

“CARACTERIZACIÓN Y ESTABILIDAD ESTRUCTURAL DE LOS SUELOS EN LA REGION OESTE DEL CANAL DE PANAMA¹”



JOSÉ ISAAC MEJÍA GUTIÉRREZ²,

**CARLOS ÁVILA², GERMÁN DE LA CRUZ², MAURICIO GARCÍA², DIANA MADRID², MANUEL I. PÉREZ³,
JONATAN RODRÍGUEZ⁴, ROLANDO SÁNCHEZ DIEZ**

SANTIAGO, 31 DE MAYO DE 2024.

¹ 501.A.3.13 IDIAP

² Instituto de Innovación Agropecuaria de Panamá (IDIAP): jose.mejia@idiap.gob.pa

³ Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)

⁴ Ministerio de Ambiente (MiAmbiente)

ANTECEDENTES

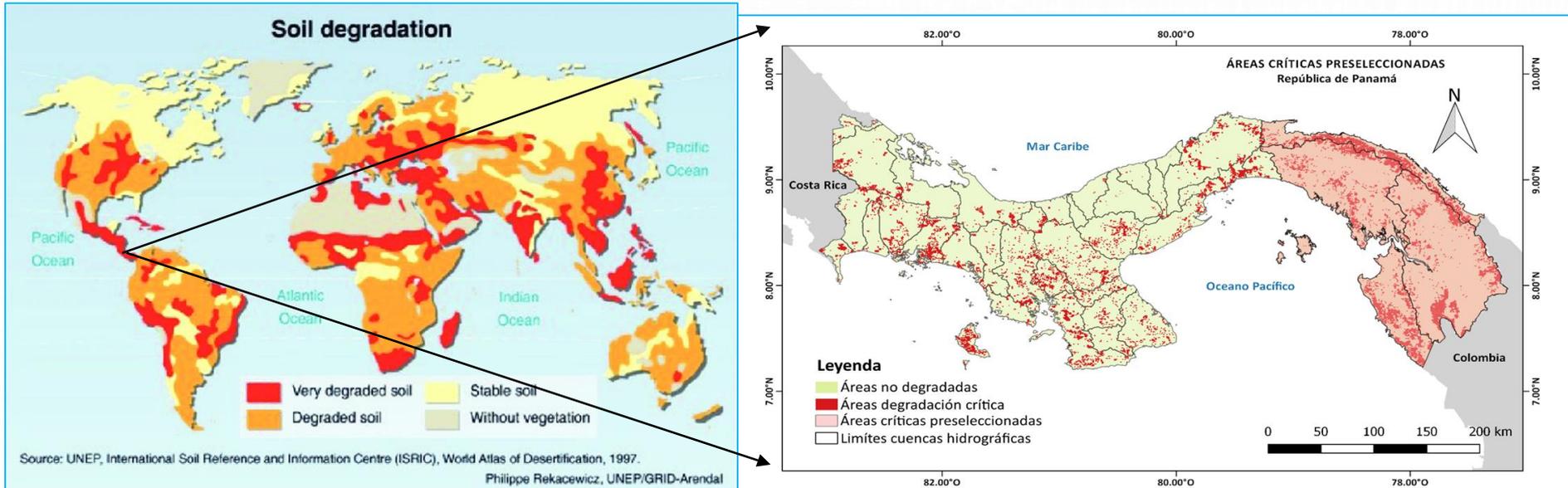
La erosión hídrica es la causa más seria de la degradación de los suelos y esta siendo acelerada por la variabilidad climática y el cambio climático, con un efecto directo en la resistencia del suelo frente a la acción del agua.



ANTECEDENTES

En Panamá la degradación de los suelos esta afectando su productividad y en consecuencia compromete la seguridad hídrica y alimentaria.

Mapa con degradación crítica y áreas preseleccionadas como prioritarias dentro de Panamá.



Fuente: Ministerio de Ambiente, 2018.

OBJETIVO

Conocer la variabilidad en las características pedogenéticas y estabilidad estructural del suelo.



MATERIALES Y METODOS

El estudio se llevó a cabo entre julio de 2020 y diciembre de 2022 en suelos con pasturas, cultivo de piña, bosque secundario y rastrojos en la Subcuenca del Río Caño Quebrado (Región Oeste del Canal de Panamá)

Se excavaron y describieron 12 calicatas para clasificación taxonómica (Soil Survey Manual, 2017).

Se realizó un muestreo sistemático o de rejilla en 40 puntos (Mantovani et al., 2014, SERMANAT 2010)

Se determinaron las características físicas, químicas Índice de Estabilidad Estructural del suelo.

Se calcularon valores promedio, IC al 95%, Análisis de Componentes Principales y Análisis de correlación de Pearson.

Se generaron mapas temáticos mediante el programa QGIS.

MATERIALES Y METODOS



Calicatas de 1.00 m de largo por 1.5 m de anchura y una profundidad variable para clasificación taxonómica.



Muestreo sistemático o de rejilla (10m x 15m), tomando un total de 15 submuestras Zig-Zag para obtener una muestra compuesta a una profundidad de 0-20 cm.

MATERIALES Y METODOS

Metodologías para determinar las características físicas:

Uso del suelo con SIG y validación en campo.

Textura; Método de Bouyoucos (1962),

Color; Método de Determinación del Color con Tablas Munsell (2013),

Densidad Aparente; Método de Anillos (Black et al. 1965 y Forsythe 1980),

Índice de Estabilidad Estructural (Pieri,1995)= $MO\% / (Limo\% + Arena)$, $>9\%$ indica estructura estable, 9-7% bajo riesgo de degradación, 7-5% alto riesgo de degradación, y $\leq 5\%$ suelos estructuralmente degradados.

Metodologías para determinar las Características Químicas:

Materia Orgánica; Método de Walkley-Black (1934),

pH en agua 1:1 (Black et al. 1965 y Villareal J.; Name B. 1996),

Fósforo disponible determinación colorimétrica (Black et al. 1965 y Villareal J.; Name B. 1996),

P, K, Mn, Fe, Zn, y Cu ; Método Extractor Mehlich 1(0.05M HCl + 0.0125 M H₂SO₄) (Black et al. 1965 , Villareal J.; Name B. 1996),

Ca, Mg y Al ; Método Extractor KCL al 1M, (Villareal J.; Name B. 1996),

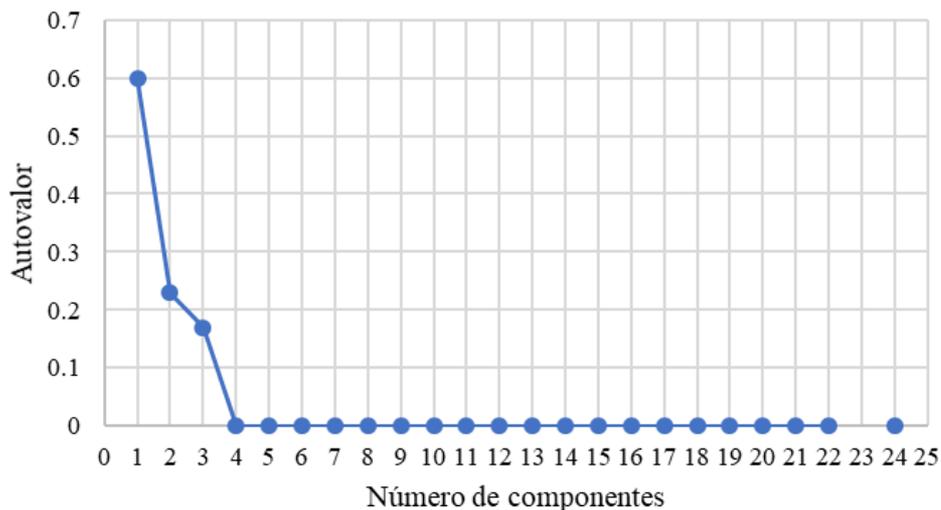
Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva Ca+Mg+K+Al, Saturación de bases CIC/CICE*100 (Chapman 1965, Villareal J.; Name B. 1996).

Saturación de Aluminio; Método de relación Al/CICE; (Villareal J.; Name B. 1996),

RESULTADOS

El análisis CPA seleccionó los componentes 1 y 2 porque la variación total y acumulada fue de 84% según el gráfico de sedimentación (Díaz-Rienzo et al. 2017).

