



# a gropecuarias

## VI CONGRESO INTERNACIONAL DE INNOVACIONES TECNOLÓGICAS

26, 27 y 28  
DE OCTUBRE 2020

VI CONGRESO  
INTERNACIONAL  
DE INNOVACIONES  
TECNOLÓGICAS  
a gropecuarias

# Característica físico-química de los suelos en la región de Sierra, comparando con los resultados en la región de Costa por la evaluación de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) y otros



(Nuevo método de análisis para evaluar la salinidad del suelo en la Provincia de Santa Elena y de Chimborazo)

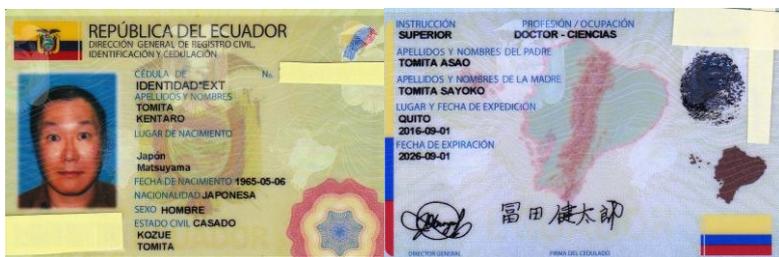
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Guayaquil, Ecuador.

([ktomita@espol.edu.ec](mailto:ktomita@espol.edu.ec))

26/10/2020

Dr. Kentaro Tomita, Ph.D.



Experto de JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón) y otros.

Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Ecuador

Universidad Técnica del Norte, Ecuador

Universidad Nacional de Pilar, Paraguay

Instituto de JATAK, Guatapará-SP, Brasil

Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, Panamá

Universidad Agrícola y Tecnológica de Tokio, Japón

VI CONGRESO  
INTERNACIONAL  
DE INNOVACIONES  
TECNOLÓGICAS  
agropecuarias

## OBJETIVO DE ESTUDIO

- Además de los trabajos en la ESPOL, me dediqué la investigación muy básica sobre la propiedad física y química de los suelos y la calidad de agua irrigada en la provincia de Chimborazo por pedirme al representante de la JICA Ecuador en el proyecto desarrollo rural en la misma provincia.
- Entonces, me dediqué la investigación del suelo en la provincia de Imbabura y Pichincha por el método rutinario ecuatoriano por Olsen-modificado para determinar K, Ca y Mg.
- Teniendo en cuneta las experiencias anteriores en Panamá, Colombia, Brasil y Paraguay, tuve la duda para el método rutinario para determinar las beses.

- Además de la experiencia en mi país, trabajé en Colombia como experto de la JICA y supe el método oficial para el análisis del suelo.
- Intenté el método colombiano para evaluar la propiedad química del suelo en la provincia de Chimborazo, comparando el método convencional.
- Teniendo en cuenta el tiempo límite (30 minutos), les voy a avisar a los participantes **bases intercambiables, CIC, saturación de bases, y relación entre CIC y absorción para Alfalfa en cada sitio...etc.**

- Es probable que fuera la primera persona que los evaluó en la región de Sierra, Ecuador.
- Además, no creo que pueda presentar las cosas mencionadas durante los 30 minutos, por lo que voy a seguir.
- **Si no les interesa mi explicación, corten el Zoom, por favor al llegar el tiempo.**
- Luego, Si tengan pregunta, envíensela al correo electrónico ([ktomita@espol.edu.ec](mailto:ktomita@espol.edu.ec)), por favor.

- Investigué los suelos en la Comuna bajadita de Colonche en la provincia de Santa Elena (Costa) y los 4 cantones en la provincia de Chimborazo (Sierra).
- Actualmente, se realizó el análisis sobre **bases intercambiables** y **CIC** (Capacidad de Intercambio Catiónico), **bases soluciones solubles**, **cationes y aniones del agua irrigada** y **análisis de tejido vegetal para Alfalfa** por el INIAP (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria).

# Determinación de bases intercambiables y CIC

- **Bases intercambiables**

**La solución extractora:** Acetato de amonio al 1M o Cloruro de bario al 1M.

Para determinar **Ca, Mg, K, Na**.

- **CIC**

**La solución extractora:** Acetato de amonio al 1M o Cloruro de bario al 1M.

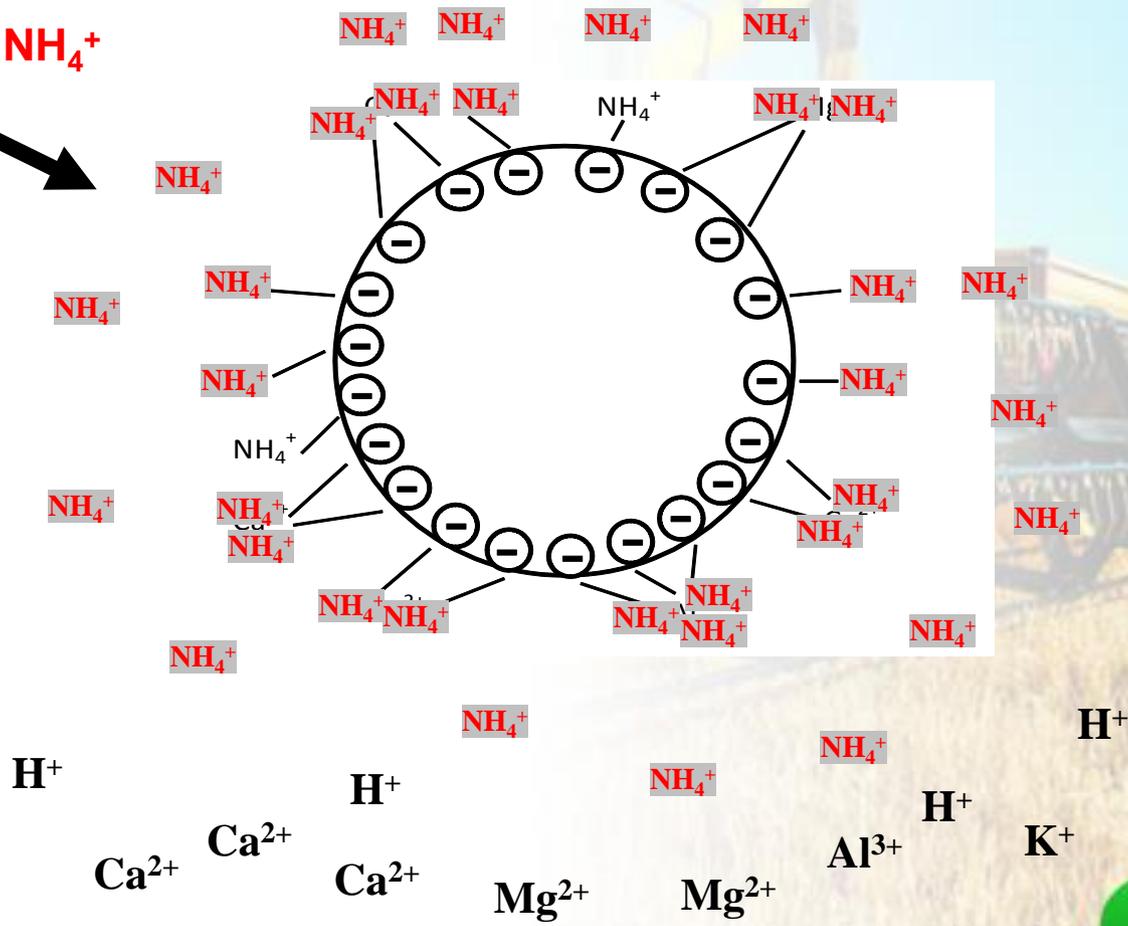
Además, **80% del Etanol** y **10% del NaCl**.

# 1. Teoría de determinación de bases intercambiables y CIC

## 1). Teoría de substituir las bases por $\text{NH}_4^+$ (Parte I)



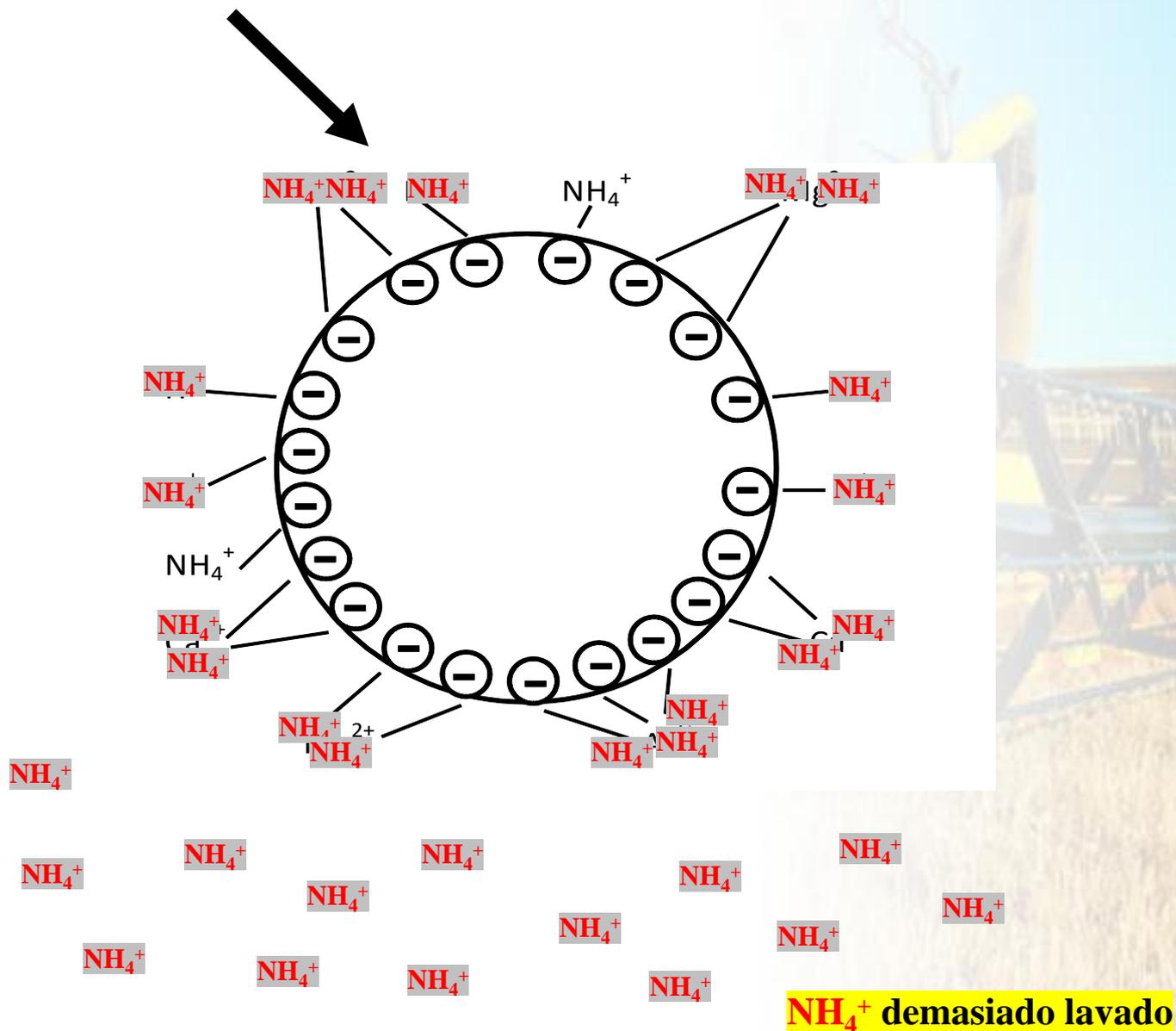
**CIC =**  
**Capacidad de**  
**Intercambio**  
**Catiónico**



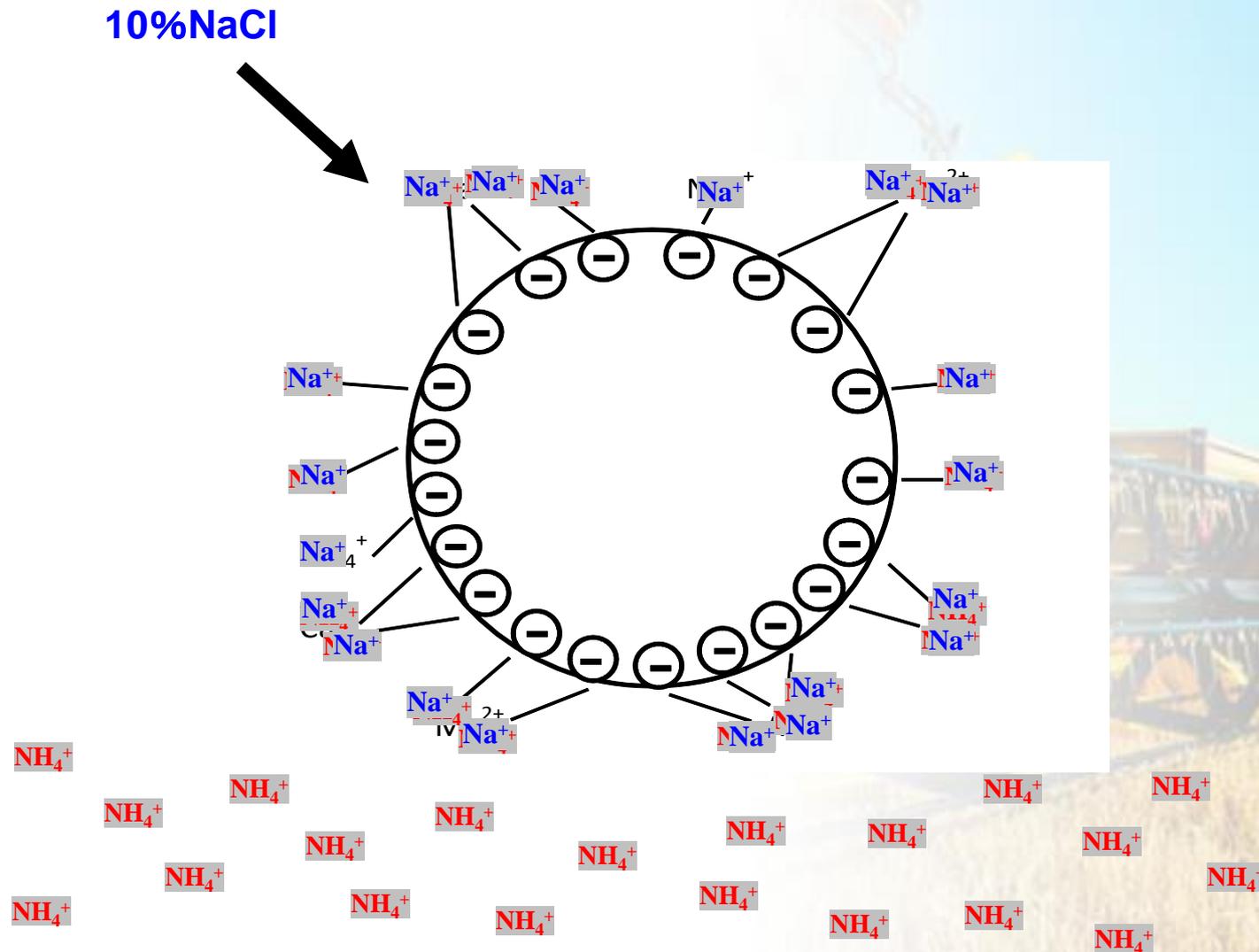
**Cationes intercambiables.**

## 2. Teoría de lavar el $\text{NH}_4^+$ demasiado por Etanol ( Parte II)

80% Etanol



### 3).Teoría de substituir el $\text{NH}_4^+$ por $\text{Na}^+$ (Parte III)



Substituye el  $\text{NH}_4^+$  extraído por NaCl, por el  $\text{H}^+$  y determina la CIC. (Para el peso atómico del  $\text{H}^+$ , es de 1 y se puede coincidir al número de carga negativa).

# Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.)

Podemos saber el grado de la fertilidad y/o su capacidad de fertilidad del suelo.

# Determinación de saturación de bases (%)

Suma de bases intercambiables (meq/100g)

x 100 (%)

CIC (meq/100g)

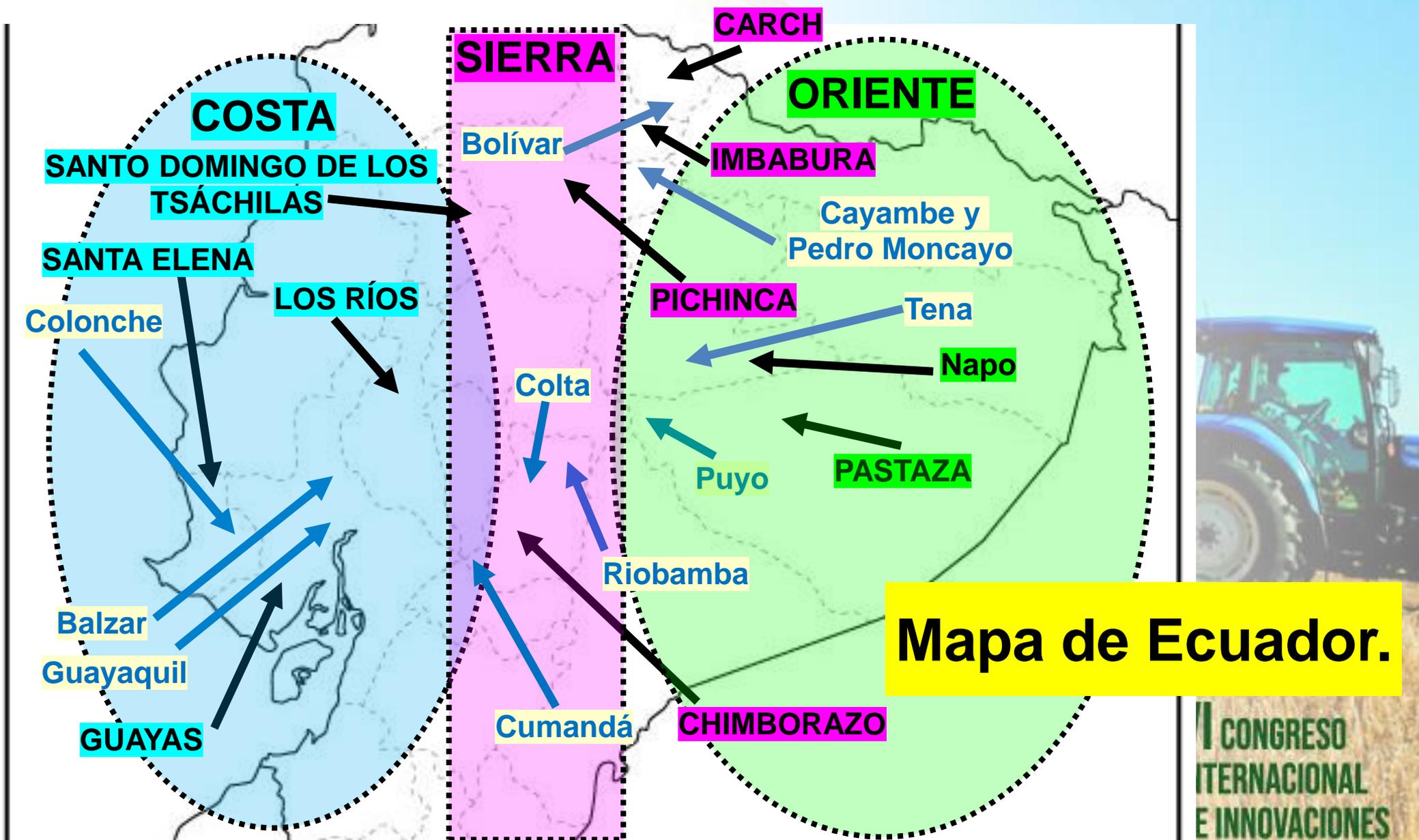
Por la saturación de bases, podemos evaluar no sólo la cantidad de **cuatro bases intercambiables (K, Na, Ca y Mg)** el grado de **la salinidad** del suelo en la región de Costa y de Sierra.

Para el Olsen-Modificado, se puede determinar la cantidad de **tres bases (K, Ca y Mg)** por uso de la solución extractora que se incluye el **NaHCO<sub>3</sub>**.

Les informo a los participantes los resultados de la característica física y química de suelos

- en la provincia de Imbabura por el método rutinario.
- en la Comuna Bajadita de Colonche en la provincia de Santa Elena por los dos métodos (rutinario y colombiano).
- en los 4 cantones en la provincia de Chimborazo por los dos métodos.

**Figura N°1.** Los sitios donde el Tomita realizó la calicata de los suelos y tomo los resultados analizados del suelo en Ecuador.

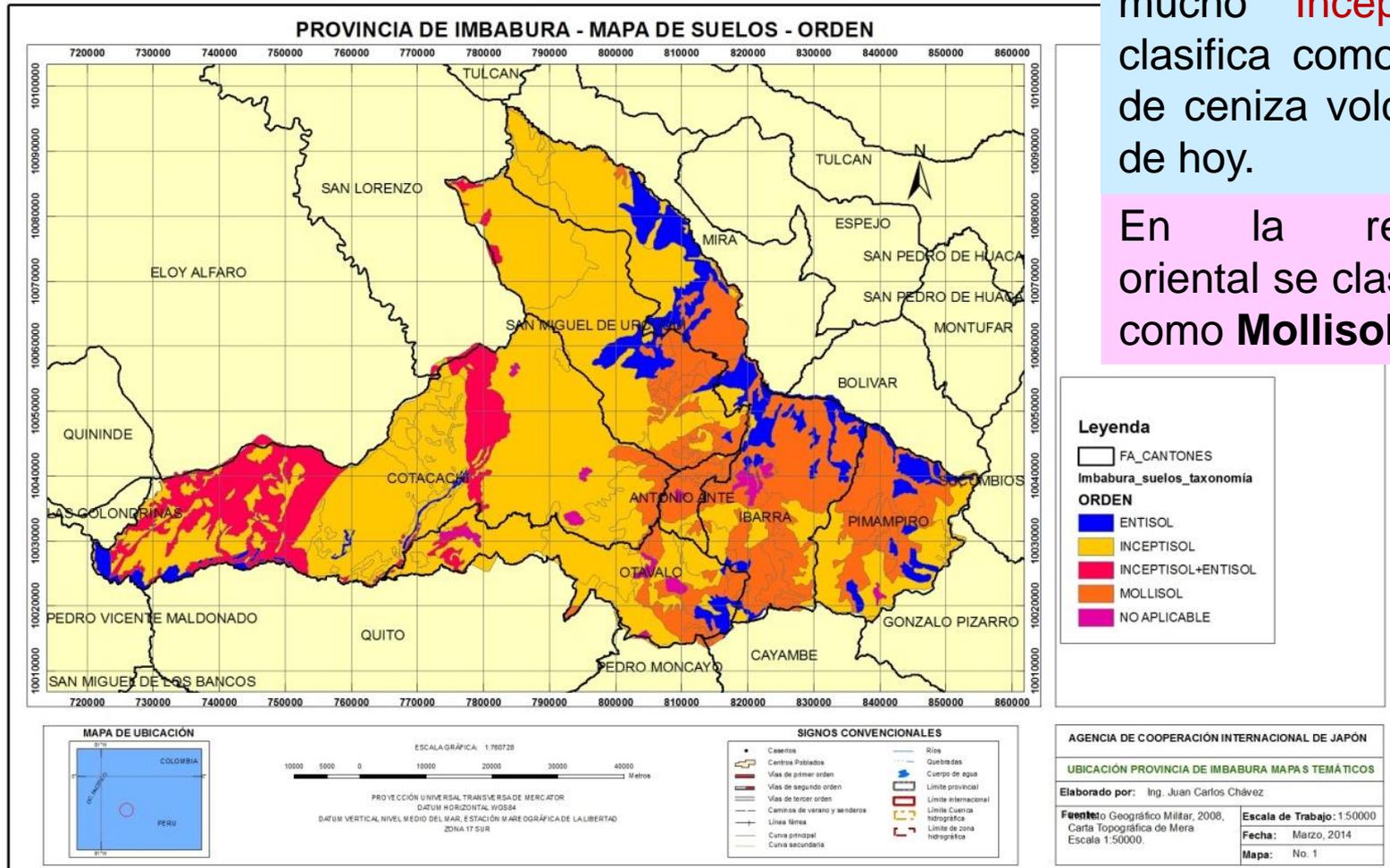


CONGRESO  
INTERNACIONAL  
E INNOVACIONES  
TECNOLÓGICAS

# Orden de Suelo en la Provincia de Ibarra de acuerdo con la Taxonomía de suelos (Clasificación inclusiva) de EUA.

De la Figura N°2, se ocupa mucho **Inceptisol**, pero se clasifica como **Andisol** (suelo de ceniza volcánico) en el día de hoy.

En la región oriental se clasifica como **Mollisol**.



**Figura N°2.** Distribución del orden del suelo por la clasificación inclusiva (Taxonomía del suelo) en la Provincia de Imbabura.



**Figura N°3.** Localidad de cada sitio de la calicata en la Provincia de Imbabura.





**(Pedón 1). (Pedón 2). (Pedón 3). (Pedón 4). (Pedón 5). (Pedón 6). (Pedón 7). (Pedón 8).**

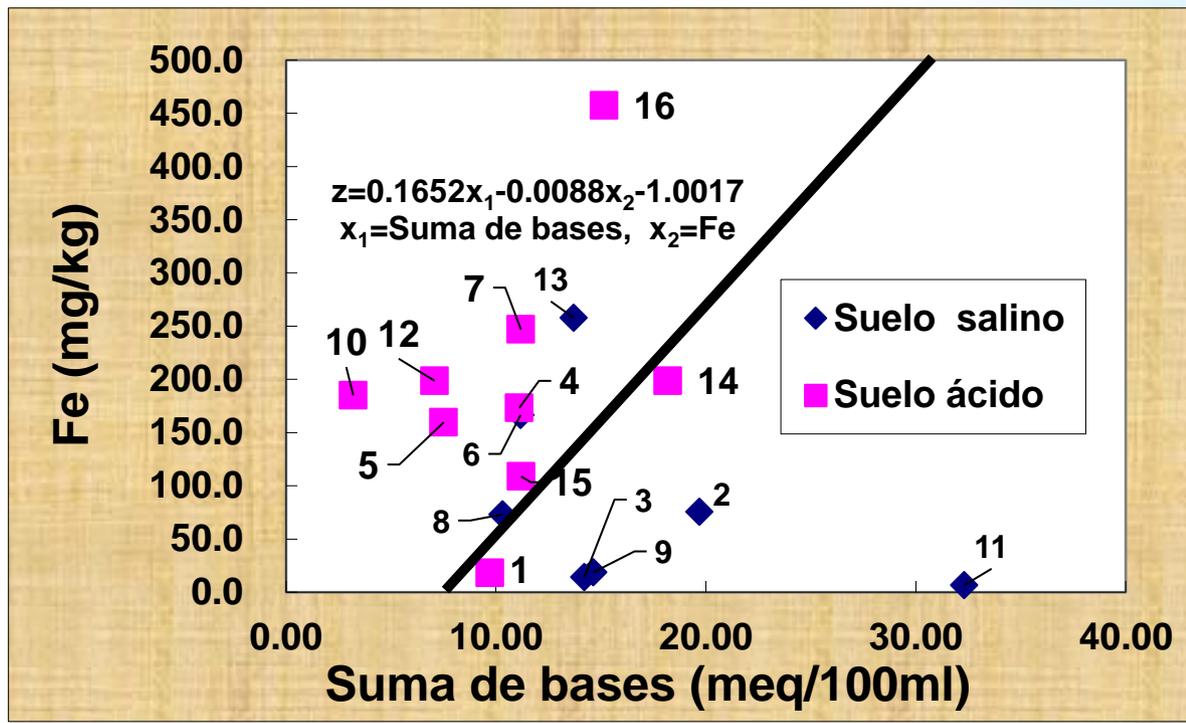


**(Pedón 9). (Pedón 10). (Pedón 11). (Pedón 12). (Pedón 13).**



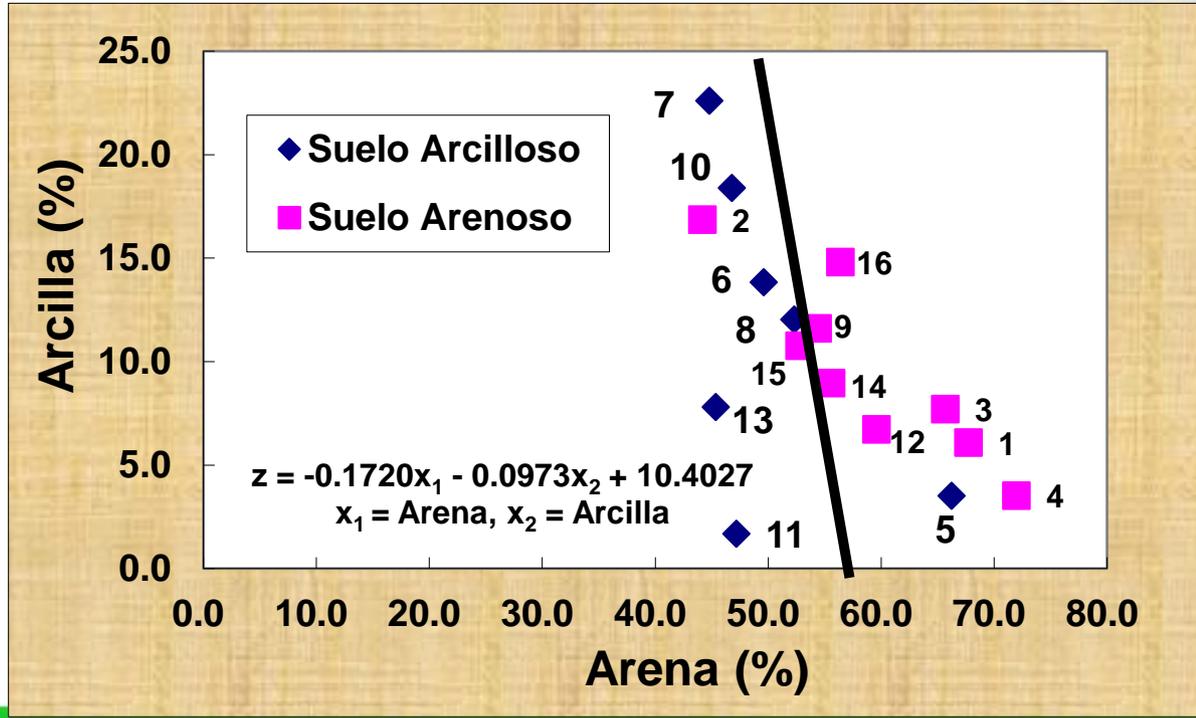
**(Pedón 14). (Pedón 15). (Pedón 16).**

**Foto N°1. Calicata en los 16 sitios en la Provincia de Imbabura, 2014 y 2015.**



**Figura N°4.** Relación entre suma por bases y Fe en las 16 muestras.

Para los valores, indicando el número del pedón, promedio de cada resultados en todos los horizontes.



