

Diagnóstico de la fertilidad de suelos agrícolas del estado Yaracuy basado en análisis de laboratorio<sup>a</sup>

*Diagnosis of agricultural soil fertility in the state Yaracuy based on laboratory analysis*

**Onelia Andrade, Isabel Arrieché y Marianela León**

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). Estación Local Yaritagua. Km 3 vía El Rodeo, Yaritagua, Edo. Yaracuy, Venezuela. Código postal 3203.

[oneliaandrade@yahoo.es](mailto:oneliaandrade@yahoo.es), [ieluna99@hotmail.com](mailto:ieluna99@hotmail.com) y [m\\_leon@inia.gob.ve](mailto:m_leon@inia.gob.ve)

---

### RESUMEN

Un diagnóstico de fertilidad fue realizado a partir del análisis de 1428 muestras de suelo durante el periodo 2003 - 2009 con la finalidad de determinar las potencialidades y limitaciones de los suelos agrícolas del estado Yaracuy. Las muestras de suelos fueron tomadas a una profundidad de 20 cm. Las variables analizadas fueron pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, fósforo, potasio, calcio y clasificación textural. La metodología e interpretación de los resultados se basó en investigaciones del INIA y fue organizada por municipios. Los contenidos de materia orgánica, fósforo, potasio y calcio en el suelo fueron clasificados en niveles (bajo, medio, alto) considerando la textura del suelo. Los datos fueron analizados estadísticamente con el software Statistix 8.0. De acuerdo a los resultados obtenidos, los suelos son de textura gruesa (Fa) o media (F y Fa), principalmente. La disponibilidad de fósforo es baja, la de potasio va de media a alta y la de calcio es alta. El contenido de materia orgánica es de bajo a medio, el rango de pH va de moderadamente ácido a ligeramente alcalino (5,0-8,0) y la conductividad eléctrica es baja (<0,75 dS.m<sup>-1</sup>). En conclusión, la principal limitante del suelo para los cultivos en el estado Yaracuy es la baja disponibilidad de fósforo. En algunos municipios como Cocorote, Trinidad y Monge es el bajo contenido de materia orgánica, la acidez (pH) del suelo en Nirgua y Sucre y los niveles de salinidad en algunas zonas del municipio Peña. En estos lugares es necesario establecer programas de fertilización y aplicación de enmiendas correctivas de acuerdo a las exigencias del cultivo que se establece.

**Palabras Clave:** Yaracuy, cultivos, suelo agrícola, fertilizantes, enmiendas

### ABSTRACT

A fertility diagnosis was made based on an analysis of 1428 soil samples during the period 2003-2009 in order to determine the potential and limitations of agricultural soils Yaracuy state. Soil samples were taken at a depth of 20 cm. The variables analyzed were pH, electrical conductivity, organic matter, phosphorus, potassium, calcium and textural classification. The methodology and interpretation of results was based on research from National Institute for Agricultural Research (INIA) and was organized by municipalities. The contents of organic matter, phosphorus, potassium and calcium in the soil were classified into levels (low, medium, high) considering soil texture. Data were statistically analyzed with Statistix 8.0 software. According to the results, the soils are sandy texture (Fa) or medium (F and Fa), mainly. Phosphorus availability is low, potassium is from medium to high and calcium is high. The organic matter content is low to medium, the range of pH ranges from moderately acid to slightly alkaline (5.0-8.0) and the electrical conductivity is low (<0.75 dS.m<sup>-1</sup>). In conclusion, the main limitation of the soil for crops in Yaracuy state is the low availability of phosphorus. In some municipalities as Cocorote, Trinidad and Monge is the low organic matter content, acidity (pH) of the soil in Nirgua and Sucre and salinity levels in some areas of the municipality Peña. In these places it is necessary to establish fertilization programs and implementation of corrective amendments in accordance with the requirements of the crop to be established.

**Keywords:** Yaracuy, crops, agricultural land, fertilizer, amendments

---

<sup>a</sup> Recibido: 09-04-13; Aceptado: 17-02-14

## INTRODUCCIÓN

El buen crecimiento y rendimiento de un cultivo depende de los factores inherentes al ecosistema en el cual las plantas crecen. Además del factor suelo, existen los relacionados con la planta y el clima, constituyendo así el llamado sistema suelo-planta-clima. En muchas ocasiones los agricultores manejan los dos primeros, ya que la fase clima es más independiente. Dentro de este sistema, la fertilidad del suelo es considerada un factor de crecimiento y es definida como el potencial que tiene un suelo para suplir los elementos nutritivos en las formas, cantidades y proporciones requeridas para lograr un buen crecimiento y rendimiento de las plantas (Casanova, 2005). Cuando la disponibilidad de nutrimentos en el suelo para las plantas no es suficiente, ésta puede ser aumentada al añadir fertilizantes al suelo, los cuales poseen uno o más elementos esenciales para el crecimiento y rendimiento de las plantas.

La evaluación de la fertilidad del suelo con fines agrícolas es el proceso mediante el cual se diagnostican problemas nutricionales en suelos y/o cultivos y en base a ellos se hacen recomendaciones. La misma es evaluada a través de síntomas visuales en las plantas, análisis de suelo y de plantas.

El análisis de suelo es el más usado por los agricultores sobre la base de que conociendo el nivel de nutrimentos se puede hacer un plan de fertilización adecuado. El análisis consiste en el uso de una solución extractora, la cual en contacto con el suelo por unos minutos simula las cantidades disponibles en el mismo para ser absorbidos por el sistema radical de las plantas durante su período de crecimiento y reproducción. En Venezuela existen los llamados análisis de rutina donde se determina pH, textura, conductividad eléctrica (CE), los contenidos de materia orgánica (MO), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) disponible. Algunos análisis adicionales basados en solicitudes especiales se realizan e incluyen la determinación de la capacidad de intercambio de cationes (CIC), el porcentaje de saturación con bases (PSB), contenidos de nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) azufre (S) y micronutrientes (Fe, Cu, Zn, Mn, B, Mo, etc.).

