

Caracterización de la fertilidad de los suelos de la Zona Central palmera de Colombia

Fertility of the Soils Planted to Oil Palm in the Central Region of Colombia

Nolver A. Arias A.¹

Fernando Munévar M.²

Resumen

La Zona Central palmera de Colombia comprende alrededor de 49.000 hectáreas en los departamentos Santander y Cesar (región sur) con amplias variaciones en topografía, clima y suelos que se traducen en diferencias en potencial de productividad de palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.). Con el objeto de conocer la variabilidad de las características de fertilidad de los suelos, se adelantó un estudio que incluyó diez plantaciones, de las cuales se tomaron muestras de suelo de tres profundidades y tres localizaciones con respecto a las palmas. El total de muestras analizadas fue de 324. Para la interpretación de los resultados la zona bajo estudio se dividió en dos áreas: la región de Puerto Wilches y la región del Sur del Cesar. Los resultados mostraron que en la región de Puerto Wilches los suelos son ácidos, de baja capacidad de intercambio catiónico (CIC), y baja saturación de bases. El magnesio (Mg) fue el nutriente más deficiente y sobresalió la alta saturación de aluminio (Al). Los suelos del Sur del Cesar se caracterizaron como moderadamente ácidos, de baja CIC y alta saturación de bases, baja disponibilidad de potasio (K) y alta saturación de calcio (Ca). De acuerdo con los resultados, las principales limitaciones para la producción de palma de aceite en Puerto Wilches tienen que ver con la alta saturación de Al y la baja saturación de bases, mientras que para el Sur del Cesar las altas saturaciones de Ca y su amplio desbalance con respecto al K parecen ser las características del suelo que merecen la mayor atención en los programas de fertilización.

Summary

The Central oil palm (*Elaeis guineensis* Jacq.) growing area of Colombia comprises about 49000 ha in the Departments of Santander and Cesar (southern part). Topography, climate and soils are variable and determine differences in potential productivity. The present study was undertaken to determine the variability of the soil fertility characteristics of the area which, for this purpose, was divided in two regions: Puerto Wilches and Southern Cesar. Ten farms were included in a sampling schedule in which separate samples were taken at three depths and three different positions with respect to the palm trees. A total of 324 samples were taken and analyzed. Soils from Puerto Wilches were found acid, with low cation exchange capacity (CEC), low base saturation, high aluminum (Al) saturation, and low magnesium (Mg) availability. The soils from Southern Cesar were found moderately acid, with low CEC, high calcium (Ca) and base saturation, and low potassium (K) availability.

Palabras Claves

Elaeis guineensis Jacq.,
Fertilidad de suelos,
Fertilización,
Palma de aceite.

- 1 . Investigador Auxiliar Programa de Manejo de Suelos y Agua. Cenipalma, Barrancabermeja. E-mail: nolver.arias@cenipalma.org
- 2 . Investigador Titular, Programa de Manejo de Suelos y Agua. Cenipalma, Bogotá.

Introducción

La Zona Central palmera de Colombia comprende los suelos cultivados en palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en los departamentos de Santander (municipios de Puerto Wilches, San Vicente de Chucurí, Rionegro, Barrancabermeja y Sabana de Torres), Cesar (municipios de San Martín, San Alberto, Río de Oro, y Aguachica) y Norte de Santander (municipio de El Zulia). El área sembrada en esta zona es de aproximadamente 49.000 hectáreas (Fedepalma, 2003).

En esta vasta región la diversidad en los procesos de formación de suelos ha determinado una amplia variabilidad en las características edáficas, de tal manera que existen desde suelos con incipiente desarrollo como es el caso de los Inceptisoles, hasta suelos con alto grado de meteorización como los Oxisoles (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1980; 1986). Esa diversidad de suelos se traduce en una amplia variabilidad de sus propiedades químicas y físicas, lo cual influye en la productividad potencial de los mismos para el cultivo de la palma de aceite.

Al interior de la Zona Central se pueden identificar dos grandes regiones desde el punto de vista edafológico y productivo: la región de Puerto Wilches en Santander y la región del sur del departamento del Cesar (Instituto Geográfico Agustín Codazzi, 1980; 1986). Los resultados de análisis de muestras de suelo realizados en el laboratorio de Cenipalma, han permitido identificar altos contrastes entre dichas subregiones tanto en las características edáficas como en las concentraciones de nutrientes en el follaje de la palma, observándose de igual manera que las limitaciones y desbalances nutricionales en el suelo son específicos para cada una de estas regiones, lo cual hace necesario su estudio a mayor profundidad.

Con base en que uno de las principales componentes del manejo integrado de la nutrición de la palma de aceite es el manejo de los suelos, se adelantó un estudio que permitiera la identificación más precisa de las diferencias entre los suelos. Adicionalmente, se planteó el objetivo de conocer la variabilidad en las características de los suelos al interior de lotes de cultivo, tanto en relación con la profundidad

en el perfil, como en cuanto a las diferentes posiciones con referencia a las palmas.

En el presente artículo se resumen los resultados obtenidos y se discute sobre los factores que podrían considerarse como limitantes para el cultivo de la palma de aceite, con el propósito de que su análisis contribuya a un mejor entendimiento de los suelos de la Zona Central y en la medida en que dichos limitantes sean superados, se logren mayores niveles de productividad y rentabilidad de los cultivos.

Materiales y métodos

Para fines del presente estudio la Zona Central se dividió en dos áreas que se denominaron región de Puerto Wilches y región del Sur del Cesar. Se muestrearon lotes de cultivo con edades entre 5 y 15 años. En Puerto Wilches se escogieron 24 lotes y en el Sur del Cesar se incluyeron 12; la ubicación de las plantaciones incluidas se puede observar en la Figura 1. Las plantaciones incluidas en el trabajo y el número de lotes muestreados en cada una se señalan en la Tabla 1.