**Figura N°5.** Relación entre suelo arcilloso y arenoso en las 16 muestras.

# Les muestro a los participantes los resultados del Ecuador

**Santa Elena, Región  
de Costa**



**Chimborazo, Región  
de Sierra**



**Foto N°2. Bajadita de Colonche en Santa Elena y Colta (1) en Chimborazo, 2019.**

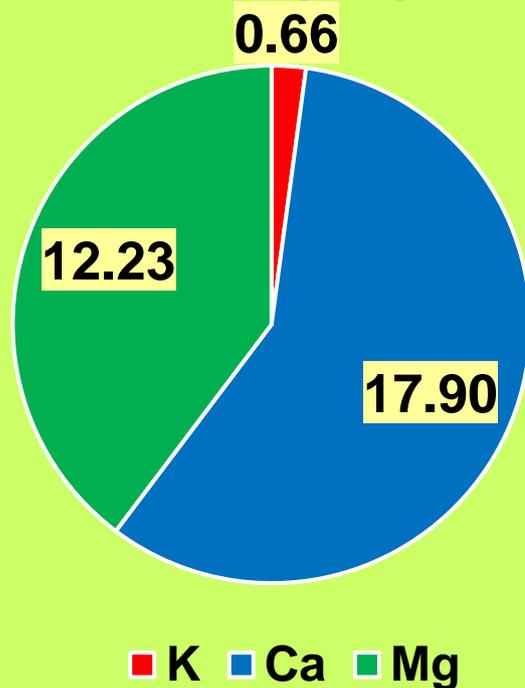
# Cantón Colta (2)



**Foto N°3.** Calicata del suelo por el Tomita en el cantón Colta (2) en la Provincia de Chimborazo, 2019.

# Ecuador, Comuna bajadita de Colonche, Santa Elena

Extracto de Olsen Modificado.  
0-150cm (meq/100ml)

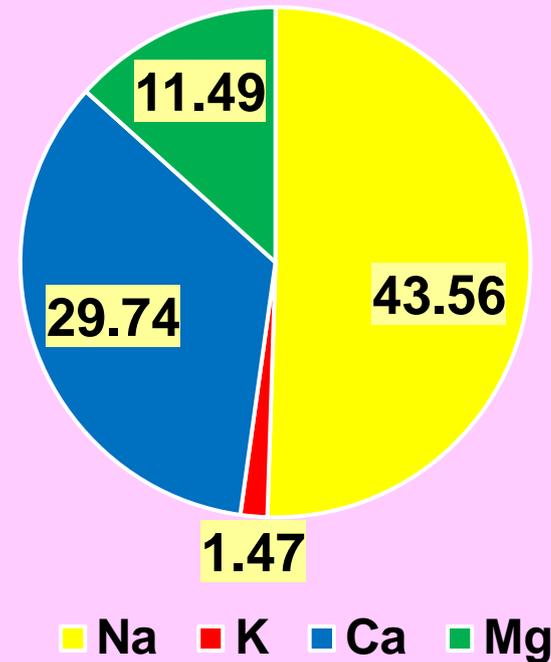


Método por Olsen-Modificado

Figura N°6. Cuatro bases en el suelo Vertisol (salino y sódico) por el método rutinario y el nuevo.

Para los valores, son promedio de todos los horizontes (0-150cm)

Extracto de Acetato de Amonio  
al 1M. 0-150cm (meq/100g)



Método de por Acetato  
de amonio al 1M (pH7)

Es necesario conocer los últimos resultados de la característica físico-química del suelo, Bajadita de Colonche, Santa Elena, 28 de agosto de 2019.

### Determinación de color por Munsell

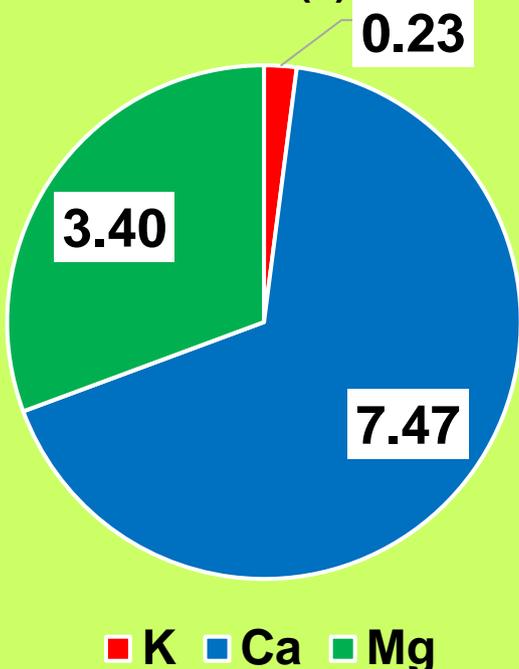


**Foto N°4.** Calicata del suelo en la Bajadita de Colonche en la provincia de Santa Elena, 2019.



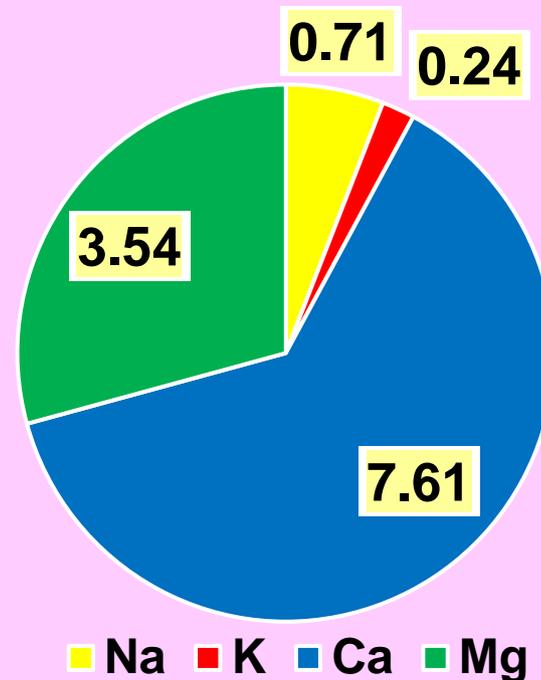
# Ecuador, Colta (2), Chimborazo

Extracto de Olsen Modificado.  
(meq/100ml)  
Colta (2)



Método por Olsen-Modificado

Extracto de Cloruro de bario al  
1M. (meq/100g) Colta (2)



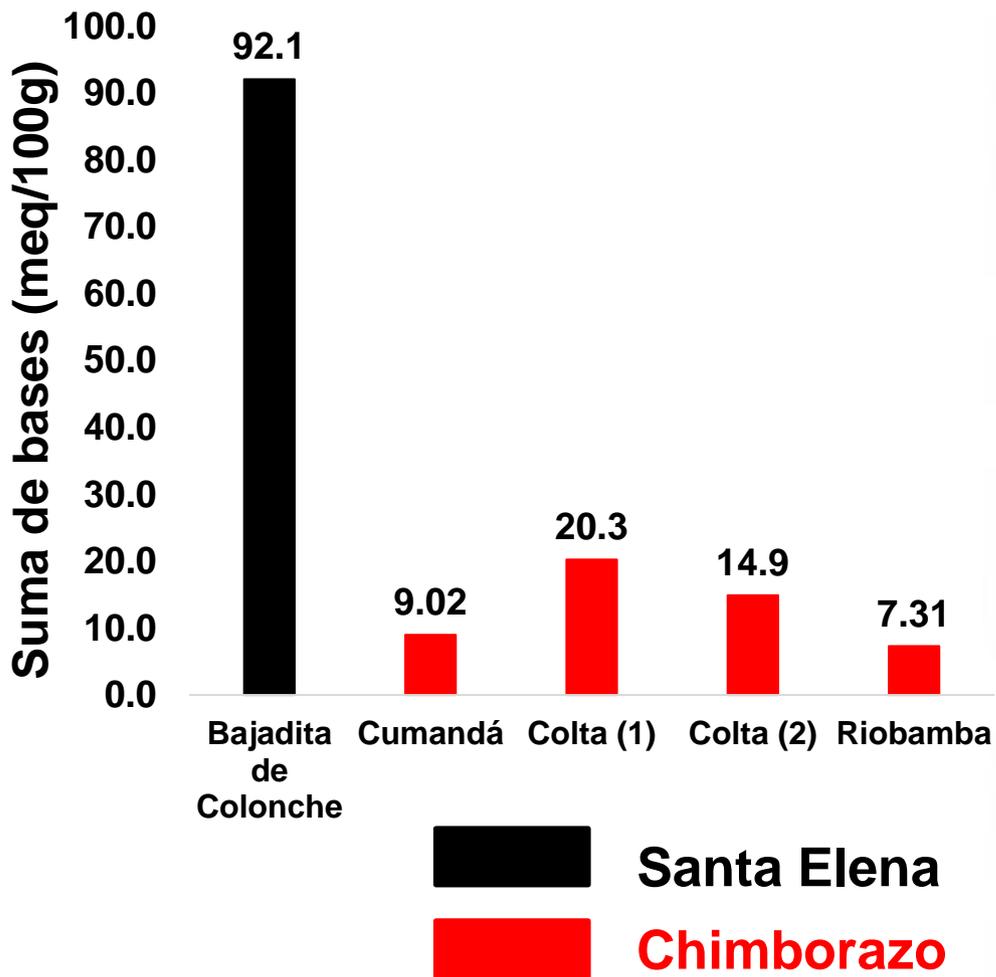
Método de por Acetato de amonio  
al 1M (pH7)

Figura N°7. Cuatro bases en el suelo Andisol (de ceniza volcánica) por el método rutinario y el nuevo.

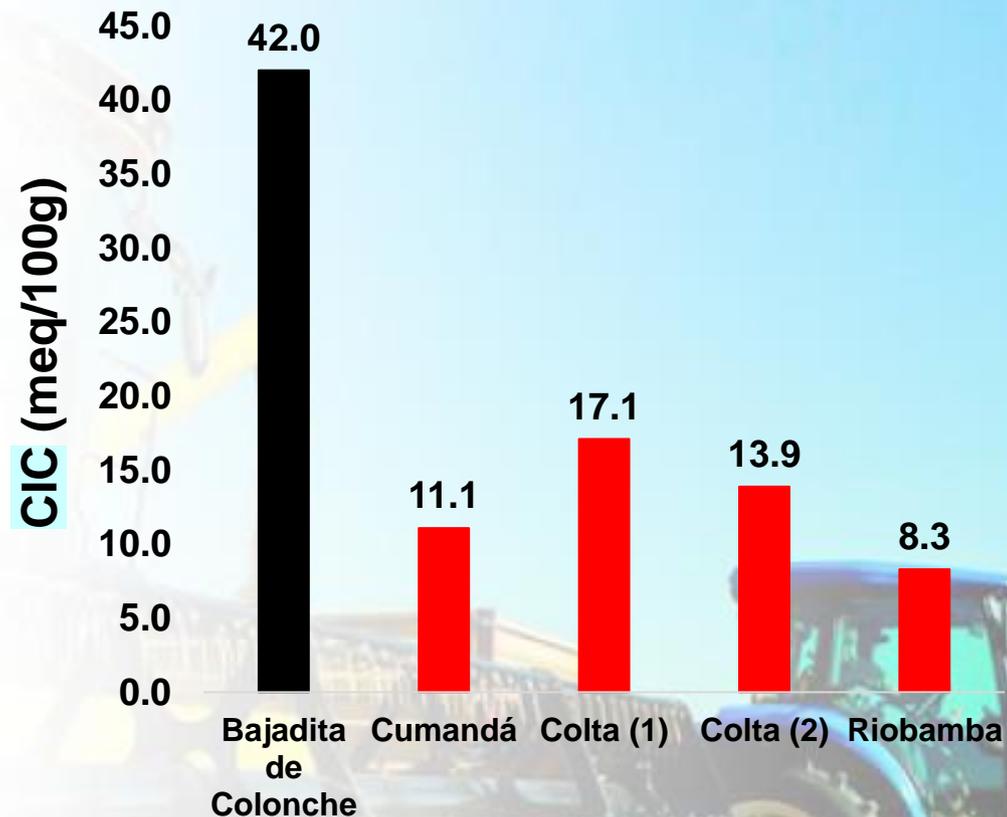
Para los valores, son promedio de todos los horizontes (0-70cm)

# Bases intercambiables y C.I.C. en cada suelo.

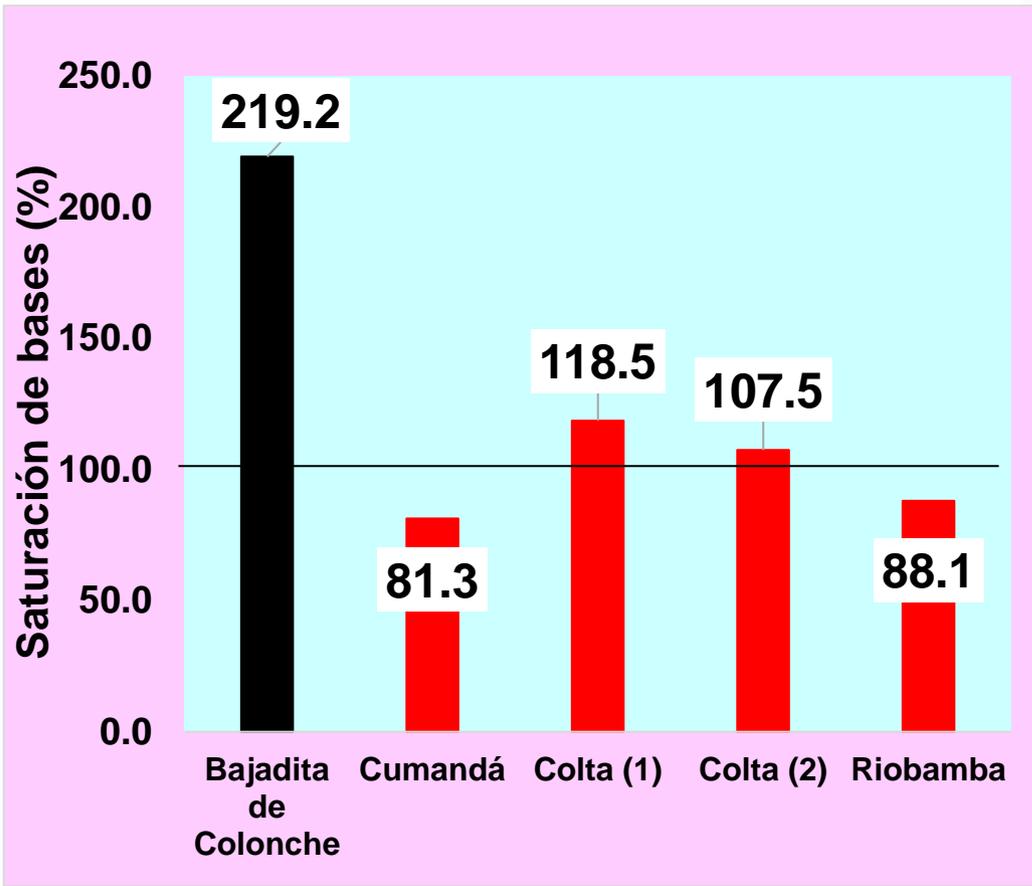
- Como característica físico-química del suelo, es muy importante que evalúe **la Capacidad de Intercambio Catiónico**.
- Luego, es necesario que calcule **la saturación de bases**, usando los valores de bases intercambiables y el valor de la C.I.C.



