

**DIAGNÓSTICO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS DE LA REGIÓN  
ORIENTAL DEL PARAGUAY**

**ANDREA CECILIA ARCE BARRIOS**

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del título de Ingeniera Agrónoma

Universidad Nacional de Asunción  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Carrera de Ingeniería Agronómica / Área de Suelos y Ordenamiento Territorial

San Lorenzo – Paraguay  
Julio - 2017

**DIAGNÓSTICO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS DE LA REGIÓN  
ORIENTAL DEL PARAGUAY**

**ANDREA CECILIA ARCE BARRIOS**

Orientador: Prof. Ing. Agr. M. Sc. Gustavo A. Rolón P.

Co-orientador: Prof. Dr. Ing. Agr. Carlos A. Leguizamón R.

Tesis presentada a la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción, como requisito para la obtención del título de Ingeniera Agrónoma

Universidad Nacional de Asunción

Facultad de Ciencias Agrarias

Carrera de Ingeniería Agronómica / Área de Suelos y Ordenamiento Territorial

Universidad Nacional de Asunción  
Facultad de Ciencias Agrarias  
Carrera de Ingeniería Agronómica

**DIAGNÓSTICO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS DE LA REGIÓN  
ORIENTAL DEL PARAGUAY**

Esta tesis fue aprobada por la Mesa Examinadora como requisito parcial para optar por el grado de Ingeniera Agrónoma, otorgado por la Facultad de Ciencias Agrarias/UNA.

Autora: Andrea Cecilia Arce Barrios .....

Orientador: Prof. Ing. Agr. (Mg. Sc.) Gustavo A. Rolón P. ....

Co-orientador: Prof. Ing. Agr. (Dr.) Carlos A. Leguizamón R. ....

**Miembros de la mesa examinadora:**

Prof. Ing. Agr. (Mg. Sc.) Gustavo A. Rolón P. ....

Prof. Ing. Agr. (Dr.) Carlos A. Leguizamón R. ....

Prof. Ing. Agr. (Mg. Sc.) Cristian A. Britos .....

Prof. Ing. Agr. (Mg. Sc.) Diego A. Fatecha F. ....

San Lorenzo, 7 de julio de 2017

**DEDICATORIA**

A mis padres Casilda y Cecilio.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios Todopoderoso.

A mis padres Casilda y Cecilio por el apoyo incondicional que me han brindado todos estos años, ayudándome a realizar mis metas, por inculcarme buenos valores, guiarme para superarme y ser una persona de bien.

Al profesor Gustavo Rolón, por aceptar el desafío de ser mi orientador, por su tiempo y ayuda en la realización de este trabajo, por la enseñanza, la amistad y las risas compartidas.

A los Profesores María del Pilar Galeano, Carlos Leguizamón, Cristian Britos por su paciencia y ayuda para culminar este trabajo, y por los conocimientos transmitidos.

Al Departamento de Suelos y Nutrición de Plantas del Centro de Investigación Hernando Bertoni-IPTA, por la concesión de los resultados de análisis de suelo.

A Víctor Luis, por su compañía y apoyo incondicional durante los últimos años de la carrera, y por no dejarme bajar los brazos cuando empezaba a flaquear.

A mis compañeros y amigos de siempre, por los momentos compartidos, las risas y por hacer la vida universitaria más llevadera.

# **DIAGNÓSTICO DE LA FERTILIDAD DE LOS SUELOS DE LA REGIÓN ORIENTAL DEL PARAGUAY**

Autora: Andrea Cecilia Arce Barrios

Orientador: Ing. Agr. (Mg.Sc.) Gustavo A. Rolón P.

Co-Orientador: Prof. Ing. Agr. (Dr.) Carlos A. Leguizamón R

## **RESUMEN**

En los últimos años se ha producido un incremento en la producción agropecuaria en la Región Oriental de Paraguay, lo que se traduce en una alta extracción de nutrientes del suelo por los cultivos explotados, que implica la restitución de los mismos con la utilización de fertilizantes. Este trabajo tuvo por objetivo determinar la fertilidad de los suelos de la Región Oriental del Paraguay para lo cual se generó una base de datos con resultados de análisis de suelo comprendidos entre los años 2005 y 2016, contenidos en los archivos del Área de Suelos y Ordenamiento Territorial de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción y del Centro de Investigación Hernando Bertoni. La fertilidad del suelo se clasificó en alta, media y baja siguiendo la metodología adoptada en el Diagnóstico del Recurso Suelo en las Unidades Territoriales de Intervención del Programa de Desarrollo de Pequeñas Fincas Algodoneras, en donde los parámetros utilizados fueron la suma de bases intercambiables, el pH (acidez activa), la materia orgánica, el fósforo disponible, y la acidez intercambiable, generando un mapa de fertilidad de la Región Oriental del Paraguay. En las condiciones del trabajo los resultados fueron: (1) Los suelos de las fincas agrícolas y pecuarias situados en la Región Oriental del Paraguay, presentan fertilidad de clase baja en 47% de los distritos, fertilidad de clase media en 45%, fertilidad de clase alta en 8%. (2) La suma de bases se muestra a niveles bajos en 58% de los distritos. La materia orgánica se encuentra a niveles medios y bajos, el fósforo extraíble con predominancia baja en 79% de los distritos. El pH y la acidez se encuentran a niveles medios y altos de fertilidad, respectivamente, en la mayoría de los distritos.

**Palabras-Clave:** distritos, parámetros, niveles.

# **DIAGNOSIS OF THE SOIL FERTILITY OF THE EASTERN REGION OF PARAGUAY**

Author: Andrea Cecilia Arce Barrios

Advisor: Ing. Agr. (Mg.Sc.) Gustavo A. Rolón P.

Co-Advisor: Prof. Ing. Agr. (Dr.) Carlos A. Leguizamón R

## **ABSTRACT**

In the last years there has been an increase in farming production in the Eastern Region of Paraguay, as a result, there has been a high extraction of nutrients from the soil by very extractive crops, which entails the restitution of the same nutrients with the help of fertilizers. The objective of this study was to determine the fertility of soils from the Eastern Region of Paraguay, and for which a database was generated from results of soil analysis between the years 2005 and 2016, obtained from studies made it by the Soil and Land Management Department of the Faculty of Agricultural Sciences of the National University of Asunción and the Hernando Bertoni Center Research. Soil fertility was classified as high, medium and low, following the methodology adopted in the Diagnosis of Soil Resources in the Territorial Units of Intervention of the Project of Development of Small Cotton Farms, where the parameters used were the sum of interchangeable bases, pH (active acidity), organic matter, available phosphorus, and interchangeable acidity, allowing us to generate a fertility map of the Eastern Region of Paraguay. Under established working conditions, the results were: (1) In agricultural and livestock soils located in the Eastern Region of Paraguay, 47% of the districts present low-fertility, 45% of the districts present middle class-fertility and 8% of the districts high-fertility. (2) The summation of bases is displayed at low levels in 58% of the districts. The organic matter is at medium and low levels, 79% of the districts present extractable phosphorus with low predominance. The pH and acidity are found in average and high levels of fertility, respectively, in the majority of the districts

**Key words:** districts, parameters, levels.

# DIAGNÓSTICO DA FERTILIDADE DO SOLO DA REGIÃO ORIENTAL DO PARAGUAI

Autora: Cecilia Arce Andrea Barrios

Orientador: Ing. Agr. (Mg.Sc.) Gustavo A. Rolón P.

Co-Orientador: Prof. Ing Agr. (Dr.) Carlos A. Leguizamón R.

## RESUMO

Nos últimos anos, houve aumento da produção agrícola na região oriental do Paraguai, que se traduz em uma alta extração de nutrientes do solo pelas culturas exploradas, o que implica a restituição do mesmo com o uso de fertilizantes. O objetivo deste trabalho foi determinar a fertilidade do solo da região oriental do Paraguai, para o qual foi gerada uma base de dados com os resultados dos análises do solo entre 2005 a 2016, contidos nos arquivos da área de Solos e Ordenamento Territorial da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Nacional de Assunção e do Centro de Pesquisa Hernando Bertoni. A fertilidade do solo foi classificada como alta, média e baixa seguindo a metodologia adotada no Diagnóstico de Recursos do Solo nas Unidades Territoriais de Intervenção do Programa de Desenvolvimento de Pequenas Fazendas de Algodão, onde os parâmetros utilizados foram a soma de bases intercambiáveis, o pH (acidez ativa), matéria orgânica, fósforo disponível e acidez intercambiável, gerando um mapa de fertilidade da Região Oriental do Paraguai. Em termos de condições de trabalho, os resultados foram: (1) Os solos das fazendas agrícolas e pecuárias na Região Leste do Paraguai mostram baixa fertilidade em 47% dos distritos, fertilidade da classe média em 45%, fertilidade de classe alta em 8%. (2) A soma das bases é mostrada em níveis baixos em 58% dos distritos. A matéria orgânica é encontrada em níveis médios e baixos, o fósforo extraível com baixa prevalência em 79% dos distritos. O pH e a acidez são encontrados em níveis médios e altos de fertilidade, respectivamente, na maioria dos distritos.

**Palavras chave:** distritos, parâmetros, níveis.

## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
PORTADA .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
RESUMEN.....	v
ABSTRACT.....	vi
RESUMO .....	vii
LISTA DE TABLAS .....	x
LISTA DE FIGURAS .....	xiii
LISTA DE ANEXOS .....	xv
1. INTRODUCCIÓN .....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Fertilidad de suelos .....	3
2.2. Manejo de la fertilidad del suelo .....	4
2.3. Situación de la fertilidad de los suelos de la Región Oriental del Paraguay .....	5
2.4. Formas de pérdidas de nutrientes en el suelo.....	7
3. MATERIALES Y MÉTODOS .....	9
3.1. Localización área del estudio .....	9
3.2. Población de unidades y variables de medición.....	9
3.3. Diseño para la recolección de datos primarios.....	10
3.4. Recursos materiales y equipos técnicos .....	10
3.5. Modelo de Análisis e Interpretación .....	10
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	12
4.1 .Clasificación de la fertilidad de los suelos de la Región Oriental del Paraguay.....	12
4.2. Departamento de Concepción .....	14
4.3. Departamento de San Pedro .....	15
4.4. Departamento de Cordillera .....	17

	Pág.
4.5. Departamento de Guairá .....	19
4.6. Departamento de Caaguazú.....	21
4.7. Departamento de Caazapá.....	23
4.8. Departamento de Itapúa .....	25
4.9. Departamento de Misiones.....	27
4.10. Departamento de Paraguarí .....	29
4.11. Departamento de Alto Paraná .....	30
4.12. Departamento Central .....	32
4.13. Departamento de Ñeembucú .....	34
4.14. Departamento de Amambay.....	36
4.15. Departamento de Canindeyú .....	37
5. CONCLUSIONES .....	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41
ANEXOS .....	45

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
1. Rangos de los parámetros y factores de ponderación utilizados para la clasificación del nivel de fertilidad de la camada superficial del suelo.....	10
2. Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de Concepción. Periodo 2005 – 2016.....	14
3. Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de San Pedro. Periodo 2005 – 2016.....	16
4. Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de Cordillera. Periodo 2005 – 2016.....	18
5. Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento del Guairá. Periodo 2005 – 2016. ....	20
6. Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de Caaguazú. Periodo 2005 – 2016.....	22
7. Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de Caazapá. Periodo 2005 – 2016.....	23
8. Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de Itapúa. Periodo 2005 – 2016. ....	25
9. Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de Misiones. Periodo 2005 – 2016.....	27

Pág.

10. Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de Paraguari. Periodo 2005 – 2016.....	29
11. Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de Alto Paraná. Periodo 2005 – 2016.....	31
12. Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento Central. Periodo 2005 – 2016.....	33
13. Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de Ñeembucú. Periodo 2005 – 2016.....	35
14 Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de Amambay. Periodo 2005 – 2016.....	36
15. Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de Canindeyú. Periodo 2005 – 2016.....	38
16. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Concepción. ....	47
17. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de San Pedro. ....	48
18. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Cordillera.....	49
19. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Guairá. ....	50
20. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Caaguazú. ....	51

Pág.

21. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Caazapá. ....	52
22. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Itapúa. ....	53
22. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Itapúa. (cont.) ....	54
23. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Misiones. ....	55
24. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Paraguari. ....	56
25. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Alto Paraná. ....	57
26. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento Central. ....	58
27. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Ñeembucú. ....	59
28. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Canindeyú. ....	60
29. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Canindeyú. ....	60

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
1. Mapa de clasificación de la fertilidad de los distritos de la Región Oriental del Paraguay. Periodo 2005 – 2016. ....	12
2. Comparación entre niveles de fertilidad de fósforo extraíble, materia orgánica, suma de bases, pH, y aluminio intercambiable de los suelos de las fincas agropecuarias de la Región Oriental del Paraguay. Periodo 2005 – 2016. ....	14
3. Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Concepción. Periodo 2005 – 2016. ....	15
4. Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de San Pedro. Periodo 2005 – 2016. ....	17
5. Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Cordillera. Periodo 2005 – 2016. ....	19
6. Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Guaira. Periodo 2005 – 2016. ....	21
7. Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Caaguazú. Periodo 2005 – 2016. ....	23
8. Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Caazapá. Periodo 2005 – 2016. ....	24
9. Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Itapúa. Periodo 2005 – 2016. ....	27
10. Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Misiones. Periodo 2005 – 2016. ....	28
11. Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Paraguarí. Periodo 2005 – 2016. ....	30
12. Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Alto Paraná. Periodo 2005 – 2016. ....	32
13. Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Central. Periodo 2005 – 2016. ....	34

14. Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Ñeembucú. Periodo 2005 – 2016.....	36
15. Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Amambay. Periodo 2005 – 2016. ....	37
16. Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Canindeyú. Periodo 2005 – 2016.....	39

## LISTA DE ANEXOS

	Pág.
A 1. TABLAS.....	46
16. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Concepción. ....	47
17. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de San Pedro. ....	48
18. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Cordillera. ....	49
19. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Guairá. ....	50
20. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Caaguazú.....	51
21. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Caazapá.....	52
22. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Itapúa. ....	53
22. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Itapúa. (cont.).....	54
23. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Misiones.....	55
24. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Paraguari. ....	56
25. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Alto Paraná. ....	57
26. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento Central. ....	58

	Pág.
27. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Ñeembucú. ....	59
28. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Canindeyú. ....	60
29. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Canindeyú. ....	60
A 2. Mapa de clasificación de la fertilidad de los distritos de la Región Oriental del Paraguay. ....	61

## **1. INTRODUCCIÓN**

La Región Oriental del Paraguay posee buenas condiciones para el desarrollo del sector agropecuario, registrándose un aumento en la de producción de granos en los últimos 20 años, siendo los cultivos más importantes la soja, el trigo y el maíz, pasando de 5 millones de toneladas en 1997 a 15 millones de toneladas actualmente.

El suelo como soporte físico y fuente de elementos nutritivos, constituye un componente fundamental para el correcto desarrollo y la buena producción de cualquier especie vegetal. El uso intensivo del suelo causa un desgaste químico, que resulta en la pérdida de la fertilidad, la cual forma parte de un sistema dinámico en donde los nutrientes son constantemente “exportados” en forma de productos vegetales y animales y perdidos por volatilización, lixiviación y/o erosión.

La degradación química del suelo está vinculada a la degradación biológica, ejemplos de ello son el agotamiento de nutrientes y la acidificación del suelo.

Considerando que el sector productivo se desenvuelve en mayor porcentaje en la Región Oriental, y la necesidad de contar con informaciones sobre la fertilidad de los suelos, en este trabajo se pretende realizar la clasificación de la fertilidad de fincas agropecuarias de manera a que las informaciones generadas sirvan de base para la implementación de planes de manejo de la fertilidad del suelo en el sector agropecuario y forestal

Este trabajo posee como objetivo general, determinar la fertilidad de los suelos de la Región Oriental del Paraguay, y como específicos; clasificar el nivel de fertilidad del suelo, así como los parámetros que la conforman, el pH, la materia orgánica, el fósforo, las bases cambiables y la acidez intercambiable en cada distrito.

La naturaleza del trabajo consistió en agrupar, analizar y clasificar resultados de análisis de suelo desde el año 2005 al 2016 contenidos en los archivos del Área de Suelos y Ordenamiento Territorial de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (ASOT/FCA-UNA) y del Centro de Investigación Hernando Bertoni (CIHB-IPTA), con la generación de un mapa de fertilidad de la Región Oriental del Paraguay.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1. Fertilidad de suelos**

Desde el punto de vista agrícola, un suelo fértil, es aquel que puede proporcionar cantidades adecuadas de nutrientes para el crecimiento de las plantas (Cerisola 2015). Sánchez (2007), menciona que la fertilidad del suelo está relacionada con la productividad, y es una cualidad resultante de la interacción entre las características físicas, químicas y biológicas del mismo y consiste en la capacidad de poder suministrar condiciones necesarias para el crecimiento y desarrollo de las plantas Navarro y Navarro (2013), comentan que en la agricultura moderna, la fertilidad del suelo, es parte de un sistema dinámico, los nutrientes son constantemente “exportados” en forma de productos vegetales y animales y perdidos por volatilización, lixiviación y/o erosión. Para Meléndez y Molina (2001), el término fertilidad ha ido modificándose con el tiempo y en la actualidad se acerca más al concepto de productividad. O sea, lo que ofrece potencialidad nutricional a un suelo no es sólo su contenido de nutrientes, sino todos aquellos factores tanto químicos como físicos y biológicos que influyen sobre la disponibilidad y accesibilidad de los nutrientes por la planta.

Los elementos esenciales para la nutrición de las plantas cuando están presentes en cantidades insuficientes, pueden provocar alteraciones y reducir notablemente el crecimiento. Estos elementos son: carbono, hidrógeno, oxígeno, obtenidos del agua y aire. Elementos denominados macronutrientes: nitrógeno, fósforo, potasio, azufre, calcio, magnesio, y micronutrientes; hierro, manganeso, boro, molibdeno, cloro, zinc, cobre, níquel, obtenidos del suelo (Navarro y Navarro 2013).

Arias (2001), sostiene que la movilidad de los nutrientes es uno de los indicadores fundamentales de la fertilidad del suelo. Los nutrientes móviles son relativamente solubles y débilmente adsorbidos por la arcilla o la materia orgánica. La forma nítrica del N y el azufre como sulfato, se comportan como nutrientes móviles en el suelo. Las formas adsorbidas del P, K, Ca, Mg intercambiable y el amonio, aunque éste último se encuentra solo temporalmente debido a su oxidación a nitrato, son nutrientes inmóviles por formar compuestos menos solubles que los del material fertilizante.

La materia orgánica en suelos tropicales es una condición fundamental para mantener la fertilidad del suelo. Se estima que en las condiciones climáticas y edafológicas del país faltaría adicionar entre 8 a 10 t de materia seca ha/año (MAG; GIZ/PMRN 2011).

## **2.2. Manejo de la fertilidad del suelo**

La fertilización es la adición de cualquier material que tenga uno o más de los nutrientes esenciales y se añada al suelo o se aplique sobre el follaje, con el propósito de complementar el suministro de nutrientes (CPHA 2008).