La época de muestreo fue el período comprendido entre febrero y abril de 2001 y en cada lote seleccionado se eligieron al azar veinte palmas ubicadas en forma continua al interior del lote (cuatro líneas de cinco palmas); cada una de dichas palmas sirvió como punto de referencia para el muestreo de suelos. De cada lote incluido en el estudio se tomaron nueve muestras de suelo que resultaron de la combinación de tres profundidades y tres sitios de muestreo. Las profundidades fueron de 0 a 10; 10 a 20 y 20 a 40 cm y los sitios fueron el borde del plato (círculo alrededor de la palma), la calle de cosecha (espacio utilizado para el tráfico) y la palera (sitio de acumulación de hojas removidas por la poda). Se escogieron los tres sitios de muestreo mencionados teniendo en cuenta que las prácticas culturales en general, así como la aplicación discriminada de fertilizantes dirigidos a un sitio en particular dentro del cultivo, inducen diferencias espaciales en las propiedades químicas y físicas. Cada muestra resultó de la combinación de veinte submuestras, las cuales a su vez correspondieron a cada una de las veinte palmas seleccionadas. En total se tomaron 324 muestras de suelo, las cuales se sometieron a

Tabla 1 Distribución de lotes de muestreo

Región	Plantación	Número de lotes	Total de muestras
Puerto Wilches	Las Brisas	4	36
	Bucarelia	4	36
	Monterrey	6	54
	Palmeras de Puerto Wilches	2	18
	Palmosan	6	54
	Palmeras de Río	2	18
Sur del Cesar	Palmas del Cesar	6	54
	Promipalma	2	18
	La Cacica	2	18
	Las Palmitas	2	18
Total		36	324

análisis químico y de textura de acuerdo con los procedimientos estandarizados y validados del Laboratorio de Análisis Foliares y de Suelos de Cenipalma.

Resultados y discusión

Comportamiento de los diferentes parámetros edáficos

pH

Alrededor del 60% de los suelos muestreados en la zona de Puerto Wilches (Figura 2) registran valores de pH que pueden considerarse como fuertemente ácidos (por debajo de 4,5 unidades), y el número de muestras con un pH superior a 5,0 representó sólo 2%. Bajo condiciones de elevada acidez en el suelo se tiene una limitación de primer orden para el logro de altos rendimientos, siendo necesario corregir no sólo esta condición, sino mejorar las concentraciones de calcio (Ca), potasio (K) y magnesio (Mg). Es importante tener en cuenta que las muestras de suelo del presente estudio se tomaron en cultivos de palma con edades superiores a los cinco años, lo que indica que los programas de manejo nutricional aplicados hasta el momento del muestreo han podido modificar el pH de estos suelos.

El predominio de valores de pH en rango fuertemente ácido es consistente con la abundancia de gramíneas de ambiente ácido y de helechos como plantas espontáneas entre la palma y con las dificultades que por lo general

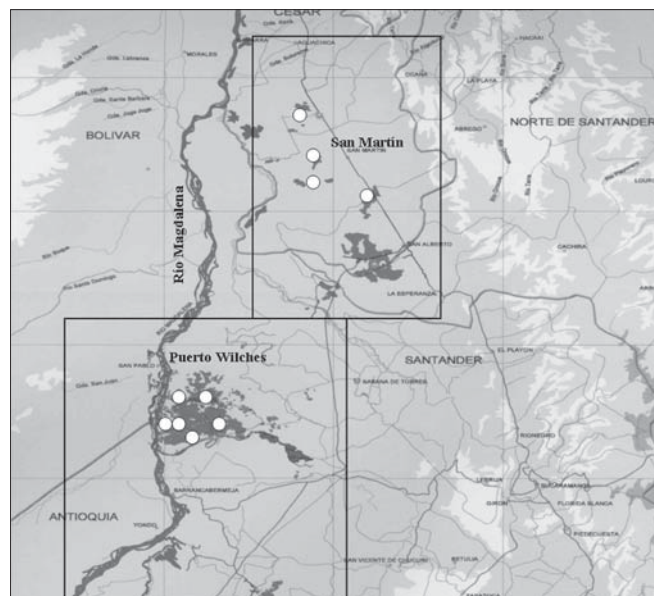


Figura 1 Los círculos blancos señalan la localización geográfica de las plantaciones incluidas en el muestreo (adaptado de Fedepalma, 1999)

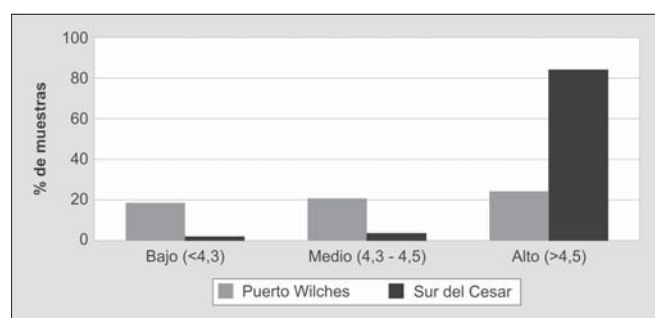


Figura 2 Distribución de frecuencia de los valores de pH (unidades)

se presentan en el establecimiento de coberturas con especies leguminosas al interior del cultivo de palma. Estos aspectos se mejorarían al corregir la acidez de los suelos.

En un porcentaje superior al 90% de las muestras analizadas del Sur del Cesar se encontraron valores de pH superiores a 5,0 unidades, que de acuerdo con la clasificación utilizada en el presente estudio se consideran como adecuados para el cultivo de la palma de aceite o con poco efecto limitante para la obtención de altos rendimientos.