En el estado Yaracuy es apremiante generar información para el manejo agronómico de los cultivos (actuales y potenciales), siendo imprescindible conocer la disponibilidad de nutrimentos para estos cultivos y para el desarrollo de programas de fertilización y aplicación de enmiendas a fin de propiciar el fortalecimiento definitivo de la agricultura en el estado. Sin embargo, son pocas las investigaciones relacionadas con el tema que se han llevado a cabo, lo que ha dificultado en gran manera determinar el grado de aptitud que tienen las tierras para la producción agrícola. Algunos estudios generales y puntuales se han realizado previamente en Venezuela:

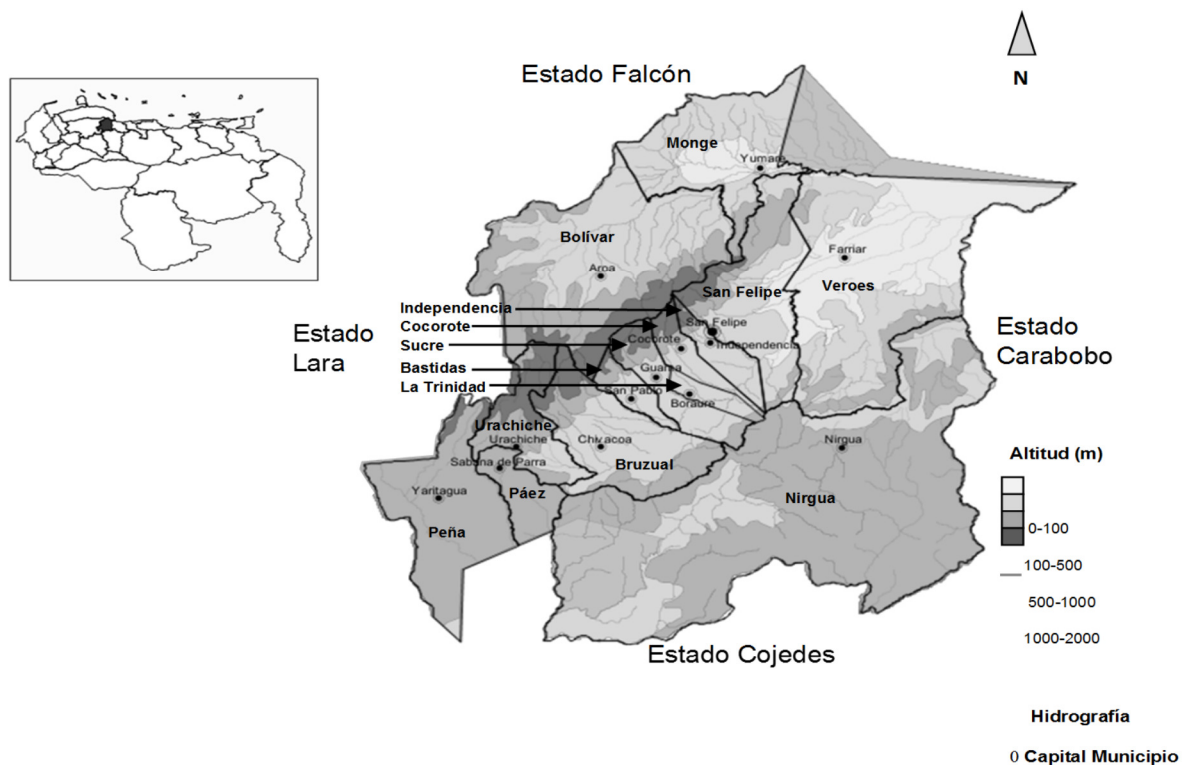
Chirinos *et al.* (1971) caracterizaron la fertilidad de suelos en algunos estados e infirieron que en Yaracuy los suelos son de texturas medias, de provisión regular de P y pHs que varían de neutros a alcalinos con abundancia de suelos calcáreos y apreciables problemas de salinidad; Zérega *et al.* (1995) y Mora *et al.* (1999) evaluaron la fertilidad y el estado nutricional de la caña de azúcar en una finca, sus resultados indicaron que en el suelo existía una desfavorable relación Ca:Mg:K que pudiera estar afectando la absorción de éstos por el cultivo y que para aumentar el rendimiento se requiere aplicar enmiendas orgánicas, calcáreas y fertilizantes.

La finalidad de esta investigación fue diagnosticar la fertilidad de los suelos agrícolas del estado Yaracuy a través de los análisis de suelo rutinarios realizados en un laboratorio de suelo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estado Yaracuy está ubicado en el noreste de Venezuela, Región Centroccidental, entre los paralelos  $9^{\circ}53'$  y  $10^{\circ}45'$  de latitud N y los meridianos  $68^{\circ}14'$  y  $69^{\circ}10'$  de longitud O, con una superficie total de  $7.100 \text{ Km}^2$ ,  $2.800 \text{ Km}^2$  de uso agrícola y dividido políticamente en 14 municipios (Figura 1). Predominan las unidades de paisaje montañoso, que junto con el piedemonte de colinas, representan el 65% de su territorio. El clima de la entidad, de acuerdo a la Clasificación Climática de Köppen es de sabana (Aw) y de estepa (Bs) con una temperatura anual entre  $20^{\circ}$  y  $26^{\circ}\text{C}$ . Se presentan dos estaciones bien definidas, húmeda y seca, siendo la primera de abril o mayo a septiembre u octubre, con precipitaciones y precipitación media entre 1240 y 1494 mm anuales (Cortez *et al.*, 2011). La actividad económica predominante es la agricultura. Destacan rubros como el maíz, el cambur, la caraota, la caña de azúcar, el café, el sorgo, el plátano, el aguacate, la naranja y otras frutas. En el sector pecuario sobresalen la ganadería de bovinos, porcinos y aves. La entidad, en términos económicos, produce bienes y servicios con mayor intensidad para los estados vecinos que para su circulación interna (Ferrer y De Paz, 1985).



