

CATIONES DE INTERCAMBIO EN UN TRANSECTO DE SUELO DERIVADO DE MATERIALES VOLCÁNICOS Y SU RELACIÓN CON LA ACIDEZ



SHIRLEY ELIZABETH ARANDA SALTOS
GREGORIO HUMBERTO VÁSCONEZ MONTÚFAR

CATIONES DE INTERCAMBIO EN UN TRANSECTO DE SUELO DERIVADO DE MATERIALES VOLCÁNICOS Y SU RELACIÓN CON LA ACIDEZ

Publicado por: Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
Dir. Av. Quito km 1½ vía a Santo Domingo de los Tsáchilas,
Quevedo, Ecuador. www.uteq.edu.ec.

Derechos reservados: © Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador 2022.
Dirección de Investigación Ciencia y Tecnología (DICYT).
Se autoriza la reproducción de esta publicación con fines educativos y otros que no sean comerciales sin permiso escrito previo detentar el derecho de autor, mencionando la cita.

Cita del libro: Aranda S. y Vásconez G. 2022. Cationes de intercambio en un transecto de suelo derivado de materiales volcánicos y su relación con la acidez. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador. 81 pp.

Revisión de Pares Externos: Pablo Preciado Rangel
Doctor en Ciencias Edafológicas.
Instituto Tecnológico Torreón - México.

Miguel Angel García Parra
Doctor en Ciencias Agrarias y Agroindustriales.
Universidad del Cauca - Colombia.

Diseño y Diagramación: Ing. J. Bladimir Mora Macías
Diseñador Gráfico y Multimedia.

Primera Edición: Quevedo, Diciembre del 2022.

ISBN: 978-9978-371-60-2

PRESENTACIÓN

El Comité Editorial de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) es la unidad encargada de promover, gestionar y administrar el conocimiento resultante de las actividades de investigación científica, la docencia y la vinculación de docentes y estudiantes. Dentro del procedimiento para el reconocimiento al profesorado y estudiantado de la UTEQ se contempla la publicación como libros de Tesis de grado y posgrado que se distingan por su innovación, metodología, rigor técnico o impacto social.

La tesis presentada en opción al grado de Ingeniería Agropecuaria de Shirley Elizabeth Aranda Saltos, obtenido en la “Universidad Técnica Estatal de Quevedo”, atiende a la normativa existente para ser publicado como libro y por ello el Comité Editorial de la UTEQ aprueba la visibilidad y acceso a la comunidad académica, científica y sociedad en general.



RESUMEN

La mayoría de suelos del Ecuador continental son de origen volcánico, procedentes de cenizas principalmente, y cubren prácticamente todos los paisajes montañosos. La acidez de los suelos es uno de los problemas más limitantes del desarrollo normal de las plantas, al causar deficiencias o toxicidades, razón por la cual se establece la presente investigación que pretende relacionar la acidez de los suelos de un transecto en la provincia de Cotopaxi con la actividad agroproductiva ejercida en estos suelos. Se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar, evaluándose tres tratamientos que consistieron dos actividades productivas (T1: agricultura y T2: ganadería) más un tratamiento testigo (T3). Los resultados demostraron que la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) no demostró significancia independiente de la actividad productiva, mientras que la concentración de aluminio fue inferior en T1 y T2, siendo T3 de mayor concentración de Al- debido a la génesis propia de este tipo de suelos. Se establecieron correlaciones positivas entre la capacidad de intercambio catiónico efectiva CICE y el pH; y entre las bases intercambiables y el pH del suelo, mientras que se estableció una correlación negativa entre la concentración de aluminio y pH del suelo. No se establecieron correlaciones entre el contenido de bases y aluminio intercambiable con el porcentaje de materia orgánica presente en el suelo.

TABLA DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
RESUMEN.....	vi
ABSTRACT.....	vii
INTRODUCCIÓN.....	1
<hr/>	
CAPÍTULO I.....	4
CONTEXUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.1. Problema de Investigación.....	5
1.1.1. Planteamiento del Problema.....	5
1.1.2. Formulación del problema.....	5
1.1.3. Sistematización del problema.....	5
1.2. Objetivos.....	6
1.2.1. Objetivo General.....	6
1.2.2. Objetivos Específicos.....	6
1.3. Justificación.....	6
<hr/>	
CAPÍTULO II.....	7
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN.....	7
2.1. Marco conceptual.....	8
2.2. Marco referencial.....	9
2.2.1. Origen de la acidez de los suelos.....	9
2.2.1.1. Material original.....	10
2.2.2. Fuentes de H ⁺ y OH ⁻ de la solución del suelo.....	12
2.2.3. Relación entre el porcentaje de saturación de bases y pH.....	13
2.2.3.1. Causas de la acidificación progresiva de los suelos.....	14
2.2.3.2. El aluminio en el suelo.....	15
2.2.3.3. Absorción del aluminio por la planta.....	16
2.2.4. Capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE).....	19
<hr/>	
CAPÍTULO III.....	20
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
3.1. Localización.....	21
3.2. Tipo de investigación.....	21
3.2.1. Muestreo de suelos o toma de muestras.....	21
3.2.2. Análisis de laboratorio.....	22

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pág.
Tabla 1. Iones de aluminio presentes en el suelo.....	13
Tabla 2. Efecto de la saturacion de Al sobre el crecimiento de diferentes cultivos.	17
Tabla 3. Condiciones agroecológicas de la zona de estudio.....	21
Tabla 4. Bloques y tratamientos a evaluar.....	24
Tabla 5. Análisis de varianza.....	24
Tabla 6. Cationes de intercambio CICE (bases + Al) de las localidades.....	28
Tabla 7. Cationes de intercambio CICE (bases + Al) de los suelos.....	29
Tabla 8. Contenido de Aluminio de las diferentes localidades.....	31
Tabla 9. Contenido de Aluminio de los suelos en las diferentes actividades.....	31
Tabla 10. Contenido de bases los suelos de las diferentes localidades.....	33
Tabla 11. Contenido de bases de los suelos sometidos a diferentes actividades.	34
Tabla 12. pH de los suelos de las diferentes localidades.....	35
Tabla 13. pH de los suelos sometidos a diferentes actividades productivas.....	36
Tabla 14. Materia orgánica de las diferentes localidades.....	40
Tabla 15. Materia orgánica de los suelos sometidos a diferentes actividades..	41

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.1. Análisis de la varianza para la variable CICE.....	51
Anexo 1.2. Análisis de regresión para la variable cationes de intercambio CICE.....	51
Anexo 1.3. Análisis de la varianza para la variable contenido de aluminio.....	52
Anexo 1.4. Análisis de la varianza para el contenido de bases intercambiables.....	52
Anexo 1.5. Análisis de regresión para el contenido de Aluminio en función al pH.....	53
Anexo 1.6. Análisis de regresión lineal para el contenido bases en función del pH.....	53
Anexo 1.7. Análisis de regresión para el Aluminio en función de la materia orgánica.....	54
Anexo 1.8. Análisis de regresión para las bases en función de la materia orgánica.....	54
Anexo 1.9. Análisis de la varianza para la variable potencial Hidrógeno (pH).....	55
Anexo 1.10. Análisis de la varianza para la variable contenido de materia orgánica.....	55
Anexo 2.1 Referencias fotográficas.....	56

INTRODUCCIÓN

La actividad agrícola y pecuaria diaria que se desarrollan en los suelos de nuestro país altera considerablemente su estructura y composición química, llegando a deteriorarlos en el peor de los casos, gracias a los remanentes de la producción agrícola como son los residuos de plaguicidas, fertilizantes y a la compactación generada por la actividad ganadera. Esta investigación demuestra el efecto de las actividades agroproductivas en el suelo de origen volcánico mediante la valoración de la concentración del aluminio, principal causante de la acidez de los suelos.

La acidez edáfica puede afectar el crecimiento de las plantas en forma directa, pero también indirecta, incidiendo negativamente en la disponibilidad de nutrientes, en el incremento de elementos fitotóxicos, en la actividad microbiana y hasta en las condiciones físicas de los suelos. Este problema es considerado como una de las principales limitantes para la producción agropecuaria a nivel mundial (1).

Por encima del 15% de la corteza terrestre está compuesta por Al_2O_3 , el cual es poco soluble en suelos neutros o alcalinos; sin embargo, con la reducción del pH del suelo se incrementa la solubilidad del aluminio hasta llegar a ocupar más de la mitad de los sitios de intercambio iónico del suelo. Como consecuencia el aluminio presenta condiciones de toxicidad para la planta cuando el cociente es menor o igual a la uno $\rightarrow (Ca+Mg+k)/Al$ (2).

Los suelos volcánicos debido a su origen y formación tienden en general a ser ácidos, encontrándose dentro de un rango de 5.5 – 6.5, sumado a las condiciones climáticas a las que se encuentran expuestos como altas precipitaciones, actividades volcánicas y el uso de altas cantidades de fertilizantes nitrogenados en la producción agrícola, influyen en el proceso de acidificación de los suelos, sumándole además la descomposición de la materia orgánica y las actividades biológica de las plantas (3) (4).

complejo de intercambio y acidificación de los suelos (8).

Los suelos de la pre Cordillera de los Andes están sujetos a condiciones climáticas que favorecen su acidificación, a esto se le suma las intensas actividades agropecuaria que también determina un alto grado la acidificación de los suelos. La zona de estudio esta irrigada con precipitaciones que van de 1800 a 3000 mm/año. Estos factores les confieren características químicas particulares a los suelos, especialmente asociadas con la interacción de la acidez con el Al intercambiable e incluso con la disponibilidad de fosforo. Sobre esta base se pueden establecer algunos criterios generales sobre la disponibilidad de nutrientes para las plantas en relación con el pH del suelo (9).

Las carencias de zinc, manganeso y hierro son más frecuentes en los suelos alcalinos, mientras que las carencias de molibdeno, calcio y magnesio se producen más comúnmente en los suelos ácidos. En el caso de nutrimentos como el potasio y el azufre, existe muy poca vinculación entre el pH del suelo y la disponibilidad de esos elementos para las plantas. Las toxicidades provocadas por el aluminio y el manganeso se presentan casi exclusivamente en los suelos ácidos. Al igual que estas interacciones, toda condición que disminuya el crecimiento de la raíz (por ejemplo, la toxicidad por aluminio, la carencia de calcio, la carencia de boro y la toxicidad por los iones de hidrógeno en sí) reducirá la absorción de nutrimentos (10).