Gráfico de sedimentación

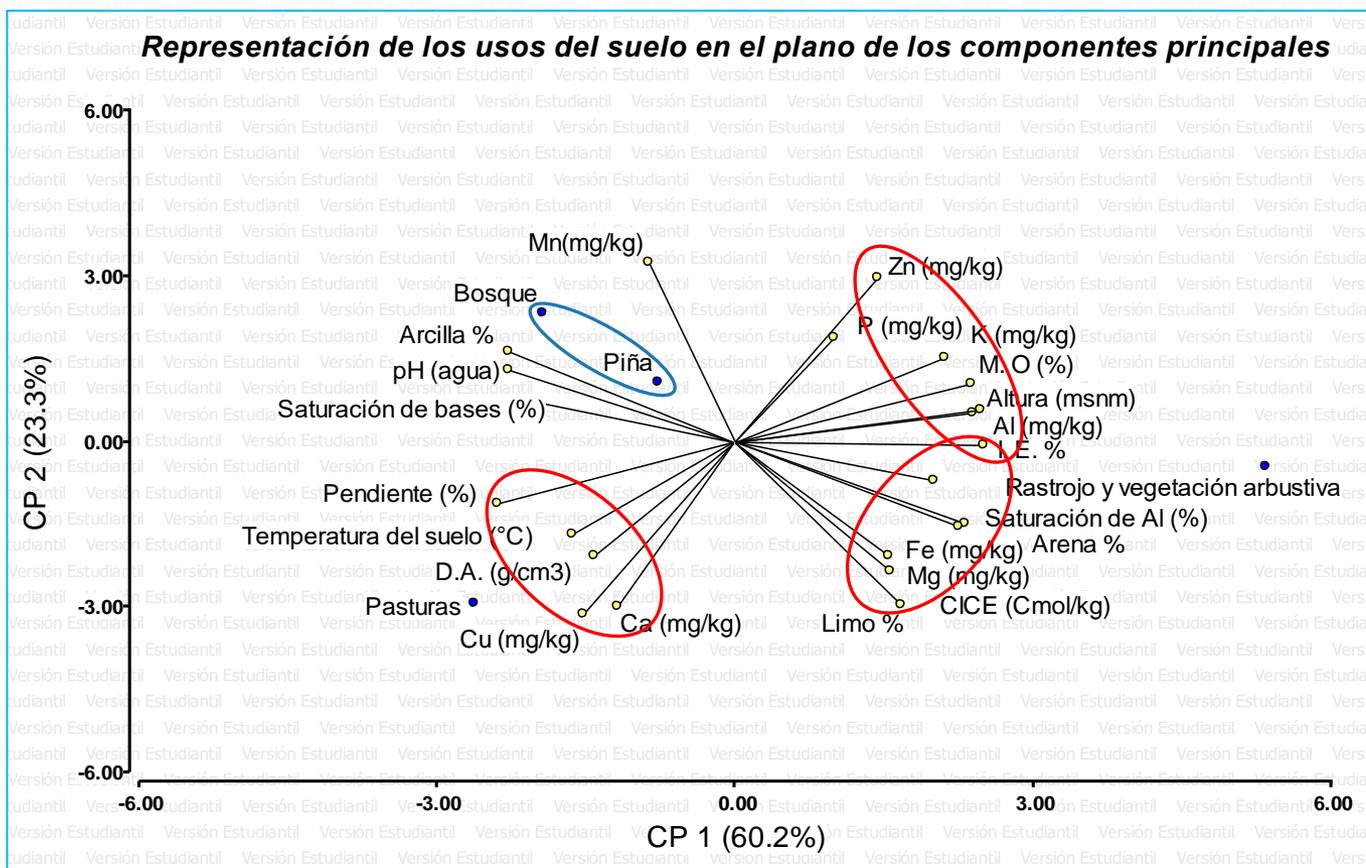


Coordenadas de los Autovectores		
Variables	e CP1	e CP2
I. E. %	0.27	-0.01
Arena %	0.26	-0.16
Limo %	0.18	-0.33
Arcilla %	-0.25	0.18
D.A. (g/cm3)	-0.16	-0.23
Pendiente (%)	-0.26	-0.13
Temperatura del suelo (°C)..	-0.18	-0.19
Altura (msnm)	0.26	0.06
pH (agua)	-0.25	0.14
M. O (%)	0.26	0.12
P (mg/kg)	0.11	0.21
K (mg/kg)	0.23	0.17
Ca (mg/kg)	-0.13	-0.33
Mg (mg/kg)	1.70E-01	-0.23
Al (mg/kg)	0.27	0.06
Mn(mg/kg)	-0.1	0.36
Fe (mg/kg)	0.25	-0.17
Zn (mg/kg)	0.16	0.33
Cu (mg/kg)	-0.17	-0.34
CICE (Cmol/kg)	0.17	-0.26
Saturación de bases (%)	-0.22	0.08
Saturación de Al (%)	0.22	-0.08

Nota: Resaltadas las variables de mayor contribución en cada componente (Correlación cofenética= 0.937)

RESULTADOS

Logramos observar que Rastrojos y Vegetación Arbustiva están caracterizados por las propiedades químicas del suelo y el I.E., sin embargo las pasturas fueron influenciadas por las propiedades físicas del suelo.



RESULTADOS

Tabla resumen de Correlación de Pearson

Variable(1)	Variable(2)	n	Pearson	p-valor
I. E. %	Arena %	40	0.77	<0.0001
I. E. %	Limo %	40	-0.19	0.2528
I. E. %	Arcilla %	40	-0.65	<0.0001
I. E. %	D.A. (g/cm3)	40	-0.39	0.0137
I. E. %	Pendiente (%)	40	-0.2	0.2221
I. E. %	Temperatura del suelo (°C)	40	-0.06	0.7049
I. E. %	Altura (msnm)	40	-0.27	0.0969
I. E. %	pH (agua)	40	0.39	0.0136
I. E. %	M. O (%)	40	0.83	<0.0001
I. E. %	P (mg/kg)	40	0.09	0.5828
I. E. %	K (mg/kg)	40	-0.01	0.9443
I. E. %	Ca (mg/kg)	40	0.18	0.2754
I. E. %	Mg (mg/kg)	40	0.35	0.0262
I. E. %	Al (mg/kg)	40	-0.4	0.0096
I. E. %	Mn(mg/kg)	40	0.17	0.2837
I. E. %	Fe (mg/kg)	40	0.35	0.0272
I. E. %	Zn (mg/kg)	40	0.15	0.3525
I. E. %	Cu (mg/kg)	40	-0.24	0.1308
I. E. %	CICE (Cmol/kg)	40	0.15	0.3603
I. E. %	Saturación de bases (%)	40	0.41	0.0082
I. E. %	Saturación de Al (%)	40	-0.41	0.0082
D.A. (g/cm3)	M. O (%)	40	-0.4	0.01
pH (agua)	Al (mg/kg)	40	-0.41	0.0081
pH (agua)	Saturación de bases (%)	40	0.44	0.005
M. O (%)	Saturación de bases (%)	40	0.53	0.0005

Nota: Resaltadas las variables con correlación significativa en cada componente

RESULTADOS

Tabla resumen medidas descriptivas de las propiedades físicas del suelos.

Uso del suelo	Resumen	I. E. (%)	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	D.A. (g/cm ³)	Pendiente (%)	Temperatura del suelo (°C)	Altura (msnm)
Bosque	Media	4.86	42.77	16.62	40.62	0.92	8.77	26.72	111.6
Bosque	Intervalo de confianza 95%	0.77	4.73	2.64	4.85	0.07	1.63	0.72	23.00
Pasturas	Media	4.61	47.33	18.33	34.67	1.07	10.58	27.48	110.01
Pasturas	Intervalo de confianza 95%	0.84	4.81	2.64	5.40	0.05	3.18	0.57	25.10
Piña	Media	5.63	46.18	17.45	36.36	1.05	8.27	27.44	116.15
Piña	Intervalo de confianza 95%	2.43	7.04	4.27	6.64	0.07	3.34	0.88	25.57
Rastrojo y vegetación arbustiva	Media	8.93	58	19	23	0.92	5.25	26.55	122.07
Rastrojo y vegetación arbustiva	Intervalo de confianza 95%	6.61	12.19	6.69	11.70	0.19	2.69	0.19	69.92

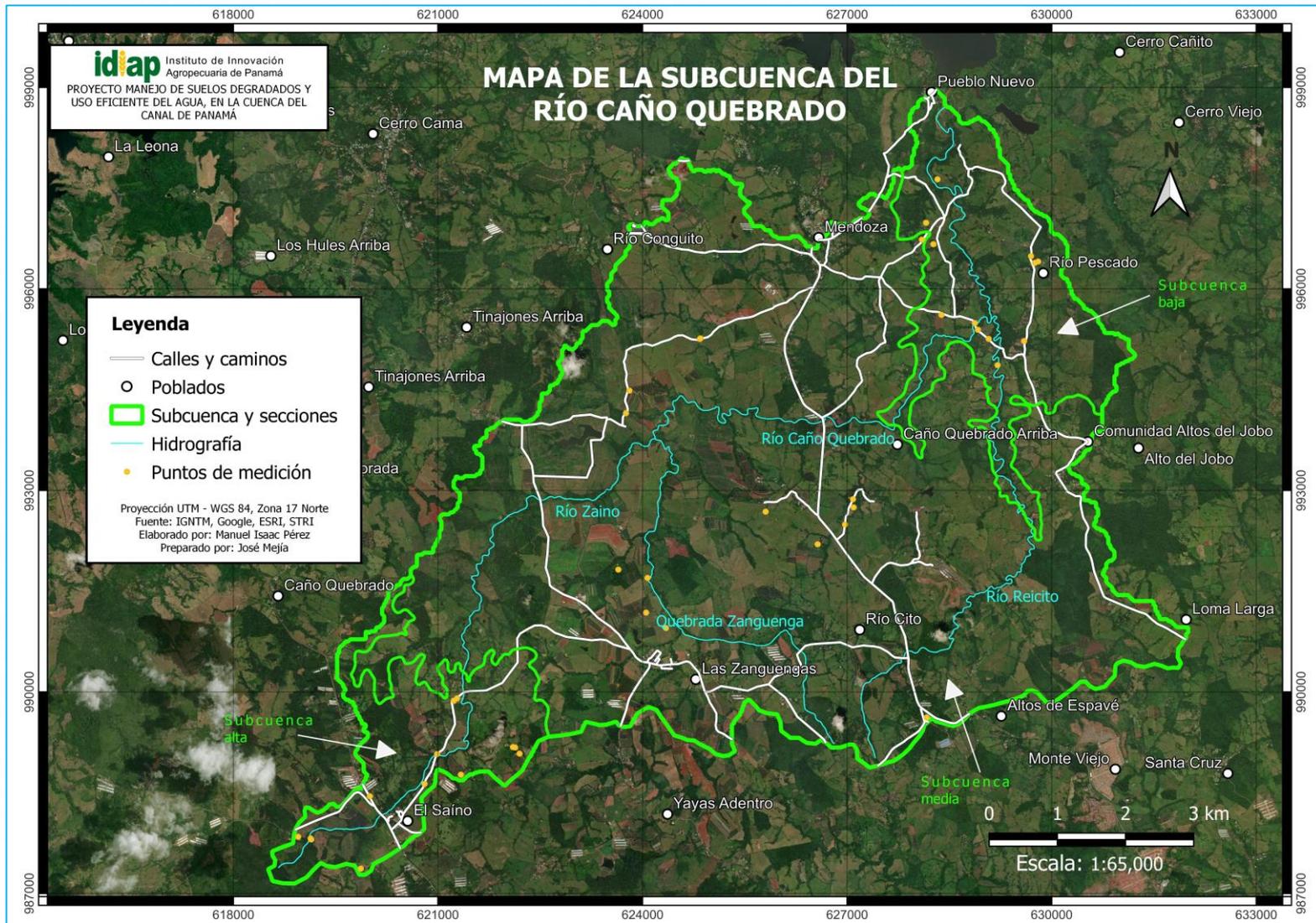
Nota: Textura balanceada suelos francos con arcilla 10-25%, limo 28-50% y arena 50-65%.