Materia orgánica

La amplia variabilidad de los valores de materia orgánica en el suelo guarda relación con la variabilidad en las demás propiedades químicas y físicas de los suelos que en general se observaron en la región de Puerto Wilches. Predominaron en dicha región valores medios o bajos de materia orgánica (Figura 3), propios de una región con altas temperaturas medias y condiciones de buen drenaje. Los casos de altos contenidos de materia orgánica se registraron bajo condiciones de suelos con régimen de humedad ácuico (probablemente Aquepts) que en el pasado permanecieron bajo saturación hídrica y aún en el presente tienen problemas de drenaje. Por otra parte, en condiciones de buen establecimiento y permanencia de leguminosas de cobertura por varios años, es frecuente encontrar valores de materia orgánica superiores a 3% para el primer horizonte del suelo.

En los suelos del Sur del Cesar se registraron valores más bajos con respecto a los encontrados en la región de Puerto Wilches. El régimen de humedad predominante, mucho más seco, y el mejor drenaje en la generalidad de estas tierras posiblemente han determinado tasas más altas de mineralización de la materia orgánica. El valor promedio de materia orgánica registrado para la región indicaría que los suelos de Puerto Wilches tienen niveles de materia orgánica que podrían considerarse como muy cercanos a niveles adecuados para el cultivo de la palma de aceite, pero no se puede desconocer la amplia variabilidad que se observó.

Textura

En los suelos del Sur del Cesar el predominio de las texturas franco arenosas (Figura 6) indica que las partículas de arena son las más abundantes en la generalidad de estos suelos. Esto guarda estrecha relación con los valores bajos de CIC que se registraron, como se discute más adelante. Es destacable que las clases texturales mostradas en la Figura 6, abarcan 100% de las muestras analizadas en el estudio y no se registraron clases texturales extremas como las arcillosas, limosas o arenosas, las cuales representan limitaciones importantes en el manejo físico de los suelos y no son deseables para la gran mayoría de los cultivos.

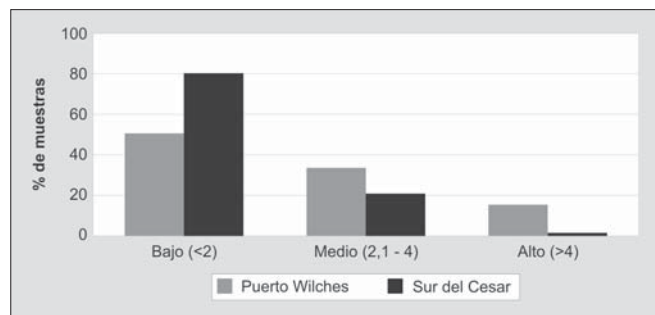


Figura 3 Distribución de frecuencia de los valores de materia orgánica (%)

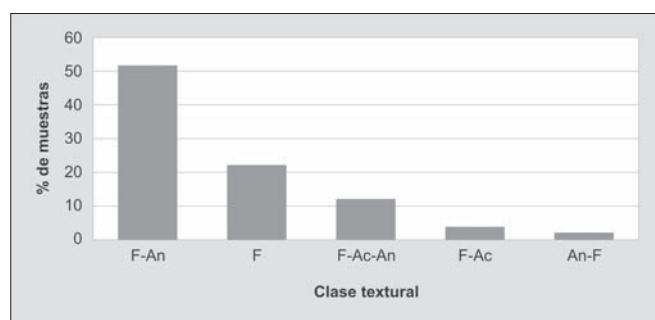


Figura 4 Distribución de frecuencia de las clases texturales para los suelos del Sur del Cesar

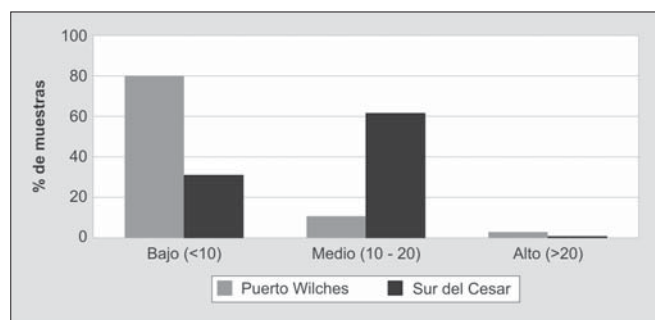


Figura 5 Distribución de frecuencia de los valores de capacidad de intercambio catiónico (meq/100 g de suelo)

En los suelos de Puerto Wilches predominan de igual manera las texturas franco arenosas, pero a diferencia del Sur del Cesar, existen suelos con texturas arenosas, en zonas de acumulación cercanas a márgenes de ríos y quebradas. Los suelos arenosos tienen una limitación importante para la producción de la palma de aceite ya que implican una baja capacidad de retención de

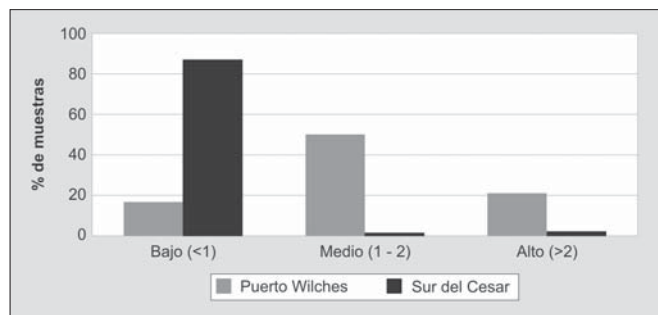


Figura 6 Distribución de frecuencia de los valores de aluminio intercambiable (meq/100g de suelo)

agua, lo cual determina una susceptibilidad relativamente alta de los cultivos allí establecidos a la sequía.

Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Se encontró una CIC predominantemente baja (Figura 4) en los suelos de Puerto Wilches y ello está relacionado con la alta frecuencia de suelos de texturas gruesas y bajo tenor de materia orgánica. La baja CIC es una limitación ya que implica una baja capacidad de retener nutrientes y, por ende, las prácticas de fertilización deben incluir un mayor fraccionamiento para reducir las pérdidas por escorrentía y lixiviación. Se ha demostrado (Goh *et al.*, 2003) que en el caso del K, uno de los nutrientes que en forma más abundante toma la palma de aceite, el fraccionamiento del fertilizante tiene una influencia muy marcada en la eficiencia de la fertilización. Lo anterior resalta la importancia de manejar de manera adecuada el fraccionamiento de la fertilización, principalmente en suelos con baja capacidad de retención de nutrientes (baja CIC).

En algunos casos en la región de Puerto Wilches se registraron altos valores de CIC, los cuales están relacionados con altos valores de materia orgánica que se presentan en pequeños sectores de la región, mientras que los valores mínimos se registraron en los suelos con altos contenidos de arenas. El valor promedio observado en los suelos de Puerto Wilches fue de 5 meq/100 g de suelo, lo cual significa una limitación de importancia para el manejo de la nutrición en la región. En asocio con los bajos valores de CIC del Sur del Cesar, se tienen los valores bajos de materia orgánica y la ausencia, en las fincas

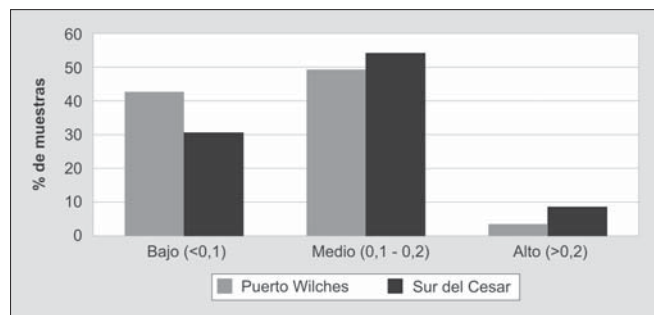


Figura 7 Distribución de frecuencia de los valores de potasio (meq/100g de suelo)

incluidas en el estudio, de sitios con problemas de drenaje y acumulación de residuos vegetales.

Aluminio (Al)

Para el cultivo de la palma de aceite es deseable que los contenidos de Al intercambiable sean lo más bajos posible, ya que dicho elemento está relacionado en forma inversamente proporcional con la presencia de las bases intercambiables. Se observó en la región de Puerto Wilches (Figura 5) que en más del 80% de las muestras analizadas las concentraciones de Al fueron superiores a 1 meq/100g de suelo. Si bien dicho tenor de Al intercambiable podría considerarse como moderado, en Puerto Wilches, cerca del 80% de los suelos muestreados presentan valores de saturación de Al superiores al 60%, lo que implica como consecuencia una baja saturación de bases y, por ende, limitaciones para el desarrollo radical del cultivo, como ya ha sido determinado por las investigaciones de Ceni-palma en la zona Oriental (Torres *et al.*, 2002).

Al contrastar con lo observado en Puerto Wilches, en la generalidad de los suelos del Sur del Cesar no se detectó Al intercambiable, ya que los valores de pH fueron por lo general superiores a 5,5.

Potasio

En la región de Puerto Wilches en más del 90% de los suelos analizados se registraron valores medios a bajos, es decir, inferiores a 0,2 meq de K/100g de suelo (Figura 7). Esta es una condición predominante en toda la región y los pocos valores que se observaron en el rango alto, correspondieron a muestras provenientes del plato de la palma como resultado de la aplicación

continua de fertilizantes potásicos. El valor medio obtenido para la región de Puerto Wilches de 0,14 meq/100 g, indica una alta predisposición del cultivo de la palma a presentar síntomas foliares de deficiencia de K y muy probablemente una limitación para la obtención de altos rendimientos. Bajo dichas condiciones los requerimientos de fertilización potásica para la región son altos. Los valores de saturación de K registrados aparentemente no muestran un alto grado de limitación, pero debe tenerse en cuenta que cuando un valor medio o alto de saturación va acompañado de un bajo número de miliequivalentes de K, de todas formas existen limitaciones en cuanto a la disponibilidad del citado elemento.

En el Sur del Cesar, si bien los suelos registraron concentraciones de K un poco más elevadas con respecto a Puerto Wilches, se observó una importante diferencia en los valores de saturación de K, ya que la mayor abundancia de Ca de los suelos del Sur del Cesar determina menores valores de saturación de K, lo cual en la práctica implica baja disponibilidad del K por el efecto antagónico del Ca.

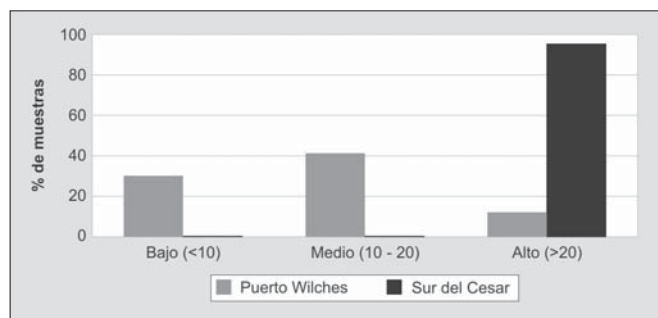


Figura 8 Distribución de frecuencia de los valores de saturación de calcio (%)