**Figura 1.** Ubicación geográfica, relieve e hidrografía del estado Yaracuy y sus municipios

### Análisis de suelo

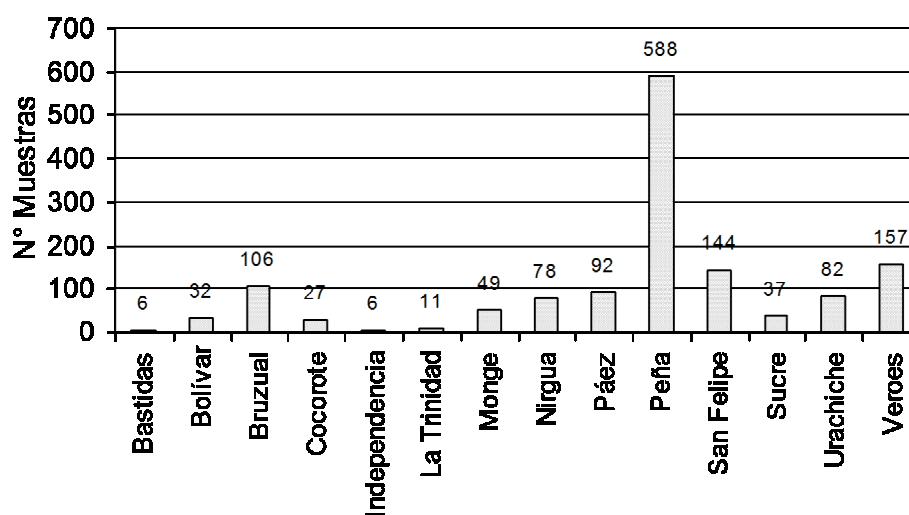
Los análisis de suelo fueron realizados en el Laboratorio de Suelo Agua Planta del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) del estado Yaracuy durante el período 2003-2009. Las muestras de suelo fueron traídas por agricultores de los diversos municipios del estado que solicitaron el servicio analítico al Laboratorio. La profundidad de muestreo considerada fue de 0-20 cm para un total de 1428 muestras. Las determinaciones realizadas y métodos aplicados en dichas muestras fueron los siguientes: contenido de materia orgánica (%) por el método de Walkley y Black; pH y conductividad eléctrica ( $\text{dS}\cdot\text{m}^{-1}$  a  $25^\circ\text{C}$ ) medidos con potenciómetro en relación suelo:agua 1:2,5 y 1:5, respectivamente; fósforo ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) y potasio ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) por el método de Olsen; calcio ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) por el método de Morgan modificado (Nieves y Romero, 1988) y la distribución de tamaño de partículas (%) por el método de Bouyoucos. La clasificación textural (CT) de las muestras fue agrupada en tres clases, gruesa (a, aF, Fa), media (F, L, FL, FA, FAa, Aa) y fina (A, AL, FAL), asignándosele los números 1, 2 y 3, respectivamente para poder analizarlas estadísticamente. La metodología e interpretación de los resultados estuvo basada en investigaciones del INIA (1984-1985) realizadas según el manual de Gilabert *et al.* (1990) y fue organizada por municipios. Esta metodología contempla niveles de interpretación de bajo, medio y alto para contenidos de materia orgánica, fósforo, potasio y calcio basándose en la textura del suelo.

### Análisis estadístico

Para analizar los datos de los municipios, tanto individualmente como en conjunto, se empleó una estadística descriptiva usando el software Statistix 8.0. También fue realizada una prueba de medias (Tukey) entre las variables analizadas, teniendo como fuentes de variación a los municipios. Finalmente para agrupar municipios con características de fertilidad similares, se realizó un análisis de componentes principales (ACP) con la finalidad de sintetizar la información. Los nuevos componentes principales o factores principales eran una combinación lineal de las variables originales (arena, limo, arcilla, fósforo, potasio, calcio, materia orgánica, pH y conductividad eléctrica), y además eran independientes entre sí.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 2 muestra el número de muestras analizadas en cada municipio durante el período de evaluación, en la cual se evidencia que la distribución no fue uniforme. Destaca el municipio Peña con el mayor número de muestras y los municipios Bastidas e Independencia con los menores. Esto se debe posiblemente a que gran parte de la economía de Peña está basada en la agricultura y a su larga tradición en el cultivo de caña de azúcar, lo cual requiere por parte de los productores análisis periódicos de suelo para llevar a cabo planes de fertilización. Bastidas por su parte posee una superficie agrícola de 4.750,54 hectáreas, que lo ubica en el puesto número 13 con relación al resto de los municipios (0,94 % con relación al estado y un 0,02% con respecto al país), mientras que Independencia posee una zona industrial de gran auge y empuje, una activa zona comercial y un área urbanística consolidada y en crecimiento (FUDECO, 2007).



**Figura 2.** Número de muestras analizadas en cada municipio del estado Yaracuy

El Cuadro 1 presenta la estadística descriptiva de todas las variables analizadas para todos los municipios del estado Yaracuy en conjunto. La Figura 3 presenta el gráfico correspondiente al análisis de componentes principales con los factores que recogieron la mayor variabilidad posible entre las variables medidas. El componente o factor C1 con un 52% de proporción de la variabilidad original, C2 con 21% y C3 con 13%. El Cuadro 2 presenta la magnitud y signo de los coeficientes factoriales de las variables medidas (las correlaciones entre las variables y los componentes principales).