**Figura N°8.** Comparación de la suma de bases por el cloruro de bario en el suelo.

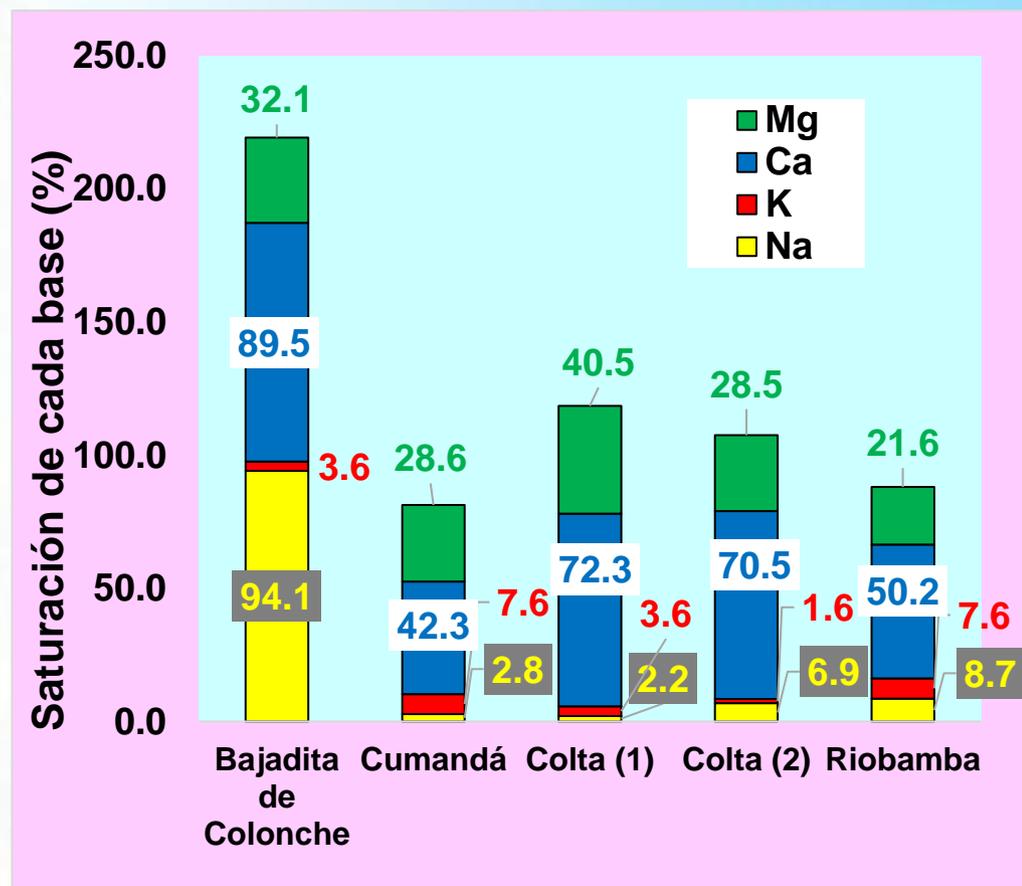


**Figura N°9.** Comparación de la CIC en el suelo.



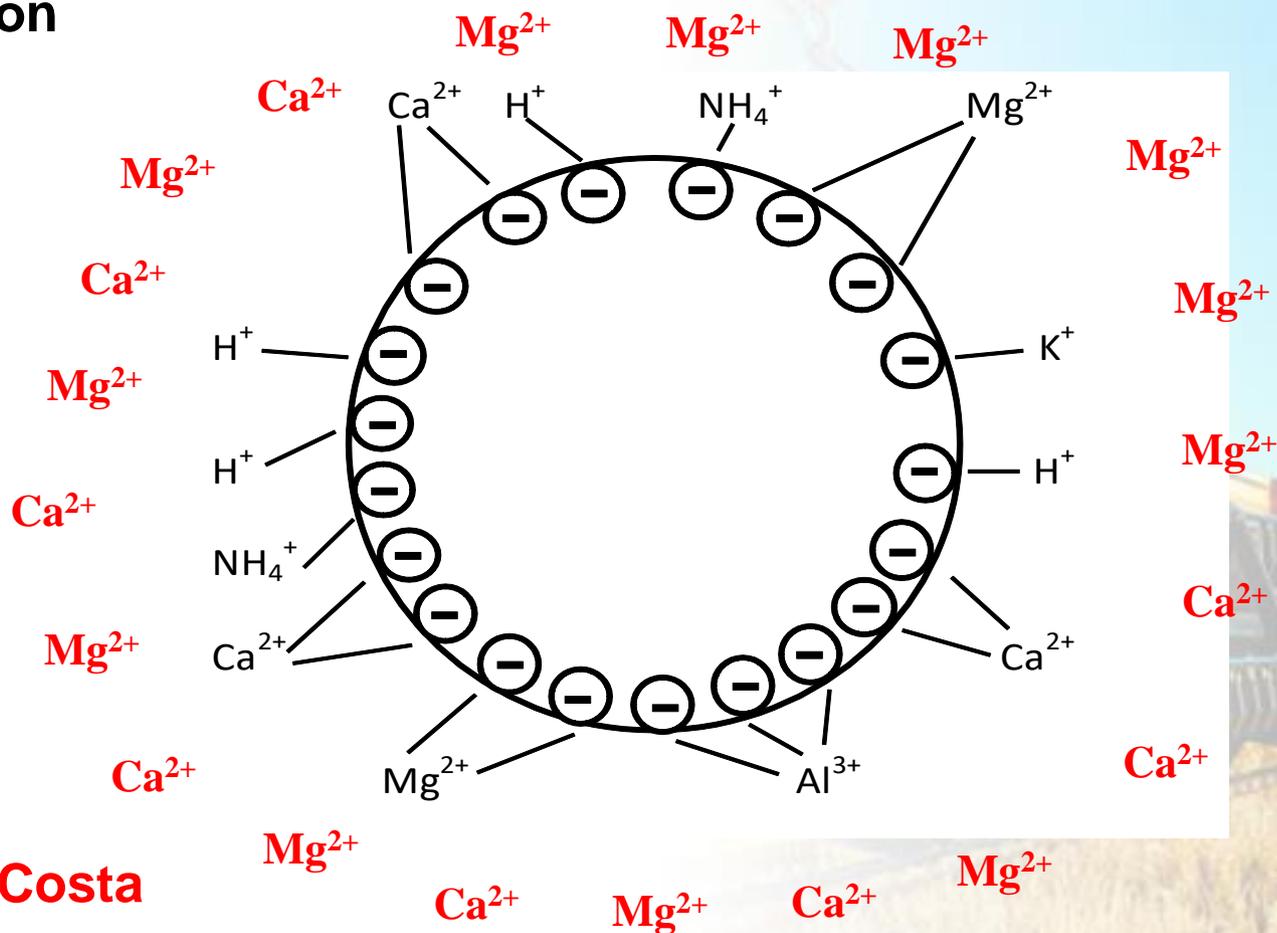
Santa Elena  
 Chimborazo

**Figura N°10.** Comparación de la saturación de bases en el suelo.



**Figura N°11.** Proporción de la saturación de cada base en el suelo.

Es mejor para **60-70%** como la saturación de bases.



Hay posibilidad de **más de 100%** para la saturación de bases.

Ejemplo: Región de **Sierra y Costa del sur.**

Ejemplo: Región de **Costa del norte y Oriente.**

Figura N°12. Carga negativa del coloide del suelo con **bases soluciones solubles.**

# Comparación entre Olsen-modificado y Bases intercambiables en los suelos de Sierra.

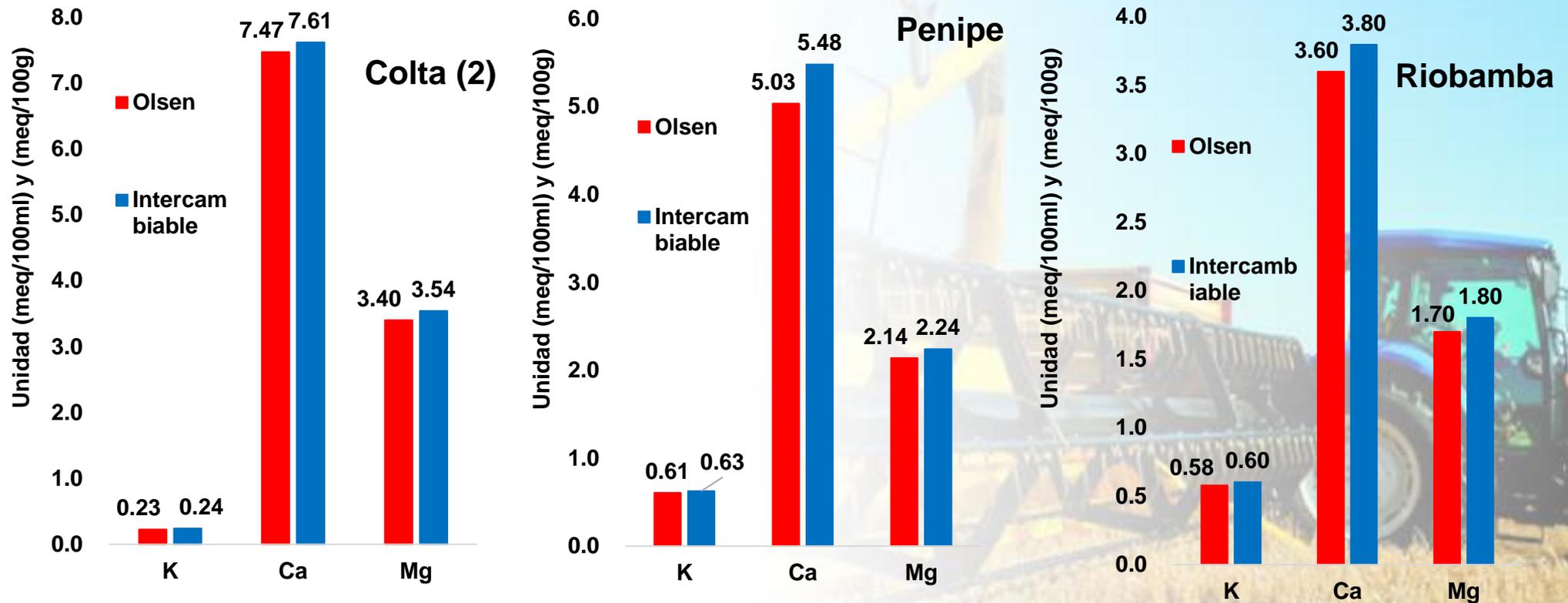


Figura N°13. Tres Cantones en la Provincia de Chimborazo.

# Comparación entre Olsen-modificado y Bases intercambiables en los suelos de Costa.

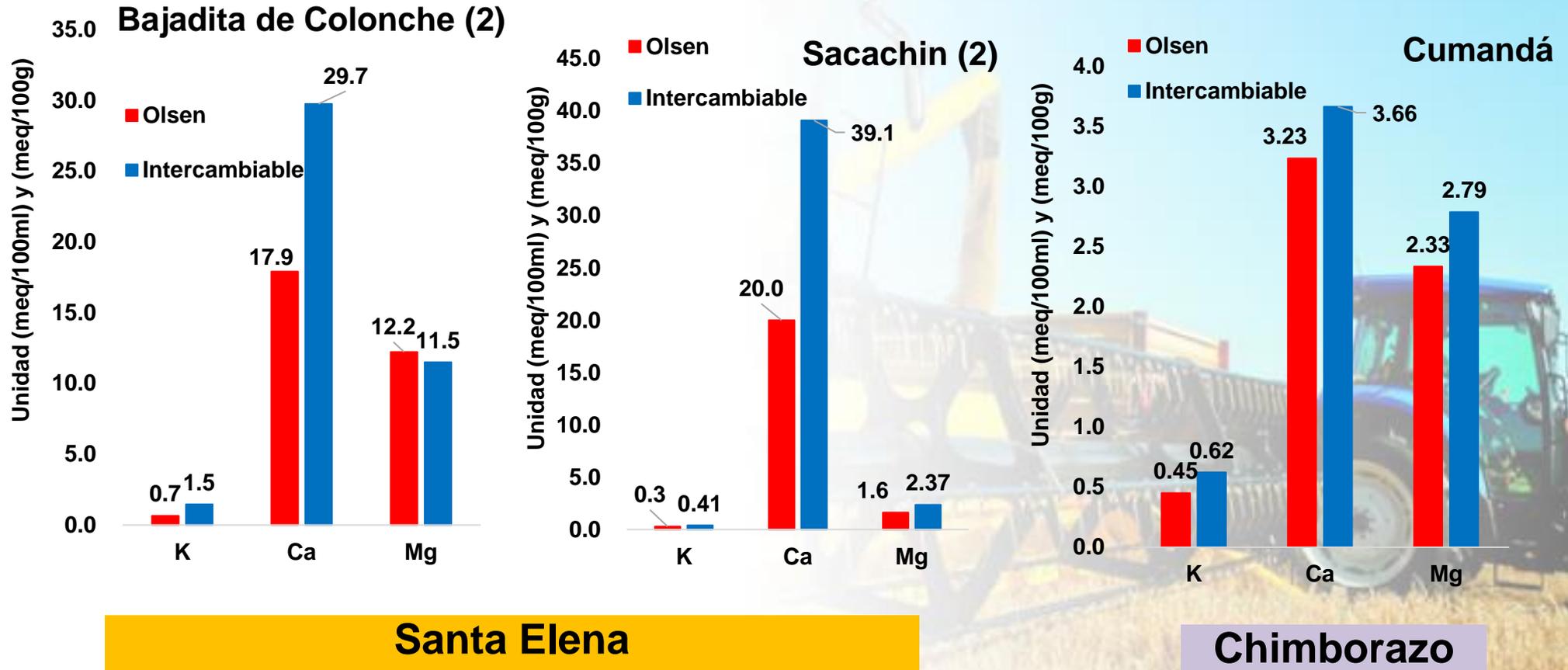
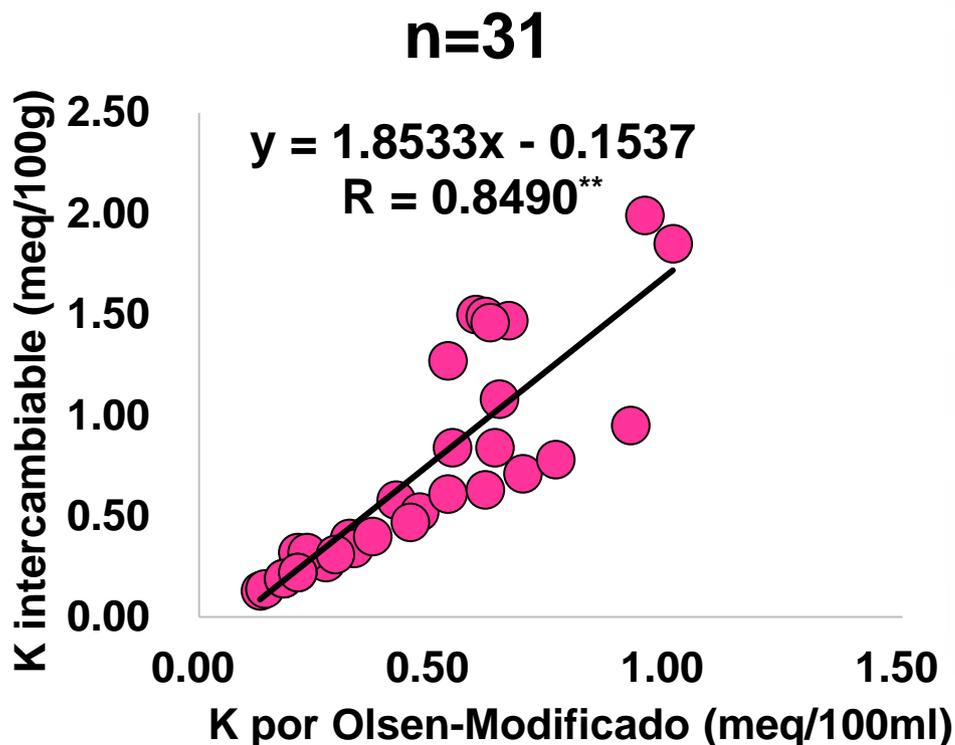
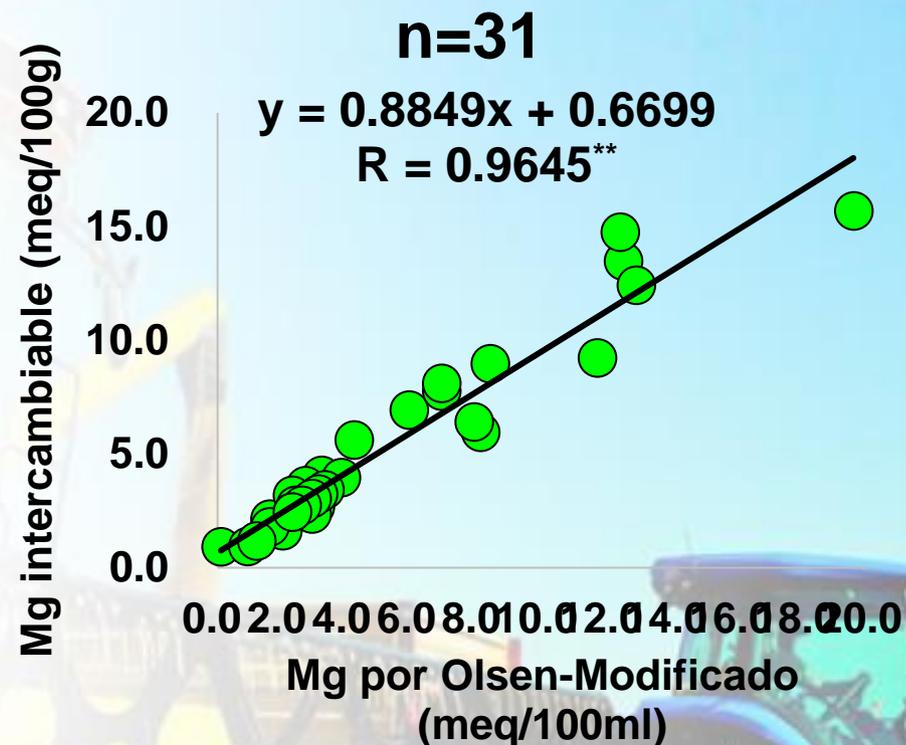


