a los productores a los conceptos básicos de calidad del suelo. A nivel de diagnóstico de fertilidad ha existido un gran semejanza entre ambos tipos de conocimiento; considerando tres características claves para la fertilidad del suelo: contenido de materia orgánica, pH y textura. Ello ha permitido que un determinado manejo por parte de los productores fuese acer-

tado pero no eficiente, y su sostenibilidad haya sido más vulnerable a las condiciones agroecológicas de la región.

Un aspecto clave que resultó de la feria fue el manejo de la fertilidad a través de la fertilización inorgánica del suelo por parte de los productores. En este sentido, la acidez que promueve la adsorción del P inorgánico (Hernández-Valencia y López-Hernández, 1999), la textura arenosa que favorece la lixiviación y pérdida de nutrientes móviles, el bajo contenido de MO, la baja capacidad de intercambio catiónico de los suelos (Lozano *et al.*, 2010), las lluvias de alto poder erosivo, y las altas demandas nutricionales de los cultivos -especialmente del maíz- han afectado la eficiencia de uso de fertilizantes y por tal motivo se requieren manejos eficientes para usar las bondades del ecosistema a favor de lograr la sostenibilidad. Los productores están conscientes de la baja calidad de los suelos y consideran que si los mismos tienen poca MO, son pocos los nutrientes que ofrecen para alimentar a las plantas. Por tanto, las alternativas serían usar cultivos de pocos requerimientos nutricionales que se adapten a suelos ácidos y crezcan en condiciones de secano, o desarrollar estrategias para incrementar la disponibilidad de nutrientes para un cultivo como el maíz en momentos claves de su desarrollo, con una mayor eficiencia del uso de fertilizante en la época de lluvia. El conocimiento técnico puede enfocarse mejor a promover los manejos más eficientes a través del uso fraccionado de las fuentes de N (Rengel, 2004), o el uso de P y K al momento de la siembra, pero en formas más naturales y de lenta liberación, como la roca fosfórica, para disminuir los riesgos de rápida adsorción del P por la acidez de los suelos (Casanova *et al.*, 2002; Casanova, 2007). El fraccionamiento de N es una práctica que no era usada por los productores a pesar de que sus suelos tienen alto porcentaje de arenas, y en las plenarias de discusión con ellos se consideró promoverla para que se perdiera menos N inorgánico por lixiviación y los cultivos lo tuvieran disponible en las cantidades suficientes y en las distintas etapas de crecimiento. Igualmente se consideró promover el uso de la roca fosfórica como fuente de P basado en experiencias previas (Casanova, 2007; Hernández-Hernández *et al.*, 2009).

Manejos más eficientes para la construcción de la fertilidad a largo plazo pueden lograrse incrementando la biodiversidad del agroecosistema y la aplicación de otras prácticas

agroecológicas. La evaluación de las prácticas agrícolas con los productores usando sus criterios de aceptación fue útil para sensibilizarlos en este proceso de conversión agroecológica. Con la preferencia de los productores de usar una leguminosa en asociación o rotación como práctica para las sabanas, se está favoreciendo el suelo, tal como lo expresaron y priorizaron en la selección de criterios para aceptar una determinada práctica. La leguminosa fija el N atmosférico, permitiendo la incorporación de N en el agroecosistema por vía de la nodulación y por vía de la descomposición de sus residuos, los cuales al tener bajas relaciones C/N favorecen la liberación de N mineral en el suelo de las sabanas (Padrino y Hernández-Hernández, 2004). Estos ecosistemas de los Llanos tienen un alto porcentaje de leguminosas nativas con gran potencialidad de fijación de N (Sicardi e Izaguirre, 1994). No obstante, la introducción de leguminosas, ya sea para grano o para forraje, puede significar también un mejoramiento de la fertilidad del suelo de sabanas bien drenadas por incorporación del N fijado por esas plantas (Hernández-Hernández *et al.*, 2009), como se demostró en *C. macrocarpum* (Toro *et al.*, 2008) y en cañote y frijol (Sicardi e Izaguirre, 1993).