Tabla resumen de medidas descriptivas de las propiedades químicas del suelo.

Uso del suelo	Resumen	pH (agua)	M. O. (%)	P (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Al (mg/kg)	Mn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Zn (mg/kg)	Cu (mg/kg)	CICE (Cmol/kg)	Saturación de bases (%)	Saturación de Al (%)
Bosque	Media	4.88	2.71	1.36	34.87	796.98	311.29	141.77	71.84	12.67	2.88	2.20	8.20	75.12	24.88
Bosque	Intervalo de confianza 95%	0.40	0.35	1.48	11.99	446.47	141.85	75.10	34.02	5.87	1.85	0.39	3.16	13.06	13.06
Pasturas	Media	4.86	2.35	0.72	26.97	1073.81	355.46	97.39	40.85	16.03	1.10	3.17	9.44	69.66	30.35
Pasturas	Intervalo de confianza 95%	0.33	0.33	0.41	5.57	746.80	180.40	50.53	16.41	3.38	0.50	0.98	4.76	16.16	16.16
Piña	Media	4.88	2.62	3.37	44.86	635.81	245.26	167.54	48.01	12.65	1.99	2.48	7.17	61.58	38.42
Piña	Intervalo de confianza 95%	0.40	0.58	1.65	12.70	465.89	158.28	118.49	19.37	3.77	1.09	0.50	3.07	20.36	20.36
Rastrojo y vegetación arbustiva	Media	4.80	3.28	2.28	50.63	726.45	413.19	303.41	42.90	25.43	2.88	2.13	10.53	57.36	42.64
Rastrojo y vegetación arbustiva	Intervalo de confianza 95%	0.73	1.99	1.99	16.13	997.32	517.38	305.56	37.64	23.48	2.51	0.25	7.64	34.67	34.67

MATERIALES Y METODOS

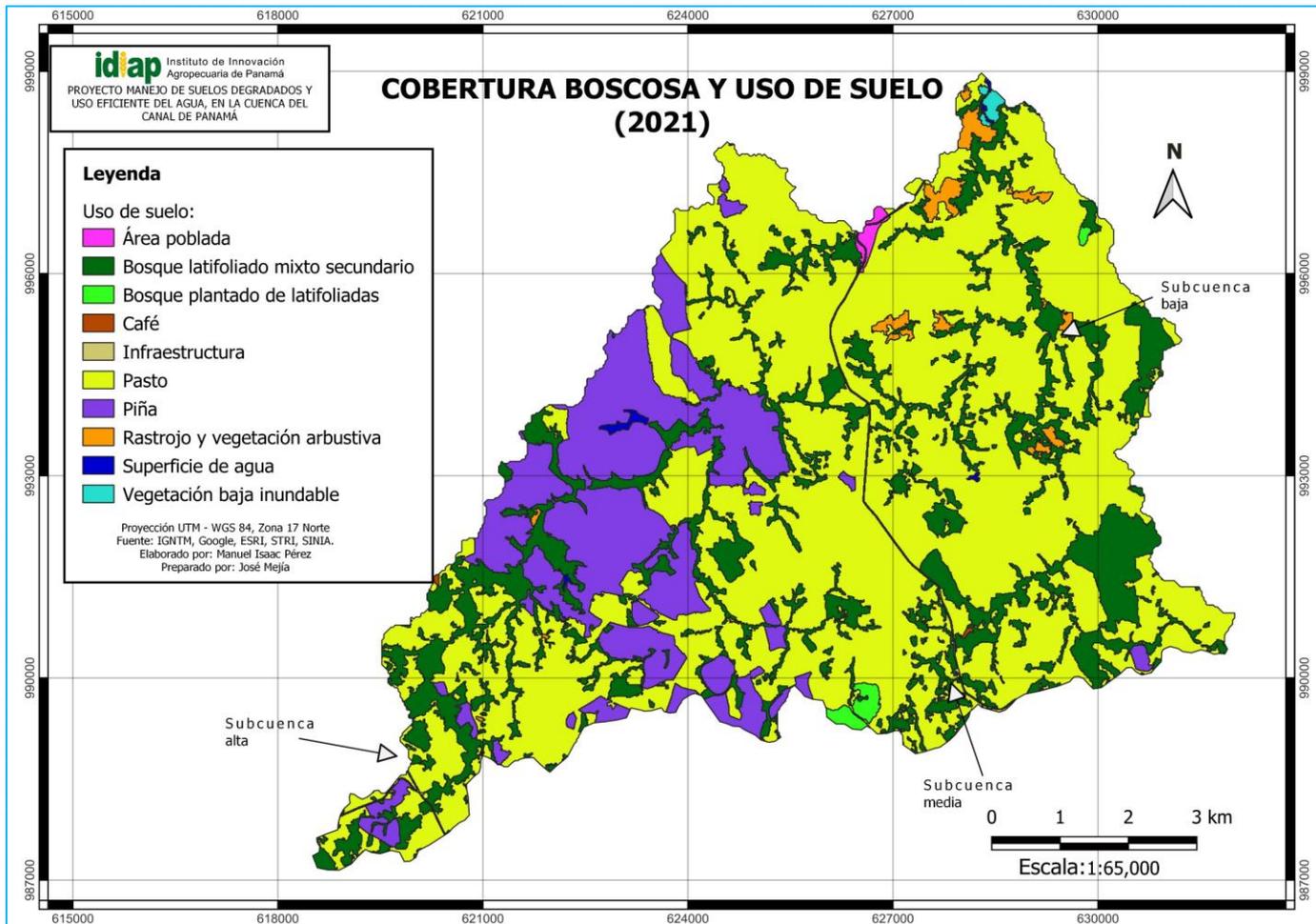
Mapa de los sitios de muestreo en la Subcuenca del Río Caño Quebrado superficie de 76 km², ubicada en la región Oeste del Canal de Panamá.



RESULTADOS

El área de estudio tiene un uso de 15.51 km² bosque secundario, 47.34 km² de pasturas, 11.79 km² de piña y 1 km² por rastrojos y vegetación arbustiva.

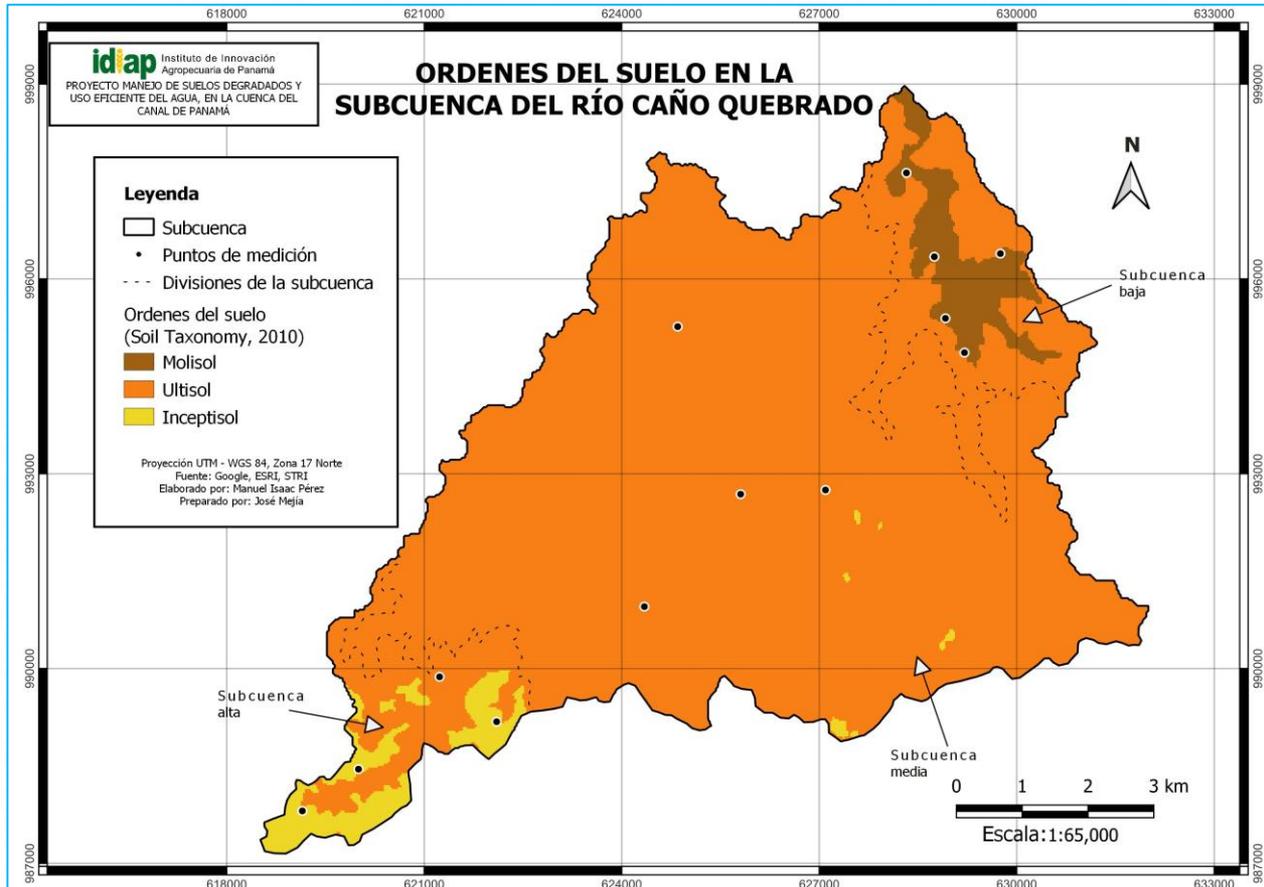
Mapa de Cobertura Boscosa y uso del Suelo en la subcuenca del río Caño Quebrado.



RESULTADOS

El estudio de clasificación taxonómica según el Soil Taxonomy (2010) demostró que 70.14 km² de los suelos corresponden al orden Ultisol, 2.89 km² representan al orden Entisol de origen lítico y 3.11 km² corresponden al orden Molisol.