**Cuadro 1.** Estadística descriptiva de las variables analizadas en el estado Yaracuy

	Variables analizadas en los análisis de suelo									
	arena	limo	arcilla	CT	pH	CE	MO	P	K	Ca
Media	41,90	36,85	21,25	1,74	6,96	0,30	2,52	14	121	1422
Desviación estándar (DE)	19,00	11,72	10,72	0,63	1,10	0,43	1,16	23,2	156,4	972,3
DE. media	0,51	0,31	0,29	0,02	0,03	0,01	0,03	0,6	4,2	26,1
Coefficiente variación	45	32	50	36	16	146	46	171	129	68
Mínimo	0,40	6,80	1,20	1,00	3,6	0,02	0,10	0	2	33
Máximo	88,40	72,80	62,00	3,00	8,9	4,90	12,86	378	2948	13544

CT: Clase Textural CE: Conductividad eléctrica MO: materia orgánica

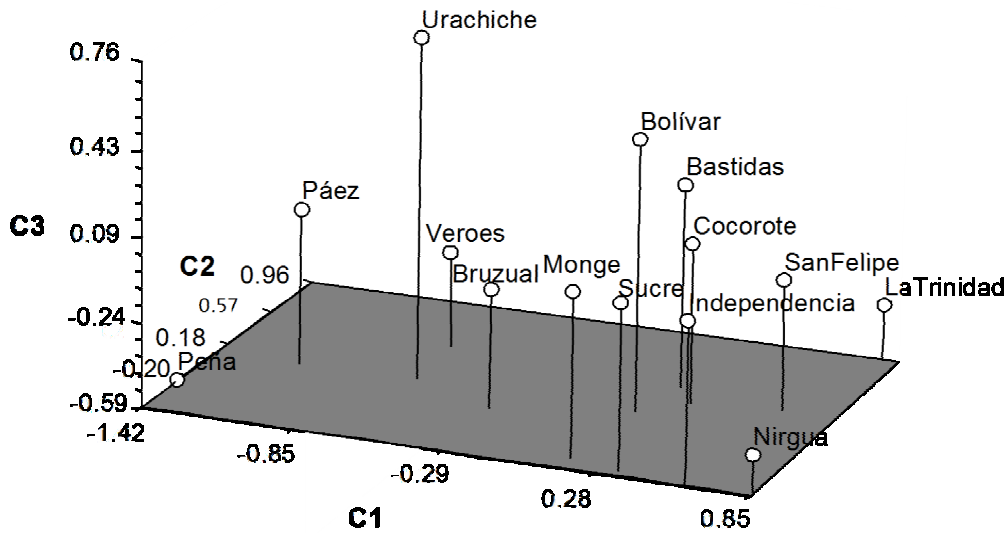


Figura 3. Gráfico en tres dimensiones de los componentes principales C1, C2 y C3

Cuadro 2. Correlaciones entre las variables y los componentes principales

Componentes	Variables analizadas en los análisis de suelo								
	arena	limo	arcilla	pH	CE	MO	P	K	Ca
C1	0,95	-0,91	-0,81	-0,79	-0,77	-0,25	0,26	-0,24	-0,90
C2	0,16	-0,09	-0,21	0,32	-0,14	-0,90	-0,68	0,62	0,18
C3	0,00	0,26	-0,37	0,27	-0,37	0,11	-0,44	-0,67	0,17

CE: Conductividad eléctrica MO: materia orgánica

Con relación a la distribución del tamaño de las partículas o clasificación textural se detectaron diferencias significativas entre los municipios (Figura 4), predominando las texturas gruesas (29% Fa) y medias (26% F, 15% FA) debido a un mayor contenido de partículas de arena en sus suelos (Cuadro 3). Los municipios Peña y Páez resultaron estadísticamente iguales y diferentes al resto, presentando los menores contenidos de arena. En la Figura 3 y Cuadro 2 se puede visualizar que el componente principal C1 tiene la mayor correlación (>0,80) con el tamaño de las partículas del suelo, especialmente con el contenido de arena (relación positiva), diferenciándose claramente los municipios Peña y Páez de Independencia, Nirgua y Trinidad, aunque el número de muestras sea tan diferente. Esto posiblemente se deba a que en el estado predominan paisajes montañosos y piedemontes colinosos, siendo la geología, el clima y la topografía los factores más determinantes en la evolución de los suelos de este medio. El incremento en las precipitaciones hace que los procesos de formación de suelos sean continuos e intensos, lo cual provoca, generalmente, la formación de perfiles con mayor desarrollo pedogenético. El material parental no es uniforme, predominando las rocas metamórficas. Prevalcen los gneises y esquistos micáceos con inclusiones o la presencia de rocas carbonáticas y en menor grado areniscas y lutitas. En las áreas más húmedas existen suelos evolucionados con fenómenos de translocación o movimientos de arcilla del horizonte A hacia el B. En el área de montañas y colinas (>500 msnm), los procesos más importantes son la redistribución de carbonatos y eluviación e iluviación de arcilla (formación de horizontes argílicos). En los suelos ubicados en planicies y valles (<400 msnm), la topografía plana es un factor de gran influencia en cuanto a la dinámica deposicional y a la mayor estabilidad de las superficies a través del tiempo. En los valles medios y bajos del río Yaracuy (Urachiche, Bruzual, Bastidas, Sucre, Trinidad, Cocorote, Independencia, San Felipe y Veroes) los suelos son jóvenes, con formación de horizontes cámbicos (horizonte alterado por movimiento de partículas de suelos), en algunos lugares puntuales se denota la presencia de arcillas expansibles, fenómenos de translocación

(horizontes argílicos) favorecida por el régimen típico de alternancia de periodos secos y húmedos en la región (Mogollón y Comerma, 1994), quizás por esto el mayor porcentaje de arcilla lo presenta Peña, seguido de Páez (9 % FAL).