La preferencia de los productores por la siembra directa también beneficia la fertilidad del suelo y la sostenibilidad del agroecosistema, lo que demuestra su papel multifuncional (Bravo *et al.*, 2008). Al dejar una cobertura de residuos y no arar el suelo disminuyen los procesos de erosión (Bravo y Florentino, 1999), y se favorece el aumento de la MO, por lo que se induce la formación de agregados que protegen físicamente a esta última en suelos de sabanas (Hernández-Hernández y López-Hernández, 2002). Esto es importante porque si bien la textura del suelo permite un buen desarrollo radicular y movimiento de agua, los riesgos de pérdida de nutrientes provenientes de los fertilizantes o de la descomposición biológica de los residuos son altos, y la formación temporal de agregados por factores biológicos generados por el uso de estas prácticas agrícolas (Hernández-Hernández y López Hernández, 2002), se convierte en un proceso deseable en los agroecosistemas de la región. A su vez, un incremento de la MO puede favorecer en estos ecosistemas una mayor disponibilidad de P proveniente de las fuentes orgánicas (López-Hernández *et al.*, 2008).

Toro *et al.* (2008) han señalado que una de las estrategias de las plantas de los agroecosistemas de sabanas bien drenadas para captar el P que está en niveles deficientes en el suelo es el alto grado de micorrización de las raíces de las gramíneas, leguminosas y ciperáceas nativas. Especies de cobertura como *C. macrocarpum*, que es usada por los productores en asociación con el maíz, también presenta altos porcentajes de micorrización, por lo que ayuda en la captación más eficiente de P, y de esta forma poder ser utilizado por el maíz al actuar la cobertura como fuente de fertilización orgánica. La abundancia y diversidad de hongos micorrízicos favorece también la micorrización del maíz, aunque ello depende de tipo de fertilizante utilizado; fuentes de P solubles como el fosfato diamonio produce menos diversidad de hongos micorrízicos que la roca fosfórica como fuente de P en suelos de sabanas bien drenadas (Alguacil *et al.*, 2010). Hay estudios que han estado dirigidos a aprovechar y maximizar los microorganismos nativos benéficos como hongos micorrízicos, solubilizadores de P, promotores del crecimiento (PGPR), y fijadores de N, tanto de vida libre como *Rhizobium*, para ser usados como biofertilizantes (Toro *et al.*, 2008), cuya práctica está más acorde hacia los criterios de selección de los productores, donde se ve como positivo prácticas que “alimenten al suelo”.

El uso de coberturas perennes en asociación al maíz, ya sean leguminosas o pastos, permite al productor ofrecer a sus animales una fuente de alimento, energía y proteínas más duradera en el tiempo, especialmente en la época de sequía. Es conocido que uno de los mayores problemas de producción agropecuaria en las sabanas bien drenadas de la bioregión de los Llanos, es la escasa oferta forrajera, producto de una baja calidad de las pasturas nativas (Chacón *et al.*, 1994) y de la fuerte sequía durante cerca de seis meses, que limita en extremo la producción de alimento (Eusse, 2003). Las coberturas perennes usadas por los productores son de mejor calidad, no solo para alimentar el suelo y el cultivo, sino que son de mejor calidad nutricional para los animales, y son muy resistentes a la sequía. Hernández-Hernández *et al.* (2009) han señalado cómo mejoran parámetros como el peso del animal y la condición corporal del ganado vacuno con el establecimiento de este tipo de forrajes, y cómo pueden favorecerse aún

más estos parámetros si el manejo productivo se acompaña de fertilización con roca fosfórica, ya que puede aumentar la eficiencia en la sincronización de la disponibilidad del P entre los subsistemas suelo-planta-animal. Los resultados del estudio apoyan el desarrollo y mejoramiento de manejos agroecológicos para cumplir con el criterio más señalado por los productores, que es “sirve para doble propósito: alimento para el humano y para el animal.”

Conclusiones

Ambas estrategias metodológicas de la investigación participativa han resultado exitosas para integrar el conocimiento local y técnico en el diagnóstico de la calidad de los suelos y en el abordaje de manejos agroecológicos de sabanas bien drenadas que permitan ir hacia el uso de agroecosistemas más sostenibles. La alta correlación encontrada entre las dos fuentes del conocimiento para atributos del suelo estrechamente relacionados con procesos que definen su calidad y el manejo de su fertilidad, hace de la feria del suelo un paso inicial confiable para que el agricultor haga un diagnóstico general de la calidad de los suelos de su parcela y se sensibilice de la necesidad de hacer análisis de suelos antes de programar una actividad agrícola que conlleve un uso más eficiente de los fertilizantes en este tipo de ambientes. La determinación de los criterios usados por los productores para calificar las nuevas prácticas agrícolas también permitió integrar ambos tipos de conocimiento, con el fin de iniciar y progresar en el proceso de conversión agroecológica de la producción de maíz en estos suelos. El amplio espectro de criterios señalados por los productores para hacer sus selecciones, incluyendo el rendimiento, revela su pensamiento holístico. La aceptación por el productor de prácticas conservacionistas, tales como la siembra directa, la fertilización con roca fosfórica y la siembra de cereales asociada con plantas fijadoras de N, induce procesos bioquímicos, físicos y biológicos en los suelos de esta bioregión que permiten el incremento de su calidad. Diseñar agroecosistemas más biodiversos desde el punto de vista funcional, estructural y florístico constituye un reto hacia el futuro en el uso y manejo de ecosistemas de sabana en esta región llanera. En ese sentido, queda un trecho por avanzar y sólo en la diversidad del conocimiento