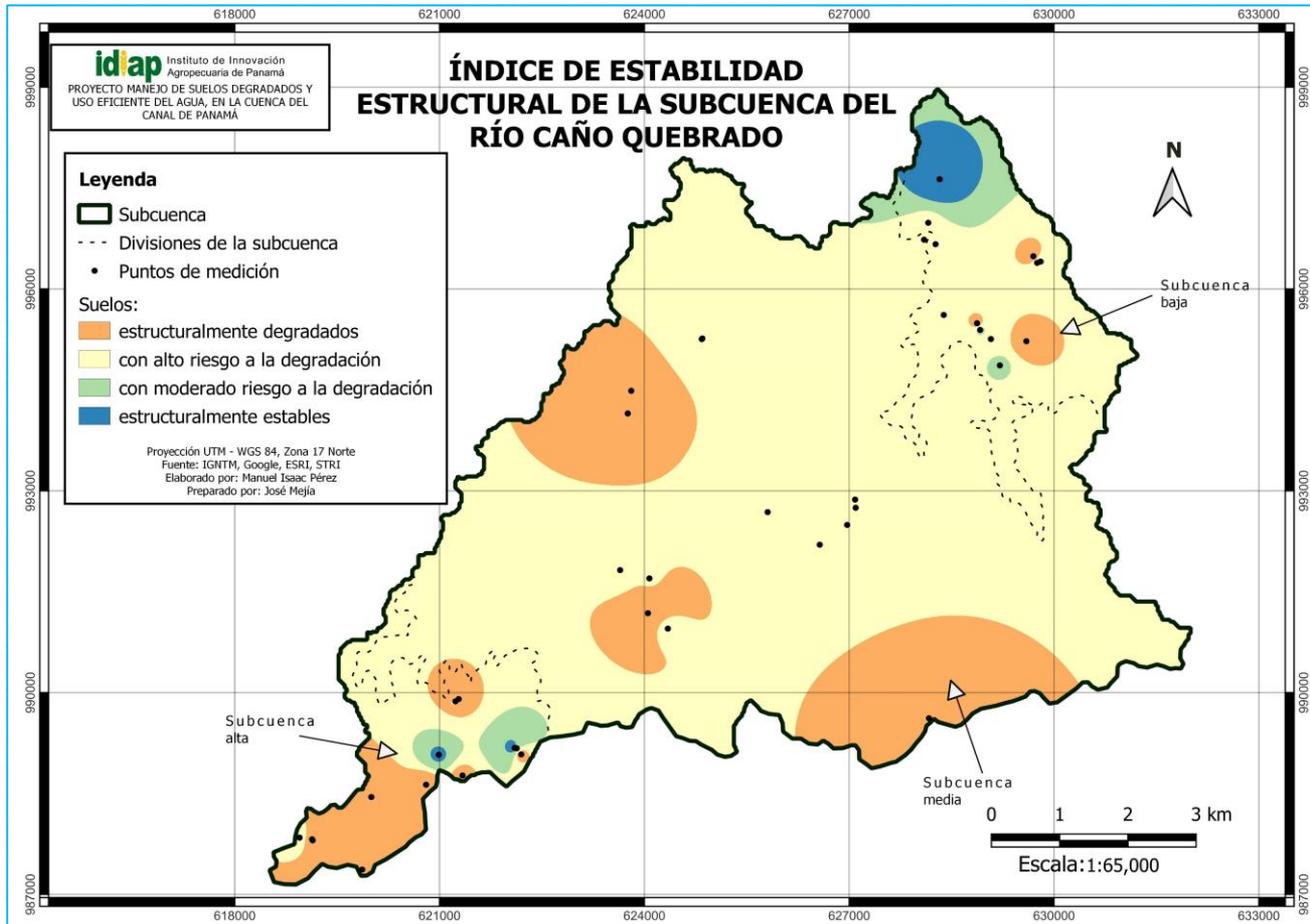
Mapa de Ordenes del Suelo en la Subcuenca del río Caño Quebrado.



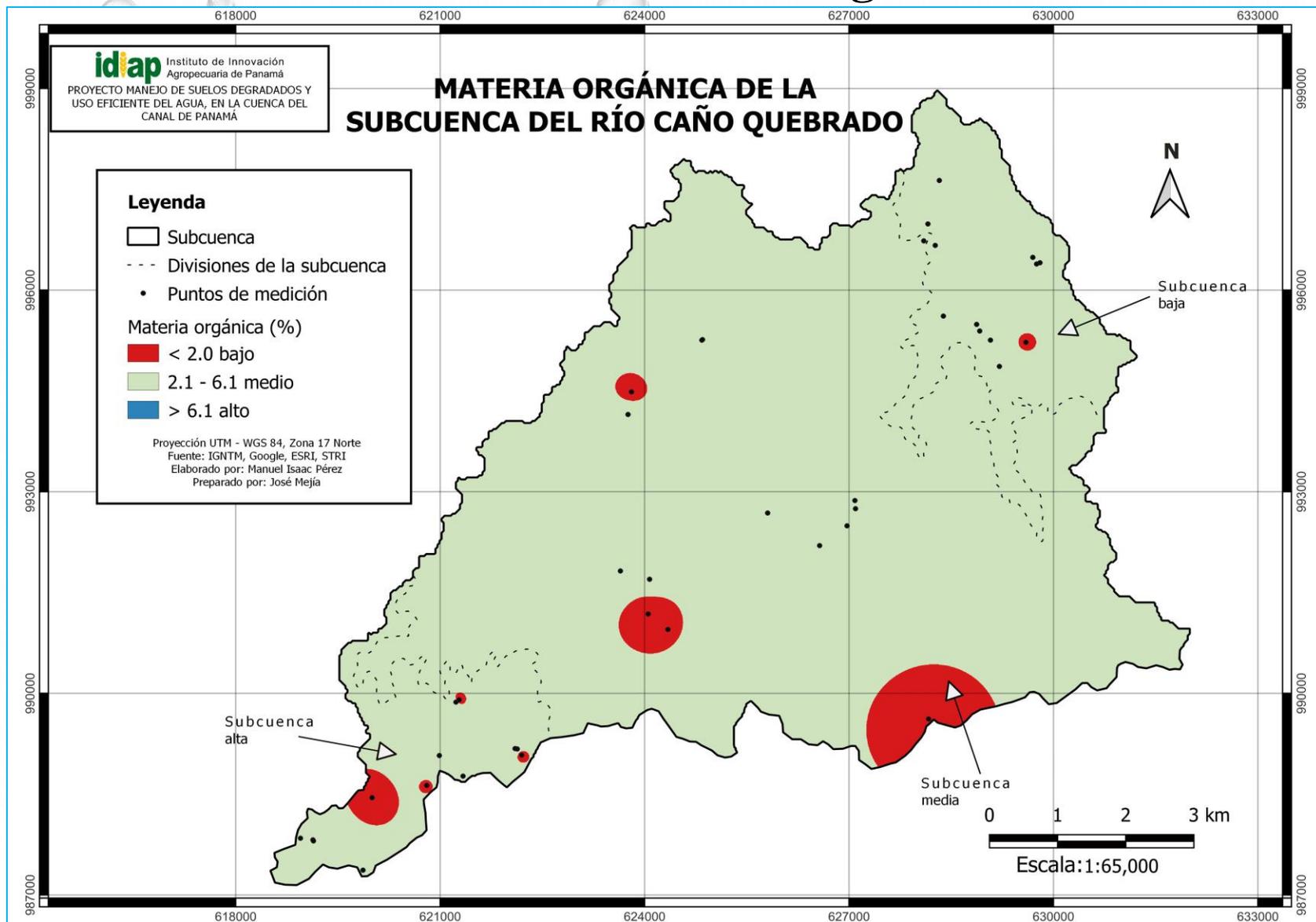
RESULTADOS

El estudio reveló que 1.17 km² de suelos son estructuralmente estables, 2.29 km² presentan un moderado riesgo de degradación, 14.1 km² están estructuralmente degradados y 58.44 km² muestran un alto riesgo de degradación.

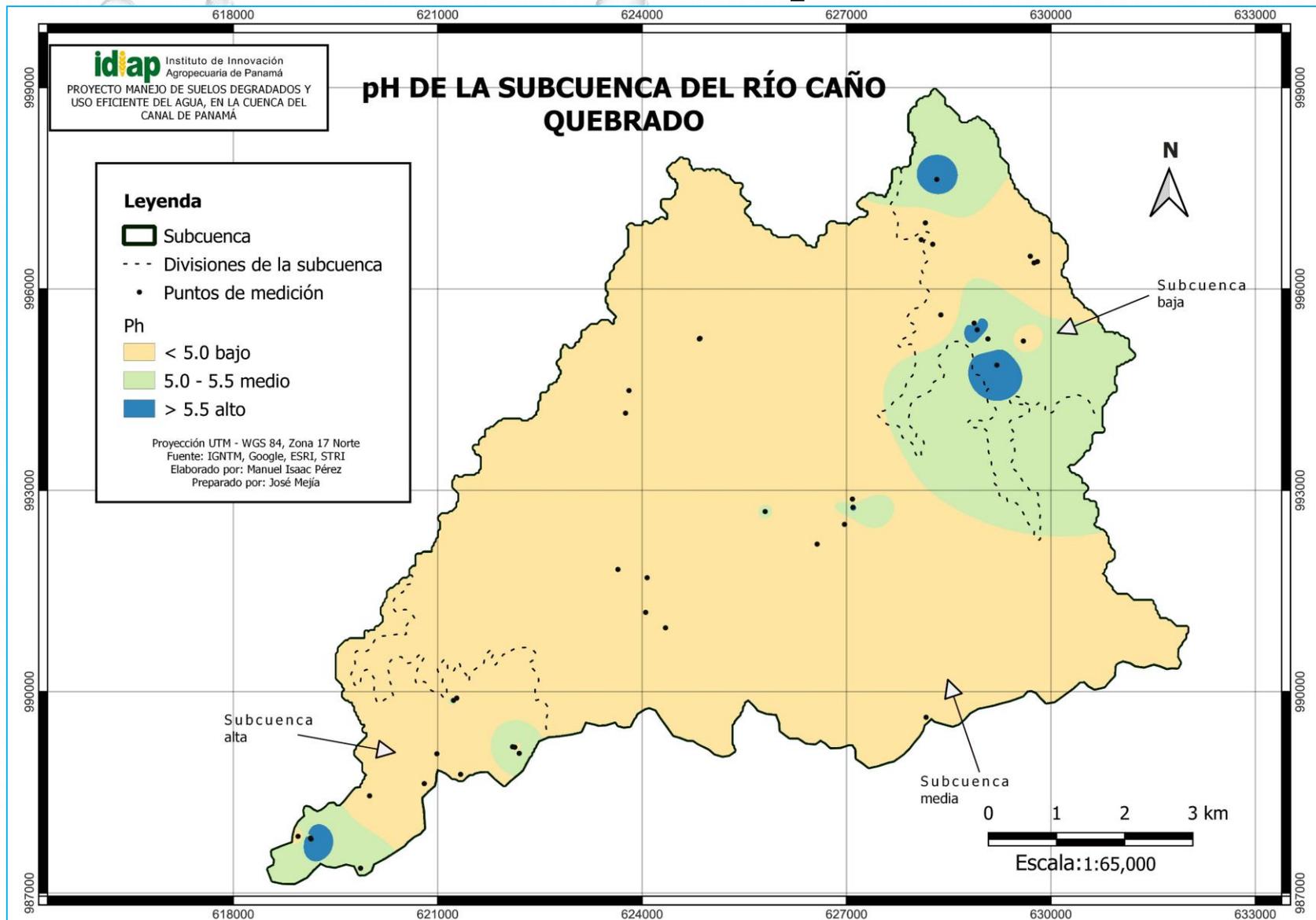
Mapa del índice de Estabilidad Estructural de los Suelos en la Subcuenca del río Caño Quebrado.



