

346053

446053

546053

646053

746053

846053

REPUBLICA DE PANAMA



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA DE PANAMÁ



Mapa de fertilidad basado en análisis de muestras de suelos  
Aluminio (Al)

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA DE PANAMÁ



*Mar Caribe*

# ZONIFICACION DE SUELOS DE PANAMA POR NIVELES DE NUTRIENTES

Leyenda

Niveles críticos

-  Bajo
-  Medio
-  Alto
-  Muy Alto

Escala 1:2,000,000

Proyecto de determinación de la viabilidad del agronegocio en las principales cuencas hidrográficas de Panamá.

*Océano Pacífico*

Elaborado en base a 19,193 muestras de suelos provenientes del Laboratorio de Suelos del IDIAP. Se agradece el apoyo del Centro Internacional de la Papa y la Contraloría General de la República.

PANAMA, 2006

346053

446053

546053

646053

746053

846053

1060887

960887

860887

760887

1060887

960887

860887

760887

# *Junta Directiva*

Licdo. Guillermo Salazar  
Ministro de Desarrollo Agropecuario  
*Presidente*

Ing. Belisario Castillo  
Gerente General del Banco  
de Desarrollo Agropecuario  
*Miembro*

Dr. Juan Miguel Osorio  
Decano de la Facultad de  
Ciencias Agropecuarias  
*Miembro*

Dr. Reynaldo Pérez-Guardia  
*Director General*  
*Secretario*

## *Cuerpo Directivo*

Dr. Reynaldo Pérez-Guardia  
*Director General*

Ing. Benjamín Name  
*Subdirector General*

Dr. Jorge Aued  
*Secretario General*

Dr. Julio Santamaría G.  
*Director Nacional de*  
*Centros de Investigación*

Ing. Carmen Y. Bieberach  
*Directora Nacional de*  
*Investigación Agrícola*

Dr. Manuel De Gracia  
*Director Nacional de*  
*Investigación Pecuaria*

Ing. Franklin Becerra B.  
*Director Nacional de*  
*Planificación y Socioeconomía*

Ing. José A. Aguilar  
*Director Nacional de*  
*Productos y Servicios*

Licda. Berta D. Pérez  
*Directora Nacional de*  
*Administración y Finanzas*

Ing. Ezequiel Gaitán  
*Director del CIA-Central*

Ing. Jhonhas A. Guevara  
*Director del CIA-Oriental*

Dr. Melvin Espino  
*Director del CIA-Azuero*

Ing. Pío Tuñón  
*Director del CIA-Recursos Genéticos*

Ing. Andrés Acosta  
*Director del CIA-Trópico Húmedo*

Ing. Ladislao Guerra  
*Director del CIA Occidental*

# *Mensaje del Director*

El suelo constituye un recurso vital para la existencia y es indispensable para el bienestar de la humanidad, por lo que representa un patrimonio natural valioso de cada país. Hoy en día diversos países están utilizando los grandes avances logrados a la fecha en la informática y las tecnologías de sistemas de información geográfica, para producir mapas derivados de temas relacionados al suelo, con los que fundamentan sus planes de ordenamiento de su territorio y de esa manera aumentan su capacidad competitiva, combaten mejor el hambre y la pobreza, y canalizan más adecuadamente los proyectos de obras públicas a las zonas donde residen los asentamientos humanos que los requieren. Con esto se busca mejorar las capacidades de gestión de los programas y proyectos de investigación y desarrollo, principalmente en los aspectos de planificación tomando en consideración los escenarios futuros, el ordenamiento territorial para identificar las áreas de actuación más convenientes y la determinación de la vulnerabilidad de los sistemas de producción agropecuaria a cambios en el suelo y otras variables del entorno.

En los últimos años, Panamá ha empezado a incursionar en este campo, poniendo cada día más énfasis en el uso de este tipo de herramientas que han resultado efectivas para acercarse a las soluciones de los problemas asociados a la producción de alimentos y el desarrollo rural. Sin embargo, hasta hace poco, las aplicaciones se habían dirigido fundamentalmente a relacionar productos del uso de tierras con objetivos de desarrollo tales como las necesidades de capital y la capacidad de soporte de incrementos de la población, tomando en consideración limitaciones de erosión y riesgos de degradación de las tierras. A partir de septiembre de 2004, y por primera vez en la historia de nuestro país, el Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP), utilizando diversas capacidades desarrolla mapas que relacionan productos del uso de tierras con otros objetivos, entre los que sobresalen los asociados al desarrollo rural y la producción de alimentos, tomando en consideración las limitaciones de fertilidad de nuestros suelos. Muy buenos resultados se han conseguido a la fecha y son el motivo de la presente publicación.