Los abonos orgánicos utilizados en el Paraguay son el estiércol vacuno, el compost, la gallinaza, la harina de huesos, las cenizas, el aserrín, entre otros. Entre los inorgánicos se encuentran el 4-30-10, 0-18-0, 10-20-10, superfosfato triple (SPT), el fosfato di amónico (DAP), urea, y biofertilizantes, los cuales en un 90% provienen del Brasil y el resto del Uruguay, Argentina, España y Perú, según lo expresado por el SENAVE (2015).

A principios de la primera década de este siglo, el volumen de importaciones de fertilizantes en Paraguay llegaba a las 134.000 toneladas; ocho años más tarde esta cifra había trepado ya a las 756.000 toneladas. Los rubros de cultivo que utilizan una mayor cantidad de estos complementos son la soja, el maíz, el trigo y el girasol (INBIO 2011).

Hahn (2011) menciona que, la agricultura en Paraguay es soportada sobre suelos que presentan generalmente síntomas de deficiencias en algunos atributos químicos de suelos, prevaleciendo la necesidad de aportar correctivos para obtener altas productividades.

### **2.3. Situación de la fertilidad de los suelos de la Región Oriental del Paraguay**

Las áreas agrícolas de la Región Oriental del Paraguay están localizadas sobre dos tipos de suelos: los arenosos y los arcillosos provenientes de basalto, que a pesar de tener una fertilidad natural muy superior a los arenosos, presentan las mismas tendencias de degradación, a través de los años, cuando se manejan bajo el sistema convencional (Florentín et al. 2001).

Los autores, igualmente identifican los sistemas productivos en las pequeñas propiedades de la Región Oriental del Paraguay en tres zonas principales: de suelos arenosos medianamente fértiles (7 a 10 años de uso), con un contenido de materia orgánica de 1,2%; que se encuentran en los Departamentos de San Pedro, Caaguazú, y Caazapá; suelos arenosos muy degradados (más de 15 años de uso) con menos de 1% de materia orgánica, generalmente compactados localizados principalmente en los Departamentos de Paraguari, Central, Cordillera y Guairá; y de suelos arcillosos con mediana a alta fertilidad, con materia orgánica de 2 a 3%, localizados en los Departamentos de Alto Paraná e Itapúa. También se encuentran zonas de transición con características de suelo intermedias en los Departamentos de Misiones, Ñeembucú y Canindeyú.

La calidad de los suelos y el drenaje de la Región Oriental se distingue en dos zonas; las cuales son la vertiente del Río Paraguay, que en una extensa área presenta dificultades de drenaje y suelo pobre, dedicados a la ganadería y en áreas con mejor suelo y drenaje, a la producción campesina; y la vertiente del Río Paraná de relieve ondulado, de suelos desarrollados sobre basalto, constituyen el área agrícola más importante del país, aunque en los últimos años muy expuesta a la degradación de su ecosistema (López et al. 1995).

Según el MAG-IICA (2003) los departamentos cuyas tierras presentan menores limitaciones en cuanto a la fertilidad son Alto Paraná e Itapúa, con suelos de fertilidad media a alta, permitiendo su total aprovechamiento, seguido por Caaguazú, San Pedro, Concepción, Amambay y Canindeyú. Asimismo los suelos con mayores limitaciones para la explotación agrícola son los de Cordillera y Paraguarí, por estar excesivamente desgastados y poseer en consecuencia, baja fertilidad; los del Guairá y Caazapá, con suelos regularmente aptos para el cultivo; en Misiones y Ñeembucú, predominan las tierras bajas y pantanosas, siendo apenas un 20% la fracción cultivable.

La clasificación de la fertilidad del suelo realizada por Fatecha (2004), reveló que de los 214 distritos que componen la Región Oriental del Paraguay se encontraron 135 distritos con fertilidad de clase media, representando el 63% del mismo; 65 distritos fertilidad de clase baja, (30%); y 14 distritos fertilidad de clase alta (7%). Igualmente, de los 14 departamentos presentan fertilidad media a baja; Caaguazú, Paraguarí, Ñeembucú, fertilidad media en la mayoría de los distritos; Concepción, San Pedro, Caazapá, Alto Paraná, Central, Amambay, Canindeyú, y fertilidad media a alta; Itapúa.

Asimismo, Hahn (2017), en un estudio de diagnóstico de la fertilidad de suelos de la agricultura familiar paraguaya obtuvo como resultados que los departamentos que presentan fertilidad media son los de Cordillera, Guairá, Caazapá, Misiones y Paraguarí, y los de clase alta: Concepción, San Pedro, Caaguazú e Itapúa.

Fullaondo (2014), clasificó los niveles de materia orgánica de 219 distritos de la Región Oriental, concluyendo que 48% de los distritos posee nivel medio de materia orgánica (1,2 – 2,3%), 46 % nivel bajo (<1,2%) y 6% nivel alto (<2,3%). Del mismo modo, Jorgge (2012), determinó que 77% de los distritos de la Región Oriental, poseen niveles bajos de fósforo (<12 mg.kg<sup>-1</sup>), 18% posee nivel medio (12 – 30 mg.kg<sup>-1</sup>) y 5% un nivel alto (>30 mg.kg<sup>-1</sup>). El contenido de potasio es alto en 14% de los distritos, medio en 55%, y bajo en 31% (Martínez 2011). Entre tanto, el promedio de acidez activa se encuentra en un rango moderadamente ácido (pH 5,5 – 5,9), con pH 5,6 (Bataglia 2011).

En el 90% de la superficie de la Región Oriental del país, los procesos de degradación fueron extremadamente acelerados, principalmente en lo concerniente a la erosión y a la fertilidad de los suelos, lo cual es atribuible especialmente a la no utilización de los suelos acorde a su capacidad o aptitud de uso (Fatecha 2009).

La disponibilidad natural de nutrientes obedece al siguiente orden decreciente: potasio (K), magnesio (Mg), calcio (Ca), nitrógeno (N) y fósforo (P), entre los macronutrientes; zinc y cobre entre los micronutrientes (Fatecha 1999).

## **2.4. Formas de pérdidas de nutrientes en el suelo**

### **2.6.1 Volatilización**

Ferraris et al. (2009), señalan que la pérdida de nitrógeno (N) por volatilización del gas amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) puede ser la principal causa de la baja eficiencia de algunos fertilizantes amoniacales, y que las mayores pérdidas se observan con la aplicación de urea.

En relación a esto Alcántar y Trejo (2007), comentan que en suelos ácidos se pierde más nitrógeno de la urea que del sulfato de amonio, y que en los suelos calcáreos ocurre lo contrario.

### **2.6.2. Lixiviación**

La lixiviación ocurre principalmente con elementos de alta solubilidad afectando a los cationes. La textura del suelo influye en este fenómeno, ocurriendo con mayor frecuencia en suelos arenosos (FAO 2002).

Alcántar y Trejo (2007), comentan que los elementos que sufren lixiviación son Nitrógeno, Potasio, Calcio, Sodio, y Azufre; condicionado por la presencia de cationes en el suelo.

### **2.6.3. Erosión**

La erosión es el arrastre de partículas constituyentes del suelo por la acción del agua en movimiento o por la acción del viento (Cisneros et al. 2012). El efecto primario de la erosión del suelo es el empobrecimiento de nutrientes, principalmente nitrógeno y materia orgánica (Tisdale y Nelson 1991).

Encina e Ibarra (2006), sostienen que la erosión es el resultado de la interacción del clima, el terreno, el suelo y el hombre. Pudiendo ser natural o acelerada, siendo la hídrica la más común en la Región Oriental del Py.

### **2.6.4. Remoción por cultivos.**

Causarano (2017), constató que en la agricultura mecanizada en la Región Oriental, la extracción de nutrientes por los granos cosechados supera ampliamente al aporte de fertilizantes. La diferencia entre aplicación y extracción de nutrientes fue aumentando con el transcurrir de los años; en el año 1996 fue de aproximadamente 50.000 toneladas para tres nutrientes: N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, mientras que en el 2015 fue de 267.000 t, 234.000 t y 163.000 t respectivamente.

De esta forma, el mismo autor sostiene que de mantenerse esta situación, los suelos irán empobreciéndose hasta comprometer la sostenibilidad de la producción de granos del país.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Localización área del estudio**

La Región Oriental, se sitúa entre los paralelos 22° 05' y 27° 30' de latitud sur y los meridianos 54° 15' y 58° 38' de longitud oeste. Limita al norte y al este con el Brasil, al oeste limita con la Región Occidental, y al sur con la Argentina; se halla dividida en 14 departamentos con 228 distritos y su topografía es ondulada, albergando más del 98% de la población del país (Cabrera 2011).

El clima de la Región es subtropical, con índices máximos de humedad en los departamentos de Alto Paraná, Itapúa y Canindeyú. La temperatura media anual oscila entre 21°C. Las precipitaciones varían de 1400 a 1800mm anuales (Chamorro 2010).

López et al., (1995) identificaron y clasificaron los suelos de la Región Oriental, en donde los Alfisoles y Ultisoles ocupan el 65% del total de las tierras, seguidos por los Entisoles, con 16%, siendo el restante del territorio ocupado por los Inceptisoles, Oxisoles, Mollisoles, Vertisoles y otros suelos.

#### **3.2. Población de unidades y variables de medición**

Fueron procesados 24.734 resultados de análisis de suelo comprendidos entre los años 2005 y 2016. Generando una base de datos agrupando los resultados por departamento y distrito. Se tuvieron en cuenta datos analíticos como el pH, la materia orgánica, el fósforo disponible, las bases intercambiables (Ca, Mg, Na, K) y la acidez intercambiable ( $Al^{+3}$ ).

### 3.3. Diseño para la recolección de datos primarios

El diseño experimental utilizado fue cuantitativo a nivel exploratorio, en donde según Sampieri et al. (2010), no debe formularse una hipótesis, cuando el objetivo consiste en examinar un tema poco estudiado.

### 3.4. Recursos materiales y equipos técnicos

Los recursos materiales utilizados para el desarrollo fueron notebook, calculadora, entre otros. Los programas utilizados fueron Excel, Word y Qgis.

### 3.5. Modelo de Análisis e Interpretación

Para la clasificación de la fertilidad del suelo de la Región Oriental del Paraguay se siguió la metodología adoptada en el Diagnóstico del Recurso Suelo en las Unidades Territoriales de Intervención del Programa de Desarrollo de Pequeñas Fincas Algodoneras (PRODESAL), el cual clasifica la fertilidad en alto, medio y bajo (Paniagua et al., 2001).

Los parámetros que se utilizaron para la clasificación fueron la materia orgánica, el fósforo disponible, suma de bases intercambiables y la acidez intercambiable. En la Tabla 1 se presentan los rangos utilizados para cada parámetro y el factor de ponderación correspondiente.

Tabla 1. Rangos de los parámetros y factores de ponderación utilizados para la clasificación del nivel de fertilidad de la camada superficial del suelo.

Parámetros	Nivel de fertilidad					
	Alto	Factor de ponderación	Medio	Factor de ponderación	Bajo	Factor de ponderación
Suma de bases (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> ) > 6,0		0,2	3,0 - 6,0	0,1	< 3,0	0
pH	>6,0	0,2	5,0 - 6,0	0,1	<5,0	0
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup> )	< 0,4	0,2	0,4 – 0,9	0,1	> 0,9	0
Materia orgánica (%)	> 2,5	0,2	1,5 – 2,5	0,1	< 1,5	0
Fósforo extraíble (mg kg <sup>-1</sup> ) > 30		0,2	13–30	0,1	< 13	0

Cada parámetro posee un factor de ponderación que determina la clase de fertilidad de acuerdo a los niveles de los mismos contenidos en el suelo, los resultados de análisis fueron clasificados y los factores de ponderación fueron sumados para obtener un coeficiente que determinó la clase de fertilidad. A la clase alta correspondieron aquellas muestras con coeficiente igual o superior a 0,66; a la clase media los de coeficiente entre 0,66 y 0,33; y a la clase baja aquellos con coeficiente menor a 0,33. Posteriormente se halló un promedio de la clase de fertilidad mediante la sumatoria de los coeficientes que presentaron las muestras analizadas dividido el número total de las mismas.

Para la elaboración de los mapas de fertilidad de la Región Oriental del Paraguay se utilizó como unidad cartográfica el mapa con la división política (a nivel de distritos) de la Región Oriental de DGEEC (1998), la cual se actualizó con la base cartográfica de la Secretaría Técnica de Planificación.

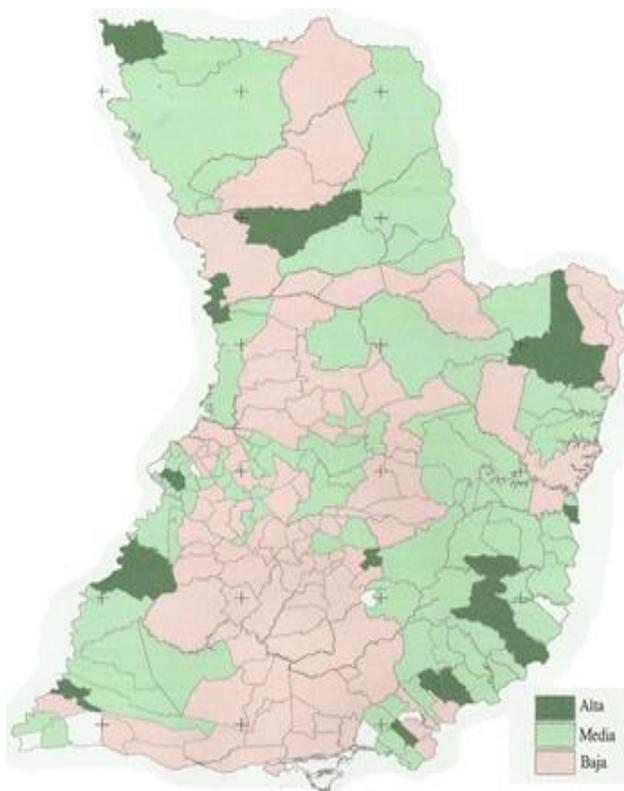
Para el efecto se empleó el SIG del ASOT/FCA, con la utilización del programa Qgis 2.0, en el cual fueron introducidos los resultados de la clasificación del nivel de fertilidad con la generación de los mapas correspondientes.

Cada mapa contó con una información marginal donde fueron plasmadas las leyendas con las simbologías pertinentes que permite interpretar los mapas generados. Una vez que se obtuvo el mapa de fertilidad se procedió a la impresión de los mismos en tamaño de papel A3 (29,7 x 42 cm) ajustando la escala a la hoja mencionada.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 .Clasificación de la fertilidad de los suelos de la Región Oriental del Paraguay.

De los 228 distritos que componen la Región Oriental del Paraguay, 108 distritos presentaron fertilidad de clase baja, representando el 47% del mismo; 102 distritos mostraron fertilidad de clase media (45%); y 17 distritos fertilidad de clase alta (8%), como es observado en la Figura 1 y Anexo 2 respectivamente.



**Figura 1.** Mapa de clasificación de la fertilidad de los distritos de la Región Oriental del Paraguay. Periodo 2005 – 2016.

Teniendo en cuenta el número de distritos evaluados por Fatecha (2004), en 214, estos resultados presentan diferencia en los porcentajes correspondientes a la fertilidad de clase media y baja. El autor encontró 63% de los distritos con una clasificación media y el 30% con una clasificación baja. Reflejándose de esta manera una disminución de 18% en los niveles de fertilidad de los distritos.

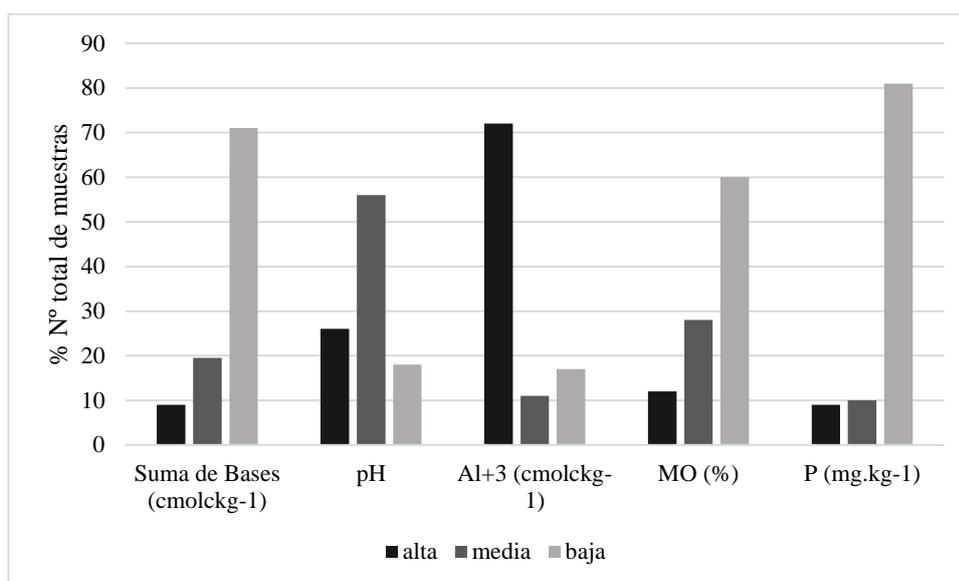
En la Figura 2 se presentan los parámetros químicos considerados para la clasificación de suelos, con sus respectivos niveles, encontrados en los suelos de la Región Oriental (Anexo 1).

El 71% de las muestras presentaron una suma de bases baja ( $<3,0 \text{ cmol}_c\text{kg}^{-1}$ ), el 20% un rango medio ( $3,0 - 6,0 \text{ cmol}_c\text{kg}^{-1}$ ) y solo el 9% un rango alto ( $> 6,0 \text{ cmol}_c\text{kg}^{-1}$ ).

El pH varía en un rango de fertilidad alta ( $>6,0$ ) en 18% de las muestras, un rango medio ( $5,0 - 6,0$ ) en 56% de los distritos, y un rango bajo ( $<5,0$ ) en 26%. Con respecto a la acidez intercambiable ( $\text{Al}^{+3}$ ), se encontraron niveles de fertilidad altos ( $<0,4 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ ) en 72% de las muestras, niveles medios ( $0,4 - 0,9 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ ) en 11% de las muestras y bajos ( $>0,9 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ ) en 17%, con resultados similares obtenidos por Fatecha (2004) y Hahn (2017).

La materia orgánica (M.O.) de los suelos varía entre un nivel medio (1,5 - 2,5%) en 28% de las muestras, bajo ( $<1,5\%$ ) en 60%. Entre tanto 12% de las muestras presentaron un nivel alto de M.O. ( $>2,5\%$ ), encontrando 11 distritos más que Fullaondo (2014), con 13 distritos.

El fósforo extraíble se encuentra en 81 % de los resultados de análisis de suelo con niveles bajos ( $<13 \text{ mg}.\text{kg}^{-1}$ ), coincidiendo con Jorgge (2012), que encontró 77% de 219 distritos con el mismo nivel, y Hahn (2017), en donde 9 departamentos arrojaron un valor promedio de 5 a  $10 \text{ mg}.\text{kg}^{-1}$ .



**Figura 2.** Comparación entre niveles de fertilidad de fósforo extraíble, materia orgánica, suma de bases, pH, y aluminio intercambiable de los suelos de las fincas agropecuarias de la Región Oriental del Paraguay. Periodo 2005 – 2016.

#### 4.2. Departamento de Concepción

En la Tabla 2 y en el Mapa del Anexo 2 se presentan las clases de fertilidad obtenidas en los distritos del Departamento de Concepción.