CAPÍTULO I

CONTEXTUALIZACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Problema de investigación

1.1.1. Planteamiento del problema

El transecto estudiado se encuentra ubicado en la provincia de Cotopaxi en el Cantón Pujili, dotado de suelos propensos a la acidez debido a su génesis o material original, su ubicación geográfica (alta influencia volcánica y precipitaciones), la actividad agropecuaria y su topografía. Se conoce que la práctica de la agricultura, interviene en el proceso de exportación de bases como (Ca, Mg, K) por parte de los cultivos y particularmente en sitios donde no ha existido reposición de las mismas se da un reemplazo paulatino de dichas bases por iones (H^+ y Al^{+3}), de esta forma el pH del suelo disminuye y libera iones de aluminio a la solución del suelo, el cual puede ocasionar problemas de toxicidad para las plantas.

1.1.2. Formulación del problema

El trabajo de investigación busca determinar la relación entre el pH del suelo y el contenido de aluminio intercambiable en un transecto de suelo derivados de materiales volcánicos. También se relaciona la acidificación de estos suelos con su contenido de materia orgánica y de bases intercambiables como (Ca, Mg, K) presentes en los mismos.

1.1.3. Sistematización del problema

- ¿Variará el pH del suelo en el transecto de suelo según su ubicación sobre el nivel del mar?
- ¿Cuál es la relación entre el pH del suelo y la concentración de aluminio intercambiable, bases intercambiables y el contenido de materia orgánica del suelo?
- ¿Existe alguna relación entre el pH del suelo y los cultivos presentes en el transecto de estudio y a su vez tiene esto alguna relación según la ubicación sobre el nivel del mar?

CAPÍTULO II

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DE LA INVESTIGACIÓN

frecuencia de aplicación de fertilizantes. Las partículas de arcilla del suelo y la materia orgánica tienen una carga negativa sobre su superficie. Los cationes se atraen a estas partículas por fuerzas electrostáticas. La carga neta del suelo, es por tanto, cero (14).

Meteorización.- Se llama meteorización a la descomposición de minerales y rocas que ocurre sobre o cerca de la superficie terrestre cuando estos materiales entran en contacto con la atmósfera, hidrósfera y la biósfera (15).

Transecto.- Un transecto es un sendero o trayecto trazado a través de diferentes ambientes o comunidades con el fin de recobrar información o recopilar datos de interés (16).

2.2. Marco referencial

2.2.1. Origen de la acidez de los suelos

La acidez del suelo es un problema conocido desde hace muchos años, tanto así que este ha sido uno de los principales criterios empleados en los sistemas de clasificación de suelos, sea estimado como pH, saturación de bases, o simplemente dominancia de elementos como Al y Fe (17).

En la segunda mitad del siglo XX se descubre que en el sistema suelo, la hidrólisis del Al^{3+} es la causante de producir grandes cantidades de iones H_3O^+ , siendo la presencia de este ión igualmente negativo para el crecimiento normal de las raíces de las plantas. Queda claro que la forma de Al^{3+} no puede alcanzar valores de pH superiores a 5.5, por lo que este valor puede considerarse como “neutro” en el ecosistema suelo, y es por debajo de este valor que los contenidos de saturación de Al o de acidez aumentan exponencialmente (17).

Los principales factores que determinan la acidez en los suelos son:

desciende levemente a 5.84 y 5.81 en situaciones bajo labranza convencional y bajo siembra directa, respectivamente (21).

Algunos parámetros de diagnóstico llegan a ilustrar la situación antes descrita es donde el fósforo (P) extractable (P Bray) está disminuyendo a razón de 1 a 2 partes por millón (ppm o mg kg^{-1}) por año; la materia orgánica (MO) del área núcleo pampeano ha sufrido un descenso promedio de 0.5% en las últimas tres décadas, y el contenido de calcio (Ca) ha disminuido alrededor de un 50%. También se ha registrado una acidificación creciente de los suelos, que se manifiesta por un descenso del pH entre media y una unidad (22).

2.2.1.4. Fertilizantes

El empleo de sulfato y nitrato de amonio, y fosfato mono y di amónico aumentan la acidez del suelo, los iones amonio son adsorbidos por el material coloidal reemplazando las cantidades equivalentes de otros cationes en el complejo de cambio, el efecto principal de los iones amonio se ejerce cuando estos son transformados en nitratos debido a la oxidación, produciendo acidez por formación de ácido nítrico (19).

La aplicación de superfosfato triple, que es fosfato mono cálcico, especialmente en bandas conduce a la formación de ácido fosfórico libre, según la reacción:



Esta reacción causa una acidificación fuerte en los alrededores del sitio donde se aplica el fertilizante y aunque su efecto solo dura algunas semanas, en ese tiempo puede disolver el Al, Fe y Mn de los minerales del suelo (23).

2.2.1.5. Actividad biológica

Las raíces absorben nutrientes liberando H^+ que se incorpora a la solución del suelo, la actividad microbiana forma constantemente

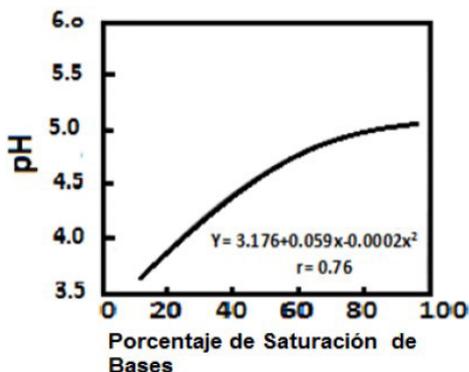
Tabla 1. Iones de aluminio presentes en el suelo.

IONES	OBSERVACIONES
Al^{3+}	Catión intercambiable predominante en suelos muy ácidos (pH inferior a 5). Altamente tóxico
$Al(OH)_2^{2+}$	Ion fácilmente intercambiable, predominante en suelos ácidos (pH 5-5.5)
$Al(OH)_2^{+}$	Ion fácilmente intercambiable, predomina en suelos ácidos a levemente ácidos (pH 5-6)
$[Al(OH)_n]^{m+}$	Polímero de tamaño y carga variable, origen de carga dependiente de pH. Bloquea sedes de intercambio catiónico.

Fuente: (19).

2.2.3. Relación entre el porcentaje de saturación de bases y pH

La suma de las bases cambiables (Ca, Mg, K) expresada como porcentaje de la capacidad total de intercambio catiónico, se conoce como el porcentaje de saturación, el tanto por ciento de acidez cambiante (Al y H) correspondería al complemento del anterior hasta el 100%, como se muestra en la figura 1. En suelos de coloides similares existe una correlación entre el pH y porcentaje de saturación de las bases, esta correlación directa no existe cuando se consideran suelos con una mineralogía de arcilla diferente (23).



Fuente: (23)

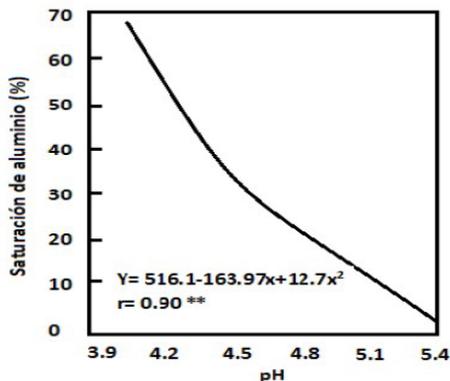
Figura 1: Relación entre pH y el porcentaje de bases

2.2.3.2. El aluminio en el suelo

Más del 15% de la corteza terrestre está formada por aluminio en su forma Al_2O_3 , compuesto poco soluble en suelos neutros o alcalinos llegando a concentraciones mínimas tóxicas para las plantas; no obstante, al disminuir el pH del suelo aumenta la solubilidad del aluminio pudiendo llegar a saturar más del 50% de los sitios de intercambio iónico en el suelo (2).

Existe una relación entre la concentración de aluminio en la solución del suelo y el porcentaje de saturación de este elemento en el mismo suelo. Datos que ilustran este hecho fueron publicados donde se muestra el fuerte aumento del Al en la solución cuando las saturaciones en el suelo son superiores a un 40% lo que explica su efecto tóxico (30).

Al disminuir el pH del suelo, se desintegran los minerales de las arcillas y de los otros silicatos, empieza la solubilización de Al_2O_3 encaminando la degradación irreversible del suelo liberando Al^{3+} . La meteorización de los silicatos de aluminio presentes en las arcillas libera iones H^+ , los cuales pueden tener dos orígenes: pueden provenir de las cargas negativas producidas por sustitución del Al^{3+} por Si^{3+} , con liberación de carga negativa; mientras que otra posibilidad de origen que se puede dar es a partir de la disociación de iones H^+ en los grupos OH^- (2).



Fuente: (23)

Figura 2: Relación entre pH y saturación de Al.

- Porcentaje de saturación de aluminio en relación con los cationes intercambiables es mayor que 25%; (3) si la relación $(Ca+Mg+K) / Al$ es menor o igual que 1 (uno).

Tabla 2. Efecto de la saturación de Al sobre el crecimiento de diferentes cultivos.

Cultivo	Suelo	Saturación de Aluminio %	Crecimiento relativo%
Maíz	Ultisol	65	20
Frijol	Ultisol	50	45
Maíz	Oxisol	72	48
Maíz	-	46	49

Fuente: (23)

En cualquiera de estos casos es necesaria la implementación de algún correctivo con el fin de reducir el efecto tóxico del aluminio para las plantas (2).

Generalmente, la acidez del suelo indica la existencia de niveles bajos de los cationes principales: Ca, Mg y K. los altos niveles de aluminio influyen negativamente sobre la absorción de otros cationes, pero altos niveles de calcio pueden reducir los altos niveles de aluminio. Se conoce que suelos con diferentes capacidades de cambio catiónico pueden tener pH idénticos cuando su grado de saturación con cationes es distinto. Se ha recomendado y usado el porcentaje de aluminio en la capacidad de intercambio catiónico efectivo como criterio para encalar suelos minerales, se sabe que suelos con baja saturación de aluminio tienen poco aluminio en la solución del suelo y que por lo tanto no requieren encalado (23).

