



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
BIBLIOTECA EDUARDO COTE LAMUS



RESUMEN TESIS DE GRADO

**AUTOR (ES):**

**NOMBRE (S):** MAYER LISSETTE

**APELLIDOS:** BOHADA LIZCANO

**NOMBRE (S):** \_\_\_\_\_

**APELLIDOS:** \_\_\_\_\_

**FACULTAD:** INGENIERIAS

**PLAN DE ESTUDIOS:** TECNOLOGIA QUIMICA

**DIRECTOR:**

**NOMBRE (S):** HILDA MAYELA

**APELLIDOS:** BAUTISTA RANGEL.

**TITULO DE LA TESIS:** ESTANDARIZACION DEL ANALISIS DE BORO POR EL METODO DE AGUA CALIENTE EN EL LABORATORIO DE SUELOS AGRICOLAS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS Y AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER BAJO LOS LINEAMIENTOS CONTEMPLADOS EN LA NORMA NTC 5404.

**RESUMEN:**

Se logró diseñar el protocolo de análisis para la determinación del boro en Suelos Agrícolas, estableciendo las metodologías, los requerimientos en materiales, equipos y reactivos con altos estándares de calidad. Igualmente, se recopiló la información necesaria tanto metodológica, como normativa para la ejecución del proyecto y se realizó la calibración de los equipos del laboratorio y el material de vidriería necesarios para la determinación del boro por el método de agua caliente. Se elaboró la curva de calibración necesaria para la determinación del método, estableciendo los patrones de calidad indicados para el análisis de boro. Por último, se diseñó y elaboró la guía de validación del método analítico para la estandarización del boro por el método de agua caliente.

Palabras clave: boro, agua caliente, laboratorio de suelos, NTC 5404.

**CARACTERÍSTICAS:**

**PAGINAS:** 194

**PLANOS:**

**ILUSTRACIONES:**

**CD-ROM:** 1

ESTANDARIZACION DEL ANALISIS DE BORO POR EL METODO DE AGUA CALIENTE  
EN EL LABORATORIO DE SUELOS AGRICOLAS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES  
AGRARIAS Y AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA  
SANTANDER BAJO LOS LINEAMIENTOS CONTEMPLADOS EN LA NORMA NTC 5404.

MAYER LISSETTE BOHADA LIZCANO

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIAS

PLAN DE ESTUDIO DE TECNOLOGIA QUIMICA

SAN JOSE DE CUCUTA

2014

ESTANDARIZACION DEL ANALISIS DE BORO POR EL METODO DE AGUA CALIENTE  
EN EL LABORATORIO DE SUELOS AGRICOLAS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES  
AGRARIAS Y AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA  
SANTANDER BAJO LOS LINEAMIENTOS CONTEMPLADOS EN LA NORMA NTC 5404.

MAYER LISSETTE BOHADA LIZCANO

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de:

Tecnólogo Químico

Directora:

HILDA MAYELA BAUTISTA RANGEL.

Licenciada Química

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

FACULTAD DE INGENIERIAS

PLAN DE ESTUDIOS DE TECNOLOGIA QUIMICA

SAN JOSE DE CUCUTA

2014



UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER

## ACTA DE SUSTENTACION DE UN TRABAJO DE GRADO

FECHA: 7 DE NOVIEMBRE DE 2014 HORA: 3:00 p. m.

LUGAR: SALA 3 – TERCER PISO EDIFICIO CREAD - UFPS

PLAN DE ESTUDIOS: TECNOLOGIA QUIMICA

TITULO DE LA TESIS: “ESTANDARIZACION DEL ANALISIS DE BORO POR EL METODO DE AGUA CALIENTE EN EL LABORATORIO DE SUELOS AGRICOLAS DEL CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS Y AMBIENTALES DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER BAJO LOS LINEAMIENTOS CONTEMPLADOS EN LA NORMA NTC -5404”.

JURADOS: YOLANDA MEJIA TORO  
ERNESTO CASTRO RAMIREZ  
ENRIQUE ASELA MOROS

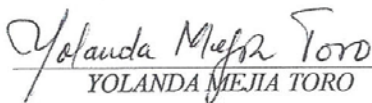
DIRECTOR: HILDA MAYELA BAUTISTA

NOMBRE DE LOS ESTUDIANTES:

	CODIGO	CALIFICACION	
		NUMERO	LETRA
MAYER LISSETTE BOHADA LIZCANO	1930120	4,0	CUATRO, CERO


# APROBADA

FIRMA DE LOS JURADOS:

  
YOLANDA MEJIA TORO

  
ENRIQUE ASELA MOROS

  
ERNESTO CASTRO RAMIREZ

Vo. Bo.   
JUAN MARIA TORRES CAICEDO  
Coordinador Comité Curricular

Betty M.