Los mapas de fertilidad de suelos a nivel nacional que se presentan en este documento proporcionan una noción de la calidad química y física de los suelos existentes en nuestro país, indicando de una manera gráfica su distribución espacial en todo el territorio nacional. Para la elaboración de estos mapas se utilizó la base de datos del "Laboratorio de Suelos del IDIAP", que contiene más de 100,000 muestras de suelo analizadas de todo el país. De este total sólo se

tomaron las 19,163 que fueron analizadas entre 1986 y 2004, y cuya información sobre la localización de la parcela permitió su georeferenciación. Estos novedosos mapas se elaboraron como parte de las actividades de investigación del Proyecto "Determinación de la Viabilidad del Agronegocio en Cuencas Hidrográficas de Panamá". Esta iniciativa contó con la colaboración del Centro Internacional de la Papa y de la Dirección Nacional de Estadística y Censo de la Contraloría General de la República.

Tomando en cuenta la importancia que tiene la distribución espacial de los nutrientes en nuestros suelos, se espera que éstos mapas constituyan una fuente de información clave para la toma de decisiones técnicas y el establecimiento de políticas sobre el mejor aprovechamiento de nuestra tierra y su reordenamiento en función del desarrollo nacional. De esta manera el IDIAP contribuye a cumplir uno de los objetivos del Plan de Gobierno relacionado con la zonificación agro ecológica como factor impulsor del crecimiento económico inclusivo, orientado al mejoramiento de la calidad de vida de toda la población, haciendo un uso racional de los recursos naturales. El presente documento se enmarca en esa visión institucional y gubernamental.



**Dr. Reynaldo Pérez Guardia**  
Director General del IDIAP

## ZONIFICACIÓN DE LOS SUELOS DE PANAMÁ BASADA EN RESULTADOS DE ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO

El Plan de Gobierno del Presidente Martín Torrijos Espino contempla la zonificación agroecológica de Panamá. Esto conlleva, no sólo, ubicar los cultivos en función al uso apropiado de cada suelo, clima y factores de producción adecuados, sino también, de acuerdo a las condiciones socioeconómicas y costumbres de la población.

El presente grupo de mapas constituye una zonificación de los suelos de Panamá, basada en análisis físicos y químicos de las muestras de suelos recibidas en el Laboratorio de Suelos del IDIAP, principalmente entre los años 1975 hasta 2005.

Surge de la base de datos existente creada por el IDIAP, que contiene el resultado de los análisis de más de 100,000 muestras de suelos de todo el país. A cada una de estas muestras se le realizaron a su vez alrededor de 13 análisis diferentes para determinar sus componentes.

En la elaboración de los mapas se utilizaron niveles críticos de suelos definidos en el Laboratorio de Suelos del IDIAP mediante experimentos realizados en suelos de todo el país (Ver cuadro). La solución extractora utilizada fue la de Mehlich 1 compuesta por H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.025N y HCl 0.05 N. Estos niveles indican la probabilidad matemática de obtener respuesta de los cultivos tras la aplicación de un nutrimento. Cuando los niveles son bajos la probabilidad de respuesta a la aplicación de fertilizantes es alta y, cuando el análisis indica que el contenido es alto la probabilidad de respuesta es baja.

Del total de la base de datos, 19,193 muestras, fueron georeferenciadas a nivel de 1,767 centros poblados de todo el país, tomando como criterio la cercanía de los sitios muestreados a un poblado específico (Ver mapa)

Hasta la fecha en Panamá no se contaba con mapas de fertilidad de suelos digitalizados y georeferenciados y con una información detallada proveniente de los diferentes sitios poblados de todo el país. Anteriormente esta información se tenía en base de datos no georeferenciada y poco actualizada.

El objetivo de realizar el presente trabajo fue elaborar mapas de fertilidad de suelos de la República de Panamá, en base a los análisis de suelos realizados por el Laboratorio de Suelos del IDIAP.