El encalado de suelos tropicales ha dado buenos resultados cuando se practica con base en la proporción del aluminio intercambiable presente, puesto que la cantidad de equivalentes de cal que se requiere para reducir el aluminio hasta un nivel menor de 10%, es dos o tres veces la cantidad de aluminio intercambiable a neutralizar (23).

2.2.4. Capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE)

La capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) es una propiedad del suelo que controla el suministro de nutrimentos. Es considerado una medida de los sitios de carga negativa que tiene un suelo y que son capaces de atraer o retener elementos cargados positivamente, tal como calcio, magnesio, potasio y amonio. Entre más alto el valor de la CICE, mejor es la fertilidad del suelo y su potencial para almacenar y suministrar nutrimentos (33).

Normalmente los suelos muy ácidos como Ultisoles, y algunos Andisoles de texturas arenosas, presentan un valor bajo de CICE; no obstante, en suelos Aluviales por lo general la CICE es mayor, lo que implica que la fertilidad oscila de media a alta, siendo la acidez del suelo de poca importancia, y los contenidos de calcio y magnesio son adecuados para el cultivo. En estos casos el uso de cal y fertilizantes con magnesio resulta innecesario, y con frecuencia también se puede prescindir del fósforo. Para estos suelos, elementos como el nitrógeno, potasio y azufre adquieren mayor importancia (33).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

La investigación se llevó a cabo en la provincia de Cotopaxi, cantón Pujilí, en un transecto de suelo que se encontró en un rango altitudinal desde los 300 a los 3 000 m.s.n.m., el tiempo estimado para la investigación en su fase de laboratorio fue de 16 días. Las muestras de suelos obtenidas se analizaron en el Laboratorio de Suelos del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

Tabla 3. *Condiciones agroecológicas de la zona de estudio.*

Parámetros	Promedios
Temperatura promedio (°C)	17.8
Humedad relativa (%)	93
Heliofanía (horas luz/año)	725.1
Precipitación (mm/año)	1969.5

Fuente: (34)

3.2. Tipo de investigación

La presente investigación fué de tipo básica que tributa a la línea de investigación agrícola de la UTEQ: Desarrollo de sistemas de producción que promuevan el uso eficiente de los recursos genéticos y ambientales (suelo, agua, luz).

3.2.1. Muestreo de suelos o toma de muestras

Las muestras fueron recolectadas en un transecto de suelo previamente delimitado y para tal efecto, se utilizó las herramientas como barreno, pala y machete etc. Las muestras de suelo fueron tomadas de sitios específicos desde el sector Recta Velez hasta Wiluy, a una profundidad de 0 - 20 cm. La muestra de cada sitio de estudio estuvo compuesta de varias sub muestras de acuerdo al tamaño y a la topografía del terreno, cada muestra compuesta fue de aproximadamente un kilogramo de peso y fue colocada en

para posteriormente formular conclusiones que se postulen como principios o fundamentos para el desarrollo de estrategias para controlar el pH en los suelos.

3.3.4. Método de síntesis

Mediante los datos recopilados en los análisis de suelo, se obtuvo información relevante sobre la concentración del aluminio presente en el suelo y su disponibilidad para las plantas; que mediante el empleo del método de síntesis se obtuvo una herramienta importante que permitió interpretar los datos obtenidos.

3.4. Fuentes de recopilación información

Las fuentes primarias de información fueron obtenidas mediante observación directa y evaluadas por medio del efecto de los tratamientos sobre las variables estudiadas, además se corroboró los resultados obtenidos con la literatura existente, especialmente de revistas científicas y repositorios oficiales, correspondiendo a las fuentes secundarias de información.

3.5. Diseño de la investigación

La acidez de estos suelos será relacionada con la cantidad de bases y aluminio intercambiable, tratándose de un experimento manipulativo, para lo cual se empleó un diseño experimental de bloques completos al azar (DBCA), disponiendo de seis bloques (localidades) y evaluándose tres tratamientos que consistieron en la actividad agropecuaria específica (agricultura y ganadería) que se realiza en estos suelos, más un tratamiento testigo los cuales se muestran en la Tabla 4. Para determinar las diferencias entre medias de los bloques y tratamientos se empleó la prueba de rango múltiple de Tukey al 5% de probabilidad. El modelo matemático bajo el cual se analizará las variables de respuesta, es el siguiente:

$$\gamma_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

3.6. Instrumentos de investigación

Los instrumentos de evaluación que representan las variables a medir, fueron las siguientes.

3.6.1. pH en agua

Para la determinación de este parámetro se empleó la metodología expuesta por Gandullo et al., quienes utilizaron proporciones de suelo: agua en relación 1:2.5; cada muestra de suelo fue secada al aire y tamizada por tamiz de 2 mm, posteriormente se deja la muestra de suelo en equilibrio con el agua por 2 horas y luego se medirá el pH, siendo importante que para esta determinación los suelos no hayan sido fertilizados recientemente (12).

3.6.2. Cationes intercambiables

Se pesaron 5 g. de suelo seco al aire tamizado por un tamiz de 2 mm que posteriormente se colocaron en un tubo de centrifuga de 50 mL añadiéndose 25 mL de acetato de amonio 1N pH 7 y luego se agitó. Esta mezcla se dejó reposar de 10 a 15 minutos y pasó a equilibrarse en tubos para llevarse a centrifuga por 5 minutos a 700 rpm. El líquido sobrenadante se recogió en matraces filtrando con papel de filtro. Se realizaron 4 lavados. Una vez reunidos los líquidos de las extracciones se enrasó a 100 mL con acetato de amonio, puesto que en esta concentración se determinará en contenido de Ca, Mg, K (12).

3.6.3. Aluminio intercambiable

El análisis de esta variable se lo realizó por titulación directa, para lo cual se colocaron 5 g de suelo en un matraz erlenmeyer de 125 cm³ al cual se le agregó 50 mL de ClK 1 N, posteriormente se agitó por 30 minutos en agitador a vaivén. La solución sobrante se filtró en papel filtro Whatman N° 42, de esta solución se tomó una alícuota de 40 ml y se agregó 5 gotas de fenolftaleína y se tituló con NaOH 0.1 M hasta que tomó un color rosa permanente. Se agregaron 2

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 7 se demuestra que existieron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, donde se establece que hay diferencias en la CICE de un suelo sometido a la actividad productiva agrícola de la ganadera. Sadeghian et al., en sus investigaciones revelaron que los animales en pastoreo modifican substancialmente las propiedades físicas de los suelos, no obstante, la intensidad de estos cambios depende de la zona y la especie cultivada, áreas de lomerío y las vegas, donde la compactación fue mayor en los primeros 15 cm, ocasionando una severa disminución en la porosidad e influyendo significativamente en los cambios físicos y químicos de los suelos (38).

Tabla 7. *Cationes de intercambio CICE (bases + Al) de los suelos sometidos a diferentes actividades productivas en un transecto en la provincia de Cotopaxi, 2017*

Tratamientos	Cationes de intercambio (meq/100 mL)	
	\bar{X}	\bar{X}_{Trans}
Agrícola	12.07 a	1.58 a
Ganadero	10.94 a	0.73 a
Testigo	12.47 a	1.52 a

\bar{X} : Media general; \bar{X}_{Trans} Media transformada;

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$);

Tabla 8. Contenido de Aluminio de los suelos de las diferentes localidades de un transecto en la provincia de Cotopaxi, 2017.

Localidades	Concentración de Al (meq/mL)	
	\bar{X}	\bar{X}_{Trans}
Recta Velez	0.50 a	0.06 ab
Rcto. El Oriente	0.68 a	0.11 a
Tingo	0.55 a	0.12 a
Las Moras	0.46 a	0.01 b
La Virgen	0.41 a	0.11 a
Willuy	0.65 a	0.06 ab
C.V. (%)	23.30	18.82

\bar{X} : Media general; \bar{X}_{Trans} Media transformada;

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$);

El test Tukey nos indica que no existieron diferencias significativas entre las localidades, El Oriente, El Tingo y La Virgen, sin embargo si hay diferencias significativas de estos bloques con la localidad de Las moras quien presenta un menor contenido de aluminio en comparación con las demás, lo cual demuestra que este tipo de suelos son más resistentes a sufrir de acidez; de acuerdo a Bernal y Forero, la toxicidad generada en estos suelos volcánicos es principalmente por el aluminio intercambiable y en muchos casos por ácido sulfúrico y hierro, que alteran el equilibrio iónico del mismo, inhiben la absorción de Ca^{+2} , Mg^{+2} y P y afectan directamente su fertilidad (39).

En la Tabla 9 se presenta que existen diferencias significativas entre los tratamientos, donde se demuestra que el T2 y T3 tienen menor contenido de aluminio que el T1.

Tabla 9. Contenido de Aluminio de los suelos sometidos a diferentes actividades productivas en un transecto en la provincia de Cotopaxi, 2017.

Tratamiento	Concentración de Al (meq/100 mL)	
	\bar{X}	\bar{X}_{Trans}
Agrícola	0.56 a	0.07 b
Ganadero	0.51 a	0.05 b
Testigo	0.56 a	0.12 a

\bar{X} : Media general; \bar{X}_{Trans} : Media transformada;

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$);

4.1.3. Concentración de bases intercambiables (Ca⁺ Mg⁺ K⁺)

Con los resultados obtenidos del análisis de varianza para las bases (Ca, Mg y K), se observa que existen diferencias significativas entre las localidades evaluadas. Adicionalmente, también se observa que no existen diferencias significativas entre tratamientos. Estos datos pueden observarse en la Tabla 10 a continuación.

Tabla 10. Contenido de bases (Ca+ Mg+ K+) de los suelos de las diferentes localidades de un transecto en la provincia de Cotopaxi, 2017.