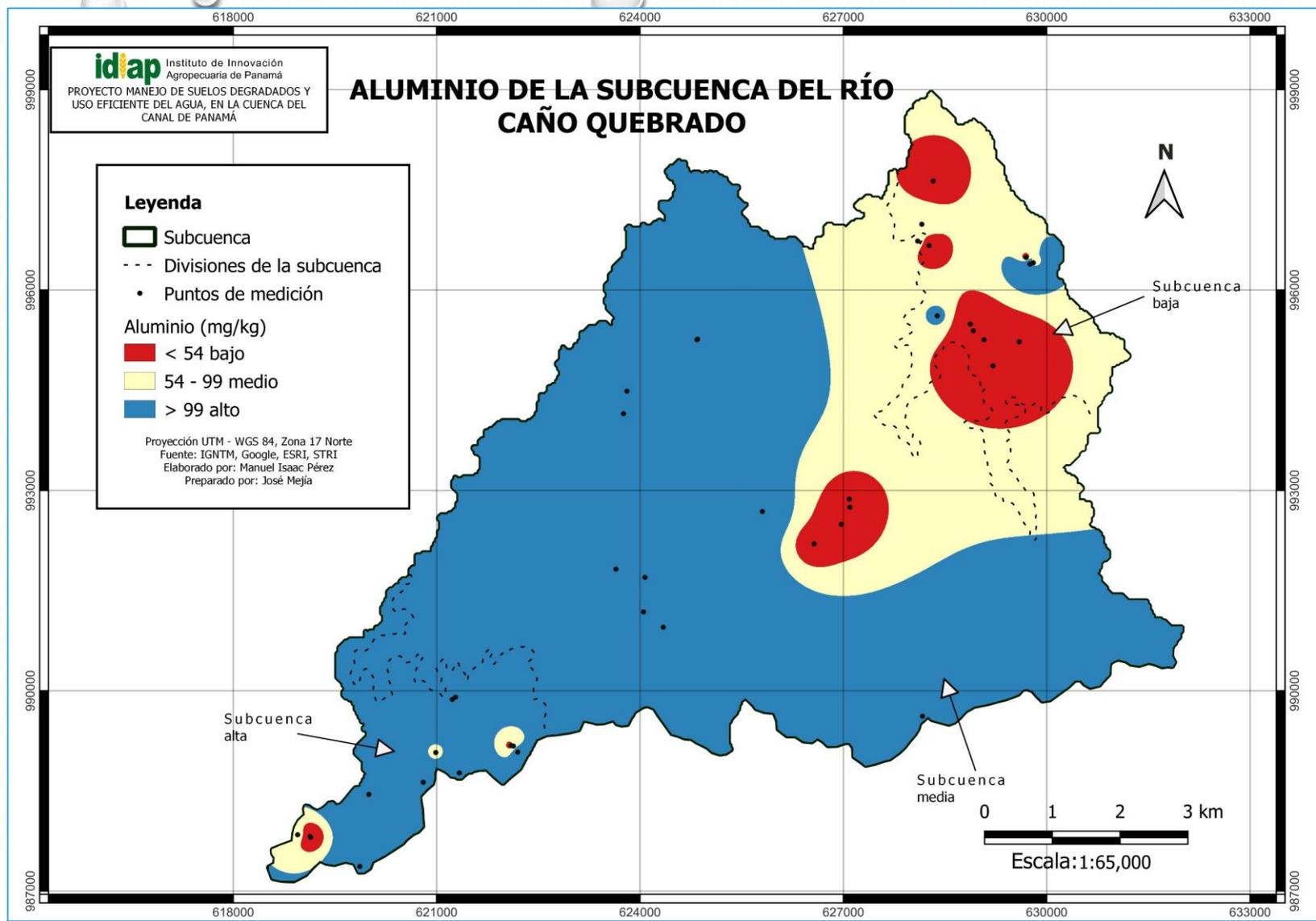
Mapa de fertilidad basado en los niveles de materia orgánica.



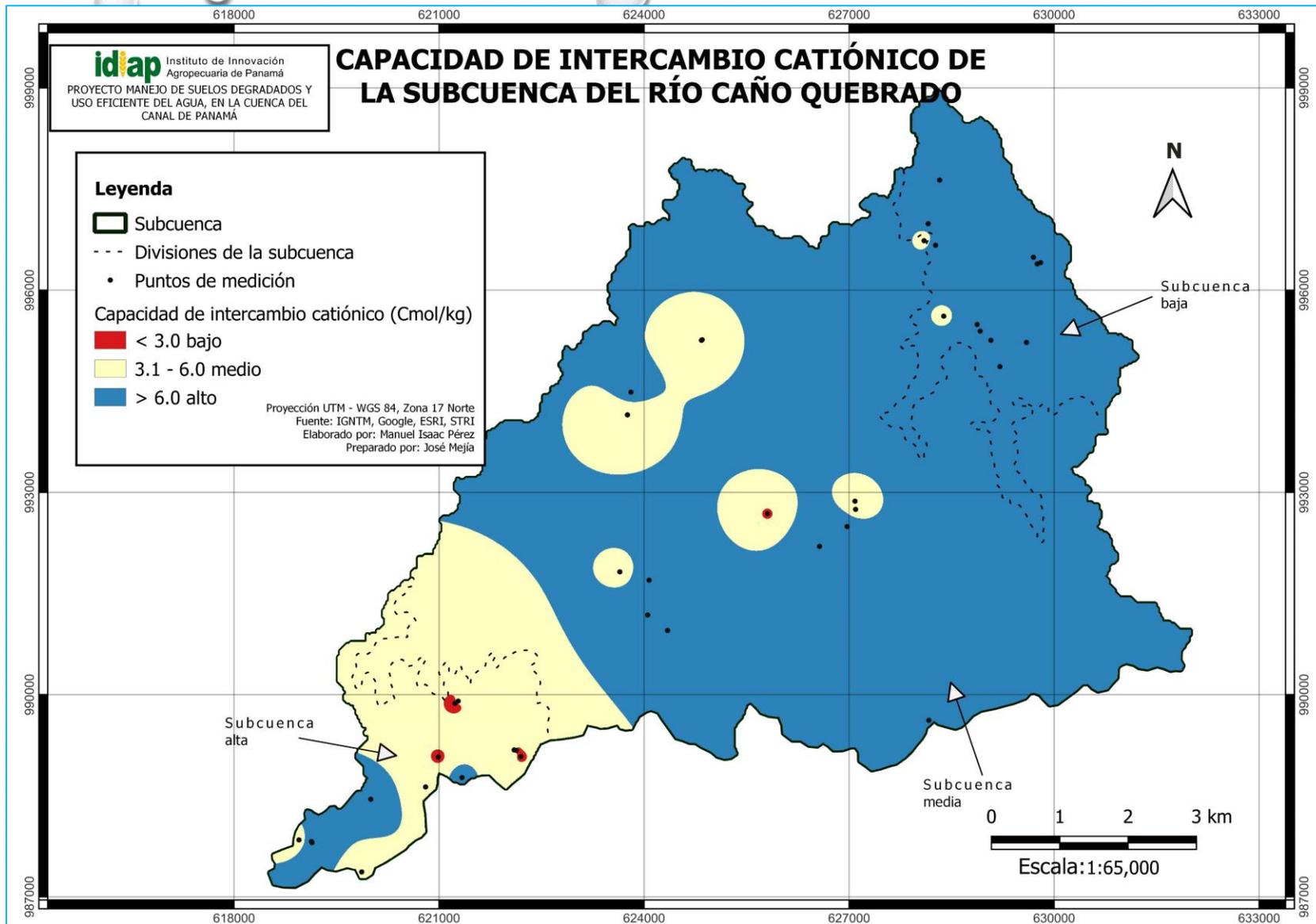
Mapas de fertilidad basado en los niveles de pH.