y la transdisciplinariedad del enfoque de la problemática socioproductiva y de la aplicación de estrategias agrícolas se lograrán resultados promisorios.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el apoyo del FONACIT (proyecto G-2002000398) y del IDECYT-UNESR. A Luis Arias y Alexis Torres, así como a Isabel González, Hugo Cánchica y Elizabeth Ramírez, al personal de la E.E. La Iguana y a las comunidades de Altamira, Barrialito- Pericocal y NUDE Los Reales.

REFERENCIAS

- Alguacil MM, Lozano Z, Campoy MJ, Roldán A (2010) Phosphorus fertilization management modifies the biodiversity of AM fungi in a tropical savanna forage system *Soil Biol. Biochem.* 42: 1114-1122
- Álvarez L (2005) Representaciones sociales y transferencia tecnológica en el sector agrícola venezolano. En Hétiér JM, López R (Eds.) *Tierras Llaneras de Venezuela*. IRD-CIDIAT-UNELLEZ. Mérida, Venezuela. pp 253-280.
- Anderson JM, Ingram JSI (1993) *Tropical Soil Biology and Fertility: A Handbook of Methods*. 2ª ed. CAB. Wallingford, UK. 221 pp.
- Ashby JA (1993) *Manual para la Evaluación de Tecnología con Productores*. Proyecto de Investigación Participativa en Agricultura (IPRA). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 102 pp.
- Barrios E, Herrera R, Valles JL (1994) Tropical floodplain agroforestry systems in mid-Orinoco River basin Venezuela. *Agroforest. Syst.* 28: 143-157.
- Barrios E, Trejos MY (2003) Implications of local soil knowledge for integrated soil management in Latin America. *Geoderma* 111: 217-231.
- Baruch Z (2005) *Trachypogon plumosus* (poaceae), un caso de alta diversidad interpoblacional en sabanas neotropicales. *Interciencia* 30: 488-494.
- Berroterán JL (2000) Modelo de utilización cereal-pasto en sistemas de producción de sabanas bien drenadas con suelos ácidos en Venezuela. *Interciencia* 25: 203-209.
- Bravo CA, Florentino A (1999) Nivel de cobertura, conservación de suelos y aguas bajo diferentes sistemas de labranza. *Rev. Fac. Agron. UCV* 25: 57-74.
- Bravo CA, Lozano Z, Hernández-Hernández RM, Cánchica H, González I (2008) Siembra directa como alternativa agroecológica para la transición hacia la sostenibilidad de las sabanas. *Acta Biol.* 28: 7-26.
- Carrión A, Colmenares O, Herrera P, Birbe B, Martínez N (2002) Factores que afectan el intervalo entre partos en un rebaño cebuino en condiciones de sabanas bien drenadas. *Rev. Científica* 12: 449-551.
- Casanova E (2007) Efecto de rocas fosfóricas naturales y modificadas sobre la cantidad y calidad de pastos introducidos en Venezuela. *Agron. Trop.* 57: 271-280.