Se generaron 15 mapas digitales; 12 conteniendo resultados de análisis de variables químicas del suelo (pH, Saturación de Aluminio, Fósforo, Potasio, Calcio, Magnesio, Aluminio, Materia Orgánica, Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc) y 1 de características físicas (Textura). Utilizando los contenidos de las bases (Ca, Mg y K) y de los microelementos (Cu, Fe, Mn y Zn) se elaboraron dos mapas adicionales para agrupar zonas por niveles de fertilidad en base a los contenidos de estos elementos.

Cuadro . Niveles Críticos Utilizados por el Laboratorio de Suelos del IDIAP

Elemento	Valores	Interpretación	Elemento	Valores	Interpretación
<b>P</b>	0 – 18	Bajo	<b>Fe</b>	0 - 25.0	Bajo
	19 –54	Medio		25.1 – 75.0	Medio
	55 +	Alto		0 – 14.0	Alto
<b>K</b>	0 – 44	Bajo	<b>Mn</b>	0 – 14.0	Bajo
	45 –150	Medio		14.1 – 49.0	Medio
	151 +	Alto		49.1 +	Alto
<b>Ca</b>	0 – 2.0	Bajo	<b>Zn</b>	0 – 4.0	Bajo
	2.1 - 5.0	Medio		4.1 – 14.0	Medio
	5.1 +	Alto		14.1 +	Alto
<b>Mg</b>	0 – 0.6	Bajo	<b>pH</b>	4.0 – 5.1	Muy ácido
	0.7 - 1.5	Medio		5.2 - 5.9	Acido
	1.6 +	Alto		6.0 – 6.9	Poco acido
<b>Al</b>	0 - 0.05	Bajo		7.0	Neutro
	0.06 - 1.0	Medio	7.1 +	Alcalino	
	1.0 - 3.0	Alto	<b>M.O</b>	0 – 2.0	Bajo
<b>Cu</b>	0 - .2.0	Bajo		2.1 – 6.0	Medio
	2.1 - 6.0	Medio		6.1 +	Alto
	6.1 +	Alto			

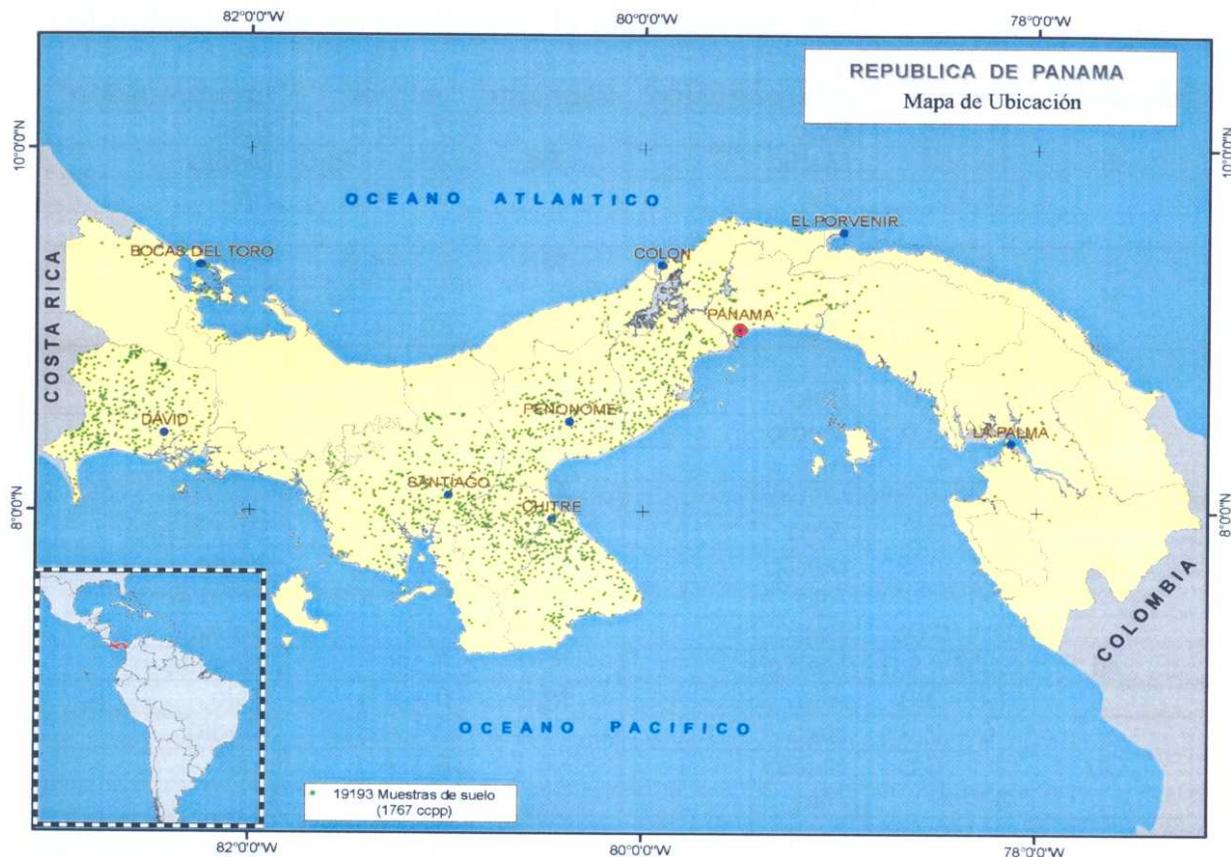
La clasificación de la leyenda para cada mapa está basada en los niveles críticos utilizados por el Laboratorio de Suelos del IDIAP para interpretar los resultados obtenidos en los análisis de suelos. (Cuadro).