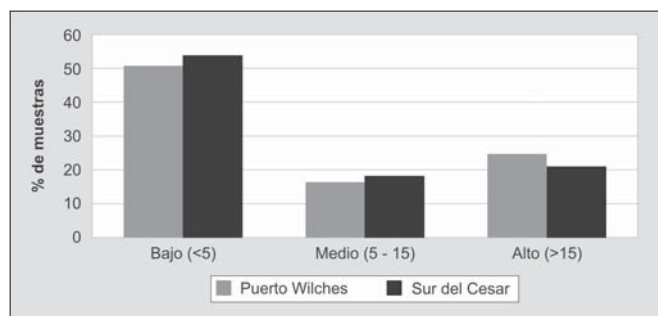


Figura 10 Distribución de frecuencia de los valores de fósforo (ppm)

Calcio

Para la generalidad de los cultivos, un valor de 2 meq de Ca/100 g puede considerarse como adecuado y no limitante para la producción. Sin embargo en la región de Puerto Wilches en más del 98% de los casos estudiados, se obtuvieron valores inferiores. De acuerdo con lo anterior, en los suelos de Puerto Wilches se tiene una alta probabilidad de respuesta a la fertilización con Ca. En la citada región se observó un predominio de valores bajos a medios de saturación de Ca en más del 80% de los casos (Figura 8) y si bien dentro del complejo de bases intercambiables el Ca es el catión más abundante, dichos valores fueron siempre bajos. Lo observado es congruente con los valores bajos de pH y las altas saturaciones de Al. El valor promedio cercano al 10% de saturación de Ca en los suelos de Puerto Wilches, indica una baja fertilidad en la región.

En los suelos del Sur del Cesar la situación del Ca fue completamente diferente, ya que predominaron los valores altos y la saturación media fue superior al 60%. Ello se constituye en

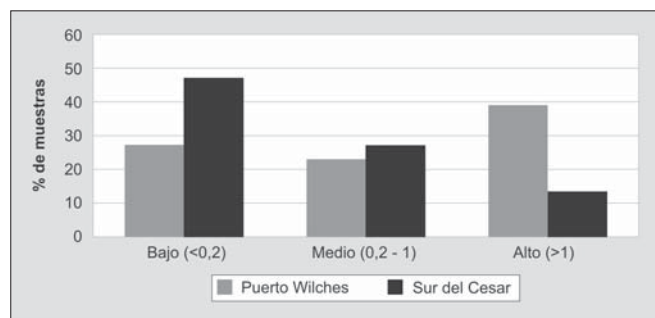


Figura 9 Distribución de frecuencia de los valores de magnesio (meq/100g de suelo)

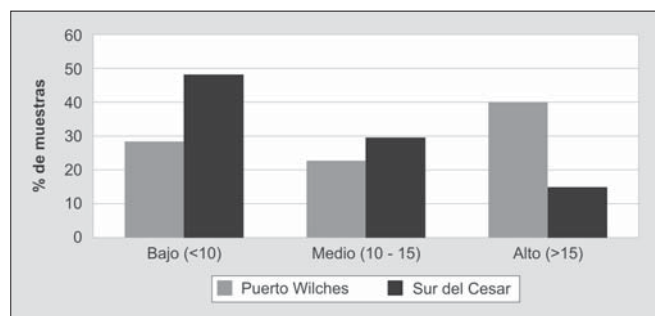


Figura 11 Distribución de frecuencia de los valores de azufre (ppm)

un limitante para la absorción del Mg y el K, siendo más limitante la toma del K por su relación más desbalanceada en el complejo de cambio. Dada esta condición, en los suelos del Sur del Cesar es frecuente observar fuertes deficiencias de K en la palma de aceite, al igual que desbalances con respecto al Ca.

Magnesio

En la región de Puerto Wilches se encontraron valores de Mg muy bajos (menos de 1 meq/100g) en 80% de los casos (Figura 9), lo cual indica que la mayoría de estos suelos no tienen reservas suficientes para suministrar el Mg requerido para la nutrición del cultivo. En esta región, valores superiores a 1 meq/100g sólo se observan en muy pocos casos, cuando se toman muestras en los sitios de frecuente aplicación de fertilizantes. Este resultado es consistente con lo observado en el campo en la región, en donde son comunes los síntomas foliares de deficiencia en las palmas, esto es, amarillamientos que en casos extremos se convierten en secamiento total de folíolos (Goh, Härdter, 2003). Por otra parte, los bajos niveles de Mg estuvieron acompañados de niveles bajos de saturación de Mg. Se considera que un nivel adecuado de saturación de Mg para el cultivo de la palma de aceite es de 20%, pero en el caso de Puerto Wilches el valor medio encontrado fue de 5%, lo cual indica que la limitación de la fertilidad del suelo por este factor es muy alta.

En el Sur del Cesar, se registran valores medios de Mg de 2,2 meq/100g, mientras que en Puerto Wilches el valor medio fue de 0,12 meq/100g. Por otra parte los valores de saturación de Mg en el Sur del Cesar se ubicaron dentro del rango considerado como adecuado. Bajo dicha condición el riesgo de la aparición de deficiencias de Mg para la región es reducido, al igual que existe

una menor probabilidad de respuesta a la aplicación de Mg en comparación con la región de Puerto Wilches.

Fósforo (P)

En las dos regiones incluidas en el estudio se encontraron suelos con bajos contenidos de fósforo en más del 50% de las muestras analizadas (Figura 10), lo cual indica una alta probabilidad de respuesta a la fertilización con este nutriente. En la región de Puerto Wilches sería necesario tener en cuenta que las altas saturaciones de Al que se registran y los valores de pH por lo general bajos, implican una disminución de la eficiencia de la fertilización fosfórica.