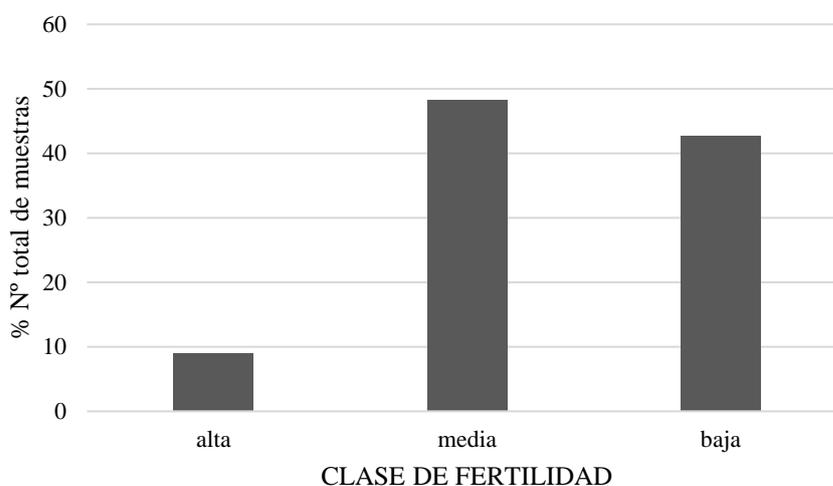
**Tabla 2.** Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de Concepción. Periodo 2005 – 2016.

Distrito	Muestras Analizadas	Parámetros químicos					Clase de fertilidad
		Suma de bases	pH	Al <sup>+3</sup>	M.O.	Fósforo	
Azotey	44	bajo	medio	media	bajo	bajo	baja
Belén	119	bajo	medio	alta	medio	bajo	media
Concepción	270	medio	alto	alta	bajo	bajo	media
Horqueta	124	bajo	alto	alta	bajo	bajo	baja
Loreto	64	bajo	alto	alta	bajo	bajo	media
Paso Barreto	26	bajo	media	medio	bajo	bajo	baja
San Carlos	7	alto	alta	alto	medio	bajo	media
San Lázaro	14	medio	alta	alto	medio	medio	alta
Yby Yaú	112	bajo	media	alto	bajo	bajo	baja
<b>Total</b>	<b>780</b>						

La fertilidad del suelo de los distritos del departamento de Concepción se encuentra entre niveles medio y bajo, a excepción del distrito de San Lázaro que presentó fertilidad alta. Estos resultados no coinciden con Fatecha (2004), que encontró predominancia de fertilidad media, estudiando 7 distritos, asimismo, el autor encontró la suma de bases del departamento con predominancia de nivel medio, y en este caso los análisis arrojaron predominancia baja.

Según la Figura 3, se constata que en el departamento de Concepción, el 9% de los suelos presenta fertilidad alta, el 48% fertilidad media y 43% presenta fertilidad baja.

La suma de bases fue baja, en lo que respecta a la M.O. y el P, predominan con niveles bajos, coincidiendo con Fullaondo (2014) y Jorgge (2012) respectivamente. En cuanto al pH y la fertilidad por acidez, el nivel es alto coincidiendo con Fatecha (2004) y Bataglia (2011).



**Figura 3.** Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Concepción. Periodo 2005 – 2016.

#### 4.3. Departamento de San Pedro

Los resultados de las clases de fertilidad determinadas en los distritos del Departamento de San Pedro se presentan en la Tabla 3 y en el Mapa del Anexo 2.

**Tabla 3.** Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de San Pedro. Periodo 2005 – 2016.

Distrito	Muestras Analizadas	Parámetros químicos					Clase de fertilidad
		Suma de bases	pH	Al <sup>+3</sup>	M.O.	Fósforo	
Antequera	4	media	alta	media	media	alta	alta
Capiibary	93	baja	media	alta	baja	baja	baja
Choré	544	baja	media	alta	baja	baja	baja
Gral. E. Aquino	73	baja	media	alta	baja	baja	baja
Guayaibí	424	baja	alta	alta	baja	baja	media
Isidoro Resquín	185	baja	media	alta	baja	baja	baja
Itacurubí del Rosario	228	baja	media	alta	baja	baja	baja
Lima	70	baja	media	media	baja	baja	baja
Nueva Germania	115	media	media	alta	media	media	media
San Estanislao	267	baja	media	alta	baja	baja	baja
San Pablo	8	baja	alta	alta	baja	baja	media
San Pedro	302	baja	media	alta	baja	baja	baja
Tacuatí	169	alta	alta	alta	media	baja	alta
Unión	34	baja	media	media	baja	baja	baja
Villa del Rosario	81	alta	media	alta	media	baja	media
Yataity del Norte	53	baja	media	alta	baja	baja	baja
25 de Diciembre	79	baja	media	alta	baja	baja	baja
Santa Rosa del Aguaray	248	baja	media	media	media	baja	baja
Liberación	111	baja	media	alta	baja	baja	baja
Yrybycuá	26	baja	alta	alta	baja	media	media
<b>Total</b>	<b>3.144</b>						

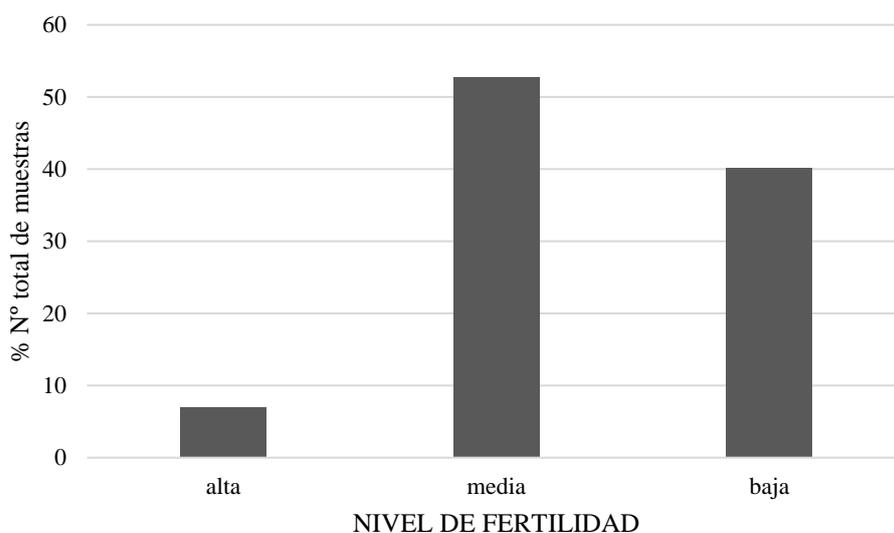
Se han registrado 3.144 análisis de suelo, de los distritos que forman el Departamento de San Pedro. La fertilidad promedio encontrada en los suelos es baja, a excepción de Guayaibi, Nueva Germania, San Pablo, Villa del Rosario e Yrybycuá que arrojaron fertilidad media, y de Antequera y Tacuatí con fertilidad de clase alta.

Se encontraron diferencias a lo expuesto por Fatecha (2004) quien halló la fertilidad de la mayoría de los distritos con nivel medio a excepción de Lima, con nivel bajo.

De acuerdo a la Figura 4, 7 % de los suelos del Departamento de San Pedro presenta un nivel de fertilidad alto, mientras que el 53% presenta fertilidad media y el 40% presenta una clase de fertilidad baja.

Las principales limitaciones encontradas en cuanto a los parámetros químicos fueron la suma de bases, la materia orgánica y el fósforo, con niveles bajos en la mayoría de los distritos, coincidiendo con Fullaondo (2014) y Jorgge (2012).

En lo que respecta al pH, 15 distritos presentaron niveles medios y 5 altos, acidez intercambiable con toxicidad baja en 16 distritos, resultados similares a Fatecha (2004). El nivel de potasio del departamento es medio (Martínez 2011).



**Figura 4.** Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de San Pedro. Periodo 2005 – 2016.

#### 4.4. Departamento de Cordillera

En la Tabla 4 y en el Mapa del Anexo 2 se presentan las clases de fertilidad encontradas en los distritos del Departamento de Cordillera.

En el Departamento de Cordillera fueron analizadas 4.819 muestras de suelos, siendo el departamento con mayor número de análisis de la Región Oriental.

La fertilidad del suelo es baja en 11 distritos y media en 9. Resultados que se acercan a lo mencionado por Fatecha (2004), quien encontró 11 y 9 distritos con fertilidad media y baja respectivamente.

**Tabla 4.** Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de Cordillera. Periodo 2005 – 2016.

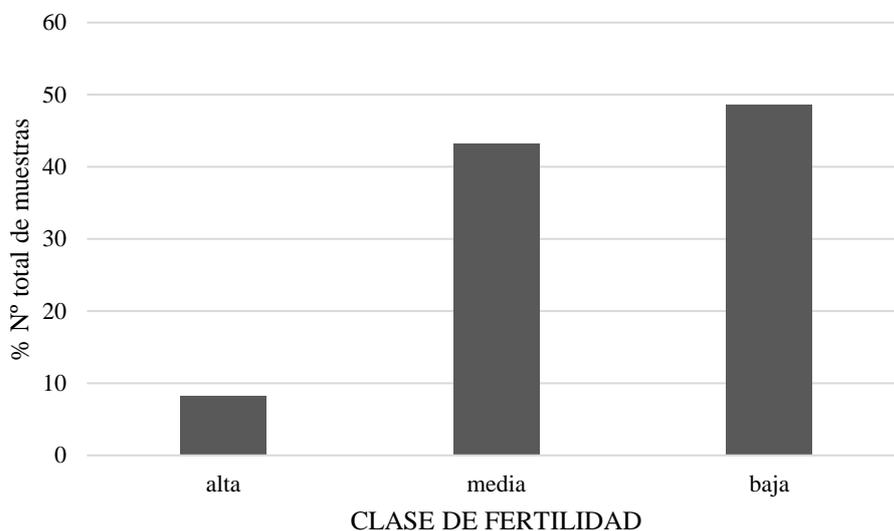
Distrito	Muestras Analizadas	Parámetros químicos					Clase de fertilidad
		Suma de bases	pH	Al <sup>+3</sup>	M.O.	Fósforo	
Altos	139	baja	media	media	baja	baja	baja
Arroyos y Esteros	889	media	media	alta	media	baja	baja
Atyrá	269	baja	media	alta	baja	media	media
Caacupé	541	baja	media	alta	baja	media	media
Caraguatay	213	baja	media	alta	media	media	media
Emboscada	104	baja	media	media	baja	baja	baja
Eusebio Ayala	291	baja	media	media	baja	baja	baja
Isla Pucú	64	media	alta	alta	baja	media	media
Itacurubí	205	baja	media	alta	media	baja	media
Juan de Mena	48	baja	media	baja	baja	baja	baja
Loma Grande	70	baja	media	media	baja	baja	baja
Mbocayaty	78	baja	media	alta	baja	baja	baja
Nueva Colombia	40	baja	media	media	baja	baja	baja
Piribebuy	811	media	media	alta	baja	baja	media
San Bernardino	68	baja	media	media	baja	baja	baja
Santa Elena	159	baja	media	alta	baja	baja	baja
San José Obrero	10	baja	media	alta	baja	media	media
Tobatí	235	baja	media	alta	baja	baja	baja
Valenzuela	494	media	media	alta	media	baja	media
1° de Marzo	91	media	alta	alta	baja	media	media
<b>Total</b>	<b>4.819</b>						

Entre los parámetros químicos considerados para la clasificación de la fertilidad, puede observarse que la suma de bases es baja en 15 distritos, excepto 5, que son Arroyos y Esteros, Isla Pucú, Piribebuy, Valenzuela y 1° de Marzo.

La M.O. es baja en 16 distritos excepto Arroyos y Esteros, Caraguatay, Itacurubí de la Cordillera y Valenzuela que arrojaron un valor medio; estos resultados coinciden con Fullaondo (2014), excepto el distrito de Caraguatay, que había sido encontrado un nivel bajo.

El P es bajo en la mayoría de los distritos excepto Atyrá, Caacupé, Caraguatay, Isla Pucú, San José Obrero y 1° de Marzo que presentaron un nivel medio. Se presentan diferencias a lo expuesto por Jorgge (2012) quien encontró niveles medios en Emboscada y San Bernardino. El nivel del potasio es medio en 11 distritos y bajo en 9 (Martínez 2011).

En Figura 5, se presenta la comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Cordillera, donde se aprecia que el 8% de los suelos presenta clase de fertilidad alta, 43 % fertilidad media, y 49% fertilidad baja.



**Figura 5.** Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Cordillera. Periodo 2005 – 2016.

#### 4.5. Departamento de Guairá

Los resultados de las clases de fertilidad determinadas en los distritos del Departamento del Guairá se presentan en el Tabla 5 y en el Mapa del Anexo 2.

Fueron analizados 1.122 análisis de suelo de los 18 distritos que componen actualmente el Departamento de Guairá.

La clase de fertilidad promedio es baja, encontrada en 15 distritos, de clase media en Colonia Independencia y Villarrica, y el de clase alta José Fassardi. Contrariamente a Fatecha (2004), quien encontró 4 distritos con fertilidad media, y 1 distrito con fertilidad baja.

**Tabla 5.** Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento del Guairá. Periodo 2005 – 2016.

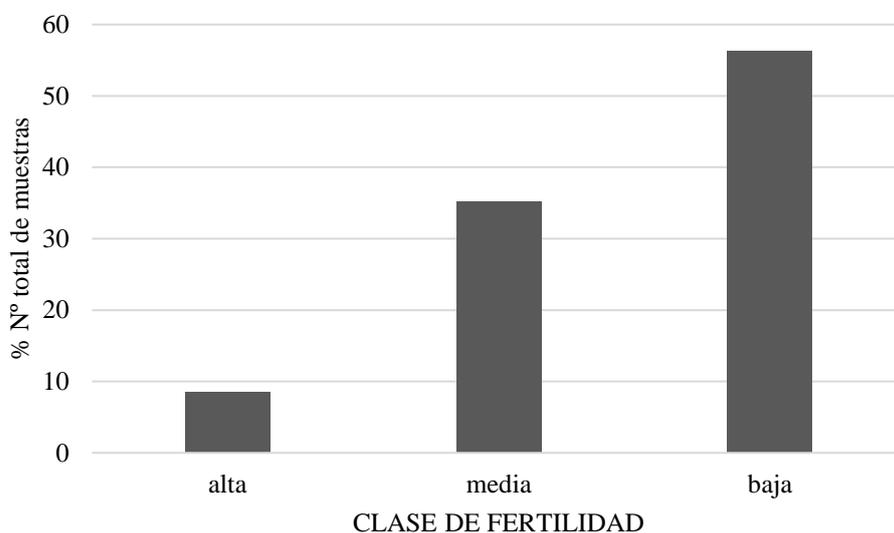
Distrito	Muestras Analizadas	Parámetros químicos					Clase de fertilidad
		Suma de bases	pH	Al <sup>3+</sup>	M.O.	Fósforo	
Borja	104	baja	media	media	media	baja	baja
Cnel. Martínez	12	media	media	media	baja	baja	baja
Colonia Independencia	285	media	media	alta	media	media	media
Dr. Botrell	4	baja	baja	baja	alta	baja	baja
Félix P. Cardozo	20	baja	baja	baja	media	baja	baja
Gral. Garay	68	baja	media	media	baja	baja	baja
Itapé	12	baja	media	media	media	baja	baja
Iturbe	33	baja	media	baja	media	baja	baja
José Fassardi	3	alta	media	alta	alta	baja	alta
Mauricio J. Troche	127	baja	media	alta	baja	baja	baja
Mbocayaty	35	baja	media	media	baja	baja	baja
Natalicio Talavera	50	baja	media	alta	baja	baja	baja
Ñumí	31	baja	baja	baja	baja	baja	baja
Paso Yobai	81	baja	media	alta	baja	baja	baja
San Salvador	43	baja	baja	media	baja	baja	baja
Villarrica	135	media	media	media	media	baja	media
Tebicuary	69	baja	baja	baja	media	baja	baja
Yatayty	10	baja	baja	media	baja	baja	baja
<b>Total</b>	<b>1.122</b>						

En la figura 6, se puede observar que el 8% del total de muestras de suelos analizadas presenta una fertilidad de clase alta, el 35% fertilidad de clase media y el 56%, presenta fertilidad baja.

En cuanto a los parámetros de clasificación de la fertilidad, el pH del suelo corresponde a un nivel medio en 12 distritos y un nivel bajo en 6. El P, y el contenido de bases intercambiables se hallan a niveles bajos, excepto Colonia Independencia con niveles medios en ambos parámetros. Resultados similares obtuvo Jorgge (2012) en relación al P, excepto en los distritos de Coronel Martínez y Villarrica, que presentaron niveles bajos en este trabajo.

La M.O. presenta niveles bajos en 9 distritos, medios en 7, y altos en 2, que son José Fassardi y Dr. Botrell. En este sentido Fullaondo (2014), encontró solo niveles

bajos y medios en los distritos. El nivel de potasio promedio del departamento es medio ( $0,20 \text{ cmol}_c.\text{kg}^{-1}$ ) (Martínez 2011).



**Figura 6.** Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Guaira. Periodo 2005 – 2016

#### 4.6. Departamento de Caaguazú

En la Tabla 6 y en el Mapa del Anexo 2 se presentan las clases de fertilidad determinadas en los distritos del Departamento de Caaguazú.

En este Departamento se han analizado 3.381 muestras de suelos, correspondientes a 22 distritos que lo componen actualmente, de los cuales Coronel Oviedo presentó 904 análisis de suelos, siendo el distrito con mayor número de muestras analizadas del Departamento y de la Región Oriental.

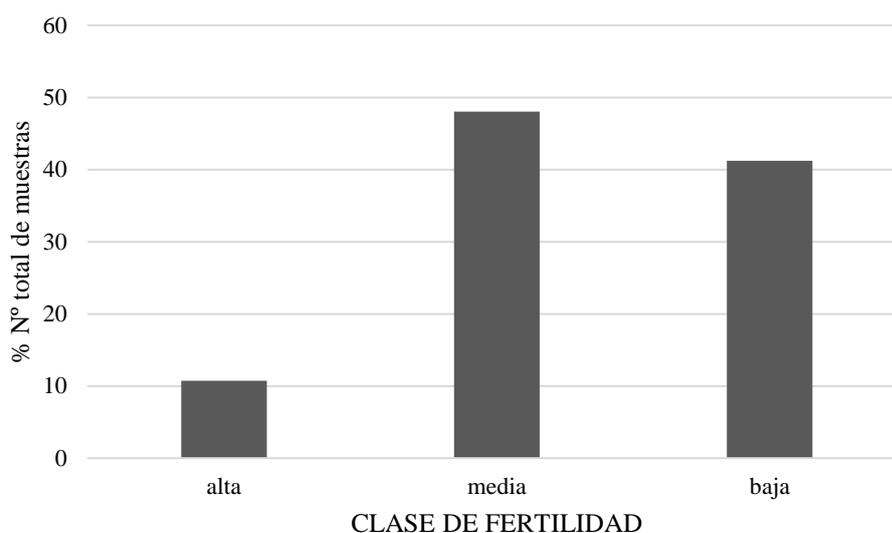
La fertilidad promedio del suelo es media en 14 distritos y baja en 8. Se pudo identificar distritos que presentaron una fertilidad diferente a la expuesta por Fatecha (2004), quien encontró 5 distritos con niveles bajos, que fueron José D. Ocampos, Juan M. Frutos, La Pastora, Nueva Londres y San José de los Arroyos, de los cuales 2 distritos presentan niveles medios, y, Caaguazú, Repatriación, Simón Bolívar, Yhú, y 3 de Febrero que muestran niveles bajos actualmente.