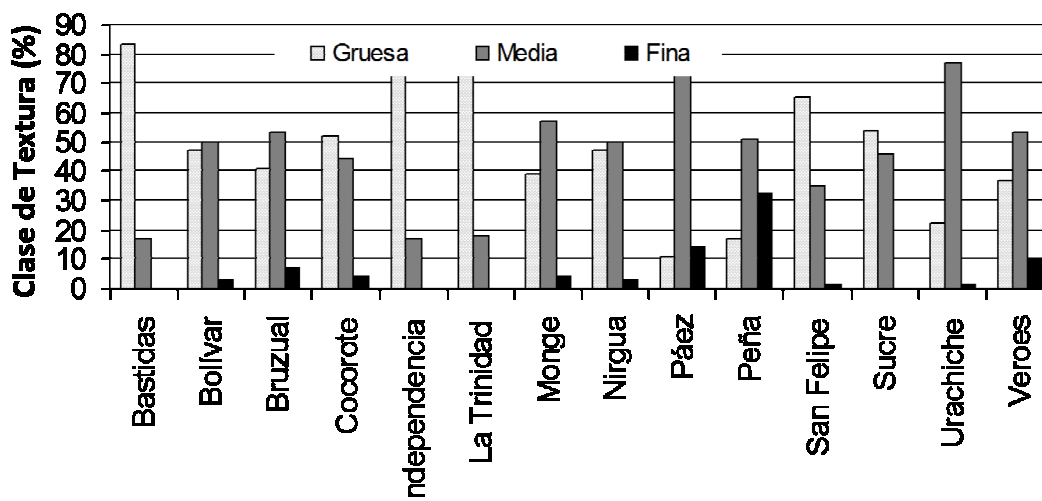


Figura 4. Clases de textura (%) presentes en cada municipio del estado Yaracuy

Con respecto a la reacción del suelo, el Cuadro 1 reporta un valor promedio para el estado que clasifica como pH neutro (Casanova, 2005). Sin embargo, según la prueba de medias (Cuadro 4) los municipios Nirgua y Sucre son estadísticamente iguales y difieren del resto porque presentan los menores valores de pH. La mayoría de las muestras analizadas están dentro de la categoría de suelos neutros a alcalinos (57% con pH >6,5), seguido de suelos ácidos (33% con pH <6), éstos últimos ubicados en regiones donde hay mayor precipitación (más de 1373 mm según Cortez *et al.*, 2011) y quizás mayor lavado de cationes básicos.

Cuadro 3. Estadística descriptiva de la clase textural (CT) y contenidos promedios de arena, limo y arcilla en los municipios

Municipio	N° Muestras	Clase Textural					Arena		Limo	Arcilla
		m	DE	DE.m	CV	mín.	máx.	media	media	media
Bastidas	6	1,17	0,41	0,17	35	1	2	58,20	29,07	12,73
Bolívar	31	1,52	0,51	0,09	34	1	2	54,00	31,20	14,80
Bruzual	109	1,65	0,58	0,06	36	1	3	45,57	37,15	17,28
Cocorote	28	1,52	0,58	0,11	38	1	3	53,09	31,11	15,80
Independencia	6	1,16	0,41	0,17	35	1	2	61,53	27,67	10,80
Trinidad	12	1,18	0,40	0,12	34	1	2	67,22	20,47	12,32
Monge	49	1,67	0,56	0,08	34	1	3	51,29	32,62	16,09
Nirgua	79	1,55	0,55	0,06	35	1	3	56,64	24,25	19,11
Páez	95	1,77	0,45	0,05	25	1	3	32,52	42,80	24,68
Peña	575	1,99	0,67	0,03	34	1	3	32,83	39,89	27,28
San Felipe	148	1,34	0,47	0,04	35	1	2	57,11	31,01	11,88
Sucre	37	1,46	0,51	0,08	35	1	2	54,49	29,61	15,90
Urachiche	89	1,77	0,42	0,05	24	1	2	41,64	41,80	16,56
Veroes	164	1,62	0,57	0,05	35	1	3	43,50	37,74	18,76

m: media DE: desviación estándar DE.m: desviación estándar media CV: coeficiente variación mín: mínimo máx: máximo

En los cuadros 1 y 4 se puede apreciar que el índice de concentración total de sales en la solución del suelo (CE) es bajo ( $<0,75 \text{ dS.m}^{-1}$ ) para el estado y para los municipios, razón por la cual no se detectaron diferencias significativas entre los municipios. Normalmente valores mayores a éstos están asociados a zonas áridas o semiáridas (precipitación  $< 600 \text{ mm.año}^{-1}$ ), pH alcalinos o agua de riego salinas (Zérega, 2005, Casanova, 2005). El municipio Peña presenta el mayor valor de CE y mayor pH, pero sólo 2% de las muestras analizadas presentaron CE  $>2 \text{ dS.m}^{-1}$ , valor que podría representar problemas para el normal desarrollo de cultivos no tolerantes a la presencia de sales (Bohn et al., 1979).