Azufre (S)

En las dos regiones, más del 50% de las muestras presentaron alta o media concentración de S (Figura 11). Es posible que las fuentes fertilizantes utilizadas en el cultivo de la palma de aceite, como es el caso de los sulfatos de Mg, hayan contribuido al aporte de cantidades adecuadas de S que se ven reflejadas en los resultados de los análisis de suelos. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que en el Sur del Cesar se registró 46% de muestras con niveles bajos de S.

Boro (B), hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu) y zinc (Zn)

En la generalidad de los suelos de Puerto Wilches que se analizaron, se presentaron valores adecuados de B en el suelo (Tabla 2) mientras que en el Sur del Cesar cerca del 20% de las muestras arrojaron valores altos y 59% valores medios (Tabla 3). Sin embargo, el cultivo de palma de aceite requiere del suministro permanente de B, por lo cual deben practicarse esquemas de manejo de este nutriente que garanticen su suministro permanente.

Tabla 2 Distribución de frecuencia (%) de los valores de micronutrientes en la región de Puerto Wilches

Elemento	Valores bajos		Valores medios		Valores altos	
	Rango	% de muestras	Rango	% de muestras	Rango	% de muestras
B, ppm	< 0,25	7,2	0,26 - 0,5	13,5	> 0,5	79,3
Fe, ppm	<15	14,4	15,10 - 30,0	12,5	> 30,0	73,1
Cu, ppm	< 0,5	99,5	0,51 - 1,5	0,48	> 1,5	0,0
Mn, ppm	< 5	99,5	5,10 - 10,0	0,48	> 10,0	0,0
Zn, ppm	< 1	86,1	1,10 - 2,0	11,5	> 2,0	2,4

Tabla 3 Distribución de frecuencia (%) de los valores de micronutrientes en la región del Sur del Cesar

Elemento	Valores bajos		Valores medios		Valores altos	
	Rango	% de muestras	Rango	% de muestras	Rango	% de muestras
B, ppm	< 0,25	21,4	0,26 - 0,50	59,0	> 0,5	19,7
Fe, ppm	<15,00	0,0	15,10 - 30,0	18,0	> 30,0	82,1
Cu, ppm	< 0,50	0,0	0,51 - 1,50	86,3	> 1,5	13,7
Mn, ppm	< 5,00	6,0	5,10 - 10,0	33,3	> 10,0	60,7
Zn, ppm	< 1,00	2,6	1,10 - 2,0	74,4	> 2,0	23,1

Tabla 4 Valores medios de variables químicas de suelo para tres sitios de muestreo (plato, calle y palera)

Parámetro	Plato		Calle		Palera	
	Puerto Wilches	Sur del Cesar	Puerto Wilches	Sur del Cesar	Puerto Wilches	Sur del Cesar
pH	4,47	5,42	4,41	6,03	4,42	5,98
CIC, meq/100g	7,60	11,18	7,45	11,17	7,76	11,57
K, meq/100g	0,15	0,23	0,10	0,16	0,16	0,23
Ca, meq/100g	0,28	7,20	0,29	8,43	0,34	8,89
Mg, meq/100g	0,15	2,38	0,10	2,51	0,14	2,65
Na, meq/100g	0,07	0,32	0,07	0,34	0,07	0,24
S, ppm	19,51	13,11	13,67	10,08	15,15	11,62
B, ppm	0,78	0,42	0,84	0,33	0,77	0,40
Fe, ppm	55,27	54,40	50,62	49,10	45,00	42,05
Cu, ppm	0,11	1,05	0,12	1,13	0,10	1,04
Mn, ppm	0,68	13,49	0,77	12,46	0,75	11,14
Zn, ppm	0,69	1,74	0,71	1,72	0,61	1,79

El Fe fue predominantemente alto en las dos regiones. El Cu, el Mn y el Zn se encontraron en valores bajos en más del 86% de los casos en la zona de Puerto Wilches, mientras que el Sur del Cesar, para estos tres micronutrientes predominaron los valores en los rangos medio y alto (Tablas 2 y 3). Se requiere investigación de campo que conduzca a establecer las necesidades de micronutrientes en la Zona Central.

Variabilidad del suelo en función de su ubicación respecto a la palma

Las variables en las cuales se observaron mayores diferencias asociadas con el sitio de muestreo (calle, plato y palera) fueron la materia orgánica y el P (Tabla 4 y Figuras 12 y 13).

El comportamiento de la materia orgánica (Figura 12) guardó relación con el patrón típico

conocido para otros lugares. La acumulación de hojas de poda posiblemente haya determinado que en las paleras se registraran los mayores contenidos de materia orgánica, a diferencia de los platos donde la continua disminución de las malezas por medio de tratamiento químico o manual no permite la acumulación de materia orgánica y se convierte en el sitio que presenta en muchos casos las características físicas más adversas para el cultivo de la palma.

En cuanto al P (Figura 13), los niveles de este elemento en el suelo fueron consistentemente mayores en el suelo de los platos en ambas regiones, aunque el contraste fue más notorio en la región de Puerto Wilches que en el Sur del Cesar. La aplicación continua de fertilizantes en el plato, posiblemente haya determinado la acumulación del P en dicho sitio, con un promedio superior a 20 ppm en la región de