## DEDICATORIAS

No hay nada imposible si cuento con la bendición de Dios que me ilumina diariamente, con el apoyo de mis padres Luis Bohada y Dora Lizcano que siempre han creído en mi; Gracias por sus consejos que me ayudaron a formarme como persona profesional para salir adelante

A mis hermanas Claudia Yamile, Adriana Milena y Yuly Katherin; Gracias por su compañía y ánimo.

A mis hermosas sobrinas Mariangel y María Paula, quienes con sus sonrisas me han impulsado para lograr nuevas metas; Gracias por alegrar cada momento de mi vida.

A mi directora de tesis la Licenciada Química Hilda Mayela Bautista Rangel quien me brindo su conocimiento, experiencia, apoyo y motivación; Gracias porque he logrado terminar mi carrera con éxito.

A la Tecnóloga Química Diana GalvísMogollón; Gracias por guiarme y asesorarme en el desarrollo de mi proyecto de grado.

## CONTENIDO

	<b>pág.</b>
INTRODUCCION	20
1. PROBLEMA	22
1.1 Título	22
1.2 Planteamiento del Problema	22
1.3 Formulación del Problema	23
1.4 Justificación	23
1.5 Objetivos	24
1.5.1 Objetivo general	24
1.5.2 Objetivos específicos	24
1.6 Alcances y Limitaciones	25
1.6.1 Alcances	25
1.6.2 Limitaciones	25
1.7 Delimitaciones	25
1.7.1 Temporal	25
1.7.2 Espacial.	26
2. MARCO REFERENCIAL	27
2.1 Antecedentes de la Investigación	27
2.1.1 Históricos	27
2.1.2 Bibliográficos	27
2.2 Marco Teórico	28
2.2.1 Norma Técnica Colombiana NTC 5404	29

2.2.2 Suelo	30
2.2.3 Generalidades del suelo	30
2.2.4 Estructura del suelo	31
2.2.5 Análisis de suelos	31
2.2.6 Toma, preservación y transporte de la muestra	33
2.2.7 Requisitos generales de las normas usadas en la estandarización	33
2.2.8 Condiciones del método	34
2.3 Marco Conceptual	36
2.4 Marco Contextual	40
2.5 Marco Legal	43
2.5.1 Marco Jurídico Nacional	43
2.5.1.1 Decreto 1600 de 2003, IDEAM	43
2.5.1.2 NTC / ISO - IEC 17025	44
2.5.2 Marco Jurídico Regional	44
2.5.3 Marco Jurídico Internacional	44
2.5.4 Acuerdos Nacionales	44
3. DISEÑO METODOLÓGICO	46
3.1 Tipo de Investigación	46
3.1.1 Métodos y Técnicas	46
3.2 Población	46
3.3 Método	46
3.4 Muestra	47
3.4.1 Toma de la muestra	47
3.5 Procedimiento para el Análisis de Boro por el Método de Agua Caliente	48

3.5.1 Etapas de la cuantificación	49
3.5.2 Cálculos	50
3.5.3 Equipos de laboratorio utilizados en la estandarización	51
3.5.4 Materiales de laboratorio utilizados en la estandarización	51
3.5.5 Reactivos de laboratorio utilizados en la estandarización	52
3.5.5.1 Solución de BaCl <sub>2</sub>	53
3.5.5.2 Solución buffer pH 5.6.	53
3.5.5.3 Solución de azometina-H	53
3.5.5.4 Solución patrón de 100 ppm de boro	53
3.5.5.5 Solución patrón de 10 ppm de boro	54
3.5.5.6 Solución patrón de 5 ppm de boro	54
3.5.6 Solución de calibración	54
3.5.7 Medidas de seguridad	54
3.5.8 Reporte de resultados	54
4. ETAPAS DE LA INVESTIGACIÓN	56
4.1 Recopilación de la Información	56
4.1.1 Protocolo de análisis.	56
4.2 Diagnóstico Actual del Ensayo Empleado en el Laboratorio de Suelos Agrícolas para la Estandarización del Boro por el Método de Agua Caliente	58
4.3 Control de Calidad en la Implementación del Método	59
4.4 Clasificación de los Equipos Materiales y Reactivos	59
4.4.1 Equipos utilizados en la estandarización	60
4.4.2 Limpieza y calibración de los equipos del laboratorio	60