**Cuadro 4.** Medias y porcentajes de niveles de pH y conductividad eléctrica (CE) obtenidos en el total de muestras analizadas en cada municipio

Municipio	Nivel de pH							Nivel de CE		
	media	< 5	5-6	6,1- 6,5	6,6-7,4	7,5- 8	8,1- 9	media	$\leq 0,75$	$>0,75$
Bastidas	7,1	0	33	0	17	17	33	0,16	100	0
Bolívar	6,8	10	23	10	19	16	23	0,13	100	0
Bruzual	6,7	4	27	8	31	24	6	0,25	94	6
Cocorote	6,5	4	18	18	46	14	0	0,08	100	0
Independencia	6,6	0	33	0	50	17	0	0,06	100	0
Trinidad	6,5	8	33	8	25	25	0	0,09	100	0
Monge	6,6	0	43	4	24	24	4	0,15	96	4
Nirgua	5,5	34	35	16	10	3	1	0,10	99	1
Páez	7,4	1	5	4	35	44	11	0,20	99	1
Peña	7,5	2	8	3	17	52	18	0,46	88	12
San Felipe	6,2	3	50	22	17	6	1	0,12	98	2
Sucre	5,8	43	14	11	11	5	16	0,26	89	11
Urachiche	7,4	4	9	6	12	43	26	0,15	99	1
Veroes	7,0	3	18	8	28	34	10	0,27	94	6

En cuanto a los niveles de materia orgánica se encontró que los rangos están ubicados mayoritariamente en las categorías de bajo y medio (cuadros 1 y 5), excepto en municipios Independencia y Sucre donde predominan cultivos permanentes que aportan constantemente residuos orgánicos frescos (Figura 5). En estos municipios la producción agrícola (44%) está basada en los cultivos de aguacate y café, respectivamente. En la Figura 3 y Cuadro 2 se puede visualizar que el componente principal C2 tiene la mayor correlación negativa (0,90) con el contenido de materia orgánica, diferenciándose claramente los municipios Trinidad de Independencia y Nirgua. En el primero la producción agrícola está basada en hortalizas (46%) las cuales tienen poca cobertura del suelo y aportan poca materia orgánica. Los municipios Monge, Sucre, Independencia y Nirgua tienen un comportamiento similar.

El nivel de disponibilidad de fósforo en el suelo es bajo (80%  $<18 \text{ mg/kg}$  suelo) en todos los municipios (cuadros 1 y 5), excepto en los municipios Independencia y Nirgua. Debido a que sus fuentes principales son minerales como la Apatita, fertilizantes y materia orgánica (Casanova 2005), es natural que se consigan estos valores en Yaracuy, pues no hay predominancia de este mineral, ni de texturas finas, ni altos contenidos de materia orgánica, además el fósforo es altamente fijado a valores extremos de pH ácidos o alcalinos. En Independencia se puede relacionar con el contenido de materia orgánica aportado por los cultivos y en Nirgua, además de los cultivos, por materia orgánica de origen animal por el pastoreo.

**Cuadro 5.** Medias y porcentajes de niveles de materia orgánica (MO) y fósforo (P) obtenidos en el total de muestras analizadas en cada municipio

Municipio	Nivel de MO				Nivel de P			
	media	Bajo	Medio	Alto	media	Muy Bajo	Bajo	Medio
Bastidas	1,71	17	83	0	13	83	17	0
Bolívar	2,33	26	58	16	8	48	48	3
Bruzual	2,47	32	60	8	15	39	55	6
Cocorote	1,99	46	43	11	12	50	46	4
Independencia	3,22	33	17	50	24	83	17	0
Trinidad	1,43	58	33	8	8	83	17	0
Monge	3,00	43	33	24	17	41	55	4
Nirgua	2,56	29	56	15	21	47	51	3
Páez	2,60	19	69	12	9	13	74	14
Peña	2,75	28	62	10	17	17	53	29
San Felipe	1,79	46	54	0	12	64	35	1
Sucre	3,14	27	32	41	11	54	46	0
Urachiche	2,65	15	76	9	6	28	71	1
Veroes	2,21	38	55	7	8	37	53	10

**Cuadro 6.** Medias y porcentajes de niveles de potasio (K) y calcio (Ca) obtenidos en el total de muestras analizadas en cada municipio

Municipio	Nivel de K				Nivel de Ca			
	media	Bajo	Medio	Alto	media	Bajo	Medio	Alto
Bastidas	88	17	17	67	1319	0	0	100
Bolívar	60	48	29	23	1179	7	7	86
Bruzual	113	19	39	42	1270	1	12	87
Cocorote	109	14	25	61	1019	0	7	92
Independencia	89	0	50	50	1181	0	0	100
La Trinidad	173	8	25	67	1004	8	8	84
Monge	84	25	39	36	1071	4	16	80
Nirgua	87	32	37	31	550	14	20	66
Páez	126	15	41	44	1624	0	3	97
Peña	136	18	34	48	1764	0	4	96
San Felipe	114	5	28	67	708	0	7	93
Sucre	64	24	43	33	856	3	22	75
Urachiche	65	44	39	17	1628	2	1	97
Veroes	163	34	32	34	1619	2	7	86

Por su parte el contenido de potasio y calcio (cuadros 1 y 6) van de medio a alto debido a la predominancia de feldespatos, gneisses y esquistos micáceos, lutitas y calizas cristalinas calcíticas, dolomíticas, arenáceas o meta cuarcíticas (Ferrer y De Paz 1985), destacando los municipios Trinidad, Veroes, Peña y Páez. La Figura 5 muestra los rubros que tradicionalmente son cultivados por municipio y para los cuales los productores solicitaron análisis de suelo y planes de fertilización, destacando en orden descendente dentro de ellos, caña de azúcar (26%), forestales (22%), frutales (17%, aguacate, cítricos y plátano), hortalizas (11%, tomate y pimentón principalmente), cereales (11%, maíz específicamente), forraje (7%), leguminosas (3%, caraota y frijol) y estimulantes (2%, café).