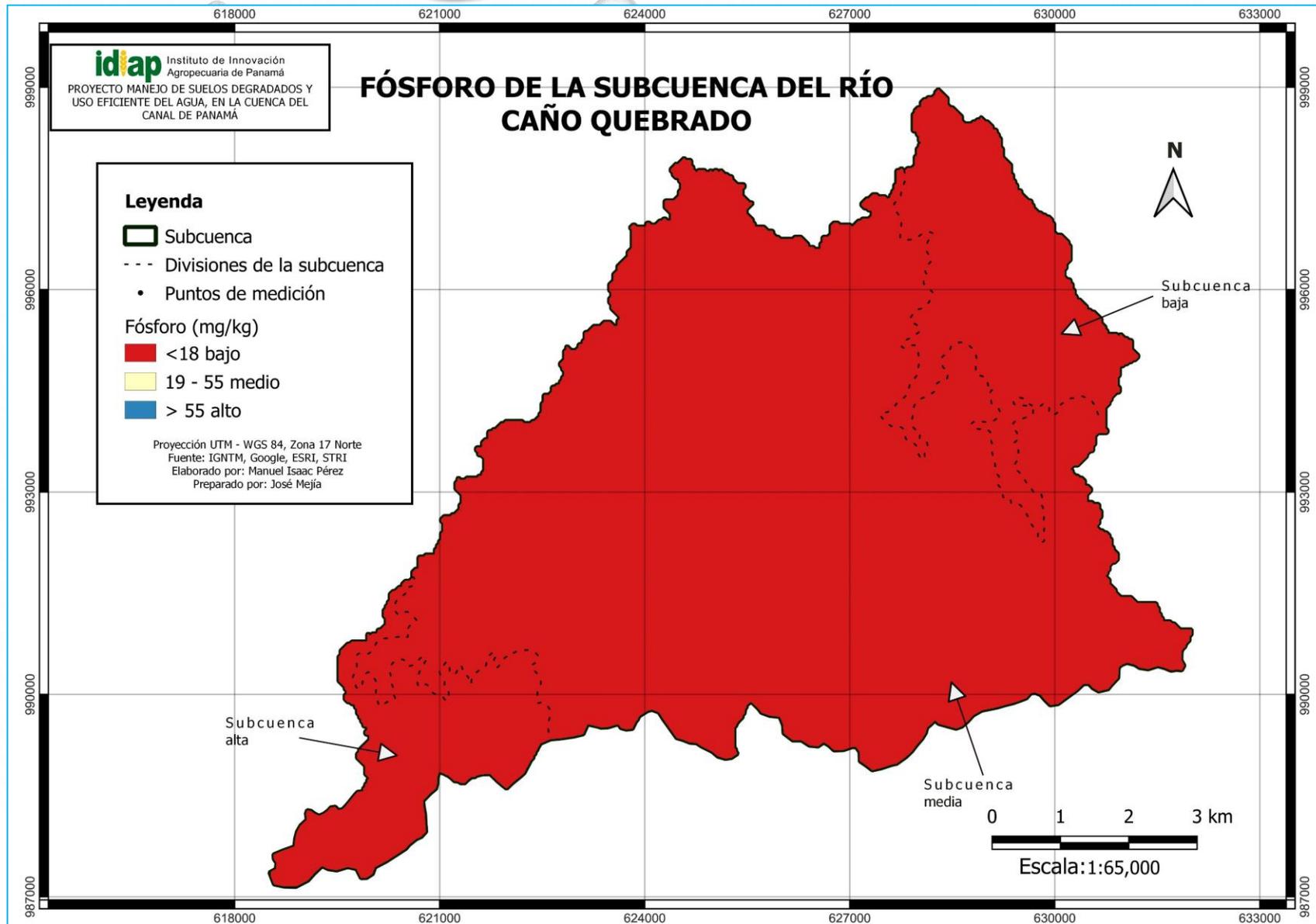
Mapas de fertilidad basado en los niveles de aluminio.



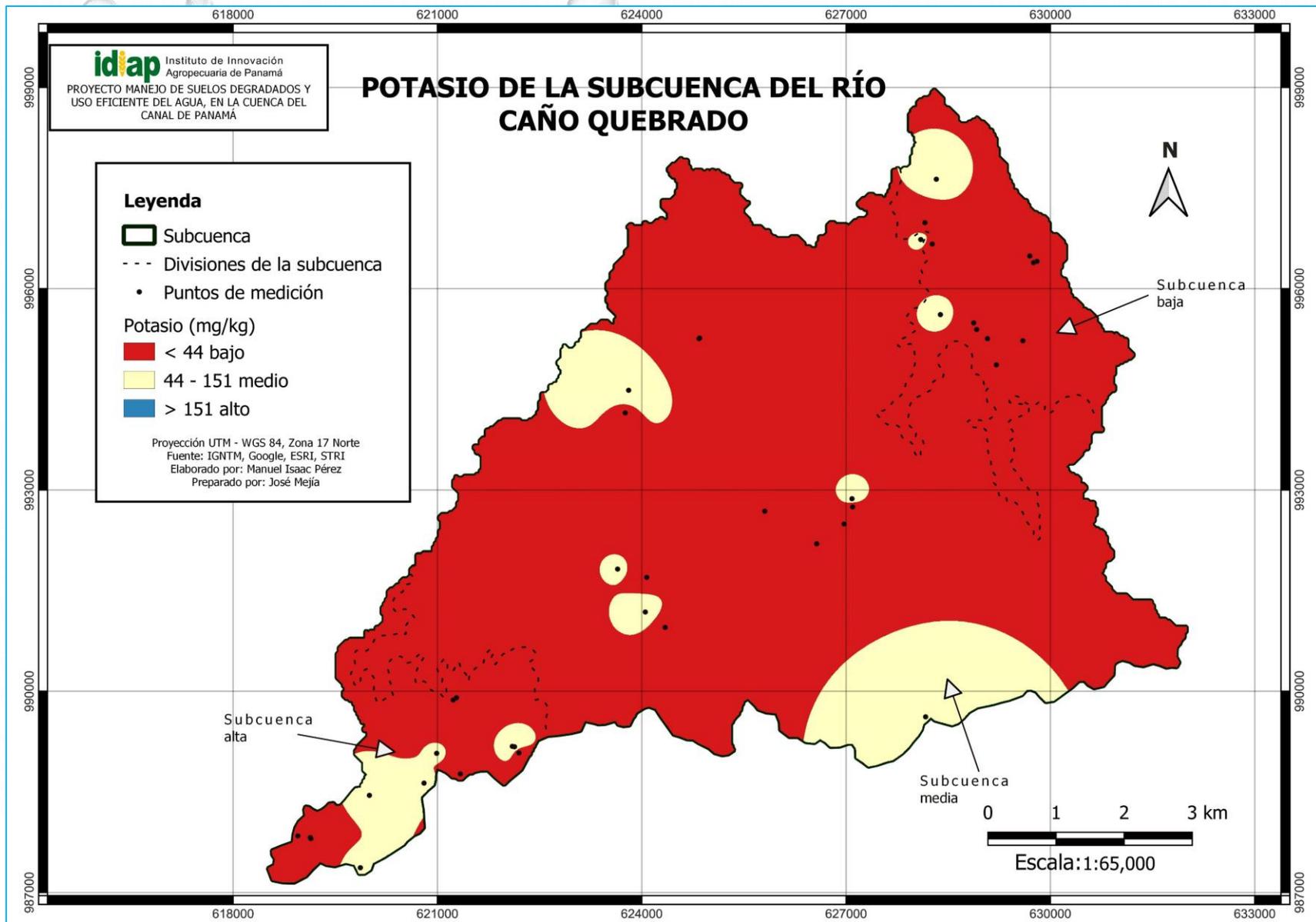
Mapas de fertilidad basado en los niveles de capacidad de intercambio catiónico.



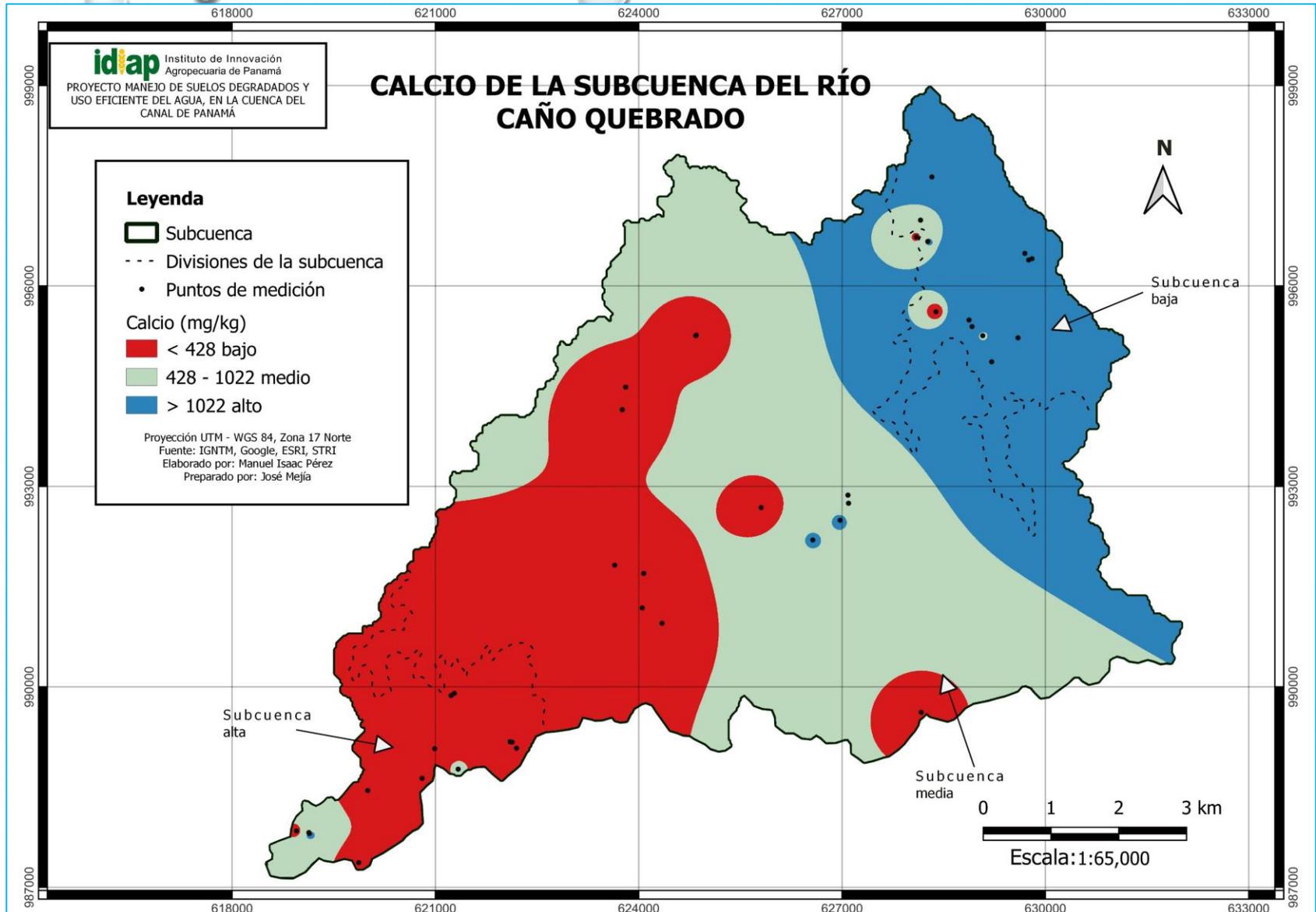
Mapas de fertilidad basado en los niveles de Fósforo.