Localidades	Concentración de bases (meq/100 mL)	
	\bar{X}	\bar{X}_{trans}
Recta Velez	8.80 a	1.58 ab
Rcto. El Oriente	6.47 a	0.63 b
Tingo	17.58 a	2.36 a
Las Moras	15.86 a	1.61 ab
La Virgen	10.21 a	0.99 ab
Willuy	8.80 a	0.65 b
C.V. (%)	45.69	

\bar{X} : Media general; \bar{X}_{Trans} : Media transformada;

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$);

El test Tukey nos indica que existen diferencias significativas entre las localidades, donde El Tingo contiene el valor más alto de bases lo que demuestra una mayor fertilidad para empleo en agricultura o pastizales de acuerdo a lo establecido por Molina, quien demuestra en su investigación que la presencia de bases en el suelo es indicar de mayores nutrientes disponibles en el suelo para ser aprovechados por la planta, debido a que existe una acidez reducida y elevada CICE (33).

El test Tukey nos indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, sin embargo, se concluye que el T2 tiene menor contenido de bases intercambiables, demostrando que la ganadería influye en un mayor aprovechamiento de las bases intercambiables disponibles, llevando a estos tipos de suelo a una acidificación inminente si no son corregidos.

Tabla 11. Contenido de bases ($\text{Ca}^+ \text{Mg}^+ \text{K}^+$) de los suelos sometidos a diferentes actividades productivas en un transecto en la provincia de Cotopaxi, 2017.

Tratamientos	Concentración de bases (meq/100mL)	
	\bar{X}	\bar{X}_{Trans}
Agrícola	11.51 a	1.59 a
Ganadero	10.43 a	0.74 a
Testigo	11.92 a	1.57 a

\bar{X} : Media general; \bar{X}_{Trans} : Media transformada;

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$);

El gráfico 3 demuestra que en la localidad de El Tingo existe una mayor concentración de bases, no obstante, se puede apreciar además que dentro de esta misma localidad existe una menor concentración de bases intercambiables en el suelo sometido a la presencia de actividades ganaderas.

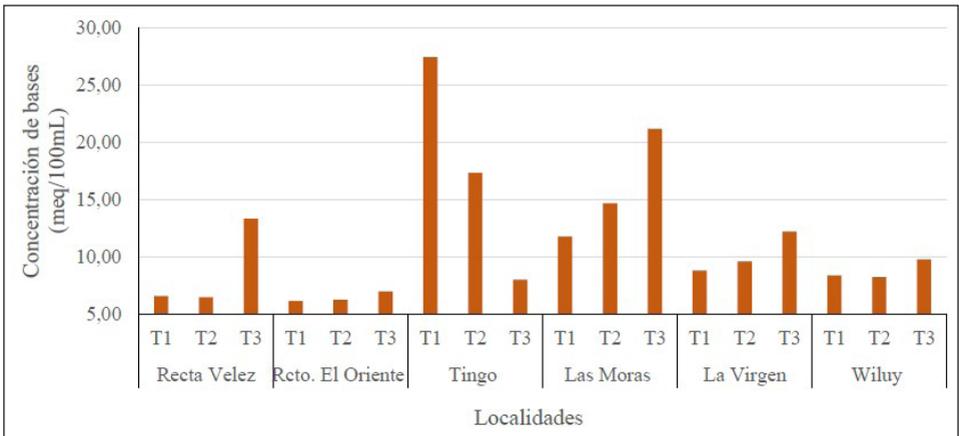


Gráfico 3. Contenido de bases ($\text{Ca}^+ \text{Mg}^+ \text{K}^+$) de los suelos de las localidades sometidas a diferentes actividades en un transecto de suelo en la provincia de Cotopaxi, 2017.

4.1.4. Potencial hidrógeno (pH)

Con los resultados obtenidos del análisis de varianza para pH, se observa que no existen diferencias significativas entre bloques. Adicionalmente, también se observa que existen diferencias

significativas entre tratamientos. Para ajustar estadísticamente el modelo, se tomó los residuos absolutos de pH y se realizaron las pruebas de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza. Los resultados pueden apreciarse en la Tabla 12.

Tabla 12. *pH de los suelos de las diferentes localidades de un transecto en la provincia de Cotopaxi, 2017.*

Localidades	Potencial Hidrógeno (pH)	
	\bar{X}	\bar{X}_{Trans}
Recta Velez	5.03 a	0.21 a
Rcto. El Oriente	4.92 a	0.25 a
Tingo	5.24 a	0.26 a
Las Moras	5.38 a	0.08 a
La Virgen	5.42 a	0.12 a
Willuy	5.06 a	0.13 a
C.V. (%)	5.26	

\bar{X} : Media general; \bar{X}_{Trans} : Media transformada;

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$);

El test Tukey nos indica que no existen diferencias significativas entre los bloques, sin embargo, se puede concluir que la localidad de El Oriente presenta mayor acidificación respecto a los demás sectores evaluados.

La tabla 13 demuestra que la actividad ganadera alcanza una mayor acidificación en comparación con los demás tratamientos evaluados, mientras que la actividad agrícola alcanza mayores valores de pH, estos datos concuerdan con los estudios realizados por Agüero y Alvarado, quienes deducen que los suelos sometidos a la actividad ganadera son ligeramente ácidos a neutros, con contenido de bases elevado y materia orgánica bajo (41).

CICE y el pH del suelo. La ecuación obtenida es $Y = -51.86 + 12.30x$. En el Gráfico 5 se puede observar la regresión lineal positiva entre el pH y CICE, puesto que a medida que aumenta el pH también incrementa el valor de CICE. Esto puede explicarse en base a que a mayor pH de solución de suelo existe mayor concentración de bases intercambiables, por tal razón su disponibilidad se ve aumentada en respuesta al aumento de la CICE.

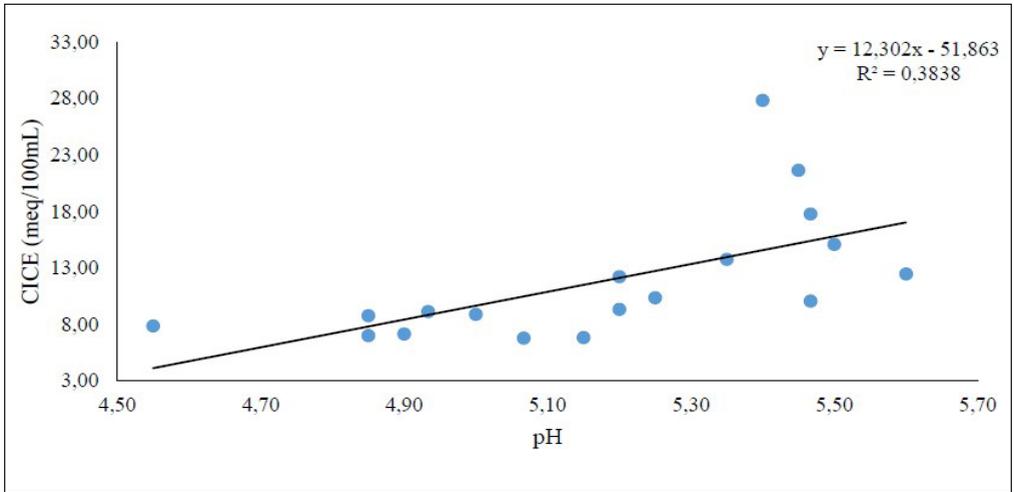


Gráfico 5. Gráfico de dispersión para la correlación entre el CICE y el pH del suelo en un transecto en la provincia de Cotopaxi, 2017.

4.1.6. Relación entre pH y aluminio del suelo

El análisis de regresión realizado para describir la relación entre el aluminio intercambiable disponible en el suelo y el pH del mismo demostró que el 78 % de variación de los niveles de aluminio son explicados por la variación del pH, dato que se corrobora con el coeficiente de correlación el mismo que fue de 0.78.

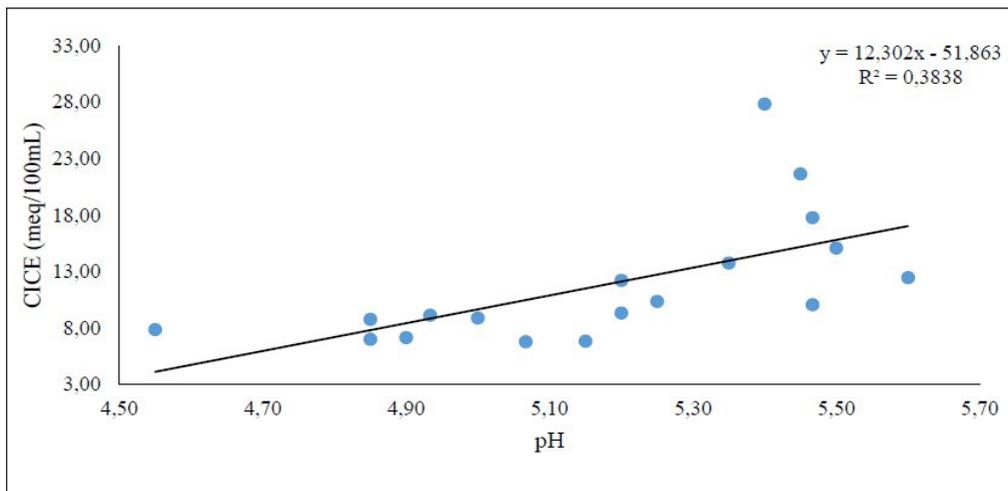


Gráfico 6. Gráfico de dispersión para la correlación entre el contenido de aluminio y el pH del suelo en un transecto en la provincia de Cotopaxi, 2017.

El gráfico 6 permite observar que existe una relación lineal negativa entre los niveles de aluminio y el pH del suelo, puesto que a medida que el pH del suelo disminuye, la concentración de Aluminio intercambiable aumenta considerablemente. Esta regresión responde a la siguiente ecuación $Y = 2.77 - 0.43x$.

Ortiz et al., en su investigación demostraron la correlación negativa que existe entre el aluminio intercambiable y el pH del suelo, al evaluar suelos destinados al cultivo de café, donde las muestras que alcanzaban valores más altos de pH demostraban menor concentración de Al, mientras que el pH disminuía la concentración de Al aumentaba (42).