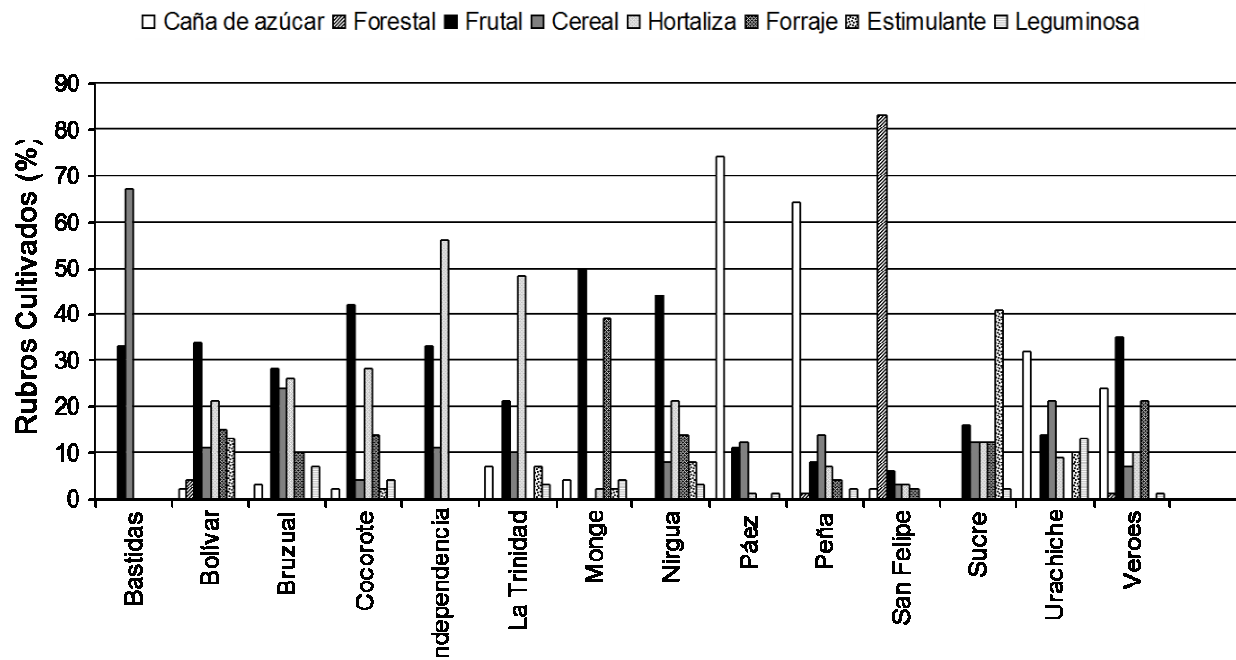


Figura 5. Rubros cultivados en cada municipio del estado Yaracuy

Estos resultados concuerdan con la información basada en información basada en la emitida para el estado Yaracuy por el Instituto Nacional de Estadística (FUDECO, 2004). Los municipios Peña, Páez, Urachiche y Veroes tienen como cultivo principal a la caña de azúcar debido a diversos factores que favorecen su cultivo, tales como la presencia de centrales azucareras, topografía, clima y suelos con alta capacidad de retención de humedad para riego por gravedad, sin problemas de drenaje, adecuada suplencia de elementos nutritivos, pH y CE. Los forestales ocupan un alto porcentaje, pero sólo en el municipio San Felipe. Estas muestras provenían específicamente de lotes sembrados con especies maderables (apamate, caoba, pardillo, teca, gadua o bambú) establecidas en la Fundación DANAC de Empresa Polar C.A. Las poblaciones aledañas a esta institución basan su economía en la producción de mondadientes o palillos provenientes de los tallos de bambú. En relación a los frutales, destaca la producción de aguacate en todos los municipios. Eso obedece a que el aguacate se desarrolla bien en altitudes de 400 a 1600 m, temperaturas promedio de 22 a 29 °C, clima húmedo o semihúmedo, preferiblemente con estaciones secas y lluviosas bien definidas, suelos con pH neutros a ligeramente ácidos, baja salinidad, bien drenados y profundos (al menos un metro), pues la baja suplencia de oxígeno afecta la absorción de elementos nutritivos y las plantas presentan entonces, un ciclo de vida muy corto, en suelos con mal drenaje (valle bajo del río Yaracuy, municipio Veroes limitando con Falcón) las plantas son susceptibles a pudriciones radicales causadas por hongos y mueren en pocos días o años de plantados (Avilán *et al.*, 1989), por esta razón es el que presenta el menor porcentaje de producción. La producción de plátano es mayoritaria en el municipio Veroes, porque, según el mismo autor, es un cultivo que exige un clima cálido y una constante humedad en el aire, llanuras húmedas, regables, es poco exigente en cuanto a suelo, ya que prospera igualmente en terrenos arcillosos, calizos, limosos o arenosos con tal de que sean fértiles, permeables, profundos y ricos, especialmente en materias nitrogenadas y potásicas (Cuadros 5 y 6). En cuanto a los cítricos, los mayores productores son los municipios Nirgua, Monge y San Felipe, debido a que presentan las mejores condiciones para el desarrollo del cultivo, altitud entre 500 y 1000 m, precipitación mayor a los 1000 mm, temperatura de 13-35°C, textura Fa (Cuadro 3), buen drenaje, pH entre 6,6 y 5,5 y bajo contenido de sales (Avilán *et al.*, 1989). Las hortalizas más cultivadas son el pimentón y tomate, los cuales tienen una amplia variabilidad en cuanto a su adaptación a condiciones edafoclimáticas, aunque para su producción son preferibles zonas áridas irrigadas y con gran luminosidad (López *et al.*, 2008). En el estado Yaracuy se han estado produciendo bajo la modalidad de invernadero o como cultivos protegidos. Los mayores productores son los municipios Peña y Bruzual.