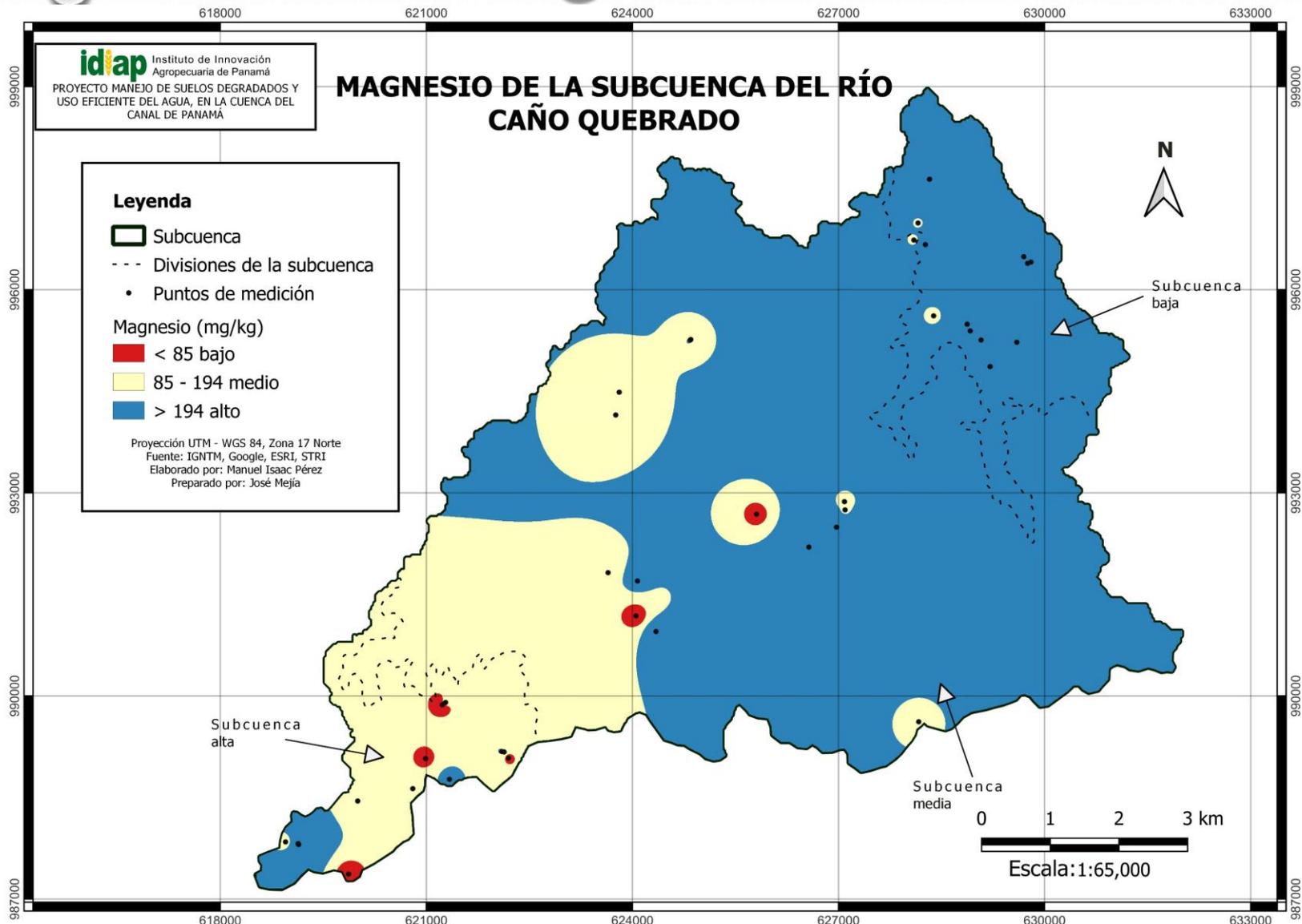
Mapas de fertilidad basado en los niveles de Potasio.



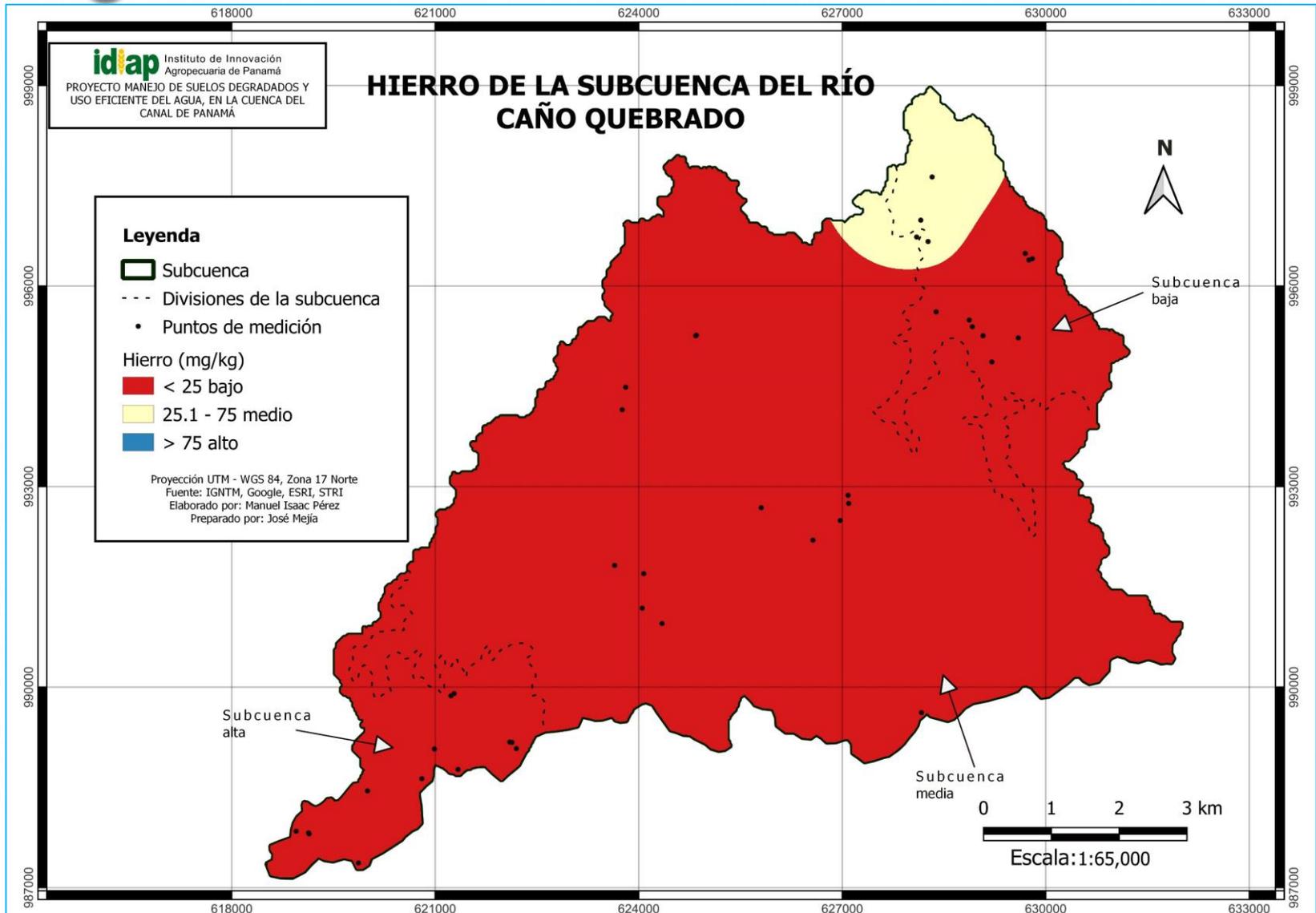
Mapas de fertilidad basado en los niveles de Calcio.



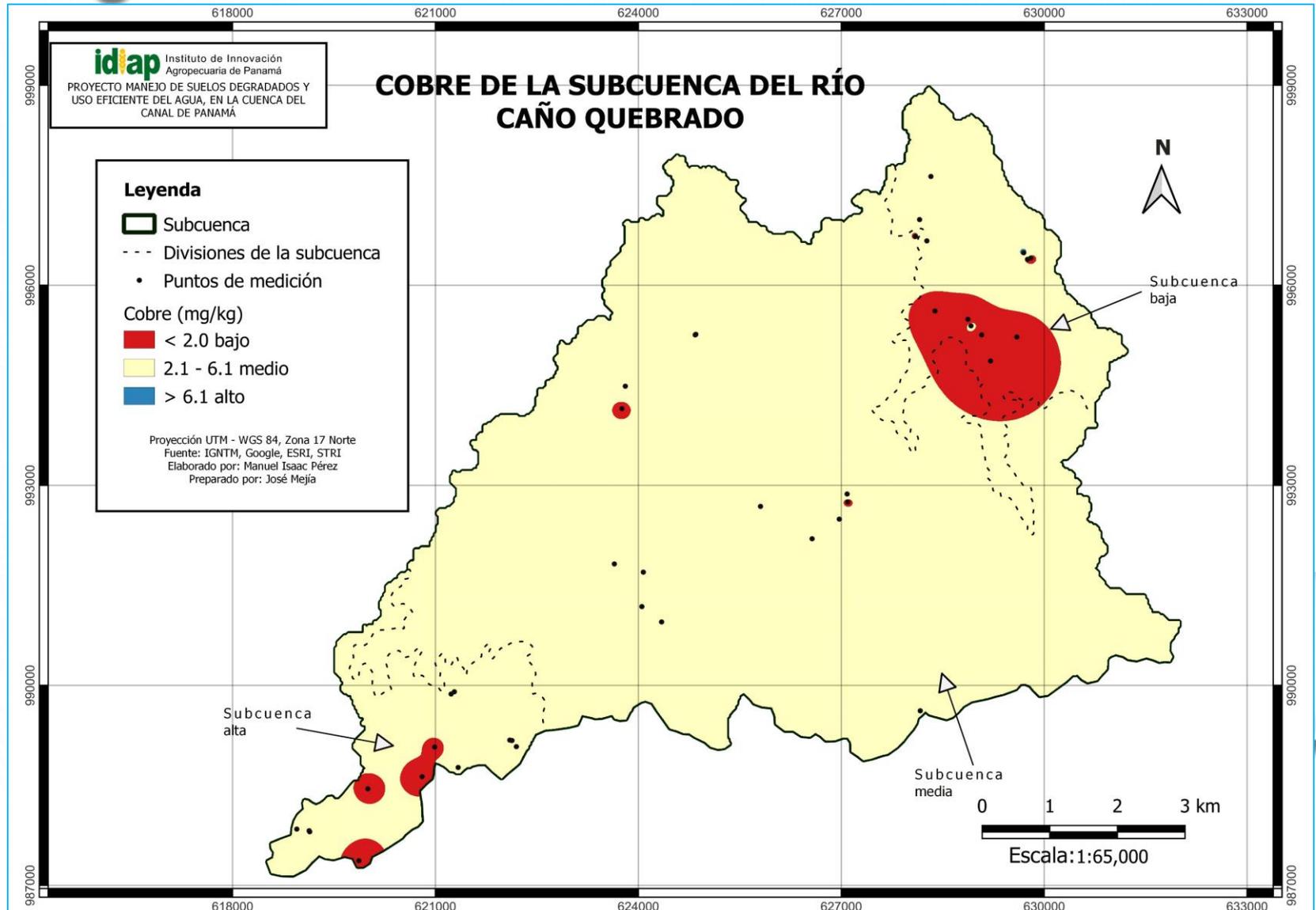
Mapas de fertilidad basado en los niveles de Magnesio.