4.1.7. Relación entre pH y bases intercambiables

El análisis de regresión realizado para determinar la relación entre la presencia de bases intercambiables y el pH de la solución de suelo demostró que el 40 % de variación del contenido de bases intercambiables es explicado por la variación del pH, lo cual se corrobora al alcanzar un coeficiente de correlación de 0.40.

Con los resultados obtenidos del análisis de varianza, se concluye que existen pruebas estadísticas suficientes para pensar en una relación lineal entre los niveles de bases intercambiables y el pH del suelo.

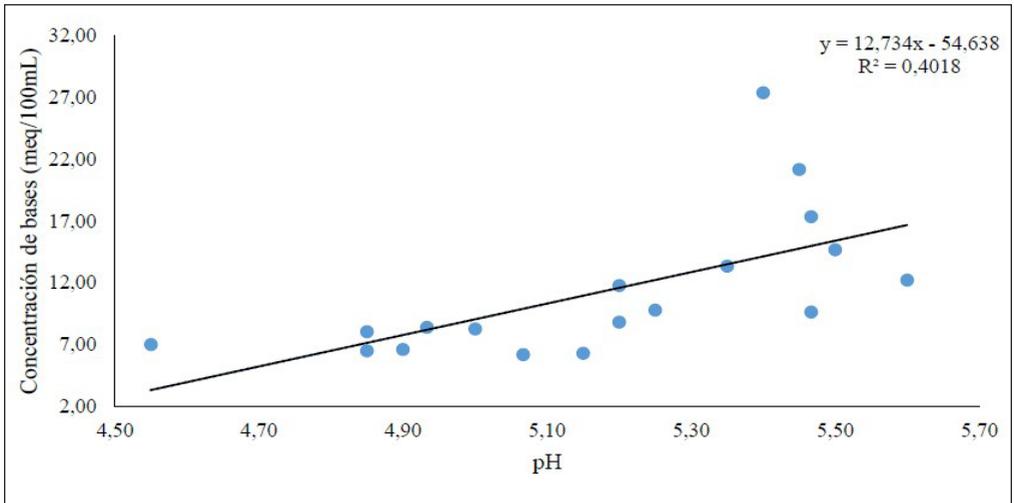


Gráfico 7. Gráfico de dispersión para la correlación entre el contenido de bases intercambiables y el pH del suelo en un transecto en la provincia de Cotopaxi, 2017.

El gráfico 7 permite observar la relación lineal positiva entre la concentración de bases intercambiables y el pH del suelo, donde a medida que el pH del suelo aumenta también se incrementa la concentración de bases intercambiables. La regresión responde a la siguiente ecuación $Y = -54,64 + 12,73x$

Sánchez, et al., demostraron en su investigación la correlación positiva y significativa entre la cantidad de bases intercambiables presente en el suelo y el pH del mismo, demostrando que a medida q el pH de las localidades analizadas los valores de F, K, Ca y Mg, se veían reducidas considerablemente, mientras que otros elementos como el Fe, Mn y Zn, su concentración aumentaba considerablemente (43).

Tabla 15. Contenido de materia orgánica de los suelos sometidos a diferentes actividades productivas en un transecto en la provincia de Cotopaxi, 2017.

Localidades	Materia Orgánica (M.O.)	
	\bar{X}	\bar{X}_{Trans}
Agrícola	4.61 a	0.37 b
Ganadero	5.04 a	0.46 ab
Testigo	3.75 a	0.81 a

\bar{X} : Media general; \bar{X}_{Trans} : : Media transformada;

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$);

El test Tukey nos indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, donde se puede concluir que el tratamiento testigo tiene mayor contenido de materia orgánica, debido a la poca intervención en este tipo de suelos. El gráfico 8 demuestra una dinámica similar del contenido de materia orgánica de los diferentes bloques, siendo el bloque 6 el que demostró un mayor contenido de materia orgánica.

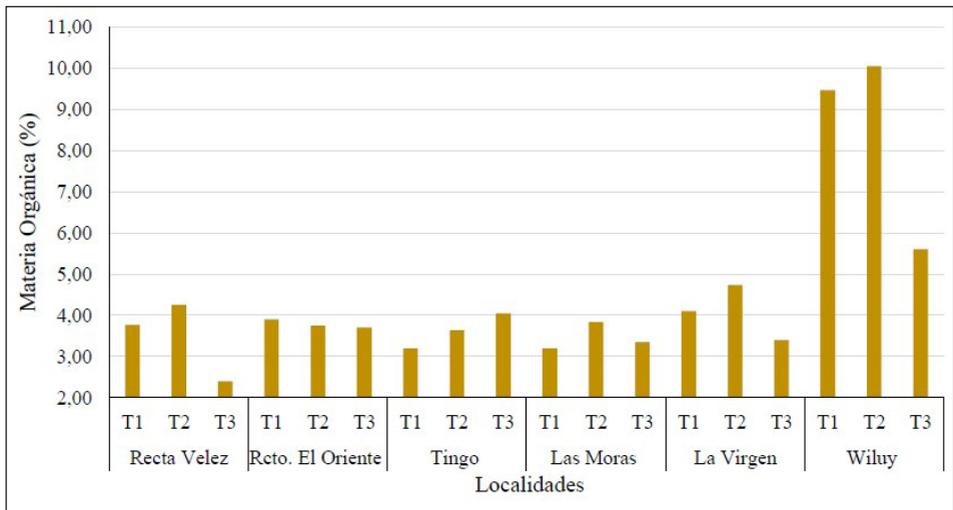


Gráfico 8. Contenido de materia orgánica en las localidades sometidas a diferentes actividades productivas en un transecto de suelo en la provincia de Cotopaxi, 2017.

El gráfico 10 demuestra la dispersión de los datos obtenidos demostrando que no siguen una tendencia lineal, corroborado por el coeficiente de correlación que fue de 0.09.

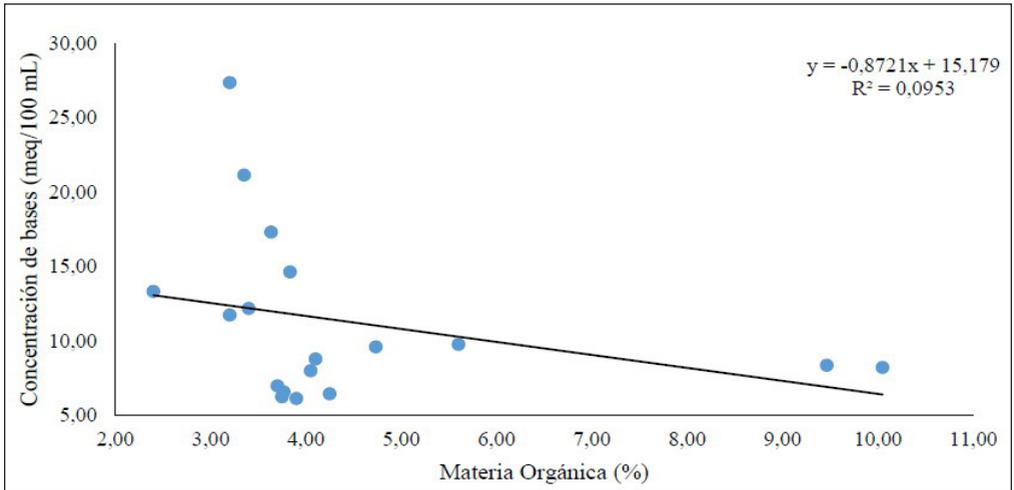


Gráfico 10. Gráfico de dispersión para la correlación entre el contenido de bases intercambiables y la materia orgánica del suelo en un transecto en la provincia de Cotopaxi, 2017.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se estableció que existe una correlación positiva entre el contenido de bases y del pH del suelo, puesto que, a medida que incrementa la concentración de bases también incrementa el pH del suelo.
- Se observó que a medida que el pH del suelo disminuye, se incrementa la concentración de Al intercambiable, existiendo una correlación negativa.
- Se determinó el papel que cumple el pH en relación con la CICE, puesto que al aumenta el pH incrementa también la CICE en estos suelos.
- Se verifico que las concentraciones de aluminio intercambiable obtenidas en las diferentes muestras de suelo de las localidades del presente estudio no se encuentran en el nivel de fitotoxicidad para las plantas.

Bibliografía

1. Zapata H, Hernandez R. La química de la acidez del suelo; 2004.
2. Casierra F, Aguilar O. Estrés por aluminio en plantas: reacciones en el suelo, síntomas en vegetales y posibilidades de corrección. Una revisión. Colombiana de ciencias hortícolas. 2007; 1(2): p. 246 - 257.
3. Campillo R, Sadzawka A. Acidificación de los suelos: Origen y mecanismos involucrados. Serie Actas INIA. 1999;(71): p. 44-60.
4. Saltos J. Caracterización de la acidez de suelos volcánicos del Ecuador y su repleta al encalado Maracay: Universidad Central de Venezuela; 1998.
5. Alvarado S. Determinación de un método para evaluar los requerimientos de cal en suelos ácidos de origen volcánico y no volcánico del Ecuador. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo; 1999.
6. Boruvka L, Kosak J. Geostatistical investigation of a reclaimed dumpsite soil with emphasis on aluminium. Soil and Tillage Research. 2001 Mayo; 59(3): p. 115-126.
7. Horst WJ. Adaptación de las plantas a la acidez del suelo: El aluminio y el desarrollo radical de los cultivos Guadalajara: Intagri; 2016.
8. Vázquez ME. Calcio y Magnesio, acidez y alcalinidad del suelo. Informaciones Agronomicas. 2005; 1(2): p. 161 - 188.
9. Iroume A. Transporte de sedimentos en una cuenca de montaña en la Cordillera de los Andes de la Novena Región de Chile. Bosque. 2003 Agosto; 24(1): p. 125-135.
10. CIMMYT. Disponibilidad de nutrientes y pH del suelo. 2016.
11. Thompson L, Troeh F. Los suelos y su fertilidad Barcelona, España: Reverté; 1988.
12. Gandullo JM, Sanchez O, Blanco A, Sánchez F. Manual de minerología y petrología. Primera ed. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid; 2011.
13. Villaseñor J. Eliminación biológica del fósforo en aguas residuales urbanas Ciudad Real: Universidad de Castilla-La Mancha; 2001.

