



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



## RESUMEN TESIS DE GRADO

AUTORES: JESÚS ALBERTO FLÓREZ VARGAS

FACULTAD DE: INGENIERÍAS

PLAN DE ESTUDIOS: TECNOLOGÍA QUÍMICA

DIRECTOR: HILDA MAYELA BAUTISTAB RANGEL

TÍTULO DE LA TESIS: ESTANDARIZACIÓN DEL MÉTODO VOLUMÉTRICO DE LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIÓNICO EN MUESTRAS DE SUELOS AGRÍCOLAS EMPLEANDO EL ACETATO DE AMONIO

RESUMEN:

Se elaboró la predeterminación del método volumétrico para determinar la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) en muestras de suelos agrícolas empleando acetato de amonio, para cumplir con la etapa preliminar, calibrando y estandarizando los equipos, materiales y reactivos utilizados. Se aplicaron técnicas estadísticas para los resultados obtenidos en el estudio, lo cual permitió establecer las variables que determinan la calidad del proceso. Por último se diseñó la guía del protocolo de estandarización del método volumétrico para determinar CIC en el Laboratorio de Suelos Agrícolas de la Universidad Francisco de Paula Santander.

**PALABRAS CLAVES:** estandarización, CIC, acetato de amonio

PÁGINAS 186 PLANOS     ILUSTRACIONES     CD-ROM 1

ESTANDARIZACIÓN DEL MÉTODO VOLUMÉTRICO DE LA CAPACIDAD DE  
INTERCAMBIO CATIONICO EN MUESTRAS DE SUELOS AGRÍCOLAS EMPLEANDO EL  
ACETATO DE AMONIO

JESÚS ALBERTO FLÓREZ VARGAS

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PLAN DE ESTUDIOS DE TECNOLOGÍA QUÍMICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2013

ESTANDARIZACIÓN DEL MÉTODO VOLUMÉTRICO DE LA CAPACIDAD DE  
INTERCAMBIO CATIONICO EN MUESTRAS DE SUELOS AGRÍCOLAS EMPLEANDO EL  
ACETATO DE AMONIO

JESÚS ALBERTO FLÓREZ VARGAS

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de Tecnólogo Químico

Directora  
HILDA MAYELA BAUTISTA RANGEL  
Licenciada en Química

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PLAN DE ESTUDIOS DE TECNOLOGÍA QUÍMICA  
SAN JOSÉ DE CÚCUTA  
2013



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

## ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: 24 DE JULIO DE 2013 HORA: 2:00 p. m.

LUGAR: SALA DE FOTOGRAFIA - TERCER PISO EDIFICIO CREAD - UFPS

PLAN DE ESTUDIOS: TECNOLOGIA QUIMICA

TITULO DE LA TESIS: "ESTANDARIZACION DEL METODO VOLUMETRICO DE LA CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO EN MUESTRAS DE SUELOS AGRICOLAS EMPLEANDO EL ACETATO DE AMONIO".

JURADOS: RICARDO LEON MORA BASTO  
LUIS ALFONSO RIVERA MORENO  
DORA CECILIA RODRIGUEZ ORDOÑEZ

DIRECTOR: HILDA MAYELA BAUTISTA RANGEL.

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:


	CODIGO	NUMERO	CALIFICACION LETRA
JESUS ALBERTO FLOREZ VARGAS	1930061	4,0	CUATRO, CERO

# A P R O B A D A

FIRMA DE LOS JURADOS:

  
RICARDO LEON MORA BASTO

  
LUIS ALFONSO RIVERA MORENO

  
DORA CECILIA RODRIGUEZ ORDOÑEZ

Vo. Bo.

  
JUAN MARIA TORRES CAICEDO  
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

## DEDICATORIAS

*A mis Padres Martha Rocío Vargas y Jesús Flórez, por todo el apoyo brindado durante mi vida y llegar a concluir este proyecto de grado, por estar conmigo en las buenas y en las malas en todo momento, por su empeño en darme siempre lo mejor.*

*A mí tío José del Carmen Bejar, por su ayuda económica en toda la carrera y su paciencia para creer en mis habilidades y destrezas*

*A mí abuela, Hortencia, quien estuvo siempre pendiente de que no me faltara nada para cumplir mis metas.*

*A mi novia y futura esposa, Mónica Liliana García Ríos, por su apoyo incondicional durante la realización de este proyecto de grado.*

## **AGRADECIMIENTOS**

Dios, que siempre me acompaña e ilumina cada minuto de mi vida.

A la licenciada Hilda Mayela Bautista Rangel, por su apoyo, paciencia y consejos brindados durante la realización de este proyecto de grado.