Figura N°14. Comparación entre la Provincia de Santa Elena y de Chimborazo

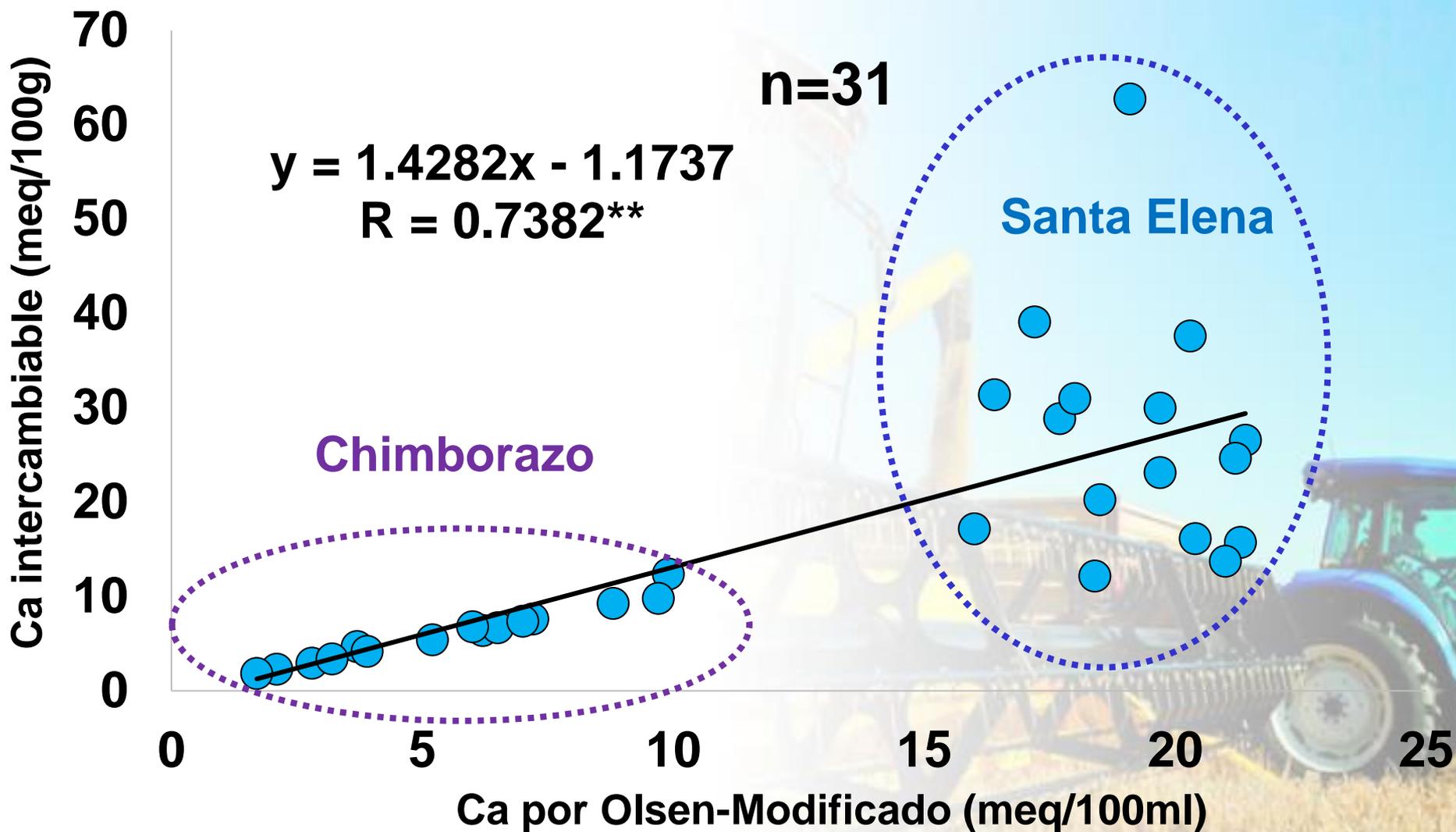


**Figura N°15.** Relación entre el **K** por Olsen e Intercambiable en los suelos en Chimborazo y en Santa Elena.

Se observó la diferencia significativa al 1% para el coeficiente correlativo.



**Figura N°16.** Relación entre el **Mg** por Olsen e Intercambiable en los suelos en Chimborazo y en Santa Elena.

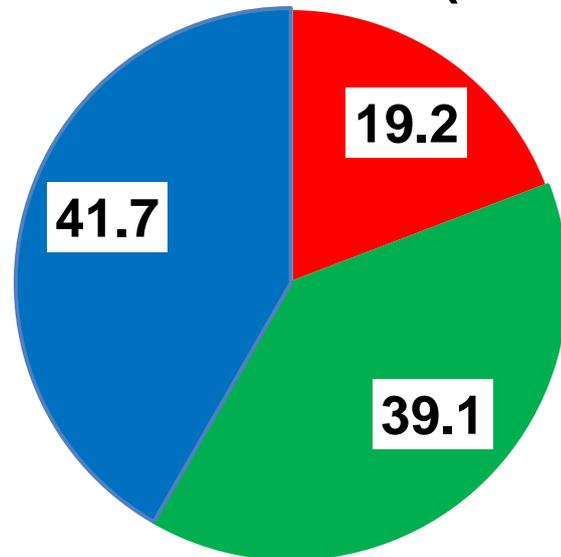


**Figura N°17.** Relación entre el **Ca** por Olsen e Intercambiable en los suelos en Chimborazo y en Santa Elena.

Se observó la diferencia significativa al 1% para el coeficiente correlativo.

# Comparación entre los dos suelos en Ecuador

Bajadita de Colonche(Santa Elena)

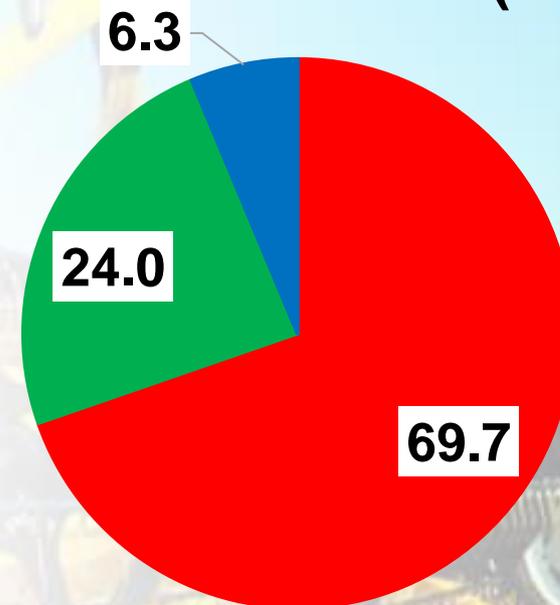


■ Arena ■ Limo ■ Arcilla

**Suelo arcilloso, Costa**

**Vertisol**

Riobamba (Chimborazo)