Estos quince mapas se convierten en una herramienta de visualización gráfica muy útil para la toma de decisiones y la planificación a nivel regional de políticas agropecuarias. Asimismo, se puede zonificar el riesgo de la producción agropecuaria a una escala operativa a nivel nacional, regional y local.

Del mapa de pH se puede deducir que los suelos de Panamá son predominantemente ácidos y se encuentran en las zonas con mayor volumen histórico de precipitación (3,500 mm o más). Los suelos muy ácidos cubren la mayor proporción de la superficie Panameña, siguiéndoles los ácidos, los levemente ácidos y los poco ácidos.

La disponibilidad de nutrientes en el suelo está en función del pH. A niveles de pH ácidos existe una mayor disponibilidad de Aluminio, Cobre, Hierro, Manganeso y Zinc, sucediendo lo contrario con el Fósforo, Calcio, Magnesio y Potasio.

Es interesante notar la exacta correlación que se presenta entre los mapas de pH y de saturación de aluminio. Las zonas donde encontramos pH muy ácido se corresponden con aquellas que presentan alta



**Mapa de Ubicación de los Sitios Poblados Georeferenciados de Panamá**

saturación de aluminio. Se puede determinar que las áreas de menor fertilidad, por su bajo contenido de calcio y magnesio, y alto contenido de aluminio son las de la comarca Gnohe Buglé y parte de las Provincias de Chiriquí y Veraguas. Sin embargo, es bueno señalar que el IDIAP tiene tecnología para aprovechar estos suelos marginales de baja fertilidad y transformarlos en suelos agrícolas con producción sostenible.

En la parte central de Panamá, se tiene una gran presencia de óxidos de Hierro y Aluminio en el suelo, los cuales también son altamente fijadores del Fósforo. El mapa de niveles de aluminio en el suelo refleja muy bien esta realidad. Corresponde a la mismas zonas mencionadas anteriormente donde encontramos características comunes como: elevada precipitación (> de 3,500 mm/año) alta saturación de aluminio, pH muy ácido, bajo contenido de calcio, magnesio y fósforo disponible en el suelo. Alto contenido de hierro y manganeso.

En los suelos de Panamá, el tipo de arcilla predominante es la Caolinita, la misma que tiene una alta capacidad de fijación del fósforo, por lo cual el nivel predominante de este elemento es bajo (0 - 18 mg/kg

suelo) y en menor proporción los niveles medios (18 - 54 mg/kg suelo). En el mapa de fósforo se puede observar este fenómeno resultado de la intemperización de los suelos. Gran parte de los suelos del país retienen más del 60% del fosfato que se les aplica con los fertilizantes, por lo que es esencial realizar un buen manejo de este elemento y seguir las recomendaciones técnicas.