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

CALS	Control Analítico de Laboratorios de Suelos
CIC	Capacidad de Intercambio Catiónico
CICE	Capacidad de Intercambio Catiónico Efectiva
cmol	Centimol
CV%	Porcentaje del coeficiente de variación
GTC	Guía Técnica Colombiana
IDEAM	Instituto de Hidrología, Meteorología y estudios Ambientales
IGAC	Instituto Geográfico Agustín Codazzi
ISO	International Organization for Standardization
LC	Límite de confiabilidad
NTC	Norma Técnica Colombiana
PSO	Proceso Estándar Operacional
SCCS	Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo
t	test
T	Tablas

## CONTENIDO

	<b>pág.</b>
INTRODUCCIÓN .....	21
1. PROBLEMA .....	23
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	23
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	23
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	24
1.4 JUSTIFICACIÓN .....	24
1.5 OBJETIVOS .....	25
1.5.1 Objetivo General .....	25
1.5.2 Objetivos Específicos .....	25
1.6 DELIMITACIONES .....	25
1.6.1 Temporal .....	25
1.6.2 Espacial.....	25
2. MARCO REFERENCIAL.....	26
2.1 ANTECEDENTES .....	26
2.2 MARCO TEÓRICO.....	27
2.2.1 El Suelo.....	27
2.2.2 Análisis de suelos.....	27
2.2.3 Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) .....	28
2.2.4 Capacidad de Intercambio Catiónico en los suelos.....	29



2.2.5 Factores influyentes en el intercambio catiónico .....	31
2.2.6 Factores de estudio en el establecimiento de la técnica .....	32
2.2.7 Métodos volumétricos usados en la determinación de CIC.....	33
2.2.8. Interferencias del método volumétrico para determinar CIC .....	35
2.2.9 Toma, preservación y transporte de la muestra .....	36
2.2.10 Requisitos generales de las normas usadas en la estandarización .....	36
2.2.10.1 NTC / ISO – IEC 17025.....	36
2.2.10.2 NTC / ISO 9001 .....	36
2.3.1 Agua destilada.....	37
2.3.2 Analito .....	37
2.3.3 Bases intercambiables .....	37
2.3.4 Calibración .....	37
2.3.5 Capacidad de intercambio catiónico.....	37
2.3.6 Desviación estándar .....	38
2.3.7 Exactitud.....	38
2.3.8 Errores aleatorios .....	39
2.3.9 Error sistemático .....	39
2.3.10 Precisión.....	39
2.3.11 Rechazo de datos .....	39
2.3.12 Solución extractora.....	40
2.3.13 Titulación .....	40
2.4 MARCO CONTEXTUAL.....	40

2.5 MARCO LEGAL .....	41
2.5.1 Marco Jurídico Nacional .....	41
2.5.2 Marco Jurídico Regional .....	41
3. DISEÑO METODOLÓGICO .....	42
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	42
3.2 POBLACIÓN .....	45
3.3 MUESTRA.....	45
3.4 ETAPAS DE LA ESTANDARIZACIÓN.....	45
3.4.1. Recopilación de la información.....	45
3.4.2 Diagnóstico actual del ensayo empleado en el laboratorio .....	47
3.4.3 Equipos usados en la estandarización .....	48
3.4.3.1 Pasos para calibración y limpieza de los equipos del laboratorio.....	51
3.4.3.1.2 Calibración y limpieza de las balanzas.....	52
3.4.3.1.3 Calibración y limpieza de la estufa de secado.....	54
3.4.3.2 Limpieza, marcado y calibración del material de vidrio utilizado en el proceso de estandarización .....	55
3.4.3.2.1 Limpieza .....	55
3.4.3.2.2 Marcado .....	56
3.4.3.2.3 Calibración .....	56
3.4.4 Predeterminación .....	57
3.4.5 Propuesta de la implementación del protocolo de estandarización.....	60
3.4.6 Toma de muestra en campo.....	60
3.4.7 Corrido de la prueba.....	63

3.4.8 Análisis estadístico de los datos.....	64
3.4.9 Ajustes del método implementado y evaluado .....	66
4. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	68
4.1 PREDETERMINACIÓN .....	68
4.2 ESTANDARIZACIÓN DEL MÉTODO VOLUMÉTRICO.....	70
4.3 REPRODUCIBILIDAD DE LOS DATOS.....	85
5. DISEÑO DE LA GUIA DE ESTANDARIZACIÓN DEL MÉTODO VOLUMÉTRICO ....	88
5.1 PAUTAS PARA LA CREACIÓN DE LA GUÍA .....	88
5.2 ESPECIFICACIONES DE LA GUÍA .....	88
6. CONCLUSIONES.....	91
7. RECOMENDACIONES .....	92
BIBLIOGRAFÍA .....	93
ANEXOS .....	95