**Tabla 6.** Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de Caaguazú. Periodo 2005 – 2016.

Distrito	Muestras Analizadas	Parámetros químicos					Clase de fertilidad
		Suma de bases	pH	Al <sup>3+</sup>	M.O.	Fósforo	
Caaguazú	30	baja	media	alta	baja	baja	baja
Carayao	725	media	media	alta	media	baja	media
Cecilio Báez	150	media	media	alta	baja	baja	media
Cnel. Oviedo	17	baja	media	alta	media	baja	media
José D. Ocampos	904	media	media	alta	media	baja	media
J. E. Estigarribia	229	media	media	media	media	media	media
Juan M. Frutos	19	baja	media	media	media	baja	baja
La Pastora	88	media	alta	alta	media	baja	media
Mcal. F. López	13	media	media	media	media	baja	media
Nueva Londres	62	baja	media	media	media	baja	baja
Raúl Oviedo	64	media	media	media	media	baja	media
Repatriación	47	baja	media	media	baja	baja	baja
R. I. 3 Corrales	59	media	media	alta	media	baja	media
San Joaquín	68	baja	media	alta	baja	media	media
San José de A.	225	baja	media	media	media	baja	baja
Santa Rosa	88	baja	alta	alta	baja	baja	media
Simón Bolívar	144	baja	media	alta	baja	baja	baja
Vaquería	65	media	media	alta	media	baja	media
Yhú	40	baja	media	media	baja	baja	baja
3de Febrero	125	baja	media	alta	baja	baja	baja
Tembiapora	91	media	alta	alta	media	baja	media
Nueva Toledo	128	media	media	media	media	media	media
Total	3381						

En 19 distritos se observó el pH del suelo con clase de fertilidad media, siendo de clase alta en La Pastora, Santa Rosa y Tembiaporã. La M.O. arrojó valores de fertilidad media a baja, coincidiendo con Fullaondo (2014), así como la suma de bases. El P ostentó valores bajos en 19 distritos, excepto J.E. Estigarribia, Nueva Toledo y San Joaquín y la acidez intercambiable presentó toxicidad moderada a baja en 9 y 13 distritos respectivamente, diferenciándose de los resultados obtenidos por Fatecha (2004) quien encontró toxicidad moderada en 8 distritos y alta en 2. El nivel de potasio promedio es de (0,19 cmolc.kg<sup>-1</sup>) (Martínez 2011).

En la Figura 7, se presenta la comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Caaguazú. El 48 % de los análisis de suelo presentan fertilidad de clase media, 41 % presenta una fertilidad de clase baja, y 11% presenta clase de fertilidad alta.



**Figura 7.** Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Caaguazú. Periodo 2005 – 2016.

#### 4.7. Departamento de Caazapá

En la Tabla 7 y en el Mapa del Anexo 2 se hallan las clases de fertilidad determinadas en los distritos del Departamento de Caazapá.

**Tabla 7.** Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de Caazapá. Periodo 2005 – 2016.

Distrito	Parámetros químicos						Clase de fertilidad
	Muestras Analizadas	Suma de bases	pH	Al <sup>+3</sup>	M.O.	Fósforo	
Abai	66	media	media	media	media	baja	media
Buena Vista	—	—	—	—	—	—	—
Caazapá	124	baja	media	media	media	baja	baja
Fulgencio Yegros	12	baja	baja	baja	media	baja	baja
Higinio Morínigo	54	baja	media	media	media	baja	baja
Maciel	38	baja	baja	baja	media	baja	baja
Moisés Bertoni	51	baja	media	alta	baja	baja	baja
San Juan Nepomuceno	175	baja	media	alta	media	baja	media
Tavai	41	media	media	media	media	baja	media
Yuty	148	baja	media	baja	media	baja	baja
<b>Total</b>	<b>643</b>						

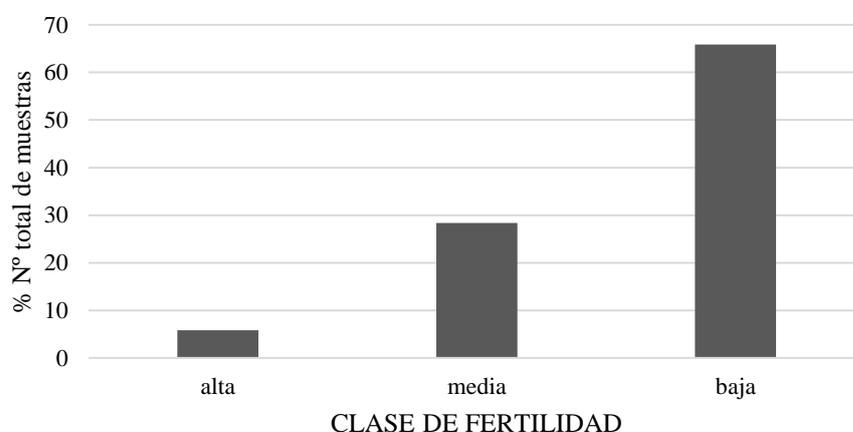
\*Sin datos de análisis de suelo

La clase de fertilidad promedio de los suelos en el Departamento de Caazapá es baja, a excepción de los distritos de Aba'i, San Juan Nepomuceno y Tava'i. En contrapartida a lo expuesto por Fatecha (2004) quien encontró un promedio de fertilidad media.

Estos resultados se obtuvieron con 643 análisis de suelo, destacando que no se obtuvieron muestras del distrito de Buena Vista, al que le fue asignado el valor promedio de la fertilidad encontrada en el Departamento.

En la Figura 8 se puede apreciar que una fertilidad de clase baja se encuentra en 66% de los suelos del Departamento, 28% presenta clase de fertilidad media y 6% clase de fertilidad alta.

Se puede afirmar que el pH del suelo con clase de fertilidad media se encuentra en la mayoría de los distritos, excepto Fulgencio Yegros y Maciel que presentaron un nivel bajo, coincidiendo con Fatecha (2004). La M.O. se encuentra a un nivel bajo en Moisés Bertoni, presentando nivel medio el resto de los distritos, coincidiendo con Fullaondo (2014), excepto en los distritos de Caazapá y General Morínigo que presentaron un nivel bajo y alto respectivamente. El P arrojó valores bajos, coincidiendo con Jorgge (2012) y Hahn (2017). La suma de bases con valores bajos se sitúa en 7 distritos y con valores medios en 2. En cuanto a la acidez intercambiable se tienen clases de fertilidad media en la mayoría de los distritos.



**Figura 8.** Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Caazapá. Periodo 2005 – 2016.

#### 4.8. Departamento de Itapúa

La clasificación de la fertilidad del suelo de los distritos del Departamento de Itapúa se indica en la Tabla 8 y en el Mapa del Anexo 2.

**Tabla 8.** Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de Itapúa. Periodo 2005 – 2016.

Distrito	Muestras Analizadas	Parámetros químicos					Clase de fertilidad
		Suma de bases	pH	Al <sup>3+</sup>	M.O.	Fósforo	
Alto Verá	60	alta	baja	baja	alta	baja	media
Bella Vista	23	baja	media	media	media	baja	baja
Cambyretá	2	alta	media	alta	media	baja	media
Cap. Meza	7	media	media	media	media	baja	media
Cap. Miranda	51	alta	media	alta	alta	baja	alta
Carlos A. López	61	alta	media	media	alta	baja	media
Carmen del Paraná	---	---	---	---	---	---	---
Cnel. Bogado	152	baja	media	alta	baja	baja	baja
Encarnación	41	media	media	media	media	baja	media
Edelira	44	media	media	alta	media	baja	media
Fram	7	media	media	alta	media	baja	media
Gral. Artigas	15	baja	media	baja	media	baja	baja
Gral. Delgado	31	media	baja	baja	media	baja	baja
Hohenau	35	media	media	baja	media	baja	baja
Itapúa Poty	23	media	media	alta	media	baja	media
Jesús	---	---	---	---	---	---	---
La Paz	7	media	media	alta	media	baja	media
Leandro Oviedo	11	baja	baja	baja	media	baja	baja
Mayor Otaño	---	---	---	---	---	---	---
Natalio	41	media	media	alta	media	baja	media
Nueva Alborada	6	media	media	media	baja	baja	baja
Obligado	7	media	media	media	alta	media	media
Pirapó	83	alta	media	alta	alta	media	alta
San Cosme y Damián	118	baja	baja	baja	baja	baja	baja
San Juan del Paraná	8	media	media	alta	media	baja	media
San Pedro del Paraná	82	baja	media	baja	media	baja	baja
San Rafael del Paraná	27	alta	media	alta	alta	baja	alta
Tomás Romero Pereira	101	alta	media	alta	media	baja	media
Trinidad	7	baja	media	baja	media	baja	baja
Yatytay	3	media	media	alta	media	baja	media
<b>Total</b>	<b>483</b>						

\*sin datos de análisis de suelo

Estos resultados se obtuvieron del procesamiento de 483 análisis de suelo, destacando que no se dispusieron de análisis de los distritos de Carmen del Paraná,

Jesús y Mayor Otaño, a los que le fueron asignados la clase de fertilidad predominante en el Departamento.

Según la Figura 9, el 21% del total de muestras de suelos analizadas presenta una fertilidad alta, mientras que el 42% presenta clase baja y el 37 % clase media

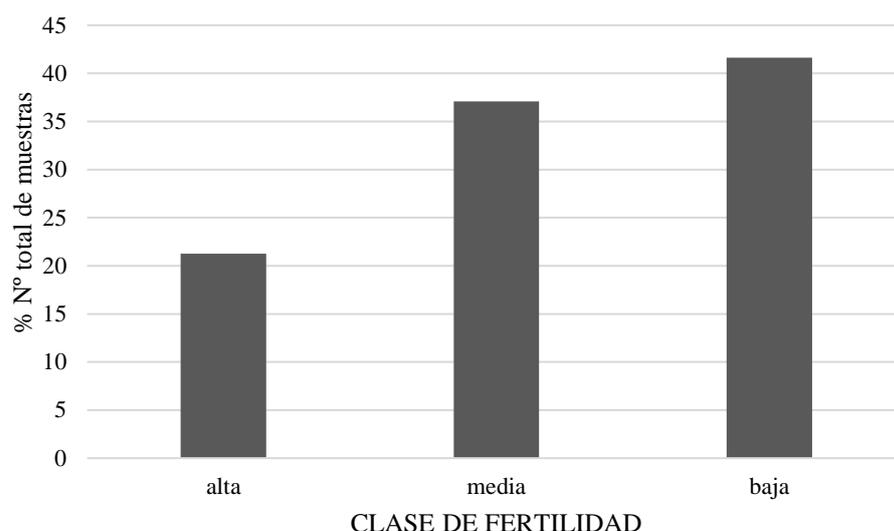
La clase de fertilidad de la camada superficial del suelo que predomina en el Departamento es media, hallándose en 14 distritos, la clase de fertilidad baja en 10 y la alta en 3, los cuales son Capitán Miranda, Pirapó y San Rafael del Paraná. Los resultados arrojaron valores distintos a los encontrados por Fatecha (2004), en lo que respecta a las clases alta y baja, encontrando 8 y 5 distritos respectivamente. Sin embargo, es importante mencionar que la cantidad de resultados de análisis de suelo estudiados en este Departamento, fue menor a lo estudiado por el autor.

Se puede notar que la suma de bases es de clase alta en 7 distritos, media en 13, y baja en 7. El pH del suelo es de clase media en la mayoría de los distritos, a excepción de Alto Verá, General Delgado, Leandro Oviedo y San Cosme y Damián, no se encontró clasificación alta, como en el caso de Fatecha (2004).

En relación a la acidez intercambiable los distritos que ostentan niveles altos en relación a la fertilidad ( $<0,4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ) son 14, niveles medios ( $0,4 - 0,9 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ) 9 y niveles bajos ( $>0,9 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ ) los restantes.

La M.O. de nivel medio se observó en 18 distritos, de nivel alto en 6 y de nivel bajo en 3; Coronel Bogado, Nueva Alborada y San Cosme y Damián, en contrapartida a Fullaondo (2014), quien encontró solo niveles medios y altos.

El P nivel bajo predomina en casi todos los distritos, presentándose con niveles medios en Obligado y Nueva Alborada.



**Figura 9.** Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Itapúa. Periodo 2005 – 2016.

#### 4.9. Departamento de Misiones

En la Tabla 9 y en el Mapa del Anexo 2 se presentan las clases de fertilidad determinadas en los distritos del Departamento de Misiones.

**Tabla 9.** Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de Misiones. Periodo 2005 – 2016.

Distrito	Muestras Analizadas	Parámetros químicos					Clase de fertilidad
		Suma de bases	pH	Al <sup>3+</sup>	M.O.	Fósforo	
Ayolas	117	baja	baja	baja	baja	baja	baja
San Ignacio	212	baja	media	media	media	baja	baja
San Juan	375	media	media	media	media	baja	media
San Miguel	72	baja	baja	baja	baja	baja	baja
San Patricio	47	baja	media	media	media	baja	baja
Santa Maria	127	baja	media	alta	baja	baja	baja
Santa Rosa	122	baja	media	media	baja	baja	baja
Santiago	122	baja	media	media	media	baja	baja
Villa Florida	9	baja	media	media	media	baja	baja
Yabebyry	28	baja	media	media	baja	baja	baja
<b>Total</b>	<b>1.231</b>						

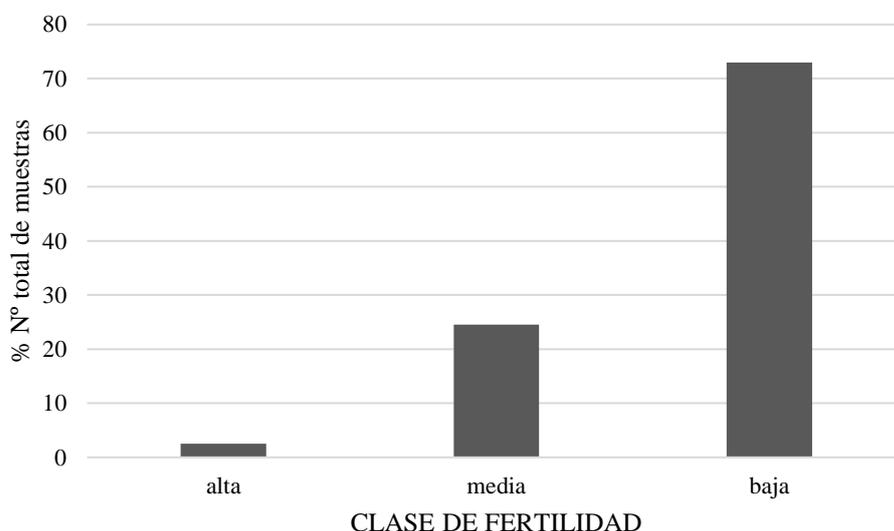
En el Departamento de Misiones fueron analizadas 1.231 muestras de suelos correspondientes a los distritos del mismo, en donde la clase de fertilidad promedio de

la camada superficial del suelo es baja, a excepción del distrito de San Juan, que posee una clase de fertilidad media. Resultados similares a Fatecha (2004), excepto que el distrito de Santiago había arrojado una fertilidad de clase media.

En la Figura 10, se puede observar que solo el 3% del total de muestras de suelos analizados presenta una fertilidad de nivel alta, mientras que la mayor parte, 73 presenta nivel baja y el 25% nivel media.

En relación a los parámetros químicos para clasificar la fertilidad se pudo apreciar que la suma de bases de clase baja predomina en el departamento, excepto en el distrito de San Juan, que posee clase media. El pH del suelo es de clase media, excepto en Ayolas y San Miguel, con valores bajos.

La M.O. se encuentra a niveles medios y bajos. El P se mostró a niveles bajos; en cuanto a la acidez intercambiable, presentó clases de fertilidad media a baja, y con nivel medio Santa María, coincidiendo con Fatecha (2004); Jorgge (2012); Fullaondo (2014).



**Figura 10.** Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Misiones. Periodo 2005 – 2016.

#### 4.10. Departamento de Paraguari

La clasificación de la fertilidad del suelo de los distritos del Departamento de Paraguari se indica en la Tabla 10 y en el Mapa del Anexo 2.

Se han registrado 2.946 análisis de suelo de los distritos que componen el Departamento de Paraguari. La clase de fertilidad del suelo que predomina es baja, excepto en Sapucái que presentó un nivel medio, resultados distintos a lo encontrado por Fatecha (2004), quien encontró niveles medios en 11 distritos.

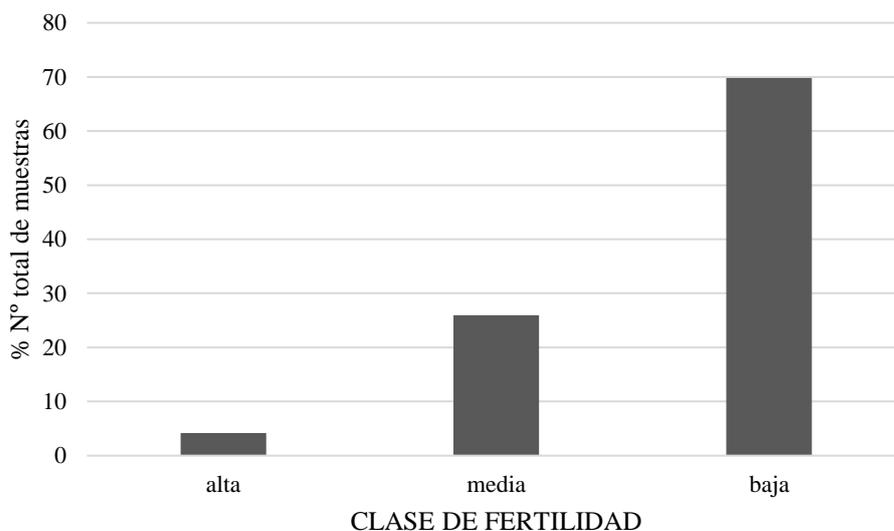
**Tabla 10.** Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de Paraguari. Periodo 2005 – 2016.