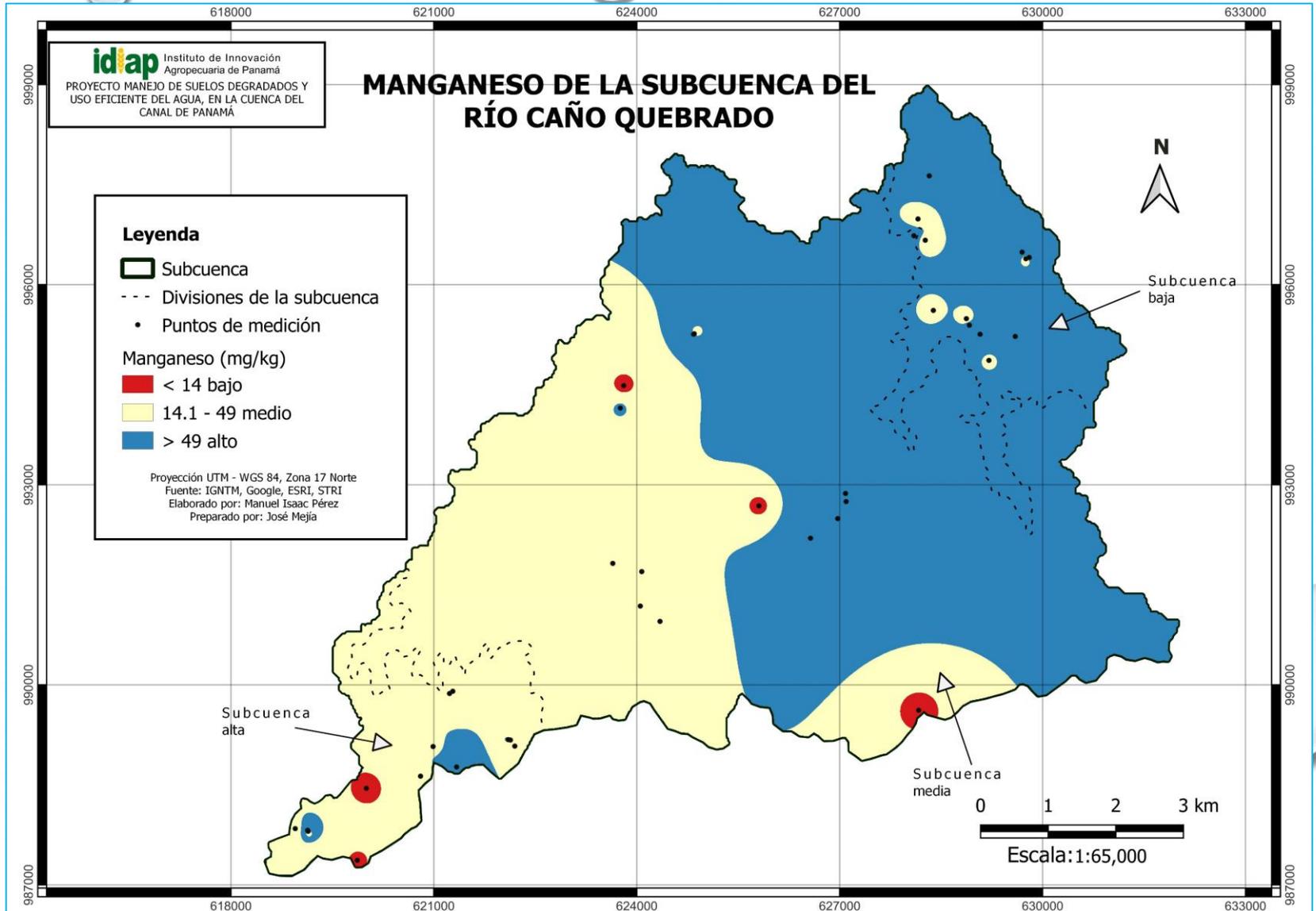
Mapas de fertilidad basado en los niveles de hierro.



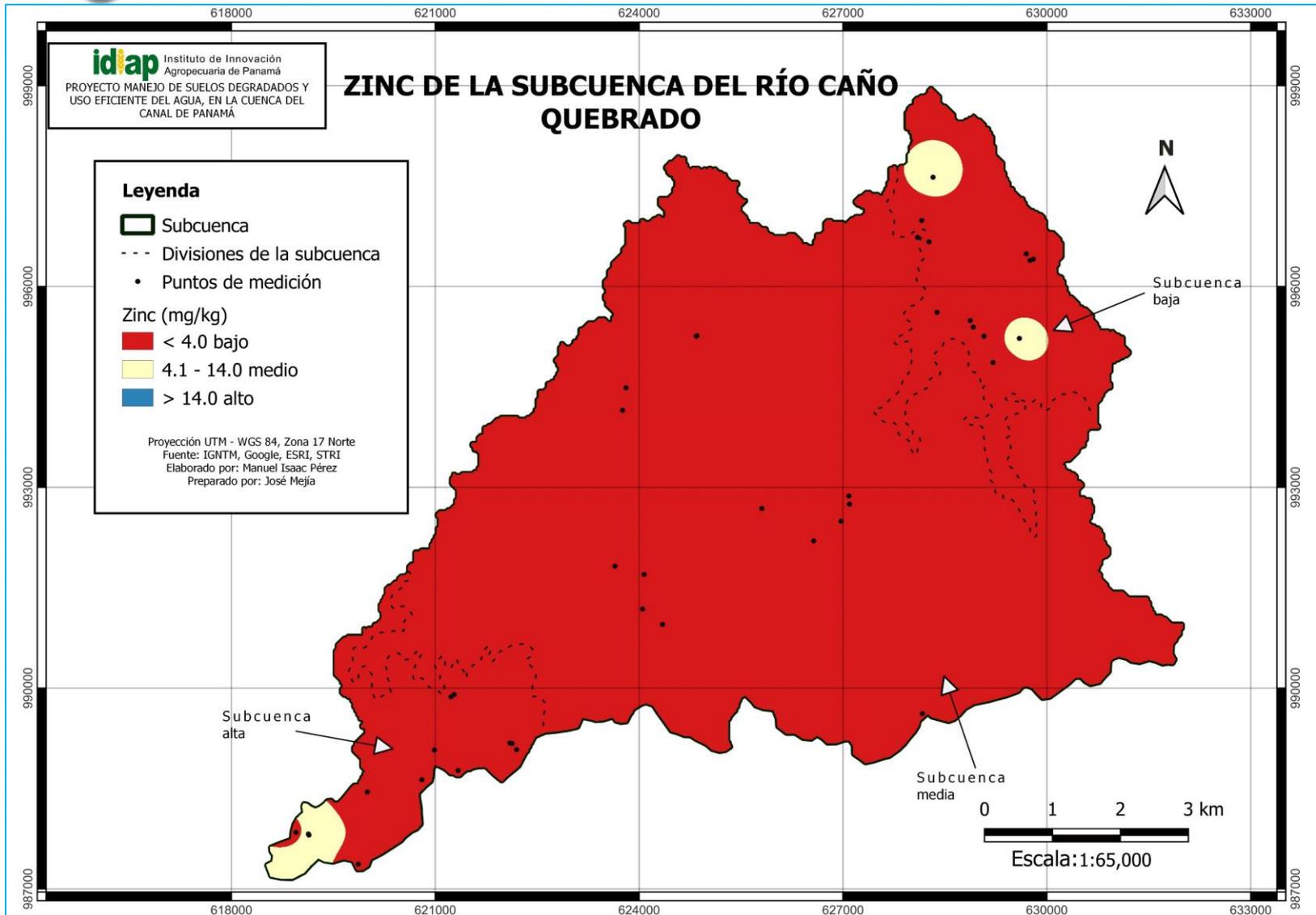
Mapas de fertilidad basado en los niveles de cobre.



Mapas de fertilidad basado en los niveles de manganeso.



Mapas de fertilidad basado en los niveles de zinc.



CONCLUSIONES

- Podemos inferir, que la estrecha relación entre la mayoría de las propiedades fisicoquímicas evaluadas y el Índice de Estabilidad Estructural (I.E.) evidenció el impacto de las pasturas y el cultivo de piña en el nivel de degradación de los suelos en la región de estudio.
- Los Entisoles y Ultisoles encontrados están condicionados por su baja estabilidad estructural, siendo más susceptibles a la erosión hídrica.

Por lo tanto, esperando que pongan en práctica todos los conocimientos generados. Correo electrónico: isaacmejia28@gmail.com



GRACIAS POR SU ATENCIÓN...