■ Arena ■ Limo ■ Arcilla

**Suelo franco arenoso, Sierra**

**Andisol o Inceptisol**

**Figura N°18.** Comparación de la Textura en los suelos en Chimborazo y en Santa Elena.

# Comparación entre Ca intercambiable y por Olsen, CIC y Arcilla en los suelos de Sierra.

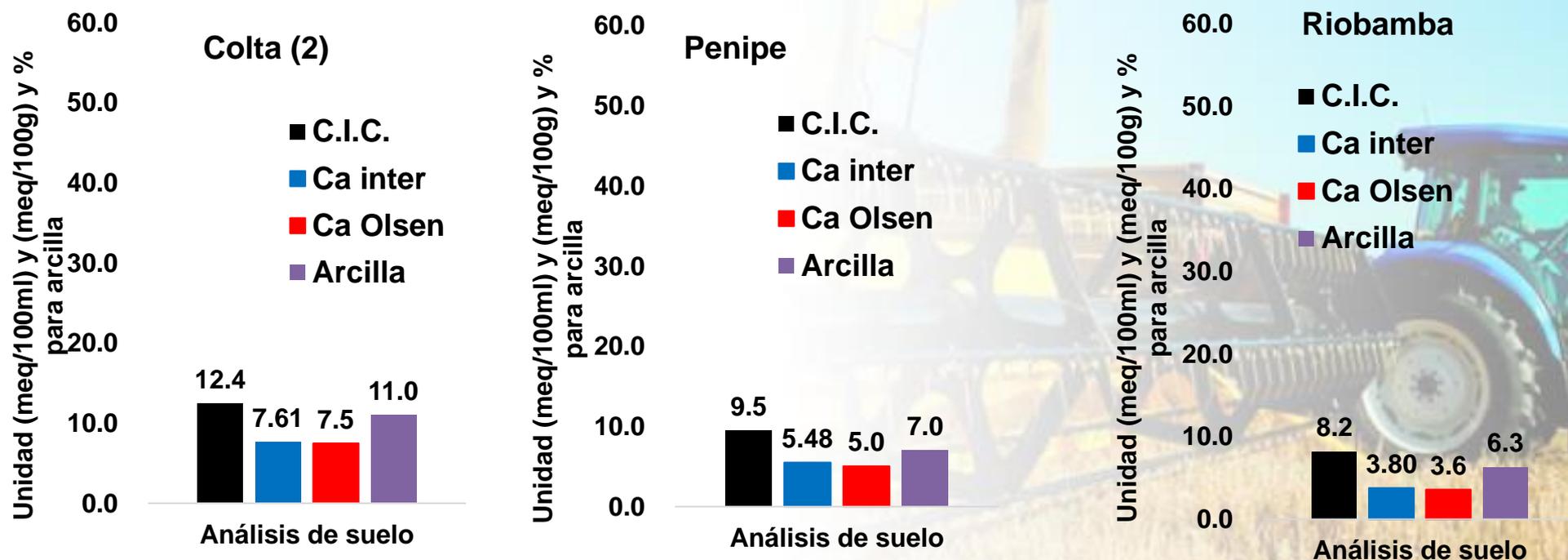


Figura N°19. Tres Cantones en la Provincia de Chimborazo

# Comparación entre Ca intercambiable y por Olsen, CIC y Arcilla en los suelos de Costa.

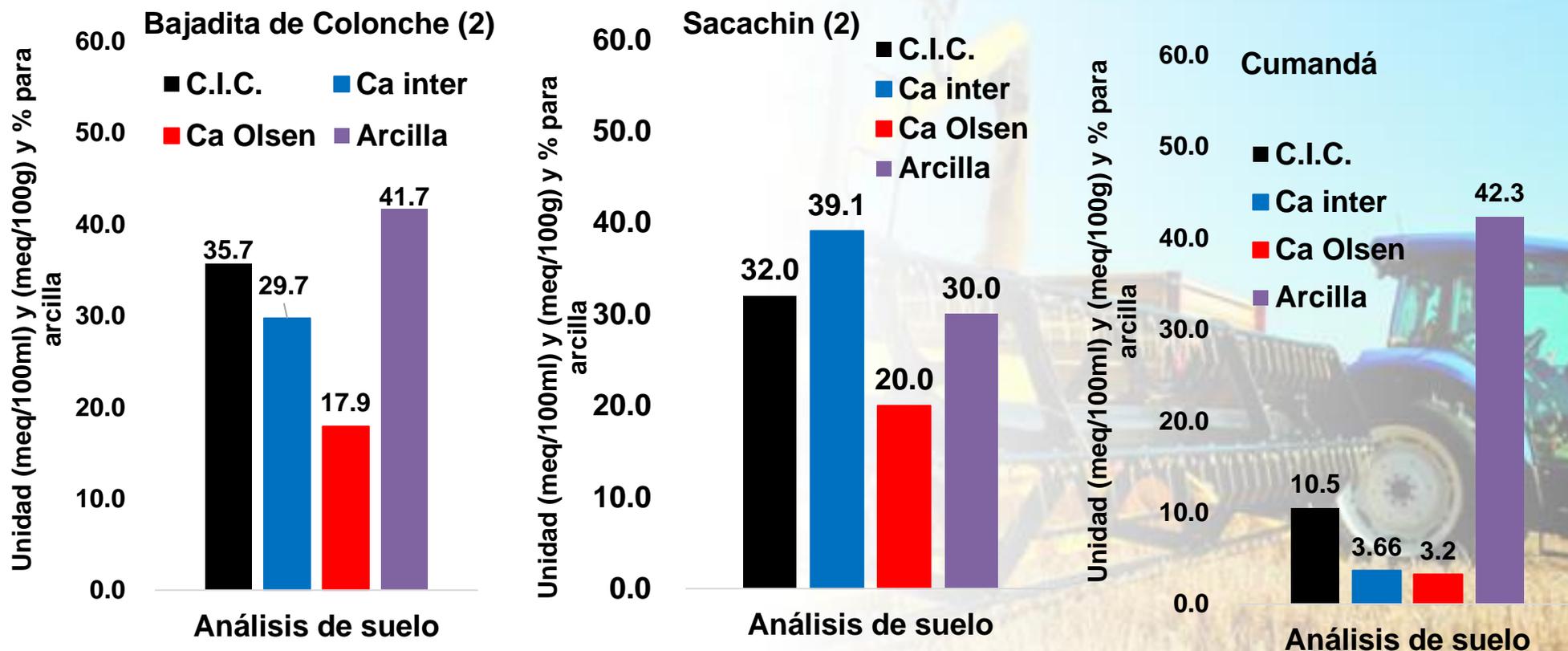


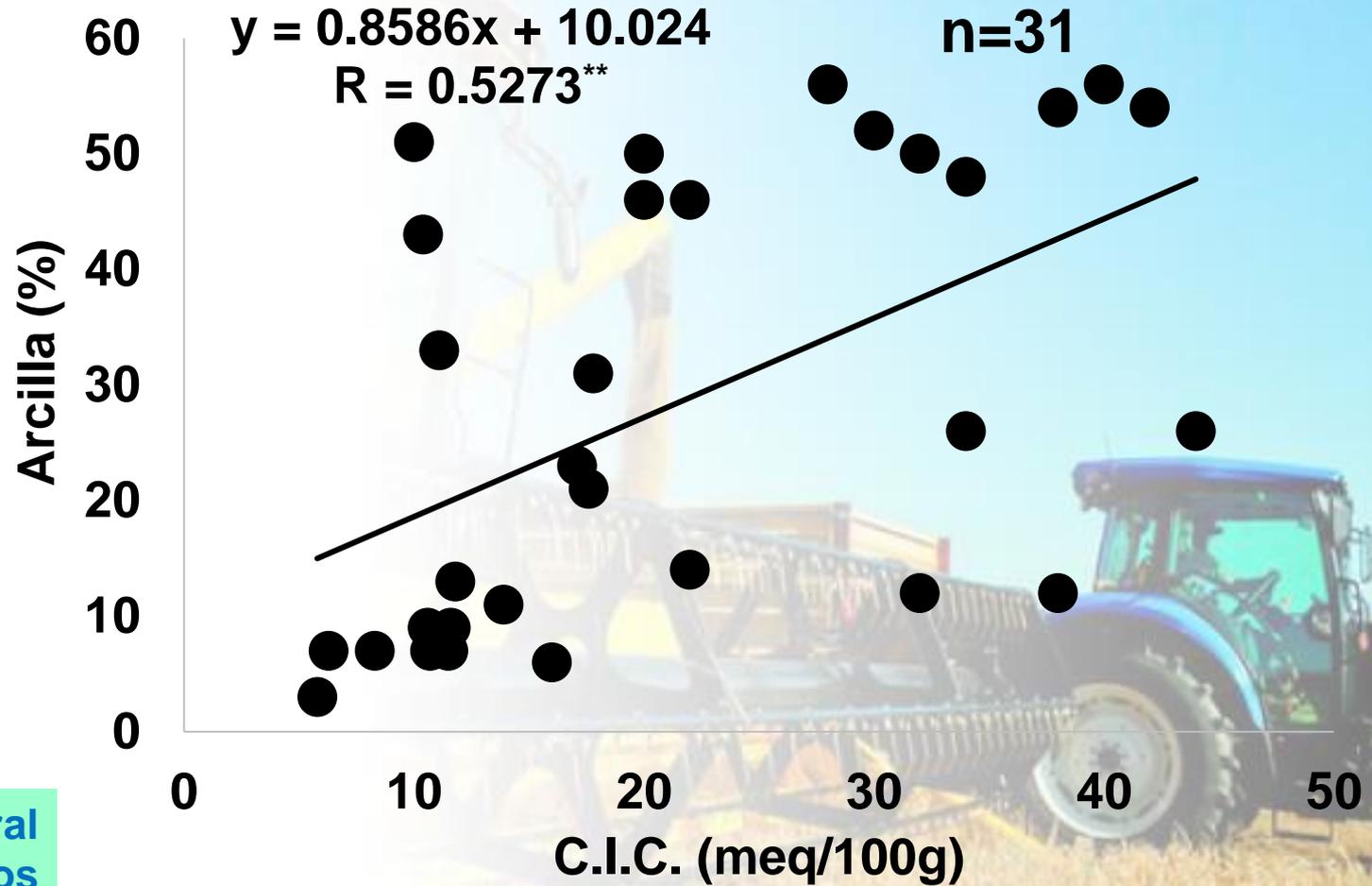
Figura N°20. Comparación entre la Provincia de Santa Elena y de Chimborazo

# Tabla N°1. Determinación de la diferencia positiva para el Ca entre Intercambiable y Olsen en los suelos.

Situación		Ca inter	Ca Olsem	Diferencia	Positivo	
Santa Elena (Costa)	Bajadita de Colonche (2)	37.6	20.3	17.3	17.3	
		39.1	17.2	21.9	21.9	
		28.8	17.7	11.1	11.1	
		31.0	18.0	13.0	13.0	
		31.4	16.4	15.0	15.0	
		17.2	16.0	1.2	1.2	
		23.1	19.7	3.4	3.4	
	Sacachun No1	26.6	21.4	5.2	5.2	
		16.1	20.4	-4.3	4.3	
		20.2	18.5	1.7	1.7	
	Sacachin No2	24.7	21.2	3.5	3.5	
		30.0	19.7	10.3	10.3	
		62.7	19.1	43.6	43.6	
	Sacachun No3	15.7	21.3	-5.6	5.6	
		13.7	21.0	-7.3	7.3	
		12.2	18.4	-6.2	6.2	
	Chimborazo (Sierra)	Cumandá	4.7	3.7	1.0	1.0
			2.9	2.8	0.1	0.1
3.4			3.2	0.2	0.2	
Colta No1		12.4	9.9	2.5	2.5	
		9.3	8.8	0.5	0.5	
		7.6	7.2	0.4	0.4	
Colta No2		9.8	9.7	0.1	0.1	
		6.4	6.2	0.2	0.2	
		6.7	6.5	0.2	0.2	
Penipe		7.4	7.0	0.4	0.4	
		6.8	6.0	0.8	0.8	
		2.3	2.1	0.2	0.2	
Riobamba		4.2	3.9	0.3	0.3	
		1.8	1.7	0.1	0.1	

Fue muy importante que evaluara la relación entre **Positivo (diferencia absoluta)** y CIC.

**Figura N°21.  
Relación  
entre  
Arcilla y  
C.I.C**



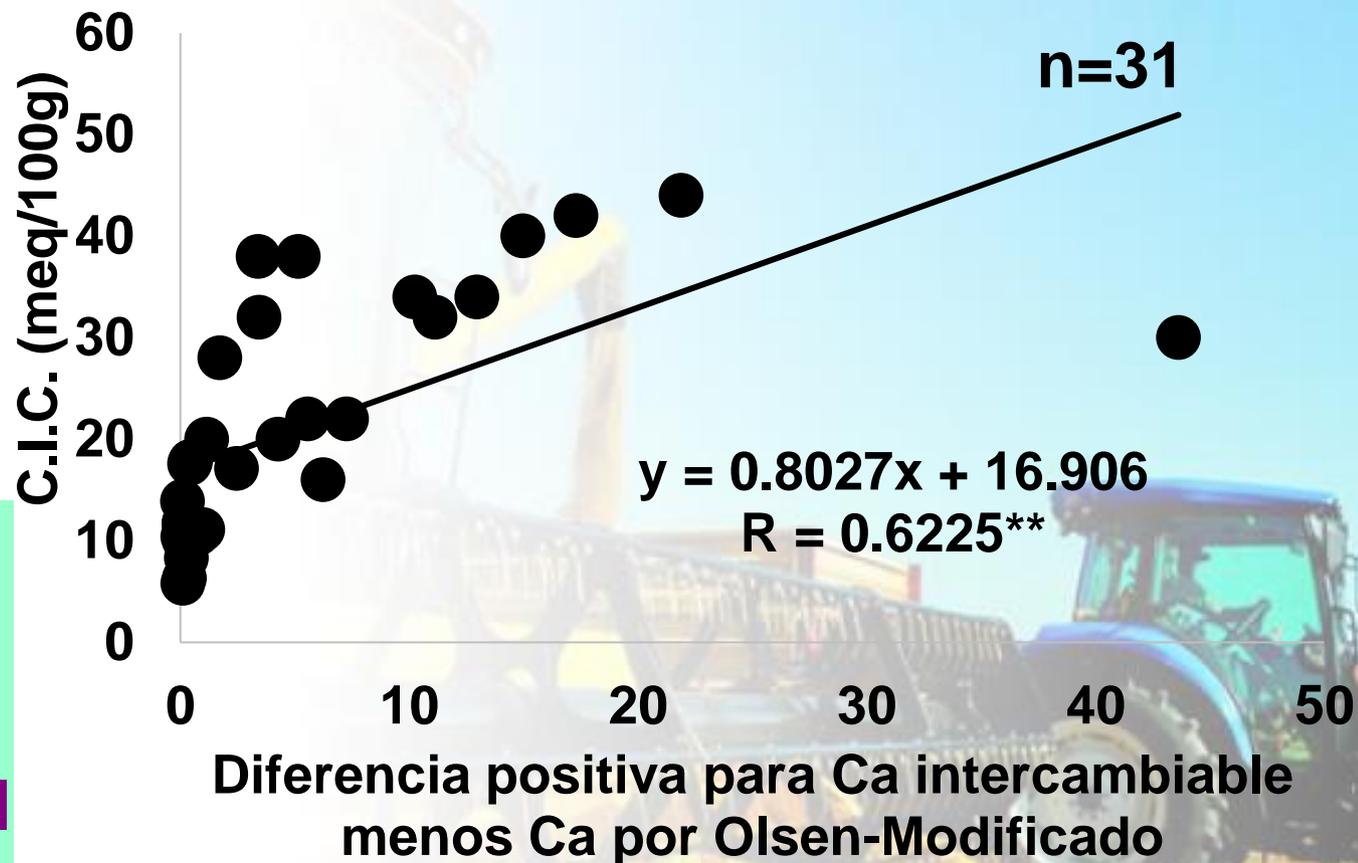
Por supuesto, para mineral arcilloso, tiene varios tipos con diferencia para el poder adsorbido los cationes.

Se observó la diferencia significativa al 1% para el coeficiente correlativo.

**Figura N°22.  
Relación  
entre C.I.C. y  
Diferencia  
positiva para  
el Ca**

Por alto contenido de la CIC con buena calidad de mineral arcillos en la arcilla, aumentó la diferencia positiva. Por fin. para la solución extractora de **Acetato de amonio**, es superior con **más alta extracción** a la solución de Olsen para el **Ca intercambiable** con detectar el **Na**

Se observó la diferencia significativa al 1% para el coeficiente correlativo.



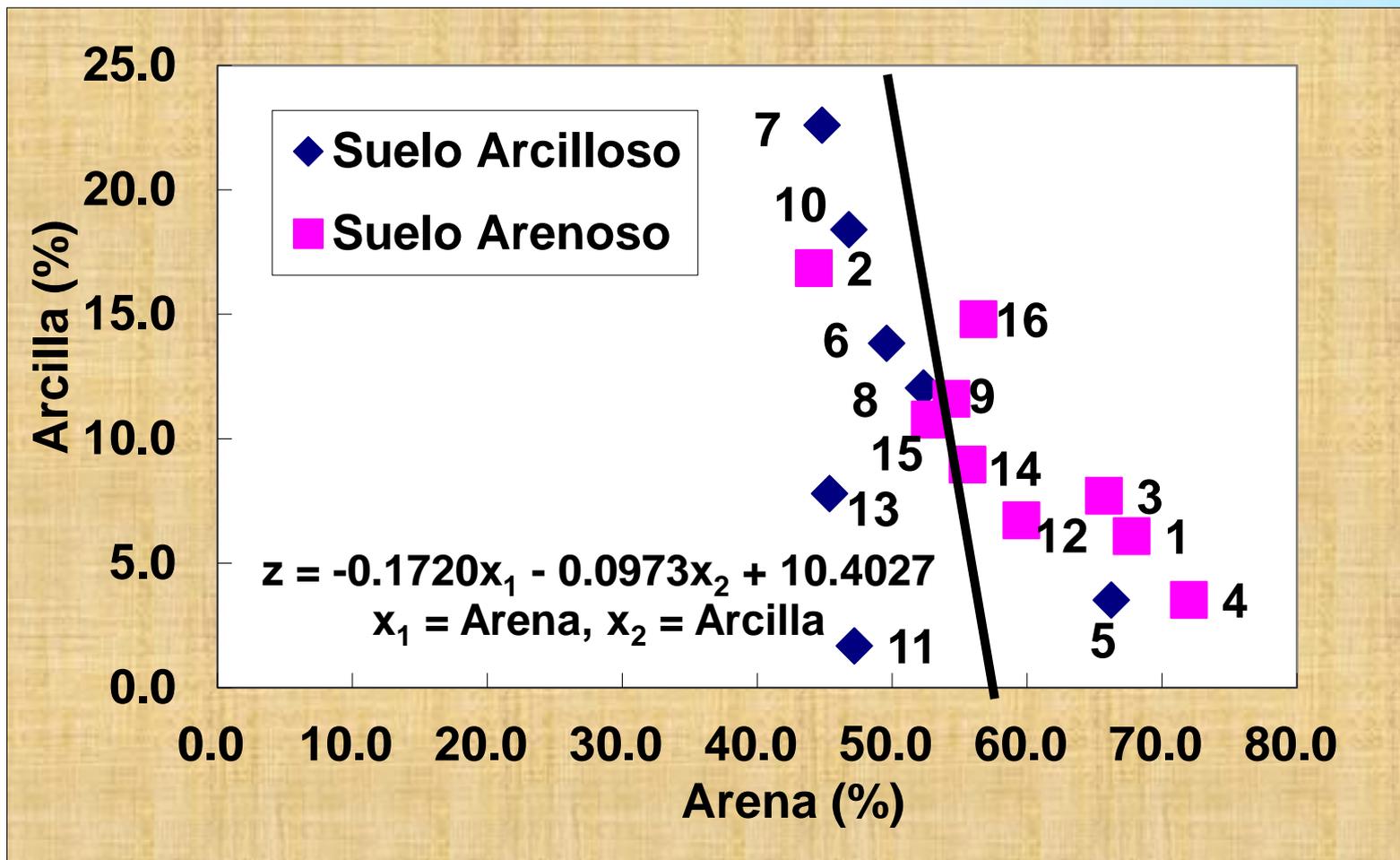


Figura N°5. Relación entre suelo arcilloso y arenoso en las 16 muestras.

Otra vez, mostré esta Figura para confirmar.

# Fotos de Alfalfa cultivada

1. La Alfalfa (*Medicago sativa*) es una planta leguminosa y se la utiliza la dieta para Cuy en la región andina.
2. Es conocido como tener el mecanismo que puede absorber el **Fe sedimentado** en el suelo salino y/o sódico en la región seca.



Colta (2)