14. Smart-fertilizer. La capacidad de intercambio cationico. [Online].; 2016 [cited 2016 julio 14. Available from: <http://www.smart-fertilizer.com/es/articles/Cation-Exchange-Capacity>.
15. Perez E, Bastidas J. Introduccion a la geologia Trujillo: Universidad de Los Andes; 2015.
16. Pinochet D, Epple G, MacDonald R. Fracciones de fósforo orgánico e inorgánico en un transecto de suelos de origen volcánico y metamórfico. R.C. Suelo Nutr. Veg. 2001 Diciembre; 1(2): p. 58-69.
17. Alvarado A, Fallas J. La saturación de acidez y el encalado sobre el crecimiento de la Teca (*Tectona grandis* L.f.) en suelos ácidos de Costa Rica. Agronomía Costarricense. 2004; 28(1): p. 81-87.
18. Bernal A, Montaña J, Sánchez R, Albarrán Y, Forero F. Evaluación de materiales encalantes y orgánicos sobre las bases intercambiables de un suelo sulfatado ácido en invernadero. Temas Agrarios. 2014 Enero-Junio; 19(1): p. 19-31.
19. Conti ME, Guiffré L, Gonzales M. Reacción del suelo, Edafología, Bases y Aplicaciones Ambientales Argentina Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires; 2014.
20. Marcelo W, Sione MJ, Benavidez R. El arroz su cultivo y sustentabilidad en entre Ríos Entre Rios; 2006.
21. Alvarez C, Taboada M, Gutierrez F, Bono A, Fernandez P, Prystupa P. Topsoil properties as affected by tillage systems in the Rolling Pampa región of Argentina. Soil Sci. Soc. Am. 2009 Julio; 73(4): p. 1242 - 1250.
22. Casas R. Preservar la calidad y salud de los suelos: Oportunidad de preservar la calidad y salud de los suelos: Una oportunidad para la Argentina. Anales de la ANAV. 2006; LX(1): p. 37-61.
23. Fassbender H. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. 2nd ed. San Jose: IICA; 1994.
24. Zapata RD. La quimica de la acidez del suelo. Medellin: Universidad Nacional de Colombia; 2011.
25. Ortiz M, Zapata R, Sadeghiang S. Propiedades de la materia orgánica y capacidad complejante sobre el aluminio en algunos suelos ándicos en Colombia. Cenicafé. 2006; 57(1): p. 51-57.

26. Alvarez C, Barillas H, Zelaya S. Estudio de suelos ácidos (pH menor o igual a 5.5) con pontecial agrícola, en las zonas de Cojutepeque y ciudad Arce. El Salvador: Universidad de El Salvador; 2013.
27. Millan G, Vasquez M, Terminiello A, Santos D. Efecto de las enmiendas básicas sobre el complejo de cambio en algunos suelos ácidos de la Región Pampeana. Scielo Argentina. 2010 Diciembre; 28(2): p. 131-140.
28. Luzuriaga C. Importancia del aluminio en suelos derivados de cenizas volcanicas. In Revisiones bibliograficas sobre quimica de suelos. Turrialba: Instituto Iberoamericano de Ciencias Agricolas; 1970. p. 104.
29. Zapata H. Química de la acidez del suelo Cali: Universidad Nacional de Colombia; 2010.
30. González E, Kamprath EJ, Naderman GC, Soares WV. Effect of depth of lime incorporation on the growth of corn on an Oxisol of Central Brazil. Soil Science Society of America Journal. 1979 Abril; 43(6): p. 1127-1232.
31. Chiquin M, Velecela D. Estudio de la diversidad florística y características del suelo dentro de un proceso de restauración activa luego de un período de lluvia , en la zona de influencia del “Cerro Puntas” Nororiente de Quito. Primera ed. Quito: Universidad Politecnica Salesiana; 2015.
32. Aguirre F, Aviles R. Que es el Aluminio (Al). [Online].; 2014 [cited 2015 10 21. Available from: <http://es.slideshare.net/robertoandresc7/al-29885498>.
33. Molina E. Manual de suelos y nutrición de Pejibaye para palmito. In XI Congreso Nacional Agronómico ; 1999; Costa Rica. p. 22.
34. INAMHI. Anuario Meteorologico. 51st ed. Quito: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrografía; 2015.
35. Bertsch, P. M.; Bloom, P.R.. Aluminum Soil Science Society of America , editor. Wisconsin: Methods of Soil Analysis. Part 3, Chemical Methods; 1996.
36. Di Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini MG, Gonzales L, Tablada M, Robledo CW. InfoStat version 2016 InfoStat G, editor. Córdoba, Argentina: Universidad Nacional de Córdoba; 2016.

Anexo

Anexo 1.1. Análisis de la varianza para la variable CICE.

Análisis de Varianza

Variable	N	R ²	R ² trans	CV
RAIZ-RABS-CICE	18	0.73	0.55	46.04

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	9.59	7	1.37	3.95	0.0250
Bloque	6.89	5	1.38	3.98	0.0302
Tratamiento	2.69	2	1.35	3.89	0.0564
Error	3.47	10	0.35		
Total	13.05	17			

F.V.: Fuente de variación; S.C.: Suma de cuadrados; gl: grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher; p: Probabilidad

Anexo 1.2. Análisis de regresión para la variable cationes de intercambio CICE.

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
CICE	18	0.38	0.34	27.09	110.01	112.68

Coef	Est.	E.E.	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
Const	-51.67	20.19	-94.47	-8.87	-2.56	0.0210		
pH	12.26	3.89	4.01	20.52	3.15	0.0062	10.40	1.00

Cuadro de análisis de varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	211.15	1	211.15	9.92	0.0062
pH	211.15	1	211.15	9.92	0.0062
Error	340.56	16	21.29		
Total	551.72	17			

F.V.: Fuente de variación; S.C.: Suma de cuadrados; gl: grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher; p: Probabilidad

Anexo 1.5. Análisis de regresión para la variable Contenido de Aluminio en función al pH.

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² trans	ECMP	AIC	BIC		
Aluminio	18	0.78	0.77	0.01	-41.88	-39.21		
Coef	Est.	E.E.	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
Const	2.79	0.30	2.16	3.42	9.38	< 0.0001		
pH	-0.43	0.06	-0.56	-0.31	-7.57	< 0.0001	55.05	1.00

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.26	1	0.26	57.37	< 0.0001
pH	0.26	1	0.26	57.37	< 0.0001
Error	0.07	16	0.0046		
Total	0.34	17			

F.V.: Fuente de variación; S.C.: Suma de cuadrados; gl: grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher; p: Probabilidad

Anexo 1.6. Análisis de regresión lineal para la correlación entre el contenido bases intercambiables y el pH del suelo.

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² trans	ECMP	AIC	BIC		
Bases int.	18	0.40	0.36	26.86	109.88	112.55		
Coef	Est.	E.E.	LI (95%)	LS (95%)	T	p-valor	CpMallows	VIF
Const	-54.43	20.12	-97.09	-11.78	-2.71	0.0156		
pH	12.69	3.88	4.47	20.92	3.27	0.0048	11.13	1.00

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	226.19	1	226.19	10.70	0.0048
pH	226.19	1	226.19	10.70	0.0048
Error	338.25	16	21.14		
Total	564.44	17			

F.V.: Fuente de variación; S.C.: Suma de cuadrados; gl: grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher; p: Probabilidad

Anexo 1.9. Análisis de la varianza para la variable potencial Hidrógeno (pH).

Análisis de Varianza (pH)

Variable	N	R ²	R ² trans.	CV
pH	18	0.47	0.10	5.26

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.66	7	0.09	1.28	0.3492
Bloque	0.62	5	0.12	1.67	0.2294
Tratamiento	0.05	2	0.02	0.31	0.7413
Error	0.74	10	0.07		
Total	1.40	17			

F.V.: Fuente de variación; S.C.: Suma de cuadrados; gl: grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher; p: Probabilidad

Anexo 1.10. Análisis de la varianza para la variable contenido de materia orgánica.

Análisis de Varianza (Materia orgánica)

Variable	N	R ²	R ² trans	CV
Materia orgánica	18	0.86	0.76	22.24

Cuadro de Análisis de Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	60.93	7	8.70	8.83	0.0014
Bloque	55.76	5	11.15	11.31	0.0007
Tratamiento	5.17	2	2.59	2.62	0.1215
Error	9.86	10	0.99		
Total	70.79	17			

F.V.: Fuente de variación; S.C.: Suma de cuadrados; gl: grados de libertad; CM: Cuadrado medio; F: Fisher; p: Probabilidad

Anexo 2.1 Referencias fotográficas.



Recolección de muestras



Secado de muestra



Secado de muestra

Resultados de los análisis de laboratorio

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"

LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme; Apartado 24
Quevedo - Ecuador Telef: 052 783044 suelos.ept@iniap.gob.ec



REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO Nombre : Aranda Shirley Dirección : Quevedo Ciudad : Quevedo Teléfono : 0994459240 Fax :		DATOS DE LA PROPIEDAD Numero : Sin Numero Provincia : Cantón : Parroquia : Ubicación :		PARA USO DEL LABORATORIO Cultivo Actual : 1841 N° Reporte : 2501/2017 Fecha de Muestreo : 25/01/2017 Fecha de Ingreso : 25/01/2017 Fecha de Salida : 07/02/2017	
--	--	--	--	---	--

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		ppm										ppm			
	Identificación	Area	NH ₄	P	K	Cu	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B			
82383	Muestra 1		7 B	9 B	0,72 A	11 A	2,2 A									
82384	Muestra 2		7 B	9 B	0,15 B	13 A	2,4 A									
82385	Muestra 3		8 B	8 B	0,32 M	13 A	2,2 A									
82386	Muestra 4		5,1 Ac	RC	0,11 B	5 M	0,8 B									
82387	Muestra 5		4,6 MAc	RC	0,22 M	6 M	0,8 B									
82388	Muestra 6		5,0 Ac	RC	0,15 B	6 M	0,7 B									
82389	Muestra 7		5,3 Ac	RC	0,16 B	6 M	0,6 B									
82390	Muestra 8		5,0 Ac	RC	0,17 B	5 M	0,6 B									
82391	Muestra 9		4,9 MAc	RC	0,14 B	5 M	0,8 B									
82392	Muestra 10		6,0 MAc	RC	0,51 A	16 A	2,6 A									
82393	Muestra 11		7,1 PN	RC	2,40 A	15 A	2,6 A									
82394	Muestra 12		6,1 LAc	RC	14 M	0,77 A	3,4 A									
82395	Muestra 13		5,5 Ac	RC	24 M	0,67 A	11 A	2,0 M								