4.4.3 Especificaciones técnicas del destilador de agua en el laboratorio de Suelos Agrícolas	61
4.4.4 Especificaciones técnicas del conductímetro en el laboratorio de Suelos Agrícolas	62
4.4.4.1 Limpieza y calibración del conductímetro	63
4.4.5 Especificaciones técnicas del pH metro del laboratorio de Suelos Agrícolas	64
4.4.5.1 Limpieza y calibración del pH-metro	64
4.4.6 Especificaciones técnicas de la balanza analítica del laboratorio de Suelos Agrícolas	65
4.4.6.1 Limpieza y calibración de las balanzas	65
4.4.6.2 Limpieza	66
4.4.6.3 Ajuste de la balanza	66
4.4.7 Especificaciones técnicas de la plancha con superficie de calefacción en el laboratorio de Suelos Agrícolas	66
4.4.8 Especificaciones técnicas del espectrofotómetro en el laboratorio de Suelos Agrícolas	68
4.4.8.1 Calibración del Espectrofotómetro Perkin Elmer Lambda 1 UV-VIS	68
4.4.8.2 Pasos para el buen funcionamiento del Espectrofotómetro Perkin Elmer Lambda 1 UV-VIS	69
4.5 Procedimiento de Lavado del Material de Laboratorio de Suelos Agrícolas	69
4.5.1 Aspectos de salud y seguridad laboral del material de vidrio	69
4.5.2 Limpieza y calibración del material de vidrio	70
4.5.2.1 Limpieza	72
4.5.2.2 Calibración	73

4.6 Material de vidrio utilizado en la estandarización	74
4.6.1 Matraz aforado	74
4.6.1.1 Modo de empleo	74
4.6.1.2 Calibración de un matraz aforado	74
4.6.2 Pipetas	75
4.6.2.1 Modo de empleo	76
4.6.2.2 Calibración de las pipetas volumétricas	76
4.6.3 Erlenmeyer	77
4.6.3.1 Modo de empleo	77
4.6.3.2 Calibración del erlenmeyer	77
4.6.4 Vaso de precipitado	78
4.6.4.1 Modo de empleo	79
4.6.4.2 Calibración del vaso de precipitado	79
4.6.5 Probeta	80
4.6.5.1 Modo de empleo	80
4.6.5.2 Calibración de la probeta	80
4.7 Reactivos Utilizados en la Estandarización	81
4.7.1 Fichas técnicas	81
4.7.1.1 Cloruro de Bario	81
4.7.1.2 Acetato de Amonio	82
4.7.1.3 Sal Di sódica	83
4.7.1.4 Acido Acético Glacial	83
4.7.1.5 Ácido Bórico	84
4.7.1.6 Acido Ascórbico	84

4.7.1.7 Azometina	85
4.8 Zonas de Estudio y Criterios de Selección	85
4.8.1 Zona 1: Melón	86
4.8.2 Zona 2: Tomate	86
4.8.3 Zona 3: Auyama	87
4.9 Requerimientos Para la Toma de Muestras	88
4.10 Propuesta de la Implementación del Protocolo de la Estandarización	88
4.11 Pautas Para la Creación de la Guía	89
4.12 Especificaciones de la Guía para Estandarizar el Método	89
4.13 Control de Calidad en la Implementación del Método	90
4.13.1 Formatos de calidad para el desarrollo de la estandarización	90
4.13.2 Formatos de registro de calibración de los equipos del laboratorio	90
4.13.3 Formato de preparación de soluciones	90
4.13.4 Formato de seguimiento diario de generación de residuos	90
4.13.5 Rotulo para las muestras	91
4.13.6 Rotulo de las soluciones preparadas en la estandarización	91
4.13.7 Formato de calidad analítica para la toma y recolección de las muestras	91
4.13.8 Manual de control analítica de materiales, equipos y reactivos en la determinación del boro por el método de agua caliente	91
4.13.9 Norma de calidad del suelo	91
4.13.10 Guía para la estandarización del boro por el método de agua caliente:	91
4.13.11 Evidencias de la estandarización del boro por el método de agua caliente:	91
4.14 La Linealidad	92
5. DESARROLLO DE LA PREVALIDACION	93

5.1 Índices y Criterios de la Valoración de los Resultados	96
5.2 Ajustes del Método Implementado y Evaluado	104
5.3 Análisis y Evaluación Estadística de los Datos	105
5.3.1 Plan de corrida de las muestras	107
5.3.2 Plan de muestras utilizado en el corrido de la estandarización	108
5.4 Reproducibilidad de los Datos	113
5.5 Interpretación de Análisis y Resultados	113
5.6 Discusión de Resultados	114
5.6.1 Discusión de los resultados para la estandarización del boro por el método de agua caliente	114
5.6.1.1 Discusión de resultados para el melón	114
5.6.1.2 Discusión de resultados para el tomate	114
5.6.1.3 Discusión de resultados para la auyama	114
6. CONCLUSIONES	116
7. RECOMENDACIONES	118
BIBLIOGRAFÍA	120
ANEXOS	122