Distrito	Muestras Analizadas	Parámetros químicos					Clase de fertilidad
		Suma de bases	pH	Al <sup>3+</sup>	M.O.	Fósforo	
Achay	584	baja	media	alta	baja	baja	baja
Caapucú	104	baja	media	media	baja	baja	baja
Caballero	70	baja	media	alta	baja	baja	baja
Carapegua	214	baja	media	alta	baja	baja	baja
Escobar	131	baja	media	alta	baja	baja	baja
La Colmena	118	baja	media	alta	baja	baja	baja
Mbuyapey	131	baja	media	baja	media	baja	baja
Paraguari	196	baja	alta	media	baja	baja	baja
Pirayú	196	baja	media	media	baja	baja	baja
Quiindy	155	baja	media	media	baja	baja	baja
Quyquyhó	65	baja	media	media	baja	baja	baja
San Roque González	122	baja	media	alta	baja	baja	baja
Sapucái	142	media	media	alta	media	baja	media
Tebicuarymí	62	baja	media	media	baja	media	baja
Yaguarón	301	baja	media	alta	baja	baja	baja
Ybycuí	290	baja	media	media	baja	baja	baja
Ybytími	65	baja	media	media	baja	baja	baja
<b>Total</b>	<b>2.946</b>						

La suma de bases predomina con niveles bajos, excepto en Sapucái, con nivel medio. El pH arrojó una clase media, excepto en Paraguari con clase alta. La acidez intercambiable niveles altos a medios. La M.O es baja, excepto en Mbuyapey y Sapucái, con niveles medios. El P extraíble es bajo, excepto en Tebicuarymi, con nivel

medio. Resultados similares a los de Fatecha (2004), Jorgge (2012) y Fullaondo (2014).

En la Figura 11, se presenta la comparación entre niveles de fertilidad de los análisis de suelo del Departamento de Paraguari, donde se observa que la mayor parte, 70 %, presenta fertilidad clase baja, mientras que solo el 3% presenta fertilidad nivel alta y el 26 % nivel media.



**Figura 11.** Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Paraguari. Periodo 2005 – 2016.

#### 4.11. Departamento de Alto Paraná

Los resultados de las clases de fertilidad determinadas en los distritos del Departamento de Alto Paraná se presentan en el Tabla 11 y en el Mapa del Anexo 2.

En el Departamento de Alto Paraná fueron encontradas 1.088 muestras de análisis de suelos correspondientes a los 21 distritos que componen el mismo actualmente.

**Tabla 11.** Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de Alto Paraná. Periodo 2005 – 2016.

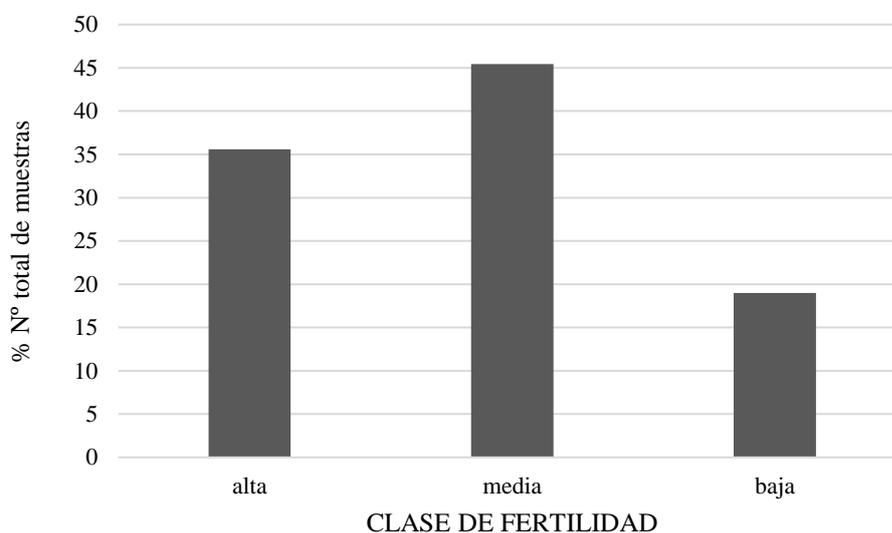
Distrito	Muestras Analizadas	Parámetros químicos					Clase de fertilidad
		Suma de bases	pH	Al <sup>3+</sup>	M.O.	Fósforo	
Cedrales	70	media	media	alta	media	baja	media
Ciudad del Este	8	media	media	media	alta	baja	media
Domingo M. de Irala	16	alta	media	alta	media	baja	media
Hernandarias	70	media	baja	baja	alta	baja	baja
Iruná	8	alta	media	alta	media	baja	media
Itakyry	139	baja	media	media	media	baja	baja
Juan E. Oleary	21	media	media	media	media	baja	media
Juan L. Mallorquín	7	baja	media	media	alta	baja	media
Mbaracayú	133	alta	media	media	alta	baja	media
Mínga Guazú	39	media	media	baja	media	baja	baja
Mínga Porá	43	alta	media	media	alta	baja	media
Naranjal	150	alta	media	alta	alta	baja	alta
Ñacunday	12	media	media	media	alta	baja	media
Pte. Franco	2	alta	alta	alta	media	baja	alta
San Alberto	66	alta	media	media	alta	baja	media
San Cristóbal	46	media	media	alta	media	baja	media
Santa Rita	22	media	media	media	media	baja	media
Santa Rosa	19	media	media	media	alta	baja	media
Santa Fé	6	alta	media	media	alta	baja	media
Raúl Peña	7	alta	media	media	media	baja	media
Yguazú	204	media	media	alta	media	media	media
<b>Total</b>	<b>1.088</b>						

La clase de fertilidad que predomina en el departamento es media, excepto en los distritos de Hernandarias, Itakyry y Mínga Guazú con fertilidad baja, y Naranjal y Presidente Franco con fertilidad alta. Resultados diferentes a lo expuesto por Fatecha (2004), que había encontrado a los distritos de Cedrales, Mbaracayú, Presidente Franco y San Alberto con fertilidad baja, y Mínga Guazú con fertilidad alta.

En la Figura 12, se observa que del total de muestras analizadas, 36% presenta fertilidad de clase alta, 45 % fertilidad media y 18% fertilidad baja.

En cuanto a los parámetros químicos, la suma de bases intercambiables oscila entre clase alta y media, con clase baja en Itakyry y Juan L. Mallorquín. El pH del suelo es medio en la mayoría de los distritos, excepto en Presidente Franco con un nivel alto, y Hernandarias con un nivel bajo. La acidez intercambiable se encuentra a niveles medios en la mayoría de los distritos. La M.O. de clase media se presenta en

11 distritos, de clase alta en 10, resultados similares a Fullaondo (2014). El P arrojó valores bajos; excepto en Yguazú con un nivel medio. En este sentido Jorge (2012) había encontrado niveles medios en los distritos de Naranjal y San Alberto.



**Figura 12.** Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Alto Paraná. Periodo 2005 – 2016.

#### 4.12. Departamento Central

En la Tabla 12 y en el Mapa del Anexo 2 se indican las clases de fertilidad determinadas en los distritos del Departamento Central.

Se han encontrado datos de análisis de 2.508 muestras de suelo, correspondientes a los 19 distritos que forman el Departamento Central.

La clase de fertilidad en promedio del suelo es media, a excepción de los distritos de Capiatá, Fernando de la Mora, J.A. Saldivar y San Lorenzo que tuvieron una fertilidad alta. Resultados similares obtuvo Fatecha (2004), sin embargo los distritos que encontró con fertilidad media fueron Fernando de la Mora y Lambaré.

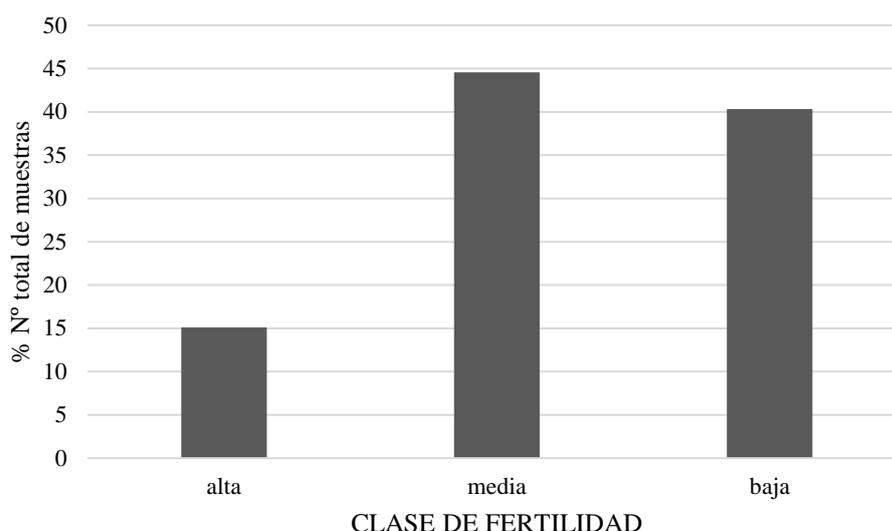
En la Figura 13, se observa que el 15 % de las muestras analizadas presenta fertilidad de clase alta, 45% fertilidad de clase media y 40 % fertilidad baja.

**Tabla 12.** Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento Central. Periodo 2005 – 2016.

Distrito	Muestras Analizadas	Parámetros químicos					Clase de fertilidad
		Suma de bases	pH	Al <sup>+3</sup>	M.O.	Fósforo	
Aregua	141	baja	media	alta	baja	media	media
Capiatá	66	media	alta	alta	media	alta	alta
Fdo. De la Mora	17	media	alta	alta	media	alta	alta
Guarambaré	112	baja	media	alta	baja	alta	media
Itá	406	baja	media	alta	baja	media	media
Itaugua	262	baja	media	alta	baja	alta	media
J. A. Saldívar	102	media	alta	alta	media	alta	alta
Lambaré	43	baja	alta	alta	baja	alta	media
Limpio	76	media	media	media	media	baja	media
Luque	128	baja	media	alta	baja	media	media
M. R. Alonso	27	media	media	alta	baja	media	media
Nueva Italia	461	baja	alta	alta	baja	media	media
Ñemby	20	baja	alta	alta	baja	media	media
San Antonio	5	baja	media	alta	baja	alta	media
San Lorenzo	144	media	alta	alta	media	alta	alta
Villa Elisa	18	baja	media	media	baja	alta	media
Villeta	311	media	media	media	media	media	media
Ypacarai	101	media	media	alta	baja	media	media
Ypané	68	baja	media	media	baja	alta	media
<b>Total</b>	<b>2.508</b>						

La suma de bases es media en 8 distritos y baja en 11. El pH del suelo presento niveles altos a medios. La toxicidad por acidez es baja en 15 distritos y moderada en 4. La M.O. presenta niveles bajos en 13 distritos y medios en Capiatá, Fernando de la Mora, J.A. Saldivar, Limpio, San Lorenzo y Villeta, en contrapartida a lo expuesto por Fullaondo (2014), quien encontró niveles bajos únicamente.

El P con clase alta se situó en 10 distritos, con clase media en 8, y con clase baja en Limpio, encontrando resultados diferentes a lo expuesto por Jorgge (2012), que encontró niveles bajos de fósforo en 12 distritos.



**Figura 13.** Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Central. Periodo 2005 – 2016.

#### 4.13. Departamento de Ñeembucú

En la Tabla 13 y en el Mapa del Anexo 2 se sitúan las clases de fertilidad obtenidas en los distritos del Departamento de Ñeembucú.

En el Departamento de Ñeembucú fueron procesadas 221 muestras de suelo correspondiente a los distritos que componen el mismo, a excepción de Desmochados, Mayor Martínez y Paso de Patria, que carecieron de resultados de análisis de suelo, a los que le fueron asignados la clase de fertilidad promedio del Departamento.

En la Figura 14 se puede apreciar que del total de muestras de suelos analizadas, 24 % presenta fertilidad de clase alta, 48% fertilidad media y el 28% clase baja.

La clase de fertilidad es media en 7 distritos, baja en 4, y alta en Pilar y Villa Oliva, habiendo resultados diferentes con Fatecha (2004), quien no encontró distritos con clase de fertilidad alta.

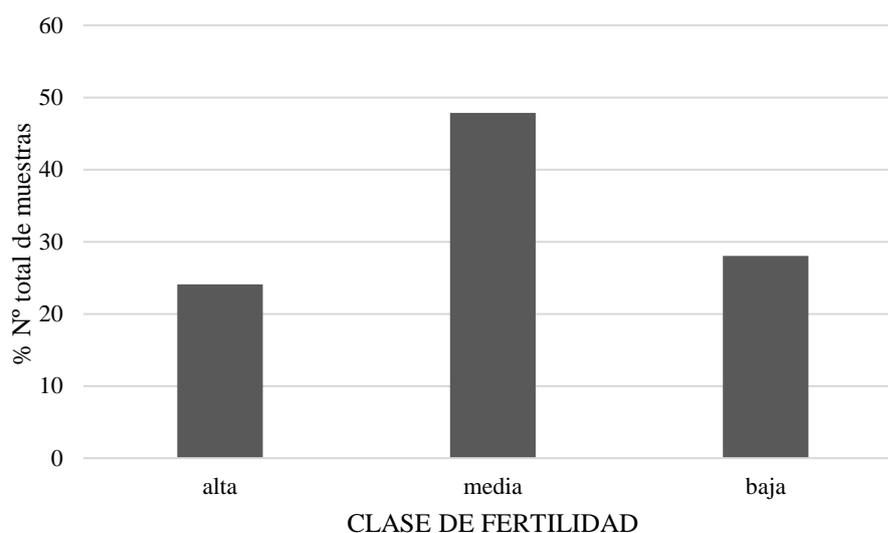
**Tabla 13.** Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de Ñeembucú. Periodo 2005 – 2016.

Distrito	Muestras Analizadas	Parámetros químicos					Clase de fertilidad
		Suma de bases	pH	Al <sup>3+</sup>	M.O.	Fósforo	
Alberdi	19	media	media	media	alta	baja	media
Cerrito	3	baja	media	alta	baja	media	baja
Desmochados	---	---	---	---	---	---	---
Gral. Díaz	6	baja	alta	alta	media	media	media
Guazú Cua	4	baja	media	alta	baja	media	media
Humaitá	9	baja	media	alta	media	baja	media
Isla Umbú	3	baja	media	media	baja	media	baja
Laureles	17	baja	media	media	baja	baja	baja
Mayor Martínez	---	---	---	---	---	---	---
Paso de Patria	---	---	---	---	---	---	---
Pilar	106	media	alta	alta	media	media	alta
San Juan de Ñeembucú	30	media	media	media	media	baja	media
Tacuaras	12	media	media	media	media	media	media
Villa Franca	7	alta	media	media	alta	baja	media
Villa Oliva	62	alta	media	alta	alta	baja	alta
Villalbín	4	baja	media	media	baja	baja	baja
<b>Total</b>	<b>221</b>						

\*sin datos de análisis de suelo

La suma de bases tuvo valores medios a bajos, y altos en Villa Franca y Villa Oliva. El pH del suelo predomina a un nivel medio, donde presentaron niveles altos General Díaz y Pilar, diferentes a lo expuesto por Fatecha (2004), quien encontró niveles bajos en Villalbín.

La M.O. se encontró a niveles medios y bajos; Alberdi, Villa Franca y Villa Oliva presentaron niveles altos, diferenciándose a lo expuesto por Fullaondo (2014) quien encontró solo a Villa Franca con un nivel alto. El P arrojó valores medios a bajos, resultados similares a Jorge (2012). La toxicidad por aluminio mostró niveles de fertilidad alta a media.



**Figura 14.** Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Ñeembucú. Periodo 2005 – 2016.

#### 4.14. Departamento de Amambay

En la Tabla 14 y en el Mapa del Anexo 2 se indican las clases de fertilidad determinadas en los distritos del Departamento de Amambay.

El Departamento de Amambay se halla dividido en 3 distritos y en ellos se han registrado los análisis de 544 muestras de suelos.

**Tabla 14** Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de Amambay. Periodo 2005 – 2016.

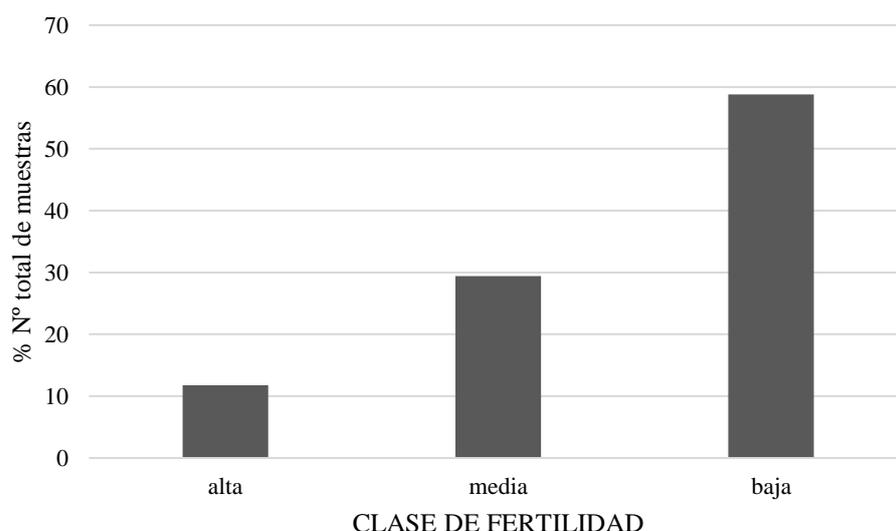
Distrito	Muestras Analizadas	Parámetros químicos					Clase de fertilidad
		Suma de bases	pH	Al <sup>3+</sup>	M.O.	Fósforo	
Bella Vista Norte	103	baja	media	baja	baja	baja	baja
Cap. Bado	137	media	media	media	media	baja	media
Pedro J. Caballero	304	media	media	media	media	baja	media
<b>Total</b>	<b>544</b>						

La clase promedio de fertilidad de la camada superficial de los suelos es media en los distritos de Capitán Bado y Pedro J. Caballero, y de clase baja en Bella Vista.

En la Figura 15, se presenta la comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Amambay, en la misma se puede apreciar que 59% del total de muestras de suelos analizadas presenta nivel de fertilidad baja, mientras que 12 % presenta fertilidad alta y 29 % fertilidad media.

Teniendo en cuenta los parámetros químicos del suelo para la clasificación de la fertilidad, se puede notar que la suma de bases es media en 2 distritos y baja en Bella Vista. El pH del suelo corresponde a la clase media. La acidez intercambiable presenta niveles medios, excepto Bella Vista con clase baja.

La M.O. a niveles medios, excepto en Bella Vista que posee un nivel bajo. En ese sentido Fullaondo (2014), describió a Pedro J. Caballero con un nivel bajo. El P se encuentra a niveles bajos, coincidiendo con Fatecha (2004) y (Jorgge 2012).



**Figura 15** Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Amambay. Periodo 2005 – 2016.

#### 4.15. Departamento de Canindeyú

En la Tabla 15 y en el Mapa del Anexo 2 se sitúan las clases de fertilidad obtenidas en los distritos del Departamento de Canindeyú.

La clase de fertilidad media se halló en 5 distritos, la clase baja en 6, y la clase alta en 2, que son Francisco C. Álvarez y Katueté, resultados similares a los de Fatecha (2004), sin embargo, no encontró distritos con fertilidad alta.

La suma de bases se encuentra a niveles medios y bajos, excepto F. Caballero y Yasy Kañy con niveles altos, el pH presentó niveles medios, sin embargo Salto del Guairá e Yvypytã arrojaron niveles de fertilidad bajos.