Las zonas en donde se tiene una mayor intensidad de uso de la tierra, con cultivos de agro-exportación, son las tierras en las que se ha aplicado dosis altas de fertilización, (v.g. áreas bananeras, áreas de producción de hortalizas) se observa que tienen niveles medios de fósforo.

El Potasio no constituye un factor limitante en los suelos de Panamá, ya que están bien provistos, dominando los niveles medios (44 a 151 mg/kg suelo). Esto se ha visto reflejado igualmente en los ensayos realizados por el IDIAP en suelos a nivel nacional.

A diferencia del magnesio, que se presenta con niveles medios de concentración en todo el país, el calcio es mayoritariamente deficitario y se observa como sus valores aumentan en regiones como el Arco Seco, Tonosí, Chepo, entre otras. Es notable la coincidencia entre las áreas con bajos niveles de calcio y magnesio y los niveles altos de saturación de aluminio, contenido de aluminio y los pHs bajos.

El mapa de materia orgánica refleja, claramente, el estado de deterioro actual en que se encuentran la mayor parte de los suelos del país. Como se aprecia en el mismo, el área de mayor uso agrícola del país (Costa del Pacífico) se encuentra con niveles bajos de materia orgánica, lo que constituye un indicador de producción poco sostenible y malas prácticas agrícolas de manejo del suelo.

En las zonas con menor volumen de precipitación (1000-1300 mm/año), y por efecto de la formación geológica, como en la Costa del Pacífico (Herrera, Los Santos, Coclé) y en algunas áreas de la provincia de Chiriquí y Veraguas, donde se concentra la mayor superficie de producción agropecuaria del país, se tienen suelos con poca acidez, con un nivel bajo de saturación de Aluminio y una menor cantidad de nutrientes lixiviados (Calcio, Magnesio y Potasio).

En la zona del Darién, área geológicamente diferente diferenciada del resto del país, se tienen suelos con mejor fertilidad, sin embargo, se cuenta con poca muestra de suelos, por lo que cualquier recomendación sobre la base de los mapas elaborados, debe tomarse de modo referencial. Se requiere de un muestreo de suelos intensivos a fin de poder obtener una cartografía más representativa de la zona.

El microelemento Zinc es deficitario en más del 90 % del territorio Panameño con niveles bajos (0 - 4 mgkg<sup>-1</sup> suelo). Del mismo modo el Cobre tiene el mismo comportamiento con niveles bajos (0 - 2 mgkg<sup>-1</sup> suelo). Este fenómeno se presenta a pesar de que en el país predominan los suelos con pH ácido que favorece su disponibilidad, de allí el cuidado que se debe tener con la nutrición a base de estos dos micro nutrientes

Los mapas de los nutrientes hierro y manganeso corroboran la información presentada en los mapas de pH y saturación de aluminio. Encontramos en el país vastas zonas donde existen niveles medios de hierro y manganeso, siendo estos dos elementos muy abundantes en los suelos tropicales del país.

Cabe destacar que mediante el encalado (aplicación de carbonato de calcio al suelo), realizado en forma sistemática y de acuerdo a los niveles de aluminio encontrados en el suelo, se puede controlar el contenido excesivo de estos dos elementos.

La textura de los suelos se presenta muy variable en todo el país. Encontramos en la región de las provincias centrales el predominio de suelos del tipo Franco Arcillosos y hacia la región de, Chiriquí - Bocas del Toro los franco arenosos.

Entre los usos de importancia de estos mapas destacamos: la toma de decisiones gubernamentales, como concentrar recursos públicos y privados, planificar el mejor uso de los suelos de acuerdo a sus capacidades y establecer programas y proyectos en áreas de acuerdo a sus condiciones de fertilidad.

En Azuero, utilizando como base el mapa de textura del suelo, se correlacionó el rendimiento del cultivo de maíz en diferentes localidades versus textura del suelo, encontrando que en aquellos sitios donde predominaba la textura arcillosa se presentaba un menor rendimiento del cultivo. Esto sirvió para comprobar la utilidad y a la vez la exactitud de los mapas.

Al igual que, con el mapa de saturación de aluminio, en el cual se evalúa la participación en el complejo coloidal de las bases y la acidez extraíble, se presentan dos mapas adicionales en el cual las bases calcio, magnesio y potasio y los micro elementos (Cu, Fe, Mn y Zn) se agrupan para determinar la fertilidad potencial de los mismos.