INTERPRETACION		METEOROLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
pH	May Acido LAr = Liger Acido PN = Pres. Neutro MAc = Medio Acido N = Neutro Al = Alcalino	pH	Suelo agua (1:2,5)	N.P.F	Clon Modificado
LAU = Liga Alcalino	RC = Requiere Cal	N.P.B	= Colorimetria	S	N.P.A,Ca,Mg,Cu,Pb,Mn,Zn
MAU = Medio Alcalino		S	= Turbidimetrica		Formon de Calcio Mercurio
			= Absorción atómica		B.S

[Firma]
RESPONSABLE LABORATORIO



[Firma]
LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

Resultados de los análisis de laboratorio

DATOS DEL PROPIETARIO
 Nombre : Azanda Shirley
 Dirección :
 Ciudad : Quevedo
 Teléfono : 0994459240
 FAX :

DATOS DE LA PROPIEDAD
 Nombre : Sin Nombre
 Provincia :
 Cantón :
 Parroquia :
 Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO
 Cultivo Actual :
 N° Reporte : 1841
 Fecha de Muestreo : 25/01/2017
 Fecha de Ingreso : 25/01/2017
 Fecha de Salida : 07/02/2017

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm						mg/100ml				ppm			
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B			
82396	Muestra 14		5,5 Ae	RC: 30 M	25 A	0,74 A	9 A	1,2 M									
82397	Muestra 15		5,4 Ae	RC: 19 B	16 M	0,38 M	10 A	17,0 A									



INTERPRETACION		METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
MAE = Muy Acido	LAI = Liger. Acido	CaI = Lige. Alcalino	pH = Suelo: agua (1:2,5)	Oslen Modificado	
Ae = Acido	PN = Princ. Neutro	MAI = Media. Alcalino	N,P,B = Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	
MAA = Media. Acido	N = Neutro	AI = Alcalino	S = Turbidimetría	Fosforo de Calcio Monobásico	
			K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	B.S	

X. M. [Signature]
 RESPONSABLE LABORATORIO

Resultados de los análisis de laboratorio

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS
 Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
 Quevedo - Ecuador. Teléf: 052.783044 suelos.etp@iniap.gob.ec



REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre :	Aranda Garcés Angel Gilberto	Nombre :	San José	Cultivo Actual :	3031
Dirección :	Quevedo	Provincia :	Los Ríos	N° de Reporte :	17/10/2017
Ciudad :	Quevedo	Cantón :	Quevedo	Fecha de Muestreo :	17/10/2017
Teléfono :		Parroquia :		Fecha de Ingreso :	06/11/2017
Fax :		Ubicación :		Fecha de Salida :	

N° Muestr. Laborat.	meq/100ml			dS/m		C.E.		pH		Textura (%)		Clase Textural	
	Al+H	AI	Na	Ca	Mg	K	M.O.	RAS	Cl	Arena	Limo		Arcilla
86642	1,56 T	0,39 M		6,0	8,06	16,45	1,8 B	19,37		29	56	15	Franco-Limoso
86643	0,24 B			7,8	6,13	14,52	2,1 B	17,21		25	60	15	Franco-Limoso
86645				9,3	4,71	18,82	3,2 M	17,18		51	44	5	Franco-Arenoso
86646				11,4	4,12	11,18	3,0 M	8,87		45	50	5	Franco-Limoso
86647	3,33 T	0,96 M		7,7	2,05	17,95	3,2 M	11,67		69	26	5	Franco-Arenoso
86648	3,46 T	1,12 T		10,0	3,57	39,29	4,2 M	5,64		63	30	7	Franco-Arenoso
86649				15,0	3,08	49,23	1,6 B	9,99		75	20	5	Arenoso-Franco
86650	1,96 T	0,72 M		12,5	3,08	41,54	2,8 B	5,53		65	30	5	Franco-Arenoso
86651				8,7	2,42	23,64	5,7 A	10,09		61	30	5	Franco-Arenoso
86652	1,12 M	0,49 M		10,0	3,50	38,50	2,4 B	7,90		71	22	7	Franco-Arenoso
86653				10,8	4,29	50,71	4,2 M	15,60		65	30	5	Franco-Arenoso
86654	1,14 M	0,51 M		6,6	15,00	27,84	2,5 B	27,84		45	46	9	Franco-Arenoso
				6,6	3,00	23,00	2,3 B	15,54		71	24	5	Franco-Arenoso

INTERPRETACION		ABREVIATURAS		METODOLOGIA USADA	
Al+H, AI, Na	C.E.	M.O. + Cl	C.F.	C.E.	Conductímetro
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	M.O.	M.O.	Titración de Wehley (Blak)
M = Medio	LS = Lige Salino	MS = Muy Salino	RA3	RA3	Titración con NaOH
T = Exceso					

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUA

X. del [Firma]

RESPONSABLE LABORATORIO

+ [Firma]

Resultados de los análisis de laboratorio

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Aranda Garcés Angel Gilberto	Nombre	: San José	Cultivo Actual	: 3031
Dirección	: Quevedo	Provincia	: Los Ríos	N° Reporte	: 17/10/2017
Ciudad	: Quevedo	Cantón	: Quevedo	Fecha de Muestreo	: 17/10/2017
Teléfono	:	Parroquia	:	Fecha de Ingreso	: 06/11/2017
Fax	:	Ubicación	:	Fecha de Salida	:

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: San José	Nombre	: San José	Cultivo Actual	: 3031
Dirección	: Los Ríos	Provincia	: Los Ríos	N° Reporte	: 17/10/2017
Ciudad	: Quevedo	Cantón	: Quevedo	Fecha de Muestreo	: 17/10/2017
Teléfono	:	Parroquia	:	Fecha de Ingreso	: 06/11/2017
Fax	:	Ubicación	:	Fecha de Salida	:

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Aranda Garcés Angel Gilberto	Nombre	: San José	Cultivo Actual	: 3031
Dirección	: Quevedo	Provincia	: Los Ríos	N° Reporte	: 17/10/2017
Ciudad	: Quevedo	Cantón	: Quevedo	Fecha de Muestreo	: 17/10/2017
Teléfono	:	Parroquia	:	Fecha de Ingreso	: 06/11/2017
Fax	:	Ubicación	:	Fecha de Salida	:

N° Muestr. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm										
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B
86654	Muestra 13		5,5 Ac	RC	25 A	0,60 A	12 A	1,8 M						
86655	Muestra 14		6,5 LAc		40 A	1,21 A	15 A	2,6 A						
86656	Muestra 15		5,2 Ac	RC	60 A	0,32 M	8 M	0,8 B						
86657	Muestra 16		5,3 Ac	RC	42 A	0,64 A	9 A	0,8 B						



La muestra está guardada en el laboratorio por tres meses. Después de este se aplican recuentos en los resultados

INTERPRETACION		METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES
M/Ac = Muy Acido	L/Ac = Liger. Acido	LAI = Ligo. Alcalino	pH = Suelo: agua (1:2.5)	C/Sen Modificado
Ac = Acido	PN = Poco. Neutro	M/AI = Media. Alcalino	N,P,B = Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
M/Ac = Media. Acido	N = Neutro	AI = Alcalino	S = Turbidimetría	Fosforo de Calcio Minibiotico
			K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	B/S

[Handwritten signature]

RESPONSABLE LABORATORIO

[Handwritten signature]

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

Resultados de los análisis de laboratorio

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE" LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
Quevedo - Ecuador Telef. 052 783044 suelos.esp@iniap.gob.ec



REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
Nombre : Aranda Garcés Angel Gilberto
Dirección :
Ciudad : Quevedo
Teléfono :
Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
Nombre : San José
Provincia : Los Ríos
Cantón : Quevedo
Parroquia :
Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO
Cultivo Actual :
N° Reporte : 3031
Fecha de Muestreo : 17/10/2017
Fecha de Ingreso : 17/10/2017
Fecha de Salida : 06/11/2017

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		pH	ppm				mg/100ml				ppm			
	Identificación	Area		NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	
86642	Muestra 1		5,5	20 M	14 M	0,31 M	15 A	2,5 A							
86643	Muestra 2		6,0	26 M	18 M	0,31 M	15 A	1,9 M							
86644	Muestra 3		5,7	57 A	61 A	0,34 M	15 A	1,6 M							
86645	Muestra 4		5,2	31 M	13 M	0,17 B	8 M	0,7 B							
86646	Muestra 5		4,8	68 A	183 A	0,44 A	7 M	0,9 B							
86647	Muestra 6		4,3	42 A	26 A	0,14 B	5 M	0,5 B							
86648	Muestra 7		4,7	36 M	24 A	0,13 B	6 M	0,4 B							
86649	Muestra 8		4,5	44 M	10 M	0,13 B	5 M	0,4 B							
86650	Muestra 9		5,0	52 A	14 M	0,33 M	7 M	0,8 B							
86651	Muestra 10		4,7	55 A	18 M	0,20 M	7 M	0,7 B							
86652	Muestra 11		5,5	40 M	13 M	0,28 M	13 A	1,2 M							
86653	Muestra 12		5,4	31 M	14 M	0,24 M	24 A	3,0 A							

INTERPRETACION		METODOLOGIA USADA		EXTRACTANTES	
pH	Elementos: de N a B	pH	= Suelo: agua (1:2,5)	Olsen Modificado	
Mac = Muy Acido	Lac = Liger Acido	N,P,B	= Colormetrico	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	
Ac = Acido	PN = Prnc Neutro	S	= Turbidimetrico	Fondito de Calcio Microbiologico	
MeAc = Medía Acido	N = Neutro	K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn	= Absorción atómica	BS	