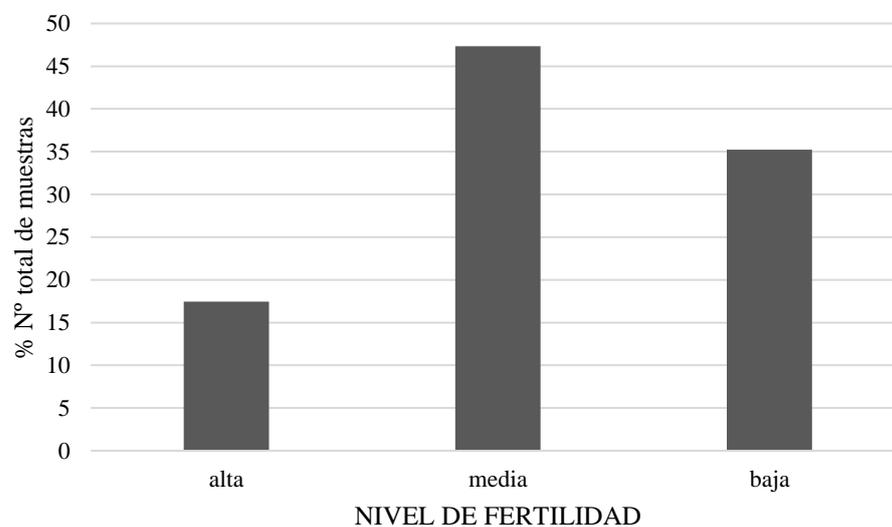
**Tabla 15.** Muestras analizadas, promedio de parámetros químicos del suelo y clase de fertilidad de los distritos del Departamento de Canindeyú. Periodo 2005 – 2016.

Distrito	Muestras Analizadas	Parámetros químicos					Clase de fertilidad
		Suma de bases	pH	Al <sup>3+</sup>	M.O.	Fósforo	
Corpus Christi	86	media	media	media	media	media	media
Curuguaty	443	media	media	alta	media	baja	media
Francisco Caballero Álvarez	19	alta	media	alta	alta	media	alta
Igatimi	131	baja	media	alta	baja	baja	baja
Itanará	62	media	media	media	media	baja	media
Katueté	64	alta	media	alta	alta	baja	alta
La Paloma	42	baja	media	media	media	baja	baja
Salto del Guairá	13	media	baja	baja	baja	baja	baja
Nueva Esperanza	224	media	media	media	alta	baja	media
Yasy Kañy	42	baja	media	media	baja	baja	baja
Yvyrovana	22	media	media	alta	media	baja	media
Yvypytã	4	baja	baja	baja	media	baja	baja
Ypejhú	12	baja	media	alta	baja	baja	baja
<b>Total</b>	<b>1.164</b>						

La M.O. mostró niveles medios a bajos, exceptuando los distritos F. Caballero, Katueté y Nueva Esperanza con niveles altos, coincidiendo con Fullaondo (2014). El P se encontró a niveles bajos, excepto Corpus Christi y F. Caballero con niveles medios, entretanto Jorge (2012) encontró además a Salto del Guairá, Katueté y Nueva Esperanza con niveles medios de P. La acidez intercambiable presentó fertilidad de clase alta a media.

En la Figura 16, se presenta la comparación entre clases de fertilidad de los suelos del Departamento de Canindeyú, donde se observa que 17% del total de las

muestras de los suelos analizadas presenta fertilidad alta, 47% fertilidad media y 35% fertilidad baja.



**Figura 16** Comparación entre niveles de fertilidad de los suelos del Departamento de Canindeyú. Periodo 2005 – 2016.

## **5. CONCLUSIONES**

En las condiciones en las que se desarrolló este trabajo se puede concluir que:

Los suelos de las fincas agrícolas y pecuarias situados en la Región Oriental del Paraguay, presentan fertilidad de clase baja en 47% de los distritos, fertilidad de clase media en 45%, fertilidad de clase alta en 8%.

Asimismo, la suma de bases se muestra a niveles bajos en 58% de los distritos. La materia orgánica se encuentra a niveles medios y bajos, el fósforo extraíble con predominancia baja en 79% de los distritos. El pH y la acidez se encuentran a niveles medios y altos, respectivamente, en la mayoría de los distritos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcántar, G; Trejo, L. 2007. Nutrición de cultivos. Mundi Prensa, MX, D.F. 450 p.
- Arias, A. 2001. Suelos Tropicales. CR. EUNED, 166 p. (en línea). Consultado 15 mar. 2017. Disponible en <https://books.google.com.py>
- Bataglia, V. 2011. Clasificación de los niveles de acidez activa (pH) y necesidad de cal agrícola de los suelos de la Región Oriental del Paraguay. Tesis de Grado Ingeniería Agronómica. San Lorenzo, Paraguay. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción.
- Cabrera, E. 2011. Ordenación Territorial de la República del Paraguay. 479 p. (en línea). Consultado 15 mar. 2017. Disponible en <http://www.bacn.gov.py>.
- Causarano, H. 2017. Fertilización y balance de nutrientes en la agricultura mecanizada paraguaya. IV Congreso Nacional de Ciencias Agrarias, FCA/UNA, San Lorenzo, PY. p 32-35.
- Cerisola, C. 2015. Fertilidad Química. La Plata, AR. (en línea). Consultado 20 mayo 2017. Disponible en <http://aulavirtual.agro.unlp.edu.ar/pluginfile.php>
- Chamorro, L. 2010. Análisis Estadístico de la Variabilidad Climática y sus Impactos en Paraguay. (en línea). Consultado 15 mar. 2017. Disponible en <http://sdi.cnc.una.py/catbib/documentos/442.pdf>.
- Cisneros, J; Chokaly, C; Cantero, A; Gonzalez, J; Reynero, M; Diez, A; Bergesio, L. 2012. Erosión Hídrica: principios y técnicas de manejo. UniRio, Córdoba, AR. 290 p.
- CPHA (California Plant Health Association). 2008. Manual de fertilizantes para cultivos de alto rendimiento. México, Limusa. 360 p.
- Encina, A; Ibarra, J. 2006. Ectos del suelo sobre algunas propiedades químicas y físicas, considerando suelos bajo cobertura de bosque y suelos bajo uso agrícola. Investigación Agraria, v: 8, n. 1, p 10-14.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2002. Los fertilizantes y su uso. Roma, IT. 4ta ed. 77 p. Consultado 24 mayo 2017. Disponible en <https://books.google.com.py/>
- Fatecha, A. 1999. Guía para la fertilización de cultivos anuales y perennes de la Región Oriental del Paraguay. Caacupé: MAG/SSEA/DIA. 23p.
- Fatecha, A. 2009. Avances en la fertilidad y nutrición de plantas en el Paraguay. Primer Simposio Paraguayo de Manejo y Conservación de Suelos. Ed. E. Hahn Villlaba.2009. Cooperativa Colonias Unidas, Obligado, Paraguay. p 9-12.

<http://www.sopacis.org.py/wp-content/uploads/Libro-1er-Simposio-Paraguayos.pdf>

- Fatecha, D. 2004. Clasificación de la fertilidad, acidez activa (pH) y necesidad de cal agrícola de los suelos de la Región Oriental del Paraguay. Tesis de Grado Ingeniería Agronómica. San Lorenzo, Paraguay. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción. 104 p.
- Ferraris, G; Couretot', L; Toribio, M. 2009. Perdidas de nitrógeno por Volatilización y su implicancia en el rendimiento del cultivo de maíz: efectos de fuente, dosis y uso de inhibidores. *Informaciones Agronómicas*, v: 43. p 19-22.
- Florentín, M.A; Peñalva, M.; Calegari, A; Derpsch, R 2001. Abonos verdes y rotación de cultivos en siembra directa. Pequeñas propiedades. San Lorenzo, PY: MAG/GTZ. 82 p.
- Fullaondo, E. 2014. Clasificación del nivel de materia orgánica de los suelos de la Región Oriental del Paraguay. Tesis de Grado Ingeniería Agronómica. San Lorenzo, Paraguay. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción.
- Hahn, E. 2011. Avances en el manejo de sitio-específico de suelos en el Paraguay. *Informaciones agronómicas*, International Plant Nutrition Institute (IPNI). Cono Sur 4: p 1-6.
- Hahn, E. 2017. Diagnóstico de la Fertilidad de los suelos de la Agricultura Familiar paraguaya: región oriental. Ficha técnica, Asunción, PY. 196 p.
- INBIO (Instituto de Biotecnología Agraria). 2011. Tierra y conocimiento. (en línea) Asunción, PY. Consultado 20 mar. 2017. Disponible en [http://tierra\\_y\\_conocimiento.inbio.org.py/la\\_gente\\_que\\_siembra\\_el\\_futuro.html](http://tierra_y_conocimiento.inbio.org.py/la_gente_que_siembra_el_futuro.html)
- Jorgge, V. 2012. Clasificación de niveles de Fosforo de los suelos de la Región Oriental del Paraguay. Tesis de Grado Ingeniería Agronómica. San Lorenzo, Paraguay. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción.
- López, O.; González, E.; De Llamas, P.; Molinas, A.; Franco, S.; García, S.; Rios, E. 1995. Estudio de Reconocimiento de suelos, capacidad de uso de la tierra y propuesta de ordenamiento territorial preliminar de la Región Oriental del Paraguay. Proyecto de Racionalización del uso de la tierra. SSERNMA/MAG/Banco Mundial. Asunción, PY. 245 p.
- MAG/IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, PY). 2003. PARAGUAY: En el mapa competitivo del mundo “Koa Ikatuta”. Informe final. Agendas subsectoriales y por Áreas Temáticas. (en línea). Consultado 23 mar. 2017. Disponible en <https://books.google.com.py/>

- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería). 2008. Situación de los fertilizantes en el Paraguay. Dirección General de Planificación, Asunción, PY. 19 p.
- MAG (Ministerio De Agricultura y Ganadería); GIZ/PMRN (Cooperación Técnica Alemana/ Proyecto Manejo Sostenible de Recursos Naturales, Paraguay). 2011. Manejo Forestal y Agricultura de Conservación: experiencias de pequeños productores en la región oriental del Paraguay. Asunción, PY. 332 p.  
<http://www.mag.gov.py/Censo/SINTESIS%202015.pdf>.
- Martínez, R. 2011. Clasificación de niveles de potasio de los suelos de la Región Oriental del Paraguay. Tesis de Grado Ingeniería Agronómica. San Lorenzo, Paraguay. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Asunción 104 p.
- Meléndez, G; Molina, E. 2001. Fertilidad de suelos y manejo manejo de la nutrición de cultivos en Costa Rica. CIA UCR, 139 p.
- Moriya, M.; Alfonso, L. 1994. Erosión actual y potencial del suelo en Paraguay. FAO/MAG. p. 175-184. (en línea). Consultado 28 mar. 2017. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/t2351s/T2351S0f.htm>
- Navarro, G; Navarro, S. 2013. Química agrícola: química del suelo y de nutrientes esenciales. Mundi-prensa libros. (en línea). Consultado 20 mar. 2017. Disponible en <https://books.google.com.py/books?isbn=848476656X>
- Paniagua, J.; Causarano, H.; Leguizamón, C., Encina, R.; Centurión, M.; Paredes, J.; Galeano, M.; Diaz, A.; Vega, S. 2001. Manual para el llenado de la encuesta, la descripción de las observaciones para capacidad de uso de la tierra y la obtención de muestras de la camada superficial del suelo de las Unidades Territoriales de Intervención. ASOT/FCA/UNA; PRODESAL/DINCAP/MAG. San Lorenzo, PY.
- Sampieri, H; Fernández, C; Baptista, M. 2010. Metodología de la Investigación. 5ta ed. MX, McGraw Hill. 613 p.
- Sánchez, J. 2007. Fertilidad del suelo y nutrición mineral de plantas: conceptos básicos (en línea). Consultado 06 mar. 2017. Disponible en: <http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal>
- SENAVE (Servicio Nacional de Calidad y Sanidad Vegetal y de Semillas). 2015. Fertilizantes. (en línea). Consultado 20 mayo 2017. Disponible en: <http://www.senave.gov.py>.
- Sorrenson, W.; Duarte, C.; López, J. 2001. Aspectos económicos de los sistemas de Siembra Directa y labranza convencional en pequeñas fincas del Paraguay: Implicancias en la política y la inversión. Traducción: H. Causarano, Proyecto de conservación de suelos. MAG-GTZ, San Lorenzo, Paraguay, 84p.

Tisdale, S; Nelson, W. 1991. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. UTHEA, Distrito Federal, MX. 2da ed. 760 p.

## **ANEXOS**

**A 1. TABLAS.** Clasificación de algunos parámetros químicos de la camada superficial del suelo de los 14 Departamentos de la Región Oriental del Paraguay.

Tabla 16. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Concepción.

Distrito	Suma de Bases				pH				Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>				M.O.				Fósforo			
	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio
	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%
Concepción	20,4	21,5	58,1	media	37,4	20,3	14,4	alta	76,7	8,1	15,2	alta	12,6	19,3	67,0	baja	2,6	5,2	92,2	baja
Belén	0,8	5,0	94,1	baja	54,6	8,0	2,5	media	94,1	2,5	3,4	alta	1,7	58,0	40,3	media	0,0	5,9	94,1	baja
Horqueta	4,1	13,8	82,1	baja	35,8	10,5	9,8	alta	76,4	8,9	14,6	alta	4,1	13,8	81,3	baja	0,0	4,1	95,9	baja
Loreto	1,6	15,0	82,8	baja	67,2	30,0	3,1	alta	79,7	4,7	15,0	alta	18,8	45,3	35,9	baja	4,7	6,3	89,1	baja
San Carlos	72,0	14,3	14,3	alta	28,6	71,0	0,0	alta	100,0	0,0	0,0	alta	14,3	57,1	28,6	media	0,0	28,6	71,4	baja
San Lázaro	42,9	50,0	7,1	media	71,4	29,0	0,0	alta	85,7	14,3	0,0	alta	35,7	14,3	50,0	media	35,7	7,1	57,1	media
Yby Yaú	6,5	13,9	79,6	baja	46,3	39,0	14,8	media	74,1	10,0	15,7	alta	4,6	21,3	74,1	baja	0,9	8,3	90,7	baja
Azotey	0,0	13,6	86,4	baja	15,9	57,0	27,3	media	56,8	13,0	29,5	media	0,0	21,0	79,0	baja	2,3	18,2	79,5	baja
Paso																				
Barreto	3,8	3,8	92,3	baja	11,5	69,0	19,2	media	57,7	26,9	15,0	media	11,0	11,5	76,9	baja	0,0	7,7	92,3	baja

Tabla 17. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de San Pedro.

Distrito	Suma de Bases				pH				Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>				M.O.				Fósforo				
	Alta		Media		Baja		Promedio	Alta		Media		Baja		Promedio	Alta		Media		Baja		Promedio
	---%---	Promedio	---%---	Promedio	---%---	Promedio		---%---	Promedio	---%---	Promedio	---%---	Promedio		---%---	Promedio	---%---	Promedio	---%---	Promedio	
Antequera	0,0	75,0	25,0	media	50,0	50,0	0,0	alta	75,0	25,0	0,0	media	25,0	25,0	50,0	media	25,0	25,0	50,0	alta	
Capiibary	1,1	24,7	74,2	baja	43,0	42,0	15,1	media	73,1	15,1	11,8	alta	2,2	25,8	72,0	baja	1,1	25,8	73,1	baja	
Choré	0,9	9,2	89,9	baja	54,4	41,4	4,2	media	93,6	2,4	3,9	alta	1,3	11,9	86,2	baja	2,4	10,1	87,5	baja	
Gral. E. Aquino	0,0	15,1	84,9	baja	32,9	40,2	8,2	media	86,3	2,7	11,0	alta	0,0	24,7	74,0	baja	5,5	31,5	63,0	baja	
Guayaibí	8,7	27,1	64,2	baja	60,8	32,1	7,1	alta	88,7	4,5	6,6	alta	1,4	25,5	72,9	baja	7,3	19,3	73,3	baja	
Isidoro Resquín	1,6	9,2	89,2	baja	30,8	55,1	14,1	media	77,8	7,0	15,1	alta	1,1	20,5	78,4	baja	2,7	12,4	84,9	baja	
Itacurubí del R.	4,4	18,0	77,6	baja	40,4	55,3	12,3	media	82,5	6,6	11,0	alta	6,6	17,1	75,4	baja	4,8	7,5	87,7	baja	
Lima	2,9	5,7	91,4	baja	27,1	47,7	24,3	media	65,7	12,9	21,4	media	5,7	21,4	71,4	baja	5,7	8,6	85,7	baja	
Nueva Germania	7,0	8,7	84,3	media	24,3	10,6	16,5	media	71,3	13,0	15,7	alta	8,7	22,6	67,8	media	11,3	17,4	71,3	media	
San Estanislao	1,5	15,7	82,8	baja	35,6	59,2	15,4	media	73,0	11,2	15,4	alta	1,9	19,9	77,2	baja	7,5	10,1	82,4	baja	
San Pablo	0,0	25,0	75,0	baja	37,5	62,5	0,0	alta	100,0	0,0	0,0	alta	0,0	12,5	87,5	baja	0,0	0,0	100,0	baja	
San Pedro	4,6	27,2	68,2	baja	49,3	41,1	9,6	media	83,1	6,6	9,9	alta	3,3	26,5	69,5	baja	7,0	14,2	78,8	baja	
Tacuati	10,1	32,5	57,4	alta	63,3	33,7	3,0	alta	94,7	3,6	1,8	alta	10,1	29,0	56,8	media	6,5	20,7	72,8	baja	
Unión	0,0	11,8	88,2	baja	29,4	41,2	29,4	media	58,8	11,8	29,4	media	0,0	20,6	79,4	baja	0,0	5,9	94,1	baja	
Villa del Rosario	42,0	21,0	37,0	alta	40,7	33,4	25,9	media	74,1	11,1	14,8	alta	28,4	28,4	43,2	media	11,1	14,8	74,1	baja	
Yataity del Norte	1,9	1,9	96,2	baja	50,9	37,8	11,3	media	77,4	15,1	7,5	alta	1,9	15,1	83,0	baja	5,7	9,4	84,9	baja	
25 de Diciembre	1,3	22,8	75,9	baja	44,3	35,4	20,3	media	94,9	2,5	2,5	alta	6,3	29,1	62,0	baja	6,3	6,3	87,3	baja	
Santa Rosa del Aguaray	1,6	18,5	79,8	baja	30,6	39,6	29,8	media	61,7	6,5	31,9	media	6,0	29,8	63,7	media	7,7	13,3	79,0	baja	
Liberación	0,0	7,2	92,8	baja	19,8	79,3	0,9	media	97,3	1,8	0,9	alta	0,0	9,0	91,0	baja	3,6	6,3	90,1	baja	
Yrybycuá	0,0	30,8	69,2	baja	61,5	27,0	11,5	alta	88,5	3,8	7,7	alta	0,0	11,5	88,5	baja	23,1	7,7	69,2	media	

Tabla 18. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Cordillera.