El rubro cereal en el estado está representado por el maíz. Los municipios con mayor producción son Peña (48%), Bruzual y Urachiche. Son zonas tradicionalmente productoras debido a que reúnen condiciones adecuadas para el cultivo; altitud entre 0-1600 m, precipitación de 700-1600 mm y buena humedad en los períodos críticos de germinación y floración, suelos con pH entre 6 y 7,5 y bajo contenido de sales (Cuadro 4), textura franca, franco limosa, franco arcillosa o franco arcillo limosa (Cuadro 3), bien drenados y de mediano a alto contenido de elementos nutritivos (Benacchio, 1982 citado por López *et al.*, 2008).

La producción de pasto se concentra en la zona ganadera del estado, específicamente en Veroes, coincidiendo estos resultados con los reportados por Strebin y Pérez (1980).

Finalmente, están las leguminosas y el café, concentradas las primeras en Peña y Urachiche y el segundo en Sucre. La caraota se desarrolla bien a altitudes entre 500 - 1.800 m, cuando las lluvias se distribuyen uniformemente durante el año (600-2000 mm), en suelos aireados y con buen drenaje, de texturas francas, franco arenosas, franco arcillosas o franco limosas (Cuadro 3), fértiles (Cuadro 5) y con pH entre 5,5 y 7,5 (Cuadro 4). El café se desarrolla bien desde los 800 a 1300 m, requiere una precipitación de 1400 - 2000 mm anuales con un período de sequía no mayor a cuatro (4) meses y prospera mejor en suelos con pH ácidos o cercanos a la neutralidad (López *et al.*, 2008).

### CONCLUSIONES

La principal limitante del suelo para los cultivos en el estado Yaracuy es la baja disponibilidad de fósforo. En algunos municipios como Cocorote, Trinidad y Monge el bajo contenido de materia orgánica, la acidez en los municipios Nirgua y Sucre y los niveles de salinidad en algunas zonas cultivadas del municipio Peña. Esto hace que se ameriten planes de fertilización y aplicación de enmiendas correctivas en estos lugares de acuerdo a las exigencias del cultivo. Sin embargo, se debe considerar que a los fines de recomendaciones de fertilización y aplicación de enmiendas, estos resúmenes no sustituyen los análisis de muestras individuales de suelos y debe procurarse efectuar los mismos siempre que sea posible.

### LITERATURA CITADA

- Avilán L., F. Leal y D. Bautista.** 1989. Manual de fruticultura. 1era Edición. Editorial América C.A. Caracas, Venezuela. 1475 p.
- Bohn, H.; B. Mcneal y G. Oconnor.** 1979. Soil Chemistry. A Wiley Interscience Publication. New York, EE.UU. 225 p.
- Gilbert, J.; I. López y R. Pérez.** 1990. Manual de métodos y procedimientos de referencia (Análisis de suelo para diagnóstico de fertilidad). FONAIAP. Maracay, Venezuela. 164 p.
- Casanova, E.** 2005. Introducción a la ciencia del suelo. UCV- CDCH. Caracas, Venezuela. 393 p.
- Cortez, A.; M. Rodríguez; J. Rey, D. Lobo; R. Parra; F. Ovalles y D. Gabriels.** 2011. Análisis de la agresividad y concentración de las precipitaciones en Venezuela. II. Región Noroccidental. *Bioagro* 23(1):13-12.
- Chirinos, A.; J. de Brito e I. de Rojas.** 1971. Características de fertilidad de algunos suelos venezolanos vistos a través de los resúmenes de análisis rutinarios. *Agronomía Tropical* 21(5): 397-409.
- Ferrer, E. y H. De Paz.** 1985. Análisis ambiental de la región centroccidental de Venezuela. FUDECO. Barquisimeto, Venezuela. 257 p.
- FUDECO.** 2004. Dossier estado Yaracuy. Barquisimeto. <http://www.fudeco.org> 23 de febrero de 2014.
- López, I., N. Alfonso; N. Gómez; M. Navas y P. Peña.** 2008. Manual de alternativas de recomendaciones de fertilizantes para cultivos prioritarios en Venezuela. Maracay, INIA. 400 p.
- Mogollón, L. y J. Comerma.** 1994. Suelos de Venezuela. Edición Palmaven. Caracas, Venezuela. 142 p.
- Mora, O.; A. Díaz y L. Zérega.** 1999. Fertilidad de los suelos cultivados con caña de azúcar (*Saccharum sp.* Híbrido) del estado Yaracuy en base a los análisis de suelo. *Caña de Azúcar* Vol. 17:21-36.
- Nieves, L. y G. Romero.** 1988. Determinación de calcio ( $Ca^{+2}$ ) y magnesio ( $Mg^{+2}$ ) en suelos, por titulación con ácido etilendiamintetra-acético sal disódica (EDTA), mediante el uso de extractante KCl 1 M y solución de Morgan (acetato de sodio pH 4,2). Archivo laboratorio de suelos I.I.A.G. Multigrafado. 14 p.

- Strebin, S. y J. Pérez.** 1980. Capacidad de uso de las tierras del estado Yaracuy. MARNR. División de Información e Investigación del Ambiente. Serie Informes Técnicos Zona 2 87 p.
- Zérega, L.; M. Alvarado y Y. Mujica.** 1995. Evaluación de la fertilidad del suelo y estado nutricional del cultivo de caña de azúcar en una finca de los valles de El Rodeo y del río Turbio en el estado Yaracuy. *Bioagro* 7(2): 50-54. 1995.
- Zérega, L.** 2005. Manual para orientar la caracterización y manejo de los recursos agroecológicos (clima, suelo, agua y planta) para la producción de caña de azúcar (Mimeografiado). INIA-Yaracuy. 77p.