- Casanova E, Salas AM, Toro M (2002) The use of nuclear and related techniques for evaluating the agronomic effectiveness of phosphate fertilizers, in particular rock phosphate, in Venezuela: initial available P and its changes in soils amended with rock phosphate. *Nutr. Cycling Agroecosyst.* 63:13-20.
- Castillo J, Morros M, Armas W, López G (2006) Los diagnósticos participativos: experiencias en comunidades rurales del estado Guárico, Venezuela. *Desarrollo Rural* 13: 29-54.
- Chacón E, Arriojas L, Casanova E, Rodríguez M (1994) Estudio de la fertilización con roca fosfórica en pasturas introducidas en las sabanas eólicas del estado Apure. *Agric. Trop.* 12: 25-28
- Chapuis-Lardy L, Brossard M, Quiquampoix H (2001) Assessing organic phosphorus status of Cerrado oxisols using 31P NMR spectroscopy and phosphomonoesterase activity measurement. *Can. J. Soil Sci.* 81: 591-601.
- Colmenares O, Herrera P, Birbe B, Martínez M (2005) *El Tipo Animal como Factor a Evaluar en la Ganadería Doble Propósito en Condiciones de Sabanas*. I Taller Perspectivas de las Sabanas en el Desarrollo Agropecuario de Venezuela. Valle de la Pascua, Venezuela. 11 pp.
- Eusse B (2003) *Pastos y Forrajes Tropicales*. Ideagro. Bogotá, Colombia. 702 pp.
- FAO (1997) *State of the World's Forests*. www.fao.org/docrep/W4345E/W4345E00.htm Rome, Italy.
- FONAIAP (1999) *Manual de Métodos y Procedimientos de Referencia*. Fonaiap. Maracay, Venezuela. 47 pp.
- Hernández RL (1998) *Regresión Logística en el Análisis de Preferencia*. Aplicación de Excel. Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. 43 pp
- Hernández-Hernández RM, López-Hernández D (2002) Mineralization and microbial biomass in savanna soil aggregates under two different types of tillage. *Soil Biol. Biochem.* 34: 1563-1570.
- Hernández-Hernández RM, Lozano Z, Bravo CA, Rivero C, Toro M, Morales J, Salazar J (2009) *Manejo Agroecológico de Suelos de Sabanas Bien Drenadas con Unidades de Producción Cereal-Ganado*. Informe de proyecto. FONACIT. Caracas, Venezuela. 209 pp.
- Hernández-Valencia I, López-Hernández D (1999) Allocation of phosphorus in a tropical savanna. *Chemosphere* 39: 199-207.
- Hernández-Valencia I, López-Hernández D (2002) Pérdida de nutrientes por la quema de la vegetación en una sabana de *Trachypogon*. *Rev. Biol. Trop.* 50: 1013-1019.
- Herrera P, Birbe B, Martínez N, Domínguez C (2007) Experiences with multinutrient blocks in the Venezuelan tropics. En Makkar H, Sánchez M, Speedy A (Eds.) *Urea-molasses multinutrient blocks: simple and effective feed supplement technology for ruminant agriculture*. Animal Production and Health Division. FAO. Roma, Italia. pp. 149-159.
- López-Hernández D, Hernández-Valencia I, Güerere I (2008) Cambios en parámetros físicos, químicos y biológicos en el suelo de una sabana protegida de quema y pastoreo durante veinticinco años. *Bioagro* 20: 151-158.

- Lozano Z, Mogollón A, Hernández-Hernández RM, Bravo CA, Ojeda A, Torres A, Rivero C, Toro M (2010) Cambios en las propiedades químicas de un suelo de sabana luego de la introducción de pasturas mejoradas. *Bioagro* 22: 135-144.
- Mehlich A (1984) Mehlich 3 soil test extractant: A modification of the Mehlich 2 extractant. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.* 15: 1409-1416.
- Morros M, Salas J (2005) Integración del conocimiento local en el seguimiento de indicadores de sostenibilidad en dos parcelas hortícolas de referencia de las zonas altas del estado Lara, Venezuela. *Rev. Desarrollo Rural* 12: 49-66.
- Morros M, Quiroz A, Salas J, Brito J, Narváez D, Alexis D, Mendoza O (2004) El manejo de los suelos y aguas: una acción colectiva. *INIA Divulga* 3: 34-40.
- Padrino M, Hernández-Hernández RM (2004) Dinámica de la descomposición de raíces de coberturas perennes en suelos de sabanas bien drenadas. *Proc. XVI Congr. Latinoam. de la Ciencia del Suelo*. Cartagena de Indias, Colombia. pp 22-26.
- Palm Ch, Swift M, Barois I (2001) Un enfoque integrado para el manejo biológico de los suelos. *XV Congr. Latinoam. de la Ciencia del Suelo*. Varadero, Cuba. Boletín 4. pp. 60-63.
- Rengel M (2004) Crecimiento y dinámica de acumulación de nutrientes en maíz (*Zea mays* L) en Venezuela. *Inform. Agron.* 53: 5-8.
- Sicardi M, Izaguirre-Mayoral ML (1994) A comparative evaluation of the symbiotic N₂-fixation and physiological performance of thirty six native legume species collected in a tropical savanna during the rainy and dry seasons. *Symbiosis* 16: 225-247.
- Sicardi M, Izaguirre-Mayoral ML (1993) Ureide content and growth of cowpea (*Vigna unguiculata* (L) Walp var. Tuy) plants as affected by *Bradyrhizobium* strains and inoculum position. *Soil Biol. Biochem.* 25: 151-156.
- Tejos R (2002) Caracterización y alternativas de manejo de los pastizales naturales de los llanos de Venezuela. En Romero R, Salomón J, De Venanzi J (Eds.) *XIX Curso sobre Bovinos de Carne*. FCV, UCV. Maracay, Venezuela. pp 53-85.
- Toro M, Bazó I, López M (2008) Micorrizas arbusculares y bacterias promotoras de crecimiento Vegetal, biofertilizantes nativos de sistemas agrícolas bajo manejo conservacionista. *Agron. Trop.* 58: 215-221.
- Walter DH, Sinclair FL, Thapa B (1995) Incorporation of indigenous knowledge and perspectives in agroforestry development: Part I. Review of methods and their application. *Agrofor. Syst.* 30: 235-248.