Distrito	Suma de Bases			pH			Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>			M.O			Fósforo							
	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja	Alta	Media	Baja					
	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%	-----%					
Altos	2,2	7,9	89,9	baja	23,0	52,5	24,5	media	62,6	10,1	26,6	media	6,5	15,8	77,7	baja	6,5	8,6	84,9	baja
Arroyos y Esteros	13,0	29,7	57,3	media	21,9	65,4	12,7	media	79,3	9,0	10,9	alta	14,5	33,7	51,6	media	3,9	8,2	62,3	baja
Atyrá	2,2	10,0	87,7	baja	28,6	56,5	14,9	media	75,5	5,6	17,8	alta	3,3	13,8	82,9	baja	9,3	5,2	85,5	media
Caacupé	6,5	15,5	78,0	baja	32,5	59,0	8,5	media	86,5	5,5	6,1	alta	6,7	27,0	66,4	baja	20,9	9,8	69,3	media
Caraguatay	5,2	15,0	79,8	baja	17,8	75,1	7,0	media	89,2	5,6	3,3	alta	5,6	35,7	57,7	media	12,7	4,7	82,6	media
Emboscada	1,9	11,5	86,5	baja	5,8	56,7	37,5	media	44,2	17,3	38,5	media	8,7	11,5	79,8	baja	6,7	3,8	89,4	baja
Eusebio Ayala	4,5	17,9	77,7	baja	21,6	59,8	18,6	media	70,8	13,1	15,1	media	10,0	32,3	57,7	baja	9,3	11,3	79,4	baja
Isla Pucú	14,1	45,3	40,6	media	65,6	21,9	12,5	alta	78,1	6,3	14,1	alta	6,3	28,1	65,6	baja	29,7	9,4	60,9	media
Itacurubí	2,9	33,2	63,9	baja	27,8	56,1	16,1	media	70,7	13,7	13,7	alta	11,2	37,1	51,2	media	6,3	5,9	87,8	baja
Juan de Mena	2,1	12,5	85,4	baja	18,8	25,0	56,3	media	29,2	22,9	47,9	baja	2,1	18,8	77,1	baja	6,3	0,0	93,8	baja
Loma Grande	1,4	2,9	95,7	baja	12,9	61,4	25,7	media	52,9	18,6	27,1	media	5,7	11,4	82,9	baja	7,1	11,4	81,4	baja
Mbocayaty	0,0	11,5	88,5	baja	17,9	73,1	9,0	media	87,2	7,7	5,1	alta	5,1	25,6	69,2	baja	3,8	5,1	91,0	baja
Nueva Colombia	0,0	2,5	97,5	baja	17,5	47,5	35,0	media	52,5	12,5	35,0	media	0,0	7,5	92,5	baja	0,0	2,5	97,5	baja
Piribebuy	7,2	27,0	65,8	media	25,8	62,3	12,0	media	79,7	10,7	8,0	alta	3,9	28,0	67,9	baja	6,2	6,5	68,6	baja
San Bernardino	0,0	5,9	94,1	baja	13,2	50,0	36,8	media	38,2	17,6	42,6	media	2,9	11,8	85,3	baja	4,4	11,8	83,8	baja
Santa Elena	0,0	4,4	95,6	baja	13,8	83,0	3,1	media	93,1	1,3	4,4	alta	1,9	31,4	66,7	baja	1,3	1,9	96,9	baja
San José Obrero	0,0	30,0	70,0	baja	20,0	80,0	0,0	media	100,0	0,0	0,0	alta	0,0	10,0	90,0	baja	10,0	20,0	70,0	media
Tobatí	3,0	7,7	89,4	baja	11,1	77,0	11,9	media	78,3	5,5	11,1	alta	4,3	12,3	82,6	baja	2,1	6,4	91,5	baja
Valenzuela	7,1	32,6	60,3	media	16,6	67,4	16,0	media	67,2	14,8	16,2	alta	7,7	48,6	43,1	media	4,0	4,3	91,7	baja
1° de Marzo	13,2	54,9	31,9	media	64,8	34,1	1,1	alta	97,8	1,1	1,1	alta	1,1	34,1	64,8	baja	44,0	7,7	48,4	media

Tabla 19. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Guairá.

Distrito	Suma de Bases				pH				Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>				M.O				Fósforo			
	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja			Promedio
	-----%	-----%	-----%		-----%	-----%	-----%		-----%	-----%	-----%		-----%	-----%	-----%		-----%	-----%		
Borja	0	6	94	baja	10	49	41	media	48	9	43	media	2	13	85	media	2	2	96	baja
Cnel. Martínez	8	0	92	media	33	33	33	media	58	8	33	media	8	25	67	baja	0	0	100	baja
Colonia Independ.	6	26	68	media	36	57	7	media	89	2	9	alta	6	49	45	media	23	16	61	media
Dr. Botrell	0	0	100	baja	0	0	100	baja	25	0	75	baja	100	0	0	alta	0	25	75	baja
Félix P. Cardozo	5	10	85	baja	10	40	50	baja	20	20	60	baja	25	45	30	media	0	0	100	baja
Gral. Garay	7	32	60	baja	18	46	37	media	54	7	38	media	19	13	66	baja	6	6	88	baja
Itapé	0	8	92	baja	0	100	0	media	58	25	17	media	0	33	58	media	8	0	92	baja
Iturbe	0	9	91	baja	6	33	61	media	24	12	64	baja	15	21	64	media	0	6	94	baja
José Fassardi	100	0	0	alta	0	100	0	media	67	33	0	alta	33	33	33	alta	0	0	100	baja
Mauricio J. Troche	0	0	100	baja	2	95	2	media	98	1	1	alta	0	50	50	baja	0	0	100	baja
Mbocayaty	11	6	83	baja	14	66	20	media	49	31	20	media	9	11	80	baja	0	6	94	baja
Natalicio Talavera	0	4	96	baja	34	52	14	media	72	10	18	alta	0	14	86	baja	2	22	76	baja
Ñumí	6	0	94	baja	3	29	68	baja	19	39	42	baja	16	13	71	baja	0	6	94	baja
Paso Yobai	4	15	81	baja	31	63	6	media	80	12	6	alta	9	23	68	baja	2	10	88	baja
San Salvador	9	9	81	baja	9	35	56	baja	40	21	37	media	12	30	58	baja	7	5	88	baja
Villarrica	13	21	65	media	9	69	22	media	54	16	28	media	12	47	41	media	5	3	92	baja
Tebicuary	0	3	97	baja	3	12	86	baja	13	9	78	baja	39	45	16	media	1	1	97	baja
Yatayty	0	0	100	baja	0	40	60	baja	40	20	40	media	0	20	70	baja	0	20	80	baja

Tabla 20. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Caaguazú.

Distrito	Suma de Bases				pH				Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>				M.O				Fósforo			
	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio
	-----%	-----%	-----%		-----%	-----%	-----%		-----%	-----%	-----%		-----%	-----%	-----%		-----%	-----%	-----%	
Caaguazú	3,4	13,4	83,2	baja	25,0	68,4	6,6	media	87,6	6,6	5,7	alta	5,1	29,1	65,8	baja	9,4	6,2	72,4	baja
Carayao	11,3	32,7	56,0	media	40,0	45,3	14,7	media	77,3	8,0	14,0	alta	14,7	32,0	53,3	media	10,7	16,7	72,7	baja
Cecilio Báez	11,8	23,5	64,7	media	41,2	52,9	5,9	media	94,1	0,0	5,9	alta	5,9	17,6	76,5	baja	5,9	5,9	88,2	baja
Cnel. Oviedo	7,1	20,4	72,6	baja	35,2	58,8	6,0	media	90,0	3,5	5,9	alta	5,9	43,0	51,0	media	9,1	6,4	84,5	baja
José D. Ocampos	0,0	57,9	42,1	media	10,5	73,7	15,8	media	73,7	15,8	10,5	alta	10,5	47,4	42,1	media	5,3	15,8	78,9	baja
J. E. Estigarribia	7,9	43,7	48,5	media	10,0	68,1	21,8	media	71,6	11,4	15,7	media	10,5	51,5	38,0	media	31,0	33,2	35,8	media
Juan M. Frutos	1,1	8,0	90,9	baja	12,5	50,0	37,5	media	46,6	18,2	35,2	media	3,4	18,2	78,4	media	2,3	6,8	90,9	baja
La Pastora	15,4	30,8	53,8	media	76,9	23,1	0,0	alta	100,0	0,0	0,0	alta	7,7	7,7	84,6	media	7,7	7,7	84,6	baja
Mcal. F. López	12,9	41,9	45,2	media	11,3	77,4	11,3	media	50,0	29,0	21,0	media	41,9	48,4	9,7	media	3,2	21,0	75,8	baja
Nueva Londres	3,1	21,9	75,0	baja	28,1	60,9	10,9	media	68,8	10,9	20,3	media	7,8	31,3	57,8	media	4,7	3,1	92,2	baja
Raúl Oviedo	13,2	32,4	54,4	media	16,2	42,6	41,2	media	45,6	14,7	39,7	media	22,1	47,1	30,9	media	4,4	19,1	76,5	baja
Repatriación	2,2	23,6	74,2	baja	24,9	62,2	12,9	media	69,3	14,2	16,0	media	5,8	29,8	64,4	baja	3,1	8,0	88,9	baja
R. I. 3 Corrales	22,0	25,4	52,5	media	44,1	47,5	8,5	media	86,4	3,4	10,2	alta	30,5	32,2	35,6	media	1,7	20,3	78,0	baja
San Joaquín	0,0	27,3	72,7	baja	27,3	68,2	4,5	media	84,1	6,8	9,1	alta	8,0	12,5	79,5	baja	18,2	23,9	58,0	media
San José de A.	0,0	13,9	86,1	baja	6,9	47,9	45,1	media	41,0	15,3	43,1	media	10,4	32,6	54,9	media	2,1	4,2	93,8	baja
Santa Rosa	6,2	10,8	83,1	baja	64,6	30,8	4,6	alta	90,8	1,5	6,2	alta	4,6	13,8	81,5	baja	1,5	1,5	96,9	baja
Simón Bolívar	2,5	17,5	80,0	baja	35,0	37,5	27,5	media	75,0	5,0	20,0	alta	0,0	50,0	50,0	baja	0,0	2,5	97,5	baja
Vaquería	8,8	57,1	34,1	media	22,0	72,5	5,5	media	81,3	11,0	6,6	alta	14,3	42,9	42,9	media	4,4	22,0	73,6	baja
Yhú	5,5	17,2	77,3	baja	19,5	39,8	40,6	media	50,8	10,2	39,1	media	7,0	18,0	71,9	baja	2,3	17,2	80,5	baja
3de Febrero	0,0	16,7	83,3	baja	30,0	66,7	3,3	media	66,7	10,0	23,3	alta	13,3	13,3	70,0	baja	3,3	3,3	93,3	baja
Tembiapora	44,8	44,0	11,2	media	78,4	18,4	3,2	alta	95,2	2,4	2,4	alta	20,0	63,2	16,0	media	0,0	5,6	94,4	baja
Nueva Toledo	6,4	61,7	31,9	media	0,0	78,7	21,3	media	59,6	8,5	31,9	media	38,3	55,3	6,4	media	8,5	44,7	46,8	media

Tabla 21. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Caazapá.

Distrito	Suma de Bases				pH				Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>				M.O				Fósforo			
	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja			Promedio
	-----%	-----	-----		-----%	-----	-----		-----%	-----	-----		-----%	-----	-----		-----%	-----	-----	
Abai	18,2	25,8	56,1	media	12,1	48,5	39,4	media	47,0	13,6	39,4	media	21,2	39,4	39,4	media	4,5	10,6	84,8	baja
Buena Vista	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Caazapá	2,4	8,9	88,7	baja	12,1	49,2	38,7	media	46,8	12,9	39,5	media	9,7	32,3	58,1	media	2,4	3,2	94,4	baja
Fulgencio Yegros	0,0	8,3	91,7	baja	8,3	33,3	58,3	baja	33,3	8,3	58,3	baja	8,3	41,7	50,0	media	0,0	0,0	100,0	baja
Higinio Morínigo	0,0	35,2	64,8	baja	13,0	51,9	35,2	media	38,9	22,2	38,9	media	18,5	35,2	46,3	media	3,7	7,4	88,9	baja
Maciel	2,6	10,5	86,8	baja	15,8	34,2	50,0	baja	31,6	18,4	50,0	baja	10,5	39,5	47,4	media	0,0	0,0	100,0	baja
Moisés Bertoni	0,0	0,0	100,0	baja	21,6	62,7	15,7	media	74,5	3,9	21,6	alta	0,0	41,2	58,8	baja	0,0	0,0	100,0	baja
San Juan Nepom.	4,0	6,3	89,7	baja	12,6	80,0	7,4	media	84,0	4,0	10,9	alta	5,1	35,4	59,4	media	2,9	3,4	93,7	baja
Tavai	26,8	17,1	56,1	media	7,3	73,2	19,5	media	51,2	9,8	39,0	media	39,0	36,6	24,4	media	0,0	9,8	90,2	baja
Yuty	6,1	19,6	74,3	baja	12,2	26,4	61,5	media	28,4	15,5	56,1	baja	16,2	45,3	38,5	media	1,4	8,8	89,9	baja

---\*sin datos de análisis de suelo

Tabla 22. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Itapúa.

Distrito	Suma de Bases				pH				Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>				M.O			Fósforo				
	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio
	-----%	-----%	-----%		-----%	-----%	-----%		-----%	-----%	-----%		-----%	-----%	-----%		-----%	-----%	-----%	
Alto Verá	71,7	5,0	23,3	alta	0,0	38,3	61,7	baja	28,3	10,0	61,7	baja	75,0	18,3	6,7	alta	0,0	0,0	100,0	baja
Buena Vista	4,3	26,1	69,6	baja	13,0	56,5	30,4	media	56,5	8,7	34,8	media	21,7	43,5	34,8	media	4,3	21,7	73,9	baja
Cambyretá	100,0	0,0	0,0	alta	50,0	50,0	0,0	media	100,0	0,0	0,0	alta	0,0	100,0	0,0	media	0,0	0,0	100,0	baja
Cap. Meza	37,5	37,5	25,0	media	0,0	62,5	37,5	media	50,0	12,0	37,5	media	12,5	62,5	25,0	media	0,0	0,0	100,0	baja
Cap. Miranda	62,7	29,4	7,8	alta	19,6	68,6	11,8	media	86,3	2,0	9,8	alta	58,8	27,5	13,7	alta	7,8	9,8	82,4	baja
Carlos A. López	55,7	34,4	9,8	alta	14,8	60,7	24,6	media	59,0	21,3	19,7	media	57,4	39,3	0,0	alta	11,5	13,1	75,4	baja
Carmen del Paraná	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Cnel. Bogado	4,6	9,9	85,5	baja	6,6	84,2	9,2	media	78,9	9,2	8,6	alta	4,6	20,4	75,0	baja	2,0	0,0	98,0	baja
Encarnación	4,9	65,9	29,3	media	7,3	56,1	36,6	media	24,4	39,0	36,6	media	19,5	36,6	41,5	media	2,4	0,0	97,6	baja
Edelira	38,6	6,8	54,5	media	40,9	56,8	2,3	media	93,2	6,8	0,0	alta	34,1	18,2	45,5	media	2,3	29,5	68,2	baja
Fram	28,6	57,1	14,3	media	14,3	85,7	0,0	media	100,0	0,0	0,0	alta	28,6	57,1	14,3	media	0,0	14,3	85,7	baja
Gral. Artigas	6,7	13,3	80,0	baja	13,3	53,3	33,3	media	33,3	13,3	46,7	baja	20,0	53,3	26,7	media	6,7	0,0	93,3	baja
Gral. Delgado	6,5	25,8	67,7	media	3,2	41,9	54,8	baja	35,5	16,1	48,4	baja	32,3	54,8	12,9	media	0,0	3,2	96,8	baja
Hohenau	14,3	17,1	68,6	media	5,7	45,7	48,6	media	22,9	22,9	54,3	baja	2,9	60,0	37,1	media	11,4	17,1	71,4	baja
Itapúa Poty	13,0	0,0	87,0	media	47,8	52,2	0,0	media	95,7	0,0	4,3	alta	13,0	8,7	78,3	media	0,0	30,4	69,6	baja
Jesús	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
La Paz	42,9	42,9	14,3	media	0,0	71,4	28,6	media	71,4	28,6	0,0	alta	0,0	85,7	14,3	media	0,0	0,0	100,0	baja
Leandro Oviedo	0,0	0,0	100,0	baja	9,1	9,1	81,8	baja	54,5	0,0	45,5	baja	45,5	36,4	18,2	media	0,0	0,0	100,0	baja
Mayor Otaño	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Natalio	53,7	26,8	19,5	media	12,2	73,2	14,6	media	78,0	12,2	9,8	alta	41,5	51,2	7,3	media	0,0	7,3	92,7	baja

---\*sin datos de análisis de suelo

Tabla 22. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Itapúa. (cont.)

Distrito	Suma de Bases				pH				Al <sup>+3</sup> +H <sup>+</sup>				M.O				Fósforo			
	Alta		Media		Alta		Media		Alta		Media		Alta		Media		Alta		Media	
	-----%	-----	Promedio	-----%	-----	Promedio	-----%	-----	Promedio	-----%	-----	Promedio	-----%	-----	Promedio	-----%	-----	Promedio	-----%	-----
Nueva Alborada	0	83	17	media	0	100	0	media	33	67	0	media	0	17	83	baja	0	0	100	baja
Obligado	29	57	14	media	14	71	14	media	57	14	29	media	57	43	0	alta	14	29	57	media
Pirapó	60	12	28	alta	16	81	4	media	89	8	2	alta	65	7	28	alta	6	57	37	media
San Cosme	7	32	61	baja	6	34	60	baja	32	5	63	baja	14	37	48	baja	0	2	98	baja
San Juan del P.	13	88	0	media	0	100	0	media	88	13	0	alta	13	75	13	media	0	0	100	baja
San Pedro del P.	6	7	87	baja	5	50	45	media	44	6	46	baja	24	26	50	media	2	6	91	baja
San Rafael del P.	56	19	26	alta	19	74	7	media	56	33	7	alta	74	15	11	alta	0	4	96	baja
Tomás Romero P.	54	14	32	alta	36	54	10	media	81	7	12	alta	55	18	27	media	2	30	68	baja
Trinidad	0	14	86	baja	0	57	43	media	29	0	71	baja	0	71	29	media	0	0	100	baja
Yatytay	67	0	33	media	0	100	0	media	100	0	0	alta	67	0	33	media	0	67	33	baja

---\*sin datos de análisis de suelo

Tabla 23. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Misiones.

Distrito	Suma de Bases				pH				Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>				M.O			Fósforo				
	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja		Promedio	Alta Media Baja				
	-----%-----				-----%-----				-----%-----				-----%-----			-----%-----				
Ayolas	0,0	12,8	87,2	baja	4,3	29,1	66,7	baja	16,2	18,8	65,0	baja	28,2	35,9	35,9	baja	1,7	4,3	94,0	baja
San Ignacio	1,4	23,6	75,0	baja	8,0	52,8	39,2	media	47,2	16,0	34,4	media	12,7	33,0	52,4	media	2,4	9,4	88,2	baja
San Juan	10,9	14,1	74,9	media	9,9	65,1	25,1	media	59,2	19,2	20,3	media	7,5	29,9	61,3	media	2,7	2,9	94,4	baja
San Miguel	0,0	15,3	84,7	baja	5,6	37,5	56,9	baja	33,3	22,2	43,1	baja	12,5	36,1	48,6	baja	0,0	1,4	98,6	baja
San Patricio	0,0	14,9	85,1	baja	2,1	59,6	38,3	media	25,5	29,8	44,7	media	10,6	63,8	25,5	media	0,0	2,1	97,9	baja
Santa Maria	0,0	6,3	93,7	baja	3,9	90,6	5,5	media	89,8	4,7	5,5	alta	2,4	4,7	92,9	baja	0,8	0,8	98,4	baja
Santa Rosa	2,5	14,8	82,8	baja	10,7	60,7	28,7	media	50,8	19,7	29,5	media	10,7	22,1	67,2	baja	4,1	7,4	88,5	baja
Santiago	0,8	9,0	90,2	baja	12,3	57,4	30,3	media	45,9	18,0	32,8	media	4,1	39,3	54,1	media	0,0	0,8	99,2	baja
Villa Florida	0,0	22,2	77,8	baja	0,0	66,7	33,3	media	55,6	22,2	22,2	media	22,2	44,4	33,3	media	0,0	22,2	77,8	baja
Yabebyry	3,6	3,6	92,9	baja	3,6	67,9	28,6	media	50,0	25,0	25,0	media	7,1	17,9	75,0	baja	0,0	21,4	78,6	baja

Tabla 24. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Paraguari.