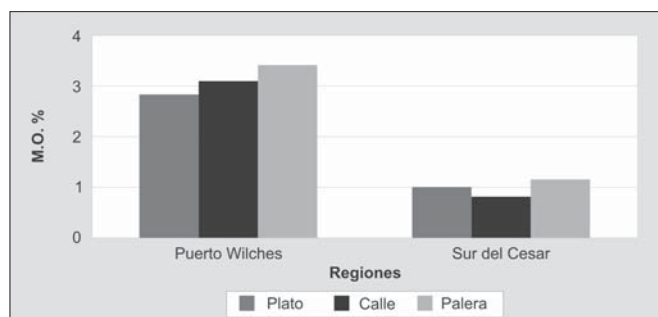


Figura 12 Valores medios de materia orgánica (%) para tres sitios de muestreo

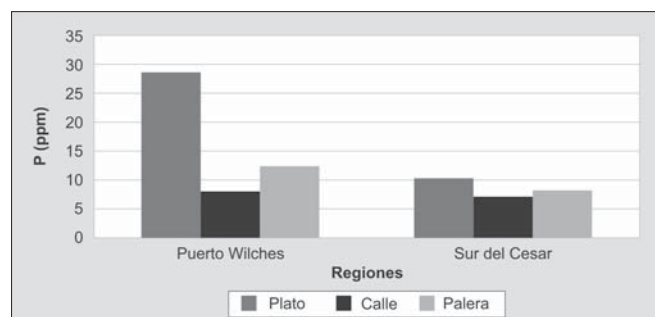


Figura 13 Valores medios de fósforo (ppm) para tres sitios de muestreo

Tabla 5 Valores medios de parámetros de suelo de acuerdo con la profundidad de muestreo

Parámetro	0 a 10 cm		10 a 20 cm		20 a 40 cm	
	Puerto Wilches	Sur del Cesar	Puerto Wilches	Sur del Cesar	Puerto Wilches	Sur del Cesar
pH	4,40	5,20	4,43	5,73	4,44	6,16
CIC, meq/100g	8,47	12,50	7,59	11,6	6,68	10,06
K, meq/100g	0,18	0,37	0,12	0,17	0,11	0,13
Al, meq/100g	1,57	0,93	1,55	0,34	1,55	0,12
Ca, meq/100g	0,44	6,45	0,23	8,25	0,19	8,84
Mg, meq/100g	0,21	2,28	0,09	2,44	0,08	2,75
P, ppm	33,39	12,58	11,58	9,57	8,03	9,20
S, ppm	12,80	11,42	15,96	10,80	19,06	13,78
B, ppm	0,89	0,39	0,75	0,36	0,75	0,48
Fe, ppm	57,90	71,78	53,00	42,32	40,46	38,16
Cu, ppm	0,11	0,94	0,10	1,14	0,12	1,11
Mn, ppm	0,81	11,81	0,64	14,01	0,65	12,50
Zn, ppm	0,90	1,91	0,62	1,87	0,47	1,55

Puerto Wilches, cuando se compara con los otros dos sitios de muestreo. La condición natural del suelo en este caso la representaría la calle de cosecha, en la cual los valores medios fueron solamente de 10 ppm, aproximadamente. Se tiene entonces una acumulación en un solo sitio que no es representativo de la situación general del suelo donde se halla establecido el cultivo.

Estos patrones de comportamiento deben tenerse en cuenta para efectos de planear los muestreos de suelos, de acuerdo con los objetivos que se persigan en cada caso.

Variabilidad del suelo en función de la profundidad

Los parámetros que presentaron mayores diferencias en función de la profundidad fueron: pH, materia orgánica, K, Ca, Mg y P (Tabla 5).

El pH fue relativamente estable con la profundidad en Puerto Wilches, mientras que este parámetro aumentó de manera consistente con la profundidad en el Sur del Cesar (cerca de una unidad de diferencia). Esta variación guardó relación inversa con los cambios en Ca y Mg intercambiables, los cuales disminuyeron con la profundidad en Puerto Wilches, pero aumentaron en el Sur del Cesar. El K disminuyó con la profundidad en ambas regiones.

Por otra parte el P disminuyó con la profundidad en ambas regiones, pero el cambio fue más notorio en Puerto Wilches.

Como ocurre en la mayoría de los suelos, la materia orgánica disminuyó con la profundidad, pasando en promedio del 4% en la primera capa muestreada al 2% en la capa más profunda en

Puerto Wilches, mientras que en el Sur del Cesar pasó de cerca de 2% en la superficie a cerca de 0,9% en la capa de 20 a 40 cm de profundidad.

Los cambios en las propiedades de los suelos con la profundidad deben tenerse en cuenta para planear de manera adecuada las prácticas de muestreo.

Contraste general entre regiones

Como se puede observar en la Tabla 6, los grandes contrastes entre los suelos de las regiones del Sur del Cesar y de Puerto Wilches se asocian con la acidez y con la disponibilidad de las bases intercambiables.

En Puerto Wilches predominan los suelos con valores bajos de pH y alta saturación de Al intercambiable, mientras que en el Sur del Cesar los suelos son menos ácidos, y tienen poca o nula presencia de Al. Lo anterior implicaría que si la palma es susceptible a las altas saturaciones de Al, se tendría una fuerte limitación para el desarrollo radical y de la toma de nutrientes en la región de Puerto Wilches, lo que repercutiría en la eficiencia de la fertilización y, por ende, sería un factor a tener en cuenta al momento de diseñar programas de manejo nutricional. En la región del Sur del Cesar, no existirían mayores limitantes en la parte química para el adecuado desarrollo del sistema radical.

Por otra parte, la baja saturación de bases que se presenta en Puerto Wilches, indica una mayor probabilidad de respuesta a la fertilización ya que el Ca, el Mg y el K, se encuentran en niveles considerados desde el punto de vista agronómico como bajos. En el Sur del Cesar, donde la saturación de Ca y Mg es alta, se tiene alta probabilidad de respuesta a las aplicaciones de K dado que los cationes divalentes ejercen antagonismo sobre el K.

La notoria disminución de la fertilidad del suelo con la profundidad en Puerto Wilches hace que en estos suelos el suministro de nutrientes para la palma de aceite se agote muy rápidamente, por lo cual es aconsejable que en siembras nuevas se realicen prácticas para incorporar nutrientes a cierta profundidad. En este sentido los suelos del Sur del Cesar representan una mayor oferta nutricional para el cultivo que en la primera región.