El mapa en el cual se separan las localidades con base a contenidos de calcio, magnesio y potasio, nuevamente y de manera coincidente, nos permite resaltar las áreas con mayor potencial productivo. Siendo las zonas del arco seco, Barú, Sur de Veraguas, Bocas del Toro y Darién en donde se concentran la mayor extensión de suelos con mediana a alta fertilidad.

El mapa que agrupa los micro elementos nos permite indicar que se requiere tener muy en cuenta los mismos en cualquier programa de fertilización. Se destaca el área de Bocas del Toro con resultados de análisis de medio a alto.

Entre los trabajos pendientes queda, la georeferenciación de las fincas de las cuales se cuenta con análisis de suelo y resultados experimentales precisos, para contar con mapas mucho más detallados y representativos de las diversas zonas del país. Igualmente el incorporar estos datos a un sistema de información geográfica con datos biofísicos, ambientales y econométricos de la producción que faciliten el diagnóstico y la toma de decisiones buscando alcanzar la competitividad y sostenibilidad del agronegocio.

## *Agradecimiento*

- Se agradece al personal del Laboratorio de Suelos del IDIAP por su visión de futuro, al haber determinado la importancia para el país, de los resultados de los análisis de suelos y a la creación de la base de datos.
- Al personal del “Proyecto de Determinación de la Viabilidad de Agronegocio” por su trabajo en la formación de la base de datos y elaboración de los mapas.
- Al Centro Internacional de la Papa por su continuo apoyo y asesoramiento permanente al IDIAP.
- A la Dirección de Estadística y Censo de la Contraloría General de Panamá de la República de Panamá por haber aportado la georeferenciación de los sitios poblados del país.



## CONTENIDO DE LOS MAPAS DE SUELO

☛ pH

☛ Saturación de Aluminio

☛ Fósforo (P)

☛ Potasio (K)

☛ Calcio (Ca)

☛ Magnesio (Mg)

☛ Aluminio (Al)

☛ Materia Orgánica

☛ Cobre (Cu)

☛ Hierro (Fe)

☛ Manganeso (Mn)

☛ Zinc (Zn)

☛ Textura

☛ Ca, Mg y K

☛ Cu, Fe, Mn y Zn

346324

446324

546324

646324

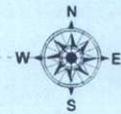
746324

846324

# REPUBLICA DE PANAMA

## Mapa de fertilidad basado en análisis de muestras de suelos pH

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA DE PANAMÁ 



1056021

1056021

956021

956021

856021

856021

756021

756021

*Mar Caribe*

*Golfo de Panamá*

*Océano Pacífico*

Escala: 1:2,000,000  
Kilómetros  
Proyección WGS84 UTM N17

 Proyecto de determinación de la viabilidad del agronegocio en las principales cuencas hidrográficas de Panamá.

**Leyenda**

**Niveles Críticos**

-  Extremadamente Ácido
-  Muy Ácido
-  Ácido
-  Levemente Ácido
-  Poco Ácido
-  Neutro
-  Más Alcalino

Elaborado en base a 19,193 muestras de suelos provenientes del Laboratorio de Suelos del IDIAP. Se agradece el apoyo del Centro Internacional de la Papa y la Contraloría General de la República.

346324

446324

546324

646324

746324

846324

# REPUBLICA DE PANAMA

Mapa de fertilidad basado en análisis de muestras de suelos  
Saturación de Aluminio

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN  
AGROPECUARIA DE PANAMÁ 



1052138  
952138  
852138  
752138

1052138  
952138  
852138  
752138

347030 447030 547030 647030 747030 847030

347030 447030 547030 647030 747030 847030

*Mar Caribe*

*Golfo de Panamá*

*Océano Pacífico*

**Leyenda**  
**Niveles críticos**

	Bajo
	Medio
	Alto

Escala: 1:2.000.000  
0 25 50 Kilómetros  
Proyección WGS84 UTM N17

 Proyecto de determinación de la viabilidad del agronegocio en las principales cuencas hidrográficas de Panamá.

Elaborado en base a 19.193 muestras de suelos provenientes del Laboratorio de Suelos del IDIAP. Se agradece el apoyo del Centro Intenacional de la Papa y la Contraloría General de la República.