X. W. Infante
RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

Resultados de los análisis de laboratorio

DATOS DEL PROPIETARIO		DATOS DE LA PROPIEDAD		PARA USO DEL LABORATORIO	
Nombre	: Aranda Shirley	Nombre	: Sin Nombre	Cultivo Actual	:
Dirección	:	Provincia	:	N° de Reporte	: 1841
Ciudad	: Quevedo	Cantón	:	Fecha de Muestreo	: 25/01/2017
Teléfono	: 0994459240	Parroquia	:	Fecha de Ingreso	: 25/01/2017
Fax	:	Ubicación	:	Fecha de Salida	: 07/02/2017

N° Muest. Laborat.	meq/100ml		dS/m		M.O.		Mg		Ca+Mg		Σ Bases		RAS		ppm		Textura (%)		Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Mg	K	Mg	K	Ca	Mg	Σ	RAS	Cl	Arenal	Limo	Arcilla		
82397	2,01	0,46			3,2	0,5	44,74	71,05	29,39					65	30	5			Francoso-Arenoso



INTERPRETACION		M.O. y Cl	
Al+H, Al y Na	C.E.	B	Bajo
B = Bajo	NS = No Salino	M	Medio
M = Medio	LS = Lig. Salino	A	Alto
L = Ligeramente Salino	S = Salino		
T = Toxicos	M = Muy Salino		

ABBEVIATURAS	
C.E.	= Conductividad Eléctrica
M.O.	= Materia Orgánica
RAS	= Reduccion de Adesividad de Sodio

METODOLOGIA USADA	
C.E.	= Conductimetro
M.O.	= Titulacion de Winkley Black
AHH	= Titulacion con NaOH

[Handwritten signature]

RESPONSABLE LABORATORIO

[Handwritten signature]
LIDER DPTO. NAC. SUECOS Y AGUAS

Resultados de los análisis de laboratorio

ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"

LABORATORIO DE SUELOS, TEJIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24

Quevedo - Ecuador Telef: 052 783044 suelos estp@iniap.gob.ec



REPORT DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO
 Nombre : Aranda Shirley
 Dirección :
 Ciudad : Quevedo
 Teléfono : 0994459240
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD
 Nombre : Sin Nombre
 Provincia :
 Cantón :
 Parroquia :
 Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO
 Cultivo Actual :
 N° Reporte : 1909
 Fecha de Muestreo : 07/02/2017
 Fecha de Ingreso : 07/02/2017
 Fecha de Salida : 21/02/2017

N° Muest. Laborat.	Datos del Lote		ppm										mg/100ml				
	Identificación	Area	NH ₄	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B				
82601	Muestra 16		32 M	79 A	0,36 M	10 A	1,4 M										
82602	Muestra 17		18 B	2 B	0,35 M	15 A	1,4 M										
82603	Muestra 18		5,6 MeAc		2 B	0,25 M	13 A	2,2 A									
82604	Muestra 19		5,5 Ac		2 B	0,13 B	9 A	0,9 B									
82605	Muestra 20		5,2 Ac		5 B	0,20 M	8 M	0,6 B									
82606	Muestra 21		5,7 MeAc		2 B	0,31 M	9 A	0,7 B									
82607	Muestra 22		5,0 Ac		RC	0,34 M	8 M	0,5 B									
82608	Muestra 23		5,0 Ac		RC	0,13 B	7 M	0,5 B									
82609	Muestra 24		4,8 MAc		RC	0,18 B	8 M	0,5 B									

METODOLOGIA USADA	EXTRACTANTES
pH = Suero agua (1:2,5)	Olsen, Modified
N,P,B = Colorimetría	N,P,K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn
S = Turbidimetría	Fosfato de Calcio Monobásico
K,Ca,Mg,Cu,Fe,Mn,Zn = Absorción atómica	B,S

INTERPRETACION	Elementos de N a B
pH = Muy Acido LAe = Liger. Acido LAI = Liger. Alcalino	B = Bajo
5,7 MeAc = Acido PN = Poco. Neutro RC = Requiere Cal.	M = Medio
5,0 Ac = Media. Acido N = Neutro	A = Alto

Handwritten signature

La muestra será guardada en el Laboratorio por tres meses, luego en el que se requiere reclámanos en los resultados

RESPONSABLE LABORATORIO

Handwritten signature
 LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS



ESTACION EXPERIMENTAL TROPICAL "PICHILINGUE"
LABORATORIO DE SUELOS, TELIDOS VEGETALES Y AGUAS

Km. 5 Carretera Quevedo - El Empalme, Apartado 24
 Quevedo - Ecuador Telef: 052 783044 suelos.eerp@iniap.gob.ec

REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO	
Nombre :	Araanda Shirley
Dirección :	Quevedo
Ciudad :	Quevedo
Teléfono :	0994459240
Fax :	

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre :	Sin Nombre
Provincia :	
Cantón :	
Parroquia :	
Ubicación :	

PARA USO DEL LABORATORIO	
Cufitivo Actual :	
N° de Reporte :	1841
Fecha de Muestreo :	25/01/2017
Fecha de Ingreso :	25/01/2017
Fecha de Salida :	07/02/2017

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m	C.E.		M.O.	Ca		Mg		K		Σ Bases		RAS	ppm	Textura (%)		Clase Textural
	Al+H	Al	Na		C.E.	M.O.		Mg	K	Mg	K	Σ	Areñal	Limo	Areñilla					
82383	0,49	B			2,2	B	2,2	5,0	3,06	18,33				14,41			41	48	11	Franco-Limoso
82384	0,83	M			2,6	B	2,6	5,4	16,00	102,67				16,38			31	58	11	Franco-Limoso
82385	0,39	B			2,1	B	2,1	5,9	6,88	47,50				15,91			29	60	11	Franco-Limoso
82386	1,97	T			3,8	M	3,8	6,2	7,27	52,73				7,88			65	30	5	Franco-Arenoso
82387	3,01	T			4,7	M	4,7	7,5	3,64	30,91				10,03			63	28	9	Franco-Arenoso
82388	2,10	T			2,8	B	2,8	8,5	4,67	44,67				8,95			75	20	5	Arenoso-Franco
82389	2,05	T			2,9	B	2,9	10,0	3,75	41,25				8,81			53	42	5	Franco-Arenoso
82390	2,19	T			4,6	M	4,6	8,3	3,53	32,94				7,96			55	40	5	Franco-Arenoso
82391	3,32	T			4,2	M	4,2	6,2	5,71	41,43				9,26			49	46	5	Franco-Arenoso
82392	0,29	B			6,8	A	6,8	6,1	5,10	36,47				19,40			65	30	5	Franco-Arenoso
82393	0,11	B			4,4	M	4,4	5,7	1,08	7,33				20,11			51	38	11	Franco
82394	0,25	B			2,3	B	2,3	4,4	4,42	23,90				19,42			69	26	5	Franco-Arenoso
82395	1,93	T			3,0	M	3,0	5,5	2,99	19,40				15,60			61	34	5	Franco-Arenoso
82396	2,05	T			4,7	M	4,7	7,5	1,62	13,78				12,99			61	34	5	Franco-Arenoso

INTERPRETACION		M.O. y CI	
Al+H, Al y Na	C.E.	B	Bajo
B = Bajo	NS = No Salino	S	Salino
M = Medio	LS = Lig. Salino	VS	Muy Salino
T = Tóxico			

ABREVIATURAS	
C.E.	= Conductividad Eléctrica
M.O.	= Materia Orgánica
RAS	= Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA	
C.E.	= Conductímetro
M.O.	= Titulación de Walkley Black
Al+H	= Titulación con NaOH

X. W. [Signature]

LIDER DPTO. NAC. SUELOS Y AGUAS

RESPONSABLE LABORATORIO

DATOS DEL PROPIETARIO

Nombre : Aranda Garcés Angel Gilberto
 Dirección :
 Ciudad : Quevedo
 Teléfono :
 Fax :

DATOS DE LA PROPIEDAD

Nombre : San José
 Provincia : Los Ríos
 Cantón : Quevedo
 Parroquia :
 Ubicación :

PARA USO DEL LABORATORIO

Cultivo Actual :
 N° de Reporte : 3031
 Fecha de Muestreo : 17/10/2017
 Fecha de Ingreso : 17/10/2017
 Fecha de Salida : 06/11/2017

N° Muest. Laborat.	meq/100ml			dS/m		M.O.		meq/100ml		(meq/l)½		ppm		Textura (%)		Clase Textural
	Al+H	Al	Na	C.E.	M.O.	Ca	Mg	Ca+Mg	Σ Bases	RAS	Cl	Arenal	Limo	Arcilla		
86655	2,33 T	0,63 M			3,6 M	5,7	2,15	14,55	18,81			51	44	5	Franco-Arenoso	
86656					3,5 M	10,0	2,50	27,50	11,45			71	24	5	Franco-Arenoso	
86657					7,7 A	11,2	1,25	15,31	10,44			53	42	5	Franco-Arenoso	



La muestra será guardada en el laboratorio por tres meses, tiempo en el que se acepta reclamos en los resultados

AP+H, Al y Na		C.E.			M.O. y Cl	
B = Bajo	NS = No Salino	S = Salino	B = Bajo	M = Medio		
M = Medio	LS = Lig. Salino	MES = Muy Salino	M = Medio	A = Alto		
T = Tóxico						

ABREVIATURAS	
C.E.	= Conductividad Eléctrica
M.O.	= Materia Orgánica
RAS	= Relación de Adsorción de Sodio

METODOLOGIA USADA	
C.E.	= Conductímetro
M.O.	= Titulación de Wellyley Blaud
AP+H	= Titulación con NaOH

[Handwritten signature]

RESPONSABLE DPTO. SUELOS Y AGUA

RESPONSABLE LABORATORIO



Dr. EDUARDO DÍAZ OCAMPO, Ph.D.
RECTOR

Ing. YENNY GUISELLI TORRES NAVARRETE, Ph.D.
VICERRECTORA ACADÉMICA

Ing. BOLÍVAR ROBERTO PICO SALTOS, M.Sc.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO

Econ. CARLOS EDISON ZAMBRANO, Ph.D.
DIRECTOR DE INVESTIGACIÓN - DICYT

ISBN: 978-9978-371-60-2