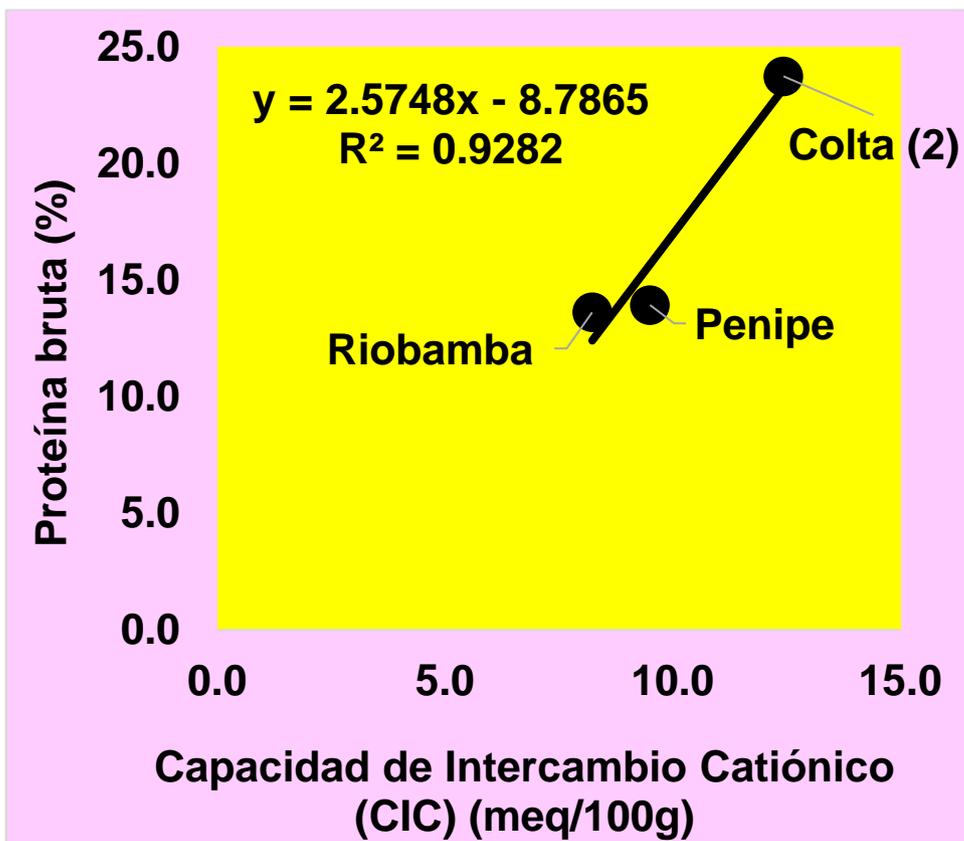
Penipe



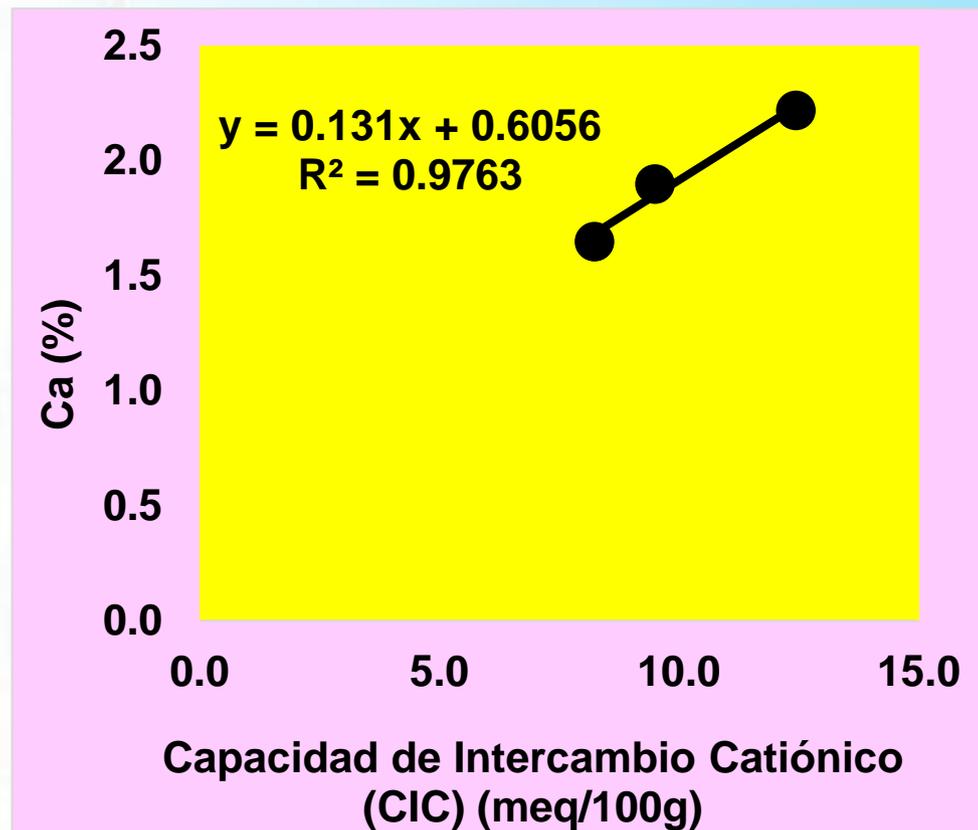
Riobamba

**Foto N°5.** Calicata Cultivo de Alfalfa en cada campo en la provincia de Chimborazo, 2019.

# Relación entre la absorción de macro ( $\text{NH}_4\text{-N}$ y Ca) en la planta y CIC en el suelo.

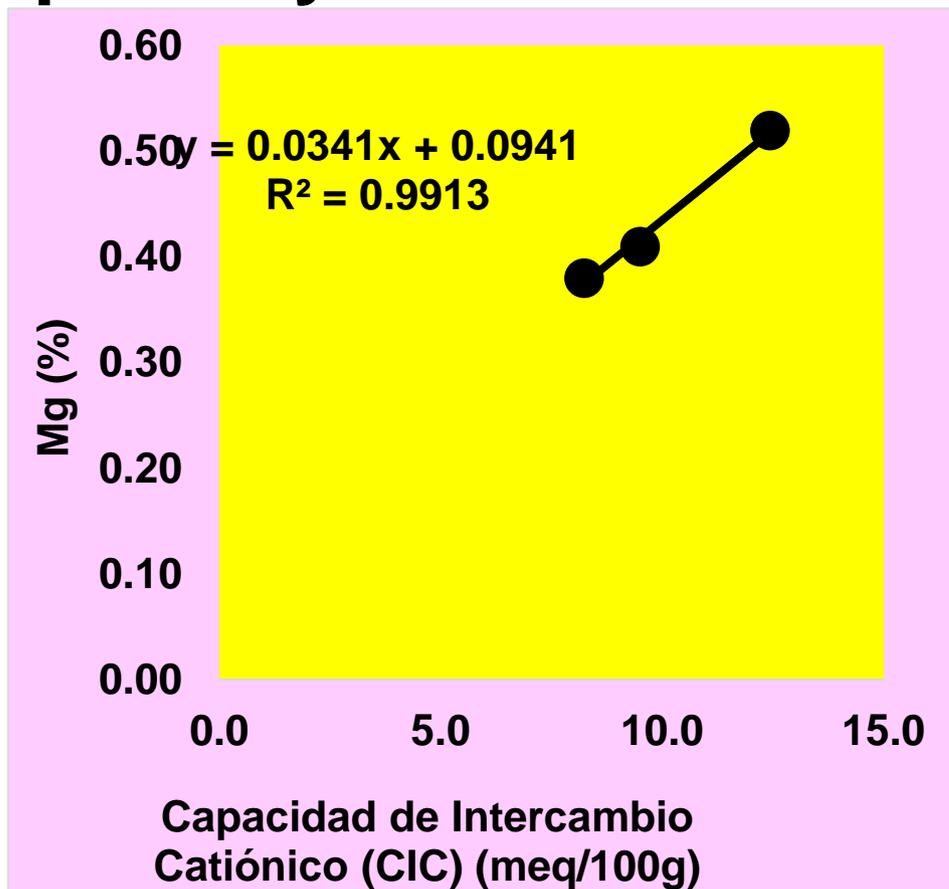


**Figura N°23.** Relación entre la proteína bruta en la alfalfa y  $\text{NH}_4\text{-N}$  en el suelo en los 3 cantones.

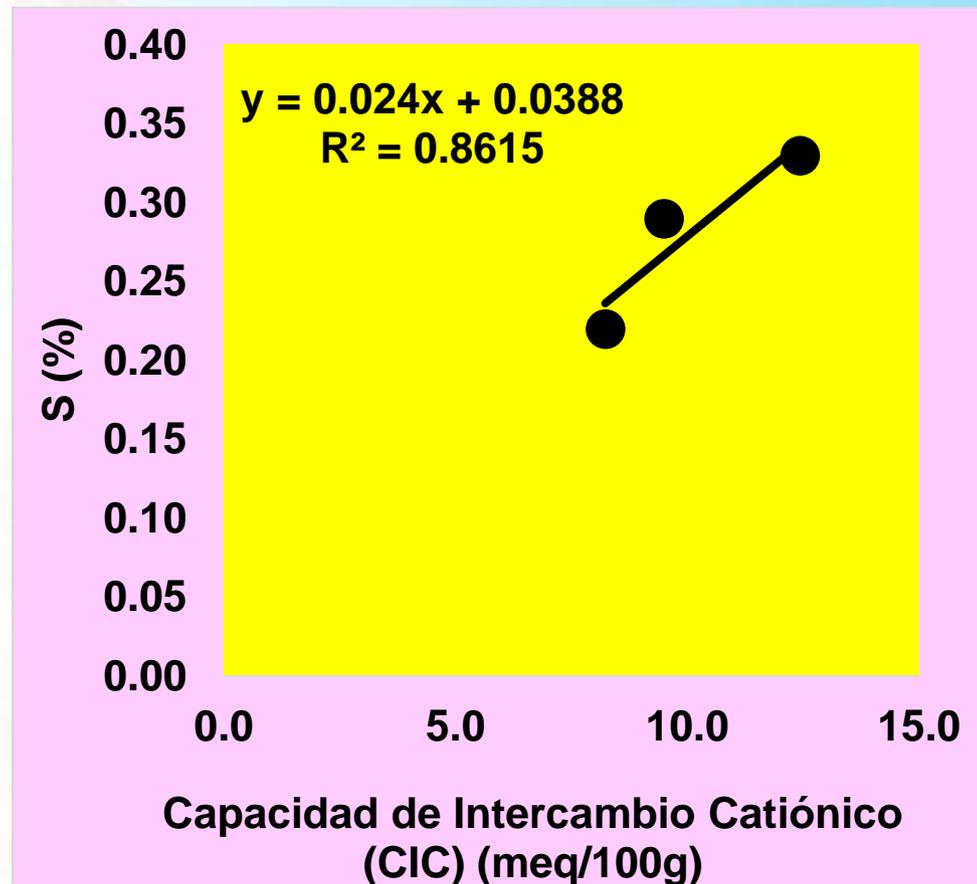


**Figura N°24.** Relación entre el Ca en la alfalfa y CIC en el suelo en los 3 cantones.

# Relación entre la absorción de macro (Mg y S) en la planta y CIC en el suelo.



**Figura N°25.** Relación entre el Mg en la alfalfa y CIC en el suelo en los 3 cantones.



**Figura N°26.** Relación entre el S en la alfalfa y CIC en el suelo en los 3 cantones.

# Relación entre la absorción de micro (Mn y Zn) en la planta y CIC en el suelo.

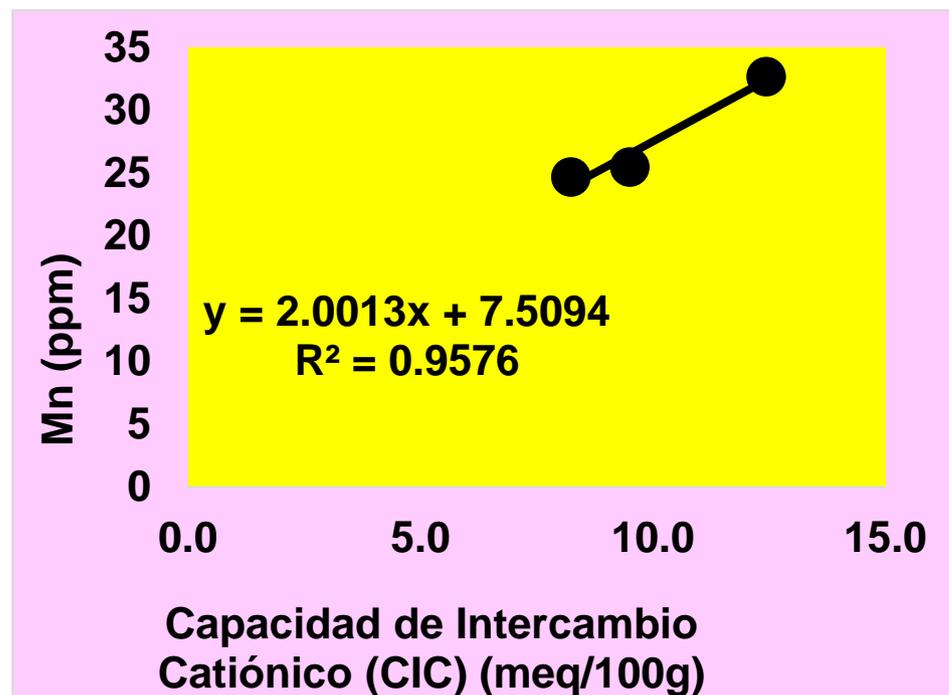


Figura N°27. Relación entre el Mn en la alfalfa y CIC en el suelo en los 3 cantones.

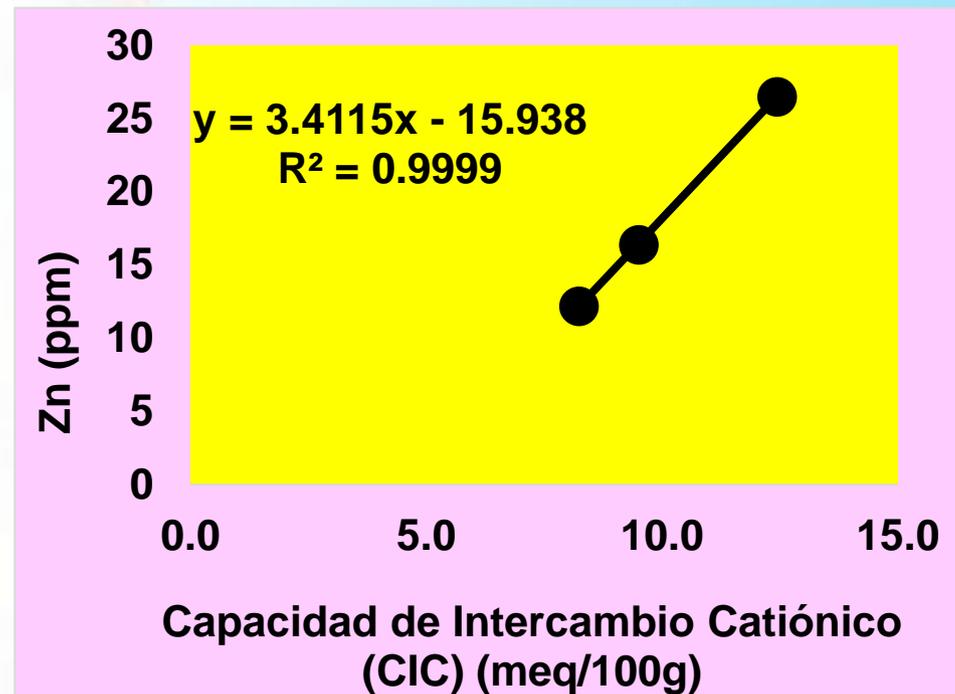


Figura N°28. Relación entre el Zn en la alfalfa y CIC en el suelo en los 3 cantones.

Por la aplicación de los resultados obtenidos, aproveché la zeolita con muy alto valor para la CIC para recuperar el suelo contaminado con Cd y mostré encoger la duración recuperada por la aplicación adecuada de la zeolita bajo sistema de a fitoremediación como otro trabajo.

# Comparación de la propiedad físico-química del suelo entre región de Costa, Sierra y Oriente en Ecuador.

Ahora estoy ordenando el Texto sobre la ciencia del suelo y nutrición vegetal en Ecuador para establecer y/o desarrollar la ciencia básica en su país.

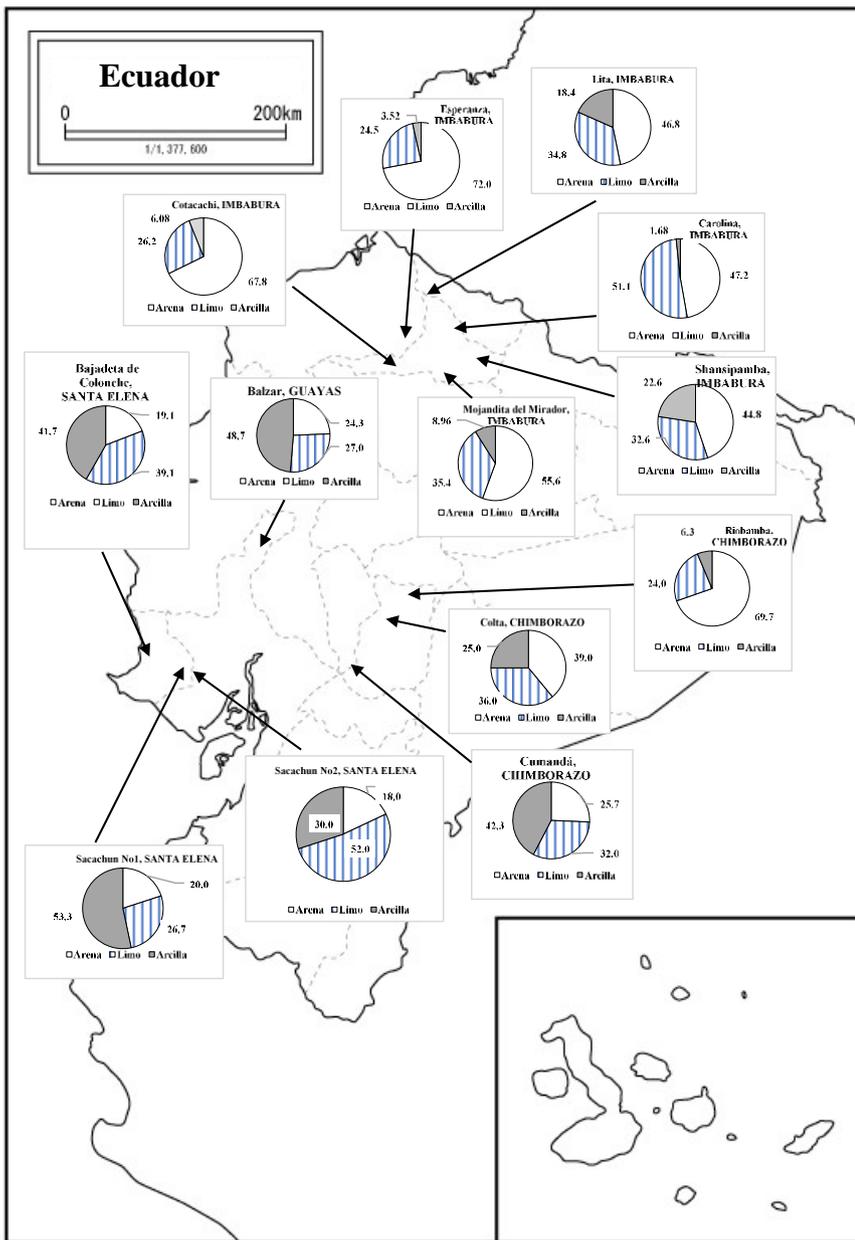


Figura N°29. **Textura** de los suelos en las provincias representativas en Ecuador.