THE INTEGRATION OF LOCAL AND SCIENTIFIC KNOWLEDGE IN THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF SOILS IN SAVANNA AGROECOSYSTEMS

Rosa Mary Hernández-Hernández, María Elena Morros, Carlos Bravo, Zenaida Lozano, Pablo Herrera, Adriana Ojeda, Jimmy Morales and Beatriz Birbe

SUMMARY

Food security is a great problem in tropical countries and it depends ever more on the implementation of sustainable agriculture practices. Thus, the local and technical knowledge integration is necessary, with the goal of reaching a shared vision of reality, and synergy, at the time of decision making. This transdisciplinary vision of agro-ecological studies acquires great importance in well-drained savannas of the Venezuelan Plains, with clear poverty indexes of their population, as this is the scenario of the agriculture frontier expansion, despite the low quality and fragility of its resources. The study describes two approximations in the processes of recognizing farmer's logic and the need for improvement in the communication be-

tween local and technical knowledge, with the purpose of developing an agro-ecosystem management of well-drained savannas in the bioregion of the Venezuelan Central Plains. The joint work allowed bringing to light the existence of a high coincidence between local and technical knowledge at the moment of defining soil quality indicators. The acceptance criteria of the farmer for evaluating the new agricultural practices are based on the diversity of benefits and the improvement of soil quality resulting from them. Non tillage and use of leguminous in rotation or in association with other cultures were the practices most accepted by the farmers in the search of adequate agricultural practices in the region.

A INTEGRAÇÃO DO CONHECIMENTO LOCAL E CIENTÍFICO NO MANEJO SUSTENTÁVEL DE SOLOS EM AGROECOSSISTEMAS DE SAVANAS

Rosa Mary Hernández-Hernández, María Elena Morros, Carlos Bravo, Zenaida Lozano, Pablo Herrera, Adriana Ojeda, Jimmy Morales e Beatriz Birbe

RESUMO

A segurança alimentária é um problema de grande magnitude nos países tropicais e cada vez mais depende da implementação de práticas agrícolas sustentáveis. Neste sentido é necessária a integração do conhecimento local dos produtores com o conhecimento técnico, buscando uma visão compartilhada da realidade e cinergia no momento de atuar. Esta visão transdisciplinária nos estudos agro-ecológicos adquire grande importância nas savanas bem drenadas das Planícies Venezuelanas, com claros índices de pobreza de sua população, por ser cenário para a expansão da fronteira agrícola, apesar da escassa qualidade e fragilidade de seus recursos. Este trabalho descreve duas aproximações no processo de compreender a lógica dos produtores e a necessidade de melhorar a comunicação

entre o conhecimento local e o conhecimento técnico, com o fim de desenvolver manejos de agroecossistemas de savanas bem drenadas na bioregião das Planícies Centrais Venezuelanas. A ação conjunta permitiu evidenciar que existe alta coincidência entre estes dois tipos de conhecimento no momento de definir os indicadores de qualidade de solos. Os critérios de aceitação dos produtores ao avaliar as novas práticas agrícolas se baseiam na diversidade de benefícios e na melhora da qualidade do solo que traz consigo sua utilização. A plantação direta e o uso de leguminosas em rotação ou em associação com outros cultivos foram os manejos mais aceitos pelos produtores na busca de práticas que respondam as condições agroecológicas e sócio econômicas regionais.