Valores medio de los parámetros edáficos analizados en las dos regiones (216 muestras de Puerto Wilches y 108 muestras del Sur del Cesar)

Tabla 6

Parámetros	Puerto Wilches	Sur del Cesar
pH, unidades	4,43	5,90
C.I.C, meq/100g	7,60	11,34
Carbono orgánico, %	1,92	0,73
Materia orgánica, %	3,32	1,25
Acidez intercambiable, meq/100g	1,83	1,10
Al, meq/100g	1,57	0,23
K, meq/100g	0,14	0,20
Ca, meq/100g	0,31	8,40
Mg, meq/100g	0,13	2,67
Na, meq/100g	0,07	0,30
P, ppm	18,31	10,27
S, ppm	16,13	11,95
B, ppm	0,80	0,38
Fe, ppm	50,32	51,65
Cu, ppm	0,11	1,09
Mn, ppm	0,73	12,58
Zn, ppm	0,67	1,76
Sat Al, %	70,58	3,02
Sat K, %	6,27	1,80
Sat Ca, %	14,02	70,03
Sat Mg, %	5,57	22,33
Sat Na, %	3,56	2,82
Suma bases, meq/100g	0,65	11,57
Ca/Mg	4,00	3,56
(Ca+Mg)/K	3,75	94,57
Saturación de bases, %	29,42	96,98

Se tienen en consecuencia dos tipos de suelos fuertemente contrastantes y que requieren de un manejo muy específico en aras de favorecer la productividad en cada uno de ellos, siendo más fértiles aquellos del Sur del Cesar.

Conclusiones y recomendaciones

- En la región de Puerto Wilches el bajo nivel de fertilidad del suelo, expresado en bajo pH, baja saturación de bases y alta saturación de Al, hace necesario un manejo con criterio de formación de reserva de nutrientes en el suelo desde el establecimiento del cultivo en aras de mejorar la productividad en la región
- La neutralización del Al debe incluirse en los programas de manejo nutricional para la región de Puerto Wilches con el fin de remover su efecto limitante sobre el desarrollo y

funcionamiento del sistema radical y, por ende, sobre la eficiencia de la fertilización y el uso del agua

- Las frecuentes deficiencias de Mg que se observan en los cultivos de palma de la región de Puerto Wilches, están asociadas con muy bajos niveles edáficos de dicho nutriente y la corrección de este problema debe enfocarse a la aplicación de cantidades adecuadas de Mg, utilizando fuentes fertilizantes apropiadas y buscar la formación de una reserva en el suelo
- El nivel medio de fertilidad de los suelos del Sur del Cesar, expresado en adecuados valores de pH, alta saturación de bases y contenidos medios de micronutrientes, es necesario manejarlo con criterios de mejoramiento y sostenibilidad, con el objetivo de aumentar los adecuados rendimientos de fruto que en la actualidad se logran en dicha región
- Las frecuentes deficiencias de K observadas en el Sur del Cesar están asociadas a bajos niveles edáficos de este nutriente y alta saturación de Ca y dicha condición se considera limitante para la productividad, lo cual hace necesaria la aplicación de cantidades adecuadas de K y la exclusión de fertilizantes portadores de Ca, hasta superar el desbalance entre los nutrientes
- La amplia variabilidad espacial de los nutrientes al interior de lotes cultivados por algunos años, es posiblemente el resultado de la aplicación localizada de fertilizantes, una práctica que debería reevaluarse. Además, dicha variabilidad debe tenerse en cuenta en el momento de realizar muestreos de suelo para el manejo nutricional del cultivo
- Las diferencias que se presentan en las propiedades químicas de los suelos con la profundidad deben tenerse en cuenta no sólo para el muestreo, sino para corregir las

deficiencias en las diferentes capas del suelo a donde deben llegar las raíces de la palma, en particular en la región de Puerto Wilches

- Las grandes diferencias evidenciadas entre las dos regiones, al interior de la Zona Central, indican la necesidad de manejar la fertilidad de los suelos y demás aspectos tecnológicos en forma diferencial como el comienzo de un cambio técnico que en el futuro lleve a esquemas de manejo de agricultura por sitio específico. ☼

Bibliografía

- FEDEPALMA. 1999. Censo nacional de palma de aceite. Colombia 1997-1998. Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite, Bogotá.
- FEDEPALMA. 2003. Anuario estadístico 2003: La industria de la palma de aceite en Colombia y en el mundo 1998 – 2002. Bogotá. Editorial Huella Creativos y Multipresos Ltda.
- GOH, K.J.; HÄRDTER, R. 2003. General oil palm nutrition. In: Fairhurst, T; Härdter, R. (ed). Oil palm management for large and sustainable yields. Potash and Phosphate Institute. Oxford Graphic Printers Pte Ltd., p.191-230.
- GOH, K.J.; HÄRDTER, R.; FAIRHURST, T. 2003. Fertilizing for maximum return. In: Fairhurst, T; Härdter, R. (ed). Oil palm management for large and sustainable yields. Potash and Phosphate Institute. Oxford Graphic Printers Pte Ltd., p.279-306.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. 1980. Estudio general de los suelos de los municipios de Barrancabermeja, Puerto Wilches, Sabana de Torres y San Vicente de Chucurí. Bogotá.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI. 1986. Estudio semidetallado de suelos de los municipios del sur del departamento del Cesar. Bogotá.
- TORRES V., M.; ACOSTA G., A.; SALAMANCA M., O.; CRISTANCHO, J.A. 2002. Estudio *in situ* del sistema radical de la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) mediante el método de lavado de perfiles. Ceniavances no.90. Cenipalma, Bogotá.