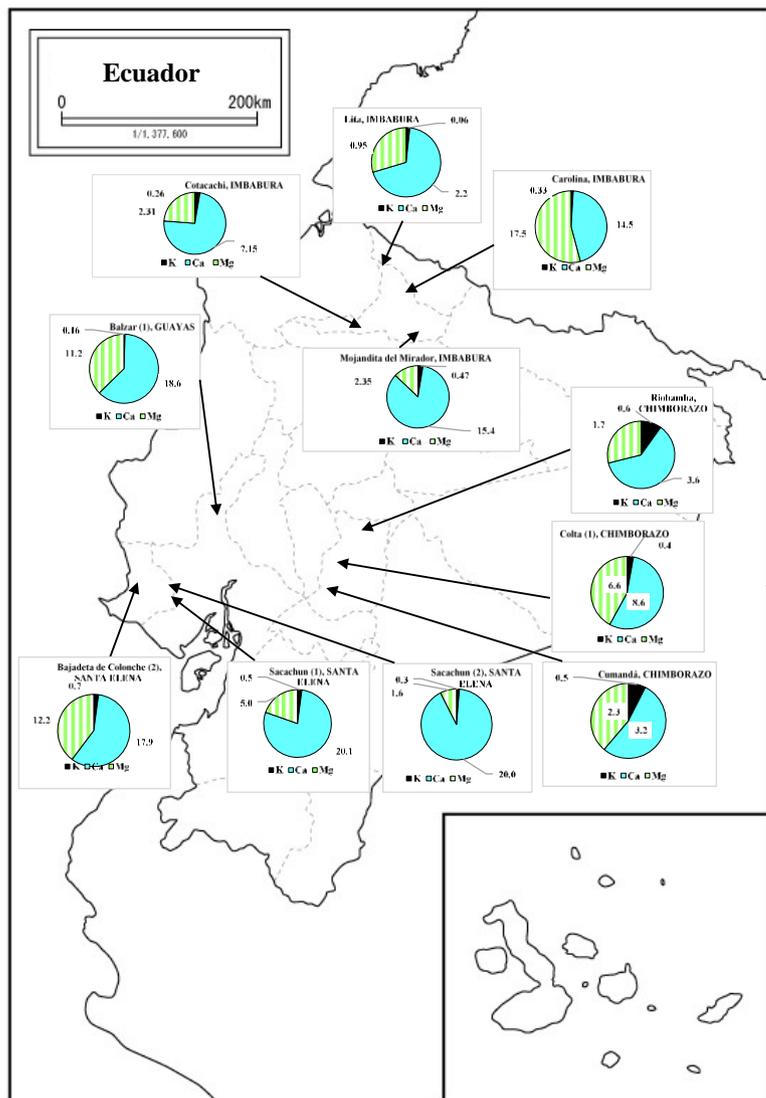


Figura N°30. Bases por Olsen-Modificado en los suelos en las provincias representativas en Ecuador.

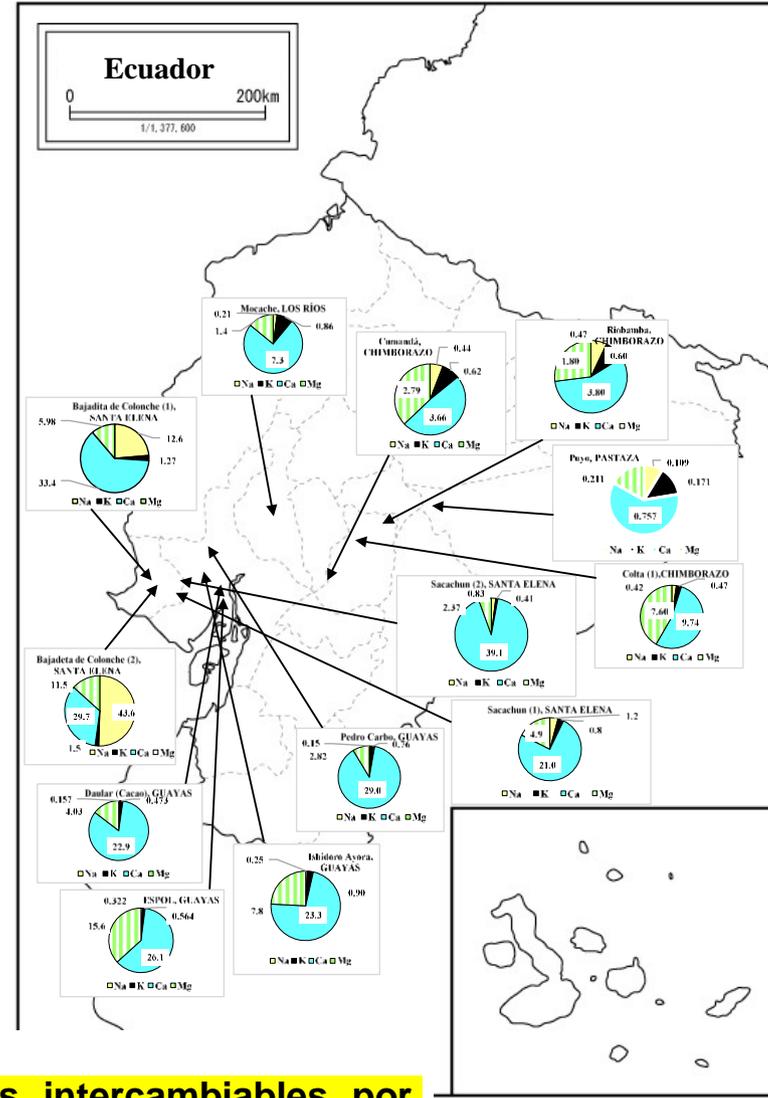
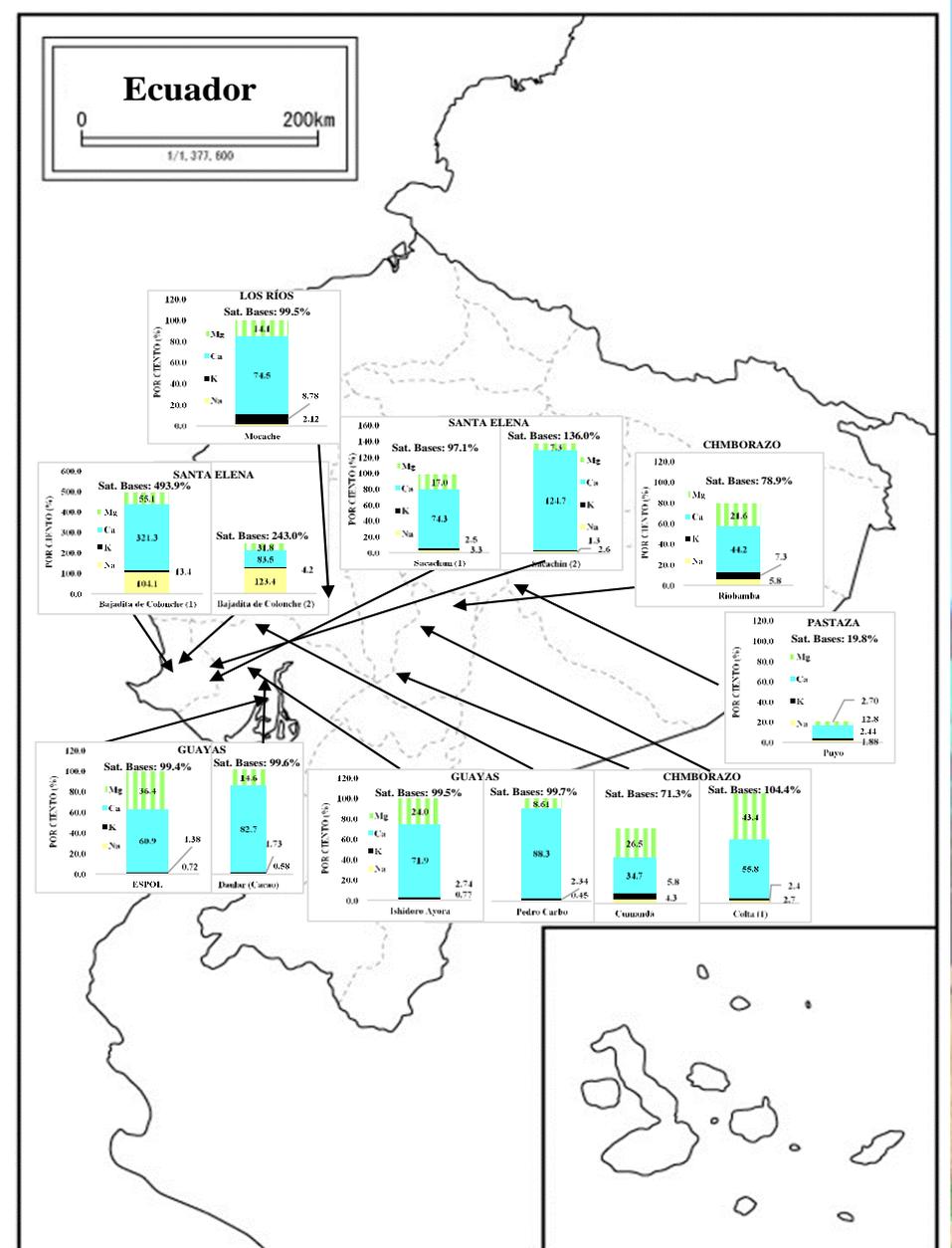
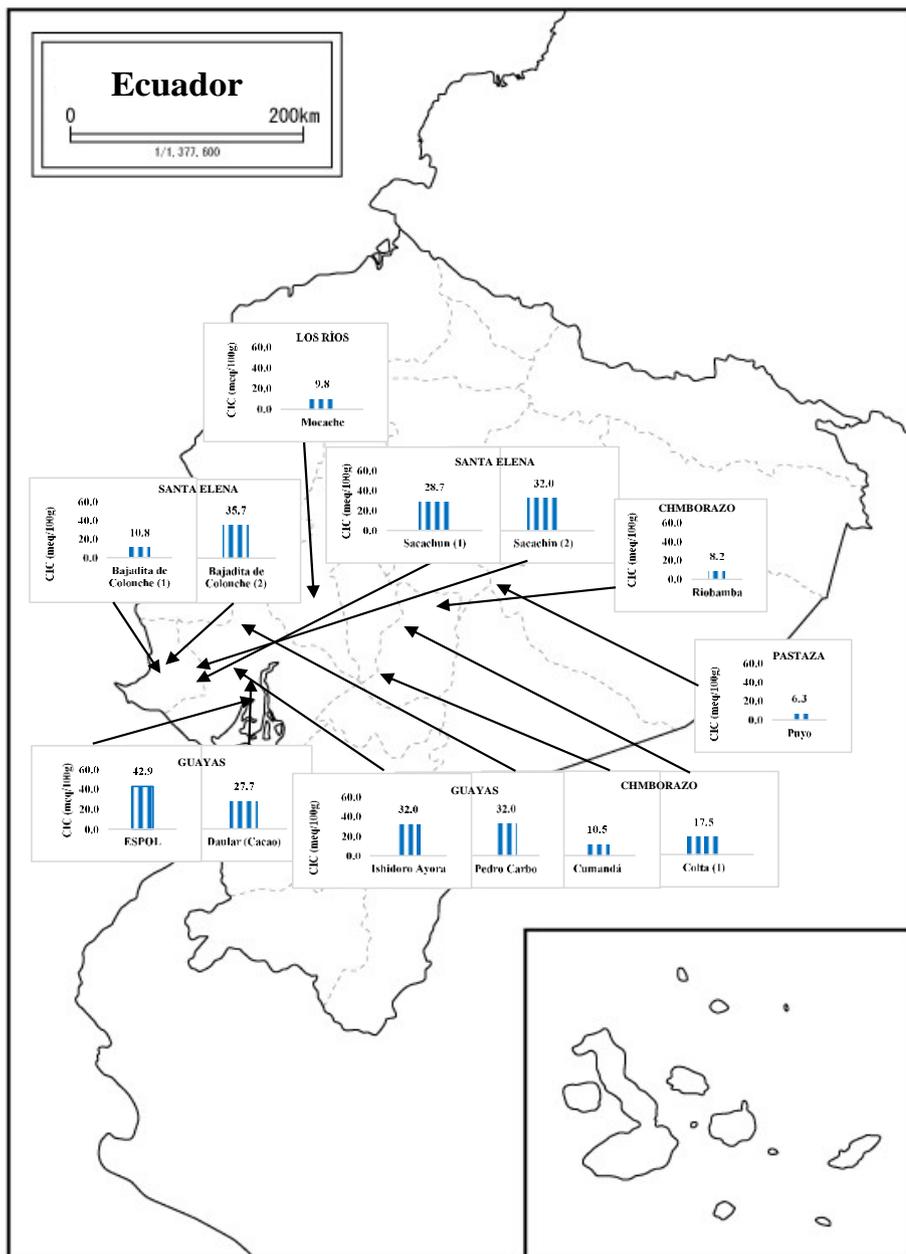


Figura N°31. Bases intercambiables por acetato de amonio al 1M o cloruro de bario al 1M en los suelos en las provincias representativas en Ecuador.



**Figura N°32. Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.)** en los suelos en las provincias representativas en Ecuador.

**Figura N°33. Saturación de bases** en los suelos en las provincias representativas en Ecuador.

- Es necesario que evalúe **bases intercambiables con Na** y **CIC** en los suelos en la región de **Sierra** y **Oriente** además de la **Costa** por el **nuevo método**.
- Es muy importante que los evalúe con la **Textura** de suelos.
- Totalmente, es muy importante que evalúe la fertilidad del suelo por **CIC** y **Saturación de bases (%)**...etc. en cada región de Ecuador.

Por la mala suerte, tuve que regresar al Japón, teniendo en cuenta alto contagio de covid-19 por el mando de la JICA.

**Pero, el Tomita está ordenando el concepto muy básico para la ciencia del suelo ecuatoriano por aprovechar los resultados obtenidos, posiblemente.**

**Muchas  
Gracias por  
su atención**



**VI CONGRESO  
INTERNACIONAL  
DE INNOVACIONES  
TECNOLÓGICAS  
gropecuarias**