Distrito	Suma de Bases				pH				Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>				M.O				Fósforo			
	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja			Promedio
	-----	%-----	-----		-----	%-----	-----		-----	%-----	-----		-----	%-----	-----		%-----	-----		
Acahay	2,4	5,8	91,8	baja	10,4	66,4	23,1	media	63,9	16,8	19,2	alta	2,4	11,8	85,6	baja	3,3	4,3	92,5	baja
Caapucú	1,0	8,7	90,4	baja	8,7	57,7	33,7	media	42,3	16,3	41,3	media	8,7	26,9	61,5	baja	6,7	1,9	91,3	baja
Caballero	2,9	4,3	92,9	baja	22,9	60,0	17,1	media	77,1	4,3	18,6	alta	4,3	14,3	80,0	baja	1,4	2,9	95,7	baja
Carapegua	2,3	5,1	92,5	baja	3,3	70,6	26,2	media	64,5	21,0	11,2	alta	2,8	19,6	77,6	baja	3,7	7,0	89,3	baja
Escobar	11,5	4,6	84,0	baja	14,5	65,6	19,8	media	71,8	10,7	17,6	alta	10,7	14,5	74,8	baja	6,1	9,2	84,7	baja
La Colmena	1,7	5,9	92,4	baja	18,6	66,1	15,3	media	77,1	6,8	16,1	alta	5,9	8,5	85,6	baja	5,9	5,9	88,1	baja
Mbuyapey	0,8	26,0	73,3	baja	11,5	35,1	53,4	media	35,9	13,0	51,1	baja	13,7	35,9	49,6	media	9,2	5,3	85,5	baja
Paraguarí	6,1	12,2	81,6	baja	19,9	62,2	17,9	alta	62,8	19,9	16,8	media	5,6	24,0	69,9	baja	7,1	8,2	84,7	baja
Pirayú	0,5	3,6	95,9	baja	13,3	65,3	21,4	media	61,7	15,8	20,4	media	2,0	6,1	91,3	baja	4,6	5,1	90,3	baja
Quiindy	3,2	6,5	90,3	baja	16,1	52,3	31,6	media	58,7	16,1	25,2	media	3,9	20,0	72,9	baja	3,9	7,1	89,0	baja
Quyquyhó	1,5	6,2	92,3	baja	6,2	70,8	23,1	media	47,7	15,4	36,9	media	4,6	21,5	73,8	baja	1,5	0,0	98,5	baja
San Roque G.	0,0	8,2	91,8	baja	21,3	72,1	6,6	media	72,1	17,2	9,8	alta	2,5	3,3	94,3	baja	1,6	3,3	95,1	baja
Sapucái	20,4	6,3	73,2	media	12,7	78,2	9,2	media	81,7	9,9	8,5	alta	21,8	38,0	39,4	media	7,0	3,5	89,4	baja
Tebicuarymi	3,2	6,5	90,3	baja	16,1	51,6	32,3	media	59,7	9,7	30,6	media	4,8	9,7	85,5	baja	11,3	1,6	87,1	media
Yaguarón	2,7	11,0	86,4	baja	23,6	69,1	7,3	media	83,1	8,6	8,3	alta	4,3	8,3	86,7	baja	10,6	7,3	82,1	baja
Ybycuí	6,2	14,1	79,7	baja	16,9	54,8	28,3	media	65,2	11,4	22,8	media	7,2	30,3	61,7	baja	7,9	3,4	88,6	baja
Ybytími	0,0	0,0	100,0	baja	3,1	78,5	18,5	media	66,2	9,2	23,1	media	3,1	20,0	76,9	baja	0,0	0,0	100,0	baja

Tabla 25. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Alto Paraná.

Distrito	Suma de Bases				pH				Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>				M.O				Fósforo			
	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio
	-----%	-----%	-----%		-----%	-----%	-----%		-----%	-----%	-----%		-----%	-----%	-----%		-----%	-----%	-----%	
Cedrales	48,6	47,1	4,3	media	4,3	82,9	12,9	media	61,4	25,7	12,9	alta	32,9	65,7	1,4	media	1,4	11,4	87,1	baja
Ciudad del Este	0,0	62,5	37,5	media	37,5	37,5	25,0	media	50,0	25,0	25,0	media	75,0	12,5	12,5	alta	0,0	37,5	62,5	baja
D. M. de Irala	100,0	0,0	0,0	alta	25,0	75,0	0,0	media	100,0	0,0	0,0	alta	31,3	62,5	6,3	media	0,0	12,5	87,5	baja
Hernandarias	12,9	30,0	57,1	media	7,1	22,9	70,0	baja	31,4	22,9	42,9	baja	68,6	4,3	25,7	alta	4,3	15,7	80,0	baja
Iruna	80,0	20,0	0,0	alta	0,0	80,0	20,0	media	80,0	0,0	20,0	alta	60,0	20,0	20,0	media	0,0	0,0	100,0	baja
Itakyry	4,3	18,7	77,0	baja	15,8	61,9	22,3	media	62,6	15,1	18,7	media	5,8	59,7	32,4	media	5,0	12,2	82,7	baja
Juan E. Oleary	4,8	38,1	57,1	media	14,3	57,1	28,6	media	42,9	23,8	33,3	media	14,3	47,6	38,1	media	9,5	9,5	81,0	baja
Juan L. Mallorquín	0,0	57,1	42,9	baja	0,0	71,4	28,6	media	42,9	28,6	28,6	media	28,6	57,1	14,3	alta	0,0	0,0	100,0	baja
Mbaracayú	54,1	38,3	7,5	alta	13,5	75,9	10,5	media	65,4	18,0	16,5	media	81,2	11,3	7,5	alta	3,0	22,6	74,4	baja
Mínga Guazú	15,4	53,8	30,8	media	23,1	56,4	20,5	media	46,2	17,9	33,3	baja	25,6	35,9	38,5	media	0,0	10,3	89,7	baja
Mínga Porá	62,8	25,6	11,6	alta	37,2	41,9	20,9	media	65,1	14,0	18,6	media	93,0	7,0	0,0	alta	0,0	18,6	81,4	baja
Naranjal	58,7	37,3	4,0	alta	17,3	73,3	9,3	media	78,0	16,7	5,3	alta	52,7	44,0	2,7	alta	4,0	38,7	57,3	baja
Ñacunday	8,3	83,3	8,3	media	0,0	75,0	25,0	media	66,7	0,0	33,3	media	83,3	16,7	0,0	alta	0,0	16,7	83,3	baja
Pte. Franco	50,0	0,0	50,0	alta	50,0	50,0	0,0	alta	100,0	0,0	0,0	alta	50,0	0,0	50,0	media	50,0	0,0	50,0	baja
San Alberto	60,6	24,2	15,2	alta	24,2	71,2	4,5	media	72,7	12,1	13,6	media	63,6	24,2	12,1	alta	1,5	28,8	69,7	baja
San Cristóbal	21,7	45,7	32,6	media	17,4	71,7	10,9	media	78,3	13,0	6,5	alta	19,6	60,9	19,6	media	2,2	19,6	78,3	baja
Santa Rita	45,5	4,5	50,0	media	0,0	77,3	22,7	media	63,6	9,1	27,3	media	50,0	18,2	31,8	media	4,5	9,1	86,4	baja
Santa Rosa	21,1	52,6	26,3	media	5,3	78,9	15,8	media	57,9	31,6	10,5	media	52,6	47,4	0,0	alta	10,5	5,3	84,2	baja
Santa Fé	33,3	66,7	0,0	alta	0,0	66,7	33,3	media	33,3	50,0	16,7	media	50,0	50,0	0,0	alta	0,0	33,3	66,7	baja
Raúl Peña	57,1	28,6	14,3	alta	14,3	71,4	14,3	media	57,1	28,6	14,3	media	28,6	71,4	0,0	media	0,0	14,3	85,7	baja
Yguazú	42,2	54,4	3,4	media	27,5	66,7	5,9	media	89,7	5,4	4,9	alta	53,9	41,7	4,4	media	5,9	48,5	45,6	media

Tabla 26. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento Central.

Distrito	Suma de Bases				pH				Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>				M.O				Fósforo			
	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja			Promedio
	-----%	-----%	-----%		-----%	-----%	-----%		-----%	-----%	-----%		-----%	-----%	-----%		-----%			
Aregua	6,4	15,6	78,0	baja	46,8	44,0	9,2	media	80,1	10,6	9,2	alta	2,8	9,9	85,8	baja	46,8	12,1	41,1	media
Capiatá	15,2	13,6	71,2	media	57,6	37,9	4,5	alta	89,4	3,0	7,6	alta	16,7	10,6	69,7	media	47,0	18,2	34,8	alta
Fdo. de la Mora	5,9	47,1	47,1	media	58,8	41,2	0,0	alta	88,2	11,8	0,0	alta	23,5	23,5	52,9	media	64,7	17,6	17,6	alta
Guarambaré	0,9	18,8	80,4	baja	22,3	65,2	12,5	media	90,2	3,6	6,3	alta	0,0	35,7	64,3	baja	34,8	17,0	48,2	alta
Itá	2,7	11,6	85,7	baja	28,1	62,1	9,9	media	86,2	4,9	8,9	alta	4,2	20,9	73,9	baja	20,0	6,9	73,2	media
Itaugua	0,8	12,2	87,0	baja	33,6	58,0	8,4	media	91,6	3,4	4,6	alta	1,5	30,9	67,6	baja	30,2	13,0	56,9	alta
J. A. Saldivar	13,7	15,7	70,6	media	60,8	34,3	4,9	alta	90,2	5,9	3,9	alta	16,7	18,6	64,7	media	57,8	11,8	30,4	alta
Lambaré	0,0	11,6	88,4	baja	60,5	34,9	4,7	alta	95,3	0,0	4,7	alta	2,3	7,0	90,7	baja	48,8	27,9	23,3	alta
Limpio	14,5	34,2	51,3	media	11,8	44,7	43,4	media	47,4	17,1	35,5	media	26,3	19,7	51,3	media	9,2	11,8	78,9	baja
Luque	4,7	16,4	78,9	baja	31,3	58,6	10,2	media	75,0	12,5	12,5	alta	7,0	14,1	78,9	baja	23,4	14,1	62,5	media
M. R. Alonso	7,4	37,0	55,6	media	33,3	55,6	11,1	media	77,8	3,7	18,5	alta	3,7	22,2	70,4	baja	22,2	18,5	59,3	media
Nueva Italia	2,0	11,1	87,0	baja	29,7	62,5	7,8	alta	84,8	7,8	7,2	alta	2,2	16,5	81,1	baja	25,8	6,7	67,5	media
Ñemby	10,0	5,0	85,0	baja	75,0	15,0	10,0	alta	80,0	0,0	20,0	alta	5,0	5,0	90,0	baja	30,0	5,0	65,0	media
San Antonio	0,0	20,0	80,0	baja	60,0	20,0	20,0	media	80,0	0,0	20,0	alta	0,0	0,0	100,0	baja	60,0	0,0	40,0	alta
San Lorenzo	18,1	24,3	57,6	media	52,1	41,7	6,3	alta	86,1	6,9	6,9	alta	22,2	12,5	61,8	media	50,0	13,2	36,8	alta
Villa Elisa	5,6	11,1	83,3	baja	27,8	44,4	27,8	media	66,7	16,7	16,7	media	5,6	33,3	61,1	baja	55,6	16,7	27,8	alta
Villeta	12,9	19,3	67,8	media	23,8	51,4	24,8	media	62,7	14,8	22,5	media	13,8	29,6	55,0	media	24,4	15,1	60,5	media
Ypacaraí	12,9	13,9	73,3	media	33,7	45,5	20,8	media	67,3	15,8	14,9	alta	10,9	25,7	63,4	baja	22,8	19,8	57,4	media
Ypané	2,9	16,2	80,9	baja	33,8	45,6	20,6	media	70,6	7,4	22,1	media	11,8	16,2	72,1	baja	27,9	22,1	50,0	alta

Tabla 27. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Ñeembucú.

Distrito	Suma de Bases				pH				Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>				M.O				Fósforo			
	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja			Promedio	Alta Media Baja			Promedio
	-----%	-----%	-----%		-----%	-----%	-----%		-----%	-----%	-----%		-----%	-----%	-----%		-----%			
Alberdi	42,1	47,4	10,5	media	5,3	57,9	36,8	media	47,4	10,5	42,1	media	63,2	15,8	15,8	alta	5,3	5,3	89,5	baja
Cerrito	0,0	0,0	100,0	baja	33,3	66,7	0,0	media	100,0	0,0	0,0	alta	0,0	33,3	66,7	baja	0,0	33,3	66,7	media
Desmochados	--*	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Gral. Díaz	0,0	33,3	66,7	baja	66,7	33,3	0,0	alta	100,0	0,0	0,0	alta	0,0	83,3	16,7	media	0,0	50,0	50,0	media
Guazú Cua	0,0	0,0	100,0	baja	50,0	50,0	0,0	media	50,0	50,0	0,0	alta	0,0	0,0	100,0	baja	25,0	0,0	75,0	media
Humaitá	0,0	33,3	66,7	baja	44,4	55,6	0,0	media	100,0	0,0	0,0	alta	0,0	55,6	44,4	media	0,0	0,0	100,0	baja
Isla Umbú	0,0	0,0	100,0	baja	33,3	33,3	33,3	media	66,7	0,0	33,3	media	0,0	0,0	100,0	baja	33,3	33,3	33,3	media
Laureles	0,0	11,8	88,2	baja	0,0	70,6	29,4	media	17,6	52,9	29,4	media	5,9	0,0	94,1	baja	0,0	5,9	94,1	baja
Mayor Martínez	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Paso de Patria	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
Pilar	45,3	19,8	34,9	media	57,5	34,0	8,5	alta	84,9	6,6	7,5	alta	6,6	46,2	46,2	media	30,2	9,4	60,4	media
San Juan de Ñ.	23,3	16,7	60,0	media	16,7	73,3	10,0	media	63,3	20,0	16,7	media	23,3	30,0	46,7	media	6,7	10,0	83,3	baja
Tacuaras	16,7	25,0	58,3	media	8,3	50,0	41,7	media	50,0	25,0	25,0	media	25,0	16,7	58,3	media	16,7	16,7	66,7	media
Villa Franca	71,4	28,6	0,0	alta	14,3	71,4	14,3	media	57,1	28,6	14,3	media	42,9	14,3	42,9	alta	0,0	0,0	100,0	baja
Villa Oliva	56,5	38,7	4,8	alta	17,7	64,5	17,7	media	62,9	16,1	19,4	alta	48,4	35,5	16,1	alta	6,5	12,9	80,6	baja
Villalbín	0,0	25,0	75,0	baja	0,0	75,0	25,0	media	0,0	75,0	25,0	media	0,0	0,0	100,0	baja	0,0	0,0	100,0	baja

---\*sin datos de análisis de suelo

Tabla 28. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Canindeyú.

Distrito	Suma de Bases				pH				Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>				M.O				Fósforo			
	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio
Bella Vista Norte	0,0	7,8	92,2	baja	14,6	46,6	38,8	media	38,8	16,5	44,7	baja	3,9	10,7	84,5	baja	4,9	5,8	89,3	baja
Cap. Bado	10,9	12,4	76,6	media	37,2	43,8	19,0	media	65,0	10,2	24,8	media	22,6	13,1	63,5	media	2,2	2,2	95,6	baja
Pedro J. Caballero	14,1	17,1	68,8	media	25,3	53,6	21,1	media	56,6	8,6	34,5	media	15,8	31,6	51,6	media	2,6	7,6	89,8	baja

Tabla 29. Clasificación de algunos parámetros químicos del nivel de fertilidad del suelo del Departamento de Canindeyú.

Distrito	Suma de Bases				pH				Al <sup>3+</sup> +H <sup>+</sup>				M.O				Fósforo			
	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio	Alta	Media	Baja	Promedio
Corpus Christi	19,8	44,2	36,0	media	24,4	52,3	23,3	media	61,6	14,0	24,4	media	47,7	24,4	24,4	media	11,6	29,1	59,3	media
Curuguay	5,9	31,4	62,8	media	33,0	50,8	16,3	media	69,8	15,6	14,2	alta	16,5	31,4	49,7	media	5,6	17,4	77,0	baja
F. Caballero A.	68,4	21,1	10,5	alta	36,8	52,6	10,5	media	89,5	0,0	10,5	alta	84,2	15,8	0,0	alta	0,0	63,2	36,8	media
Igatimi	0,0	25,2	74,8	baja	46,6	45,0	8,4	media	77,9	7,6	13,7	alta	2,3	27,5	70,2	baja	1,5	2,3	96,2	baja
Itanará	4,8	43,5	51,6	media	53,2	41,9	4,8	media	56,5	19,4	21,0	media	16,1	53,2	30,6	media	0,0	1,6	98,4	baja
Katueté	54,7	42,2	3,1	alta	43,8	45,3	10,9	media	79,7	9,4	7,8	alta	67,2	25,0	7,8	alta	4,7	10,9	84,4	baja
La Paloma	11,9	19,0	69,0	baja	7,1	71,4	21,4	media	59,5	14,3	26,2	media	23,8	50,0	26,2	media	4,8	11,9	83,3	baja
Salto del Guairá	7,7	23,1	69,2	media	15,4	23,1	61,5	baja	38,5	0,0	61,5	baja	7,7	15,4	76,9	baja	0,0	0,0	100,0	baja
Nueva Esperanza	32,1	54,5	13,4	media	9,8	38,4	51,8	media	37,5	32,1	30,4	media	84,8	11,2	3,6	alta	1,3	14,3	84,4	baja
Yasy Kañy	2,4	28,6	69,0	baja	38,1	40,5	21,4	media	61,9	2,4	33,3	media	0,0	19,0	73,8	baja	2,4	11,9	85,7	baja
Yvyrarovana	36,4	18,2	45,5	media	40,9	59,1	0,0	media	90,9	9,1	0,0	alta	9,1	36,4	54,5	media	0,0	18,2	81,8	baja
Yvypytã	0,0	0,0	100,0	baja	0,0	0,0	100,0	baja	0,0	0,0	100,0	baja	25,0	25,0	50,0	media	0,0	25,0	75,0	baja
Ypejhú	0,0	33,3	66,7	baja	25,0	58,3	16,7	media	83,3	0,0	8,3	alta	0,0	0,0	100,0	baja	0,0	0,0	100,0	baja

**A 2.** Mapa de clasificación de la fertilidad de los distritos de la Región Oriental